



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACION
PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

**TEMA:
DISEÑO DE SUMIDEROS Y TIRANTES DE AGUAS LLUVIAS -
CASO TRAMO DE LA AVENIDA BENJAMIN CARRION**

**TUTOR
PHD. CALERO AMORES MARCIAL SEBASTIAN**

**AUTORES
SANTIAGO ANDRES RODRIGUEZ CUERO
JOSE ENRIQUE YANEZ ENCALADA**

**GUAYAQUIL
AÑO 2022**



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Diseño de sumideros y tirantes de aguas lluvias - caso tramo avenida Benjamín Carrión

AUTOR/ES:

Yáñez Encalada José Enrique
Rodríguez Cuero Santiago Andrés

REVISORES O TUTORES:

PhD. Calero Amores Marcial Sebastián

INSTITUCIÓN:

**Universidad Laica Vicente
Rocafuerte de Guayaquil**

Grado obtenido:

3er Nivel

FACULTAD:

Ingeniería, industria y construcción

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

2022

N. DE PAGS:

73

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: SUMIDERO, TIRANTE, DISEÑO, ESCORRENTIA, INGENIERIA, PRECIPITACION

RESUMEN:

En los últimos años la Av Benjamín Carrión ha sufrido inundaciones constantes en épocas de lluvia, causando así molestias a los moradores y transeúntes del lugar, en especial en el tramo del centro comercial La Ronda. La causa de esto es un sistema de alcantarillado pluvial precario que actualmente no abastece con la demanda de evacuación de agua, motivo por el cual en este proyecto se diseñó nuevos sumideros y tirantes de agua lluvia en este sector para así poder evitar futuras inundaciones

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Yánez Encalada José Enrique Rodríguez Cuero Santiago Andrés	Teléfono: 0998997020 0999403289	E-mail: cheloyanez1996@outlook.es Sarc1996@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mgtr. Ing. Milton Gabriel Andrade Teléfono:(04)2596500 Ext. 210 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec Mgtr. Ing. Alexis Wladimir Valle Benítez Teléfono: 0986487016 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

Diseño de Sumideros y Tirantes de aguas lluvia caso tramo de la Av Benjamin Carrion

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

2

repositorio.puce.edu.ec

Fuente de Internet

1%

3

Submitted to unbosque

Trabajo del estudiante

1%

4

1library.co

Fuente de Internet

1%

5

documents.mx

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.ulatina.ac.cr

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

1%

8

www.fceia.unr.edu.ar

Fuente de Internet

1%



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes) egresados JOSE ENRIQUE YANEZ ENCALADA Y SANTIAGO ANDRES RODRIGUEZ CUERO, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Diseño de sumideros y tirantes de aguas lluvias - caso tramo avenida Benjamín Carrión, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.


De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores

Firma: 

JOSE ENRIQUE YANEZ ENCALADA

C.I. 0931267108

Firma: 

SANTIAGO ANDRES RODRIGUEZ CUERO

C.I. 0924257652

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación Diseño de sumideros y tirantes de aguas lluvias - caso tramo avenida Benjamín Carrión, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: Diseño de sumideros y tirantes de aguas lluvias - caso tramo avenida Benjamín Carrión, presentado por los estudiantes JOSE ENRIQUE YANEZ ENCALADA Y SANTIAGO ANDRES RODRIGUEZ CUERO como requisito previo, para optar al Título de Ingeniero Civil, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



PhD. Marcial Sebastián Calero Amores

C.C.

AGRADECIMIENTO

A mi tutor PhD. Marcial Sebastián Calero Amores por su apoyo con el desarrollo de esta tesis y su gran enseñanza en distintas materias de hidráulica a lo largo de la carrera, lo cual me forjó en conocimientos útiles para la vida profesional

A todos los profesores que he tenido a lo largo de mi vida estudiantes en esta prestigiosa carrera de ingeniería civil los cuales con su gran experiencia de campo siempre supieron mantenernos familiarizados entre la teoría y la práctica.



José Enrique Yáñez Encalada

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y fortaleza durante todo este tiempo y así poder culminar exitosamente con mi carrera estudiantil.

A mis padres Bolívar Yáñez y Gina Encalada los cuales siempre me han apoyado de todas las formas posibles para poder proseguir con mis estudios, apoyándome en todos los momentos que ha sido necesario, este logro se los debo a ellos.



José Enrique Yáñez Encalada

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los profesores que a lo largo de mi carrera universitaria han sabido enseñar su conocimiento y experiencia de una forma correcta y comprensible, formándose, así como un gran profesional en el ámbito de la ingeniería civil.

A todas las autoridades de la facultad por su apoyo en esos 5 años de carrera universitaria y su ardua labor por mejorar la calidad de enseñanza hacia nosotros los estudiantes



Santiago Andrés Rodríguez Cuero

DEDICATORIA

Primero que todo a Dios por darme la salud y fuerza necesaria para a lo largo de estos años de estudio poder perseverar y alcanzar este gran logro que es graduarme como Ingeniero Civil

A mis padres por su apoyo incondicional a lo largo de la carrera, por sus grandes consejos que me sirvieron para ser persistente hasta alcanzar mi meta.



Santiago Andrés Rodríguez Cuero

INDICE GENERAL

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1	2
1 DISEÑO DE LA INVESTIGACION	2
1.1 Formulación del Título	2
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Formulación del Problema	3
1.4 Sistematización del Problema	3
1.5 Objetivos de la Investigación	3
1.5.1 Objetivo General	3
1.5.2 Objetivos Específicos	3
1.6 Justificación de la Investigación	3
1.6.1 Justificación Teórica	3
1.6.2 Justificación Metodológica	4
1.6.3 Justificación Ambiental	4
1.7 Delimitación o Alcance de la Investigación	4
1.8 Hipótesis	4
1.9 Línea de Investigación	5
CAPITULO II	6
2 MARCO TEORICO	6
2.1 Antecedentes	6
2.2 Alcantarillado pluvial	11
2.3 BASES DE DISEÑO	11
2.3.1 Periodo de diseño	11
2.3.2 Áreas de Drenaje	12
2.3.3 Caudales de diseño para aguas residuales	12
2.3.4 Coeficiente de escurrimiento	13
2.3.5 Intensidad de lluvia	14
2.3.6 Frecuencia de lluvia	15
2.3.7 Tiempo de concentración	16
2.3.8 Hidráulica de un Sistema de alcantarillado Pluvial	17
2.3.9 Recomendaciones Para el Diseño de Sistemas de Alcantarillado Pluvial	17
2.3.10 Hidráulica para Tuberías Parcialmente llenas	17

2.3.11	Especificaciones para un Diseño de Red de Alcantarillado Pluvial	18
2.3.12	Transiciones	18
2.3.13	Velocidades admisibles	18
2.3.14	Pendientes admisibles	20
2.3.15	Diámetros Permisibles	20
2.3.16	Profundidad	21
2.3.17	Sumideros	21
2.3.18	Eficiencia de Sumideros	23
2.3.19	Dimensionamiento de sumideros	24
2.3.20	En sumideros Transversales con depresión.	25
2.3.21	En sumidero de solera en cuneta con depresión.	25
2.3.22	Dimensionamiento de tirantes	26
2.4	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	28
2.5	MARCO LEGAL	30
2.6	MARCO METODOLÓGICO	31
CAPITULOS III		32
3	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	32
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
3.2	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.3	TECNICAS DE INVESTIGACION	32
3.3.1	Diseño	32
3.3.2	Evaluación del proyecto existente con la propuesta de diseño	48
3.4	Programa utilitario en Excel de diseño de sumideros y tirantes de agua lluvia	48
3.5	POBLACION Y MUESTRA	50
3.5.1	Muestras	50
3.6	CONCLUSIONES	58
3.7	RECOMENDACIONES	59
4	Referencias	60
5	Anexo	61
5.1	Anexo 1 Encuestas	61

INTRODUCCION

Los pobladores del sector de la Alboradas de la ciudad de Guayaquil a lo largo de los últimos años durante épocas de lluvias fuertes han sufrido inundaciones de su avenida Benjamín Carrión causando así efectos negativos en el ámbito sanitario, económico y deterioro ambiental. Este trabajo de estudio se basa con contribuir el buen vivir de las personas que circulan por esta calle en sus días cotidianos, dirigiéndose a distintos lugares. Con el diseño de los sumideros y tirantes de agua lluvia para el sector se manejará los caudales aportantes de las precipitaciones hacia los colectores principales y ductos cajón

El tramo en el cual se va a efectuar el diseño será en la av. Benjamín Carrión entre el redondel del City Mall y la calle Eleodoro Avilés Minuche dado que es el lugar más afectado por las inundaciones.

En el diseño existente encontramos sumideros tapados por la basura o enterrados parcialmente por la repavimentación de las calles y colectores los cuales no abastecen la demanda de caudal a transportar e impactan negativamente en sectores comerciales como la Rotonda.

CAPITULO 1

1 DISEÑO DE LA INVESTIGACION

1.1 Formulación del Título

Diseño de Sumideros y Tirantes de aguas lluvias - caso tramo de la avenida Benjamin Carrion

1.2 Planteamiento del Problema

El planeta tierra cuenta con distintos climas durante todo el año, desde días soleados hasta lluvias torrenciales, este último en ciertos momentos es el causante de inundaciones en todo tipo de sectores, ya sean bosques, pueblos y ciudades. Inundaciones las cuales son motivo de daños materiales como también de enfermedades, ya que la estanqueidad del agua por tiempos prolongados contribuye a la propagación de enfermedades como dengue, zika, chikungunya.

La ciudad de Guayaquil durante la época lluviosa específicamente en el sector analizado sufren de inundaciones en sus calles las cuales algunas no cuentan con una rápida y adecuada evacuación de estas aguas hacia el sistema de aguas lluvias, por distintos motivos, motivos los cuales son, colectores y tirantes de agua lluvia con dimensiones no idóneas para poder abastecer el flujo del agua hacia la tuberías principales de agua lluvia, también obstrucción de dichos tirantes de aguas por acumulación de basura.

Nuestro proyecto está basado en realizar un diseño de sumideros y tirantes de agua lluvia en la avenida Benjamín Carrión de Guayaquil, con el fin de presentar un diseño que permita que dicha avenida no se inunde por las fuertes precipitaciones que ocurren en época húmeda.

1.3 Formulación del Problema

¿De qué manera influye los colectores y tirantes de agua lluvia en las inundaciones de la avenida Benjamín Carrión de Guayaquil?

1.4 Sistematización del Problema

¿Cuál sería un diseño idóneo de sumideros y tirantes de agua lluvia en la avenida Benjamín Carrión de Guayaquil?

¿Cuáles serían los diámetros de las tuberías para abastecer la demanda de evacuación de las aguas lluvias?

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1 Objetivo General

Diseñar sumideros y tirantes de agua en la Av. Benjamín Carrión de Guayaquil, Ecuador

1.5.2 Objetivos Específicos

- 1.- Analizar los caudales aportantes para el drenaje y ubicación de los sumideros.
- 2.- Dimensionar sumideros y tirantes para evacuar los excesos de lluvia.
- 3.-Realizar un programa utilitario en Excel de diseño de sumideros y tirantes de agua lluvia

1.6 Justificación de la Investigación

1.6.1 Justificación Teórica

Este proyecto de investigación se basa en el diseño de sumideros y tirantes de agua lluvia en la avenida Benjamín Carrión de Guayaquil para así poder contribuir con una solución a las inundaciones de dicha avenida en temporales de invierno.

1.6.2 Justificación Metodológica

El proyecto de titulación tiene un aspecto exploratorio al considerar los volúmenes de agua y dimensiones de los colectores y tirantes de agua lluvia para tener una óptima evacuación de las precipitaciones, tiene un enfoque cuantitativo al calcular las dimensiones de las tuberías como de los colectores.

1.6.3 Justificación Ambiental

Se justifica en la parte ambiental al solucionar la inundación en la avenida y así eliminado posible estanqueidad de agua lo cual causa insalubridad, fuertes olores y a su vez propagación de enfermedades, es decir, conflictos sociales.

1.7 Delimitación o Alcance de la Investigación

Campo:	Educación Superior , Tercer Nivel de Grado .
Área:	Ingeniería Civil
Aspecto:	Investigación Exploratoria
Tema :	Estudio para el diseño de colectores y tirantes de agua lluvia
Delimitación espacial:	Avenida Benjamín Carrión Guayaquil – Guayas
Delimitación temporal:	12 meses

1.8 Hipótesis

Realizando un diseño eficiente de sumideros y tirantes de agua lluvia se mejorará la evacuación del agua lluvia en la Avenida Benjamín Carrión de Guayaquil

1.9 Línea de Investigación

Tabla 1

Línea de investigación del Proyecto

Dominio	Línea Institucional	Líneas de Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial, aplicando tecnología de construcción Eco amigable, Industria y desarrollo de Energías Renovables	Ordenamiento territorial, Usos de suelos y urbanismo	Territorio

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

CAPITULO II

2 MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

En las poblaciones del mundo es necesario que las aguas pluviales se eliminen con rapidez desde el lugar donde proceden hasta algún cuerpo acuático como río o lagos, previamente sujetas a conducciones adecuadas para así no causar algún tipo de peligros o inundaciones en zonas rurales o de alta población.

En el planeta tierra desde la antigüedad se pueden constatar la creación de drenajes subterráneos como es el caso de la antigua Roma lugar donde existían conexiones entre los hogares de las personas y dichos desagües. Las primeras alcantarillas construidas en el mundo fueron aproximadamente en los años 1815 en ciudades como Londres, posteriormente en Boston y Paris. En 1842 en Alemania se construyó un sistema completo de aguas residuales y pluviales dando así un gran paso en el progreso de la ingeniería.

La ciudad de Guayaquil frecuentemente en temporales de lluvias tiene puntos críticos donde se ocasionan inundaciones, uno de estos puntos es la Av. Benjamín Carrión en específico el tramo del City mall y la Rotonda, lugar donde todos los años se inundan sus calles, ocasionado por un sistema existente de alcantarillado pluvial que no abastece la demanda de evacuación de agua.



Figura 1 Inundación de Calle Av. Benjamín Carrión

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)



Figura 2 Inundación de sector la Rotonda

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

Los sumideros que se encuentran distribuidos en el tramo de la rotonda de la avenida Benjamín Carrión son de diseños antiguos, en ciertos puntos los sumideros tienen capacidades hidráulicas que no abastecen la demanda de evacuación de la lluvia.



Figura 3 Sumidero tipo buzón en la Av. Benjamín Carrión

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

Como podemos observar en la imagen anterior, dicha acera cuenta con un sumidero tipo buzón el cual tiene rejillas que con la basura está parcialmente tapada, también se observa que la altura del sumidero buzón es inferior a la normal. La causa de esta altura inferior del sumidero podría ser que la cuneta fue remodelada aumentando así la altura de la misma y dejando parte del sumidero enterrado.



Figura 4 Sumidero tipo buzón al frente de City Mall

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

En la imagen de la parte superior en la cual se puede observar un sumidero de rejilla ubicado al frente del City Mall, sumidero el cual por el pasar del tiempo y las remodelaciones de las calzadas ha quedado como un pequeño orificio de no más de 10 centímetros de ancho asemejando a un sumidero tipo buzón, pero sobre la cuneta, estos sumideros ya no cuentan con sus capacidades hidráulicas iniciales lo cual perjudica la evacuación de las escorrentías en momentos de lluvia.



Figura 5 Sumidero tipo rejilla incompleto en sector la Rotonda

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

En esta imagen observamos un sumidero del sector la rotonda el cual no cuenta con la rejilla correspondiente, la cual evita la entrada de basura hacia el interior de la cámara, dicha basura taponara la entrada del tirante, dejando así este sumidero como inservible en momentos de lluvia.



Figura 6 Sumidero tipo rejilla ubicado en la Av. Benjamín Carrión

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

En dos sectores del tramo encontramos sumideros de rejilla simple, los cuales se encuentran cercanos entre sí, ya que dichos sumideros no tienen una gran capacidad hidráulica para la evacuación de las escorrentías superficiales.



Figura 7 Canaleta en el parqueadero del centro comercial La Rotonda

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

Dentro del parqueadero del centro comercial la rotonda se encuentran canaletas con rejillas, las cuales se encargan de evacuar la escorrentía del área de este centro comercial, canaletas las cuales evacuan su agua a través de los tirantes de los sumideros que se encuentran en la parte frontal de dicho centro comercial.

2.2 Alcantarillado pluvial

Un alcantarillado pluvial es aquel alcantarillado que evacua las precipitaciones a través de un sistema de tuberías que influyen en determinado sector, dicho sistema está constituido por colectores y canales los cuales son necesarios para así poder evacuar los caudales que son producidos por las precipitaciones. En un inicio el agua es captada a través de los sumideros los cuales están ubicados las conexiones domiciliarias y las calles, posteriormente llevada a un sistema de tuberías los cuales sus diámetros van aumentando a medida que aumenta sus áreas de drenaje. Posteriormente los colectores evacuan el caudal hacia canales que se dirigen a ríos.

2.3 BASES DE DISEÑO

2.3.1 Periodo de diseño

Se denomina periodo de diseño al tiempo de vida útil de la estructura, de tal forma que funcione de manera eficiente. La durabilidad de la construcción estará relacionada con la calidad de los materiales constructivos como también de los equipos empleados, condiciones externas entre ellas la corrosión, el desgaste etc.

Este periodo de diseño se relaciona también con la suficiencia económica del sector y condiciones específicas de cada sistema. Para este caso según la norma de la INEN los periodos de diseños no deben ser menores a 15 años, en esta investigación tomaremos 20 años como periodo de diseño.

2.3.2 Áreas de Drenaje

Se le denomina al punto del sector en el cual va a ser evacuado por el sistema de alcantarillado, también se lo denomina como aquella área geográfica limitada por los aportes superficiales del escurrimiento que provienen de la lluvia.

Las obras que el hombre realiza alteran los límites de las áreas de drenaje, obras como alcantarillas, calles, caminos, las vías del ferrocarril, como también las obras de drenaje.

Los proyectistas hidráulicos deber dividir el área de drenaje de la localidad en sub áreas o sub cuencas que tengas características hidrológicas iguales, con la finalidad de poder facilitar la aplicación de métodos de diseño hidráulico e hidrológico para así poder diseñar diferentes componentes de dicho sistema de drenaje pluvial.

El tipo de áreas tributarias y la extensión se determinarán para el numero de tuberías, como también para cada uno de los tramos de la misma, a ser diseñada. Para el área de aportes se tendrá en cuenta el área de tramo a consideración y debe ser expresada en hectáreas (ha).

2.3.3 Caudales de diseño para aguas residuales

Para diseñar un alcantarillado de aguas lluvia, partimos del caudal de las precipitaciones, la cual se calcula con la fórmula del método racional, para cuencas menores a 200 hectáreas y simples características. Este método racional tiene la siguiente ecuación:

$$Q = (C \times I \times A)$$

En donde

Q= Caudal de Precipitaciones.

C= Es el Coeficiente de escurrimiento.

I= La Intensidad de la lluvia

A= El Área de drenaje

2.3.4 Coeficiente de escurrimiento

Del total de la precipitación del agua lluvia, no toda llega al sistema de alcantarillado pluvia debido a que se pierde en el trascurso por distintos factores entre ellos la infiltración, evaporación, etc. Gracias a esto se debe tomar la relación entre el caudal de agua que escurre superficialmente y el caudal del agua precipitada sobre la superficie, dicha relación la llamamos Coeficiente de Escurrimiento (BONILLA, RAMON, & RAMON, 2022).

Dicho coeficiente varia fuertemente dependiendo el tipo de terreno donde precipite las lluvias ya sean suelos vegetales, arcillosos, pavimentos rígidos o flexibles etc.

El coeficiente de escurrimiento se denomina un valor de forma experimental, que se basa en el tiempo que la precipitación necesita para humedecer el suelo, a continuación, tenemos tablas que representas los valores de (C) que más se usan.

Tabla 2

Coeficiente de escurrimiento para tipos de superficie.

Tipo de superficie	C
Cubierta metálica	0.95
Cubierta con teja ordinaria	0.90
Pavimento asfalto en óptimas condiciones	0.85-0.90
Pavimento de hormigón	0.80-0.85
Empedrado con juntas pequeñas	0.75-0.80
Empedrado con juntas ordinaria	0.40-0.50
Superficies afirmadas	0.25-0.60
Superficies no pavimentadas	0.10-0.30
Parques y jardines	0.05 – 0.25

Fuente: Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado

Los valores que encontrados en la tabla anterior son referenciales ya que expresan un valor (C) en una superficie determinadas. También existen de valores basados en la zonificación de cada sector que se detalla a continuación.

Tabla 3

Coeficiente de escorrentía según el tipo de zonificación.

Tipo de Zonificación	C
Zonas centrales densamente construidas con vías y calzadas pavimentadas	0.70-0.90
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 deporte	0.10-0.20

Fuente: Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado

2.3.5 Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia la obtenemos de estudios hidrológicos de la zona, en este caso de la ciudad de Guayaquil, de donde se obtienen las IDF (Curva de Intensidad, Duración y Frecuencia).

Es importante saber que dichas curvas la intensidad es inversamente proporcional a la duración como también directamente proporcional a la frecuencia de dicha lluvia. Entonces para nosotros poder obtener un valor de intensidad de lluvia y aplicarla en el método racional, es necesario encontrar la frecuencia de lluvia y la duración de la mismas (Siles & Chirino, 2018).

2.3.6 Frecuencia de lluvia

En general el valor de la frecuencia utilizadas puede variar entre 3 años como valor mínimo hasta 100 años, el valor que se escoja dependerá de algunos criterios ya sean la importancia de la zona y también el área sector a drenar. De dicha manera se muestran valores referenciales que son usador como guías para esta determinación.

Tabla 4

Frecuencia de diseño en función del tipo de zona

Descripción de la zona	Frecuencia (años)
Zona residencial	3-5
Zona comercial e industrial	10-5
Colectores principales	10-100

Fuente: EMAAP-ECP(2017).

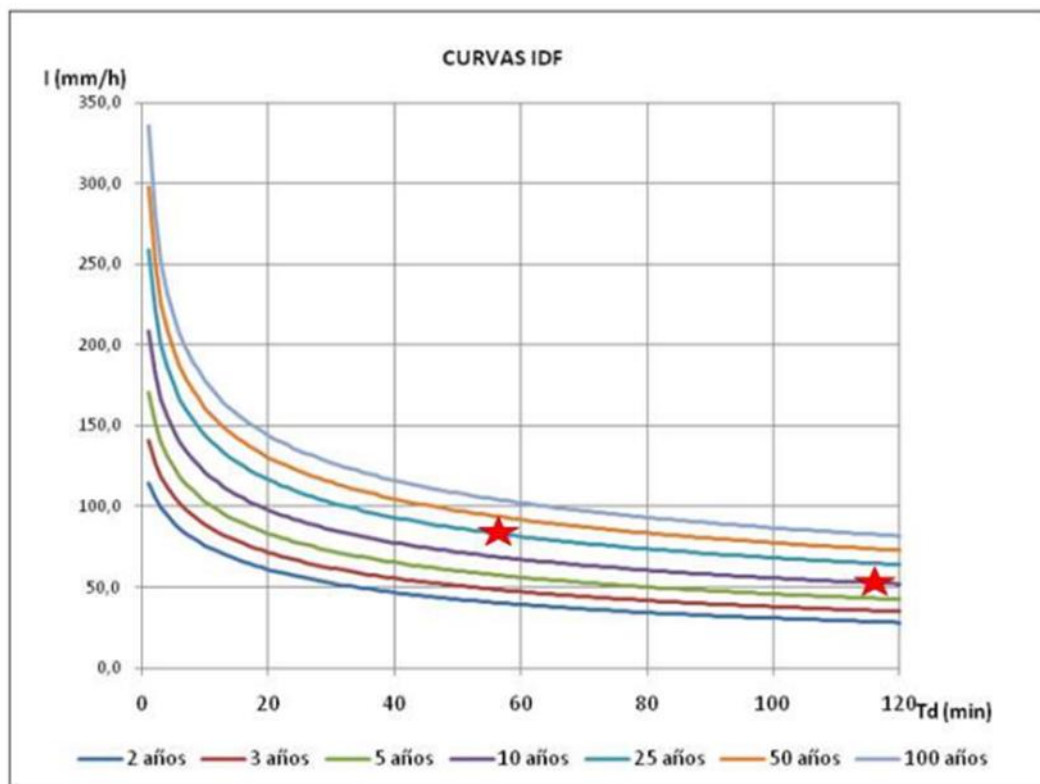


Figura 8 Curva IDF para la ciudad de Guayaquil

Fuente: Compañía Interagua (2022).

La tabla 4 describe la curva IDF que será utilizada para poder obtener la intensidad de lluvia en Guayaquil y dicho valor usarlo en los modelos racional y Manning para encontrar el caudal aportante a los sumideros y dimensionamiento, así mismo, deberá determinarse el tiempo de concentración del lugar de estudio y el tiempo de retorno con el cual se realiza el análisis.

2.3.7 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración se le denomina al tiempo mediante la cual una gota de agua tardaría en recorrer desde el punto más alejado de la superficie hasta el punto final de recolección.

El tiempo total del recorrido se lo estima mediante la suma del tiempo del flujo sobre la superficie, el tiempo del viaje por los canales secundarios y el tiempo de viaje por el cauce principal. Para calcular el tiempo de concentración se utiliza la ecuación propuesta por la FAA de Estados Unidos (BONILLA, RAMON, & RAMON, 2022)

El tiempo de concentración es necesario para poder encontrar la intensidad de lluvia de las tablas IDF y con este dato posteriormente obtener el caudal aportante a los sumideros de estudio.

$$T_c = \frac{0,707 \times (1,1 - C) \times L^{\frac{1}{2}}}{S^{\frac{1}{3}}}$$

Donde:

Tc= Tiempo de Concentración

C=Coefficiente de escorrentía

L=Longitud (m).

S= Pendiente lineal promedio

2.3.8 Hidráulica de un Sistema de alcantarillado Pluvial

Una red de alcantarillado pluvias es el conjunto de tuberías que se encuentran ubicadas en sentido paralelo a red sanitaria, dicha red pluvial trabaja mediante gravedad con pendientes en función de las condiciones del terreno y su configuración, se considera que dicha red trabaje como canal abierto teniendo así influencia de la atmosfera, desconsiderando la existencia de trabajo a presión (Castro & Lino, 2011)

Las descargas de las aguas pluviales se realizan en sitios idóneos como quebradas ríos canales esteros etc., de manera directa.

2.3.9 Recomendaciones Para el Diseño de Sistemas de Alcantarillado Pluvial

Al momento de realizar un diseño de red de alcantarillado pluvia se pretende tener una relación entre costos razonables y una red funcional en aspectos como el mantenimiento y operación de dicha red.

Es necesario que antes de realizar el diseño del alcantarillado de aguas lluvias se realicen prácticas optimas con la finalidad de realizar un diseño económico y eficiente.

2.3.10 Hidráulica para Tuberías Parcialmente llenas

En este caso se utilizará la fórmula de Manning la cual es la más óptima para diseño de canales abiertos, teniendo la siguiente expresión

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V= Velocidad (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad

R= Radio hidráulico (m)

S= Pendiente (m/m)

El radio hidráulico está definido como:

$$R= Am/Pm$$

Donde:

Am= Área de la sección mojada (m²)

Pm= Perímetro de la sección mojada (m)

2.3.11 Especificaciones para un Diseño de Red de Alcantarillado Pluvial

Para dimensionar las tuberías se tomará principalmente los datos del tamaño de área por servir y su coeficiente de escurrimiento, la intensidad de la lluvia de diseño y periodo económico de diseño:

A continuación, tenemos criterios para alcantarillado pluvial

Capacidad a utilizarse

Las tuberías deben cumplir ciertos criterios para que funcionen a secciones parcialmente llenas, los cuales son:

-En la tubería la precipitación puede llegar al 100%

-En el alcantarillado pluvial puede la tubería trabajar bajo ciertas presiones interiores, las cuales no deben ser mayor a 5m de carga, debido a que no es necesaria la ventilación ya que las precipitaciones duran un tiempo limitado

2.3.12 Transiciones

Es el proceso donde el flujo del agua tiene pérdida de energía gracias al cambio de pendientes, velocidad o caudal dirección, dichas pérdidas generan turbulencias, lo cual debe ser eliminado consiguiendo así una caída en la solera del conducto (Pungil, 2009).

2.3.13 Velocidades admisibles

El sistema de alcantarillado debe cumplir la condición de auto limpieza para así limitar la sedimentación de arena y otras sustancias que se sedimentan en los colectores, realizar la

eliminación de estos sedimentos de forma manual es costosa y de no ser limpiada se puede generar obstrucción y taponamientos. En los flujos de canales abierto la auto limpieza está determinada por la pendiente del conducto (Pungil, 2009)

Velocidad Mínima: esta velocidad se calcula para poder evitar la estancidad excesiva de materiales sólidos en la tubería. Debido a que las tuberías en el alcantarillado conducirán agua a toda la capacidad es recomendable una velocidad mínima de 0.9 m/s

Velocidad Máxima: Dicha velocidad está en función a la materia de la tubería y también para evitar que las partículas sólidas tengan acciones abrasivas en la tubería

La acción erosiva sobre la tubería es el factor primordial para determinar la velocidad máxima de las aguas residuales

Mediante investigaciones hechas en Holanda se despende las siguientes velocidades

- La velocidad de flujo 0.4 a 5.0m/s causa menor erosión que dichas velocidades de 2.5 a 4.0 m/s
- La mezcla de aire y aguas residuales debe ser evitada, lo cual limita la velocidad a 5 m/s

Debido a esto se recomienda el cálculo de la pendiente máxima admisible para una $V_f = 5$ m/s

En el siguiente cuadro se detallará la velocidad máxima de flujo en función del tipo de tubería.

Tabla 5

Velocidad máxima según el tipo de tubería

Tipo de Tubería	Velocidad Máxima (m/s)
Concreto simple hasta 0.45m de diámetro	3.0
Concreto reforzado de 0.61 m de diámetros mayores	3.5
Fibrocemento	5.0
Poli(Cloruro de Vinilo) PVC	5.0
Polietileno de alta densidad	5.0

Fuente: Criterios básicos de diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado

2.3.14 Pendientes admisibles

Las pendientes que tendrán las tuberías deben ser las más homogéneas al terreno natural para así poder tener excavaciones mínimas, siempre y cuando se tomen en cuenta los siguientes criterios:

- a) Pendiente mínima: En casos normales son aquellos que disponen de desnivel topográfico necesario, es aceptable como pendiente mínima dicha pendiente que produce 90cm/s de velocidad con Tubería al 100%, en casos extremos donde para poder evitar plantas de bombeo se sacrifica la eficiencia de atarjea y se acepta pendientes con velocidades de 60 m/s con tirante igual o mayor de 0.03 m
- b) Pendiente máxima: es aquella pendiente que producen velocidades de hasta 5m/s debido a que la topografía del sector es abrupta en determinadas ocasiones

2.3.15 Diámetros Permisibles

Como diámetros permisibles mínimos tenemos en alcantarillado pluvias es de 250 mm es decir 10 pulgadas.

En condiciones especiales ya sean como conexiones domiciliarias el diámetro mínimo de tubería puede ser 150mm.

2.3.16 Profundidad

La profundidad mínima de tuberías en un alcantarillado pluvial, suficiente para poder captar las precipitaciones de las viviendas, lotes y calzada, la cual sería una separación mínima vertical de 20 centímetros en donde se tenga cruces.

2.3.17 Sumideros

Son estructuras las cuales permiten que ingrese la escorrentía superficial de las aguas lluvias, estas ubicados en lugares de la calzada como, pasos peatonales, zanjas bajas, curvas cóncavas ubicadas en la rasante de las calles y también en acceso a puentes, en sitios donde debido a su configuración se efectúa acumulación de las aguas residuales. Esta estructura estará conectada a los pozos de revisión más cercano (BONILLA, RAMON, & RAMON, 2022).

Los sumideros pueden ser clasificados por su tipo de construcción o su capacidad lo cual detallamos a continuación:

Sumideros de Ventana (Buzón): Estos sumideros consisten en una abertura ubicada en la acera con forma de ventana, dicha ventana está diseñada con la finalidad de captar las aguas que se desplazan por las cunetas. El aspecto negativo es que presenta problema con materiales sólidos y escombros los cuales se introducen a la red pluvial lo cual causa taponamientos futuros en la red de alcantarillado pluvia, motivo por el cual no es recomendable este tipo de sumideros (BONILLA, RAMON, & RAMON, 2022).

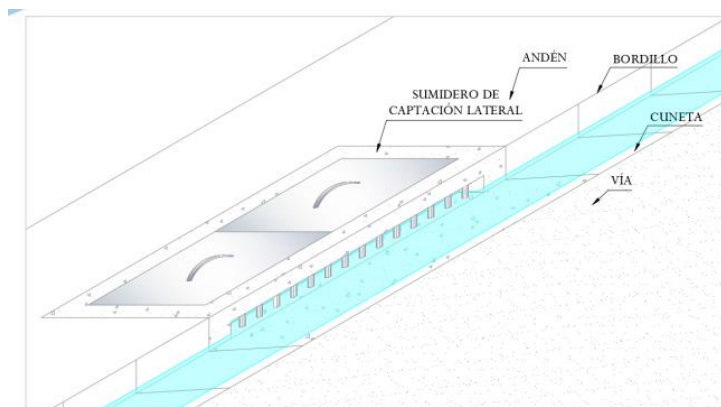


Figura 9 Sumidero tipo Buzón

Fuente: Sumidero de drenaje urbano – Sumideros de captación de aguas lluvias

Sumidero de Rejilla: Este sumidero consiste en una abertura ubicada en la canaleta cubierta por una rejilla, su desempeño es satisfactorio en una amplia gama de tipos de canales; La entrada de flujo en las rejillas por lo normal pierden su capacidad con el aumento de la pendiente, pero igual es mejor que a la pérdida en las entradas de apertura de la acera. En estos sumideros el agua que fluye es interceptado por la reja cuyas barras están separadas de tal forma que resulte objetable para el tráfico (BONILLA, RAMON, & RAMON, 2022)

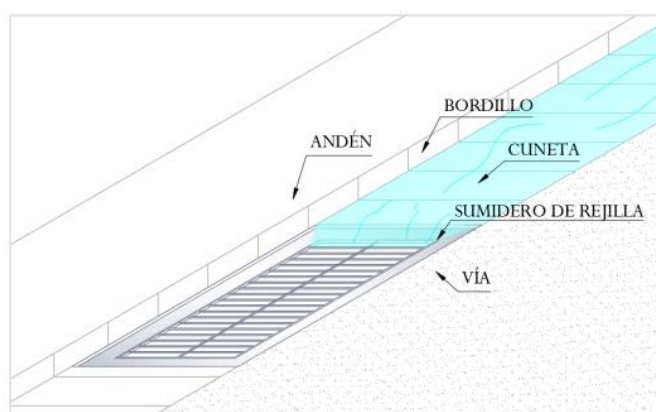


Figura 10 Sumidero de rejilla

Fuente: Sumidero de drenaje urbano – Sumideros de captación de aguas lluvias

Sumideros Mixtos: Los sumideros mixtos son la combinación de los dos sumideros mencionados anteriormente los cuales serían sumideros de rejilla y de ventana (BONILLA, RAMON, & RAMON, 2022).

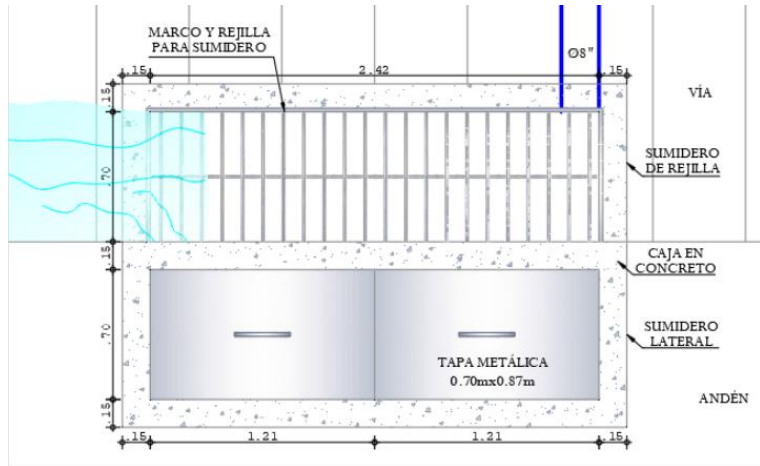


Figura 11 Vista en planta de Sumidero Combinado

Fuente Sumidero de drenaje urbano – Sumideros de captación de aguas lluvias

2.3.18 Eficiencia de Sumideros

En la practicas los sumideros su eficacia es menor que los valores calculados a causa de los siguientes factores:

- Las cunetas ubicadas junto a los sumideros cuentan con irregularidades.
- Los residuos causan obstrucciones en los sumideros
- Premisa de los cálculos que no cumplen a la realidad.

Tabla 6

Eficiencia de sumideros

Localización de la cuneta	Tipo de sumidero	Factor de reducción
Punto bajo	En bordillo	0.8
	En solera de cuneta	0.5
	Combinada	0.65
	En bordillo	0.8

	En solera de cuenta	0.6
Punto de pendiente continua	Combinada	1.1 del valor de solera cuneta

Fuente: EMAAP-ECP (2017)

2.3.19 Dimensionamiento de sumideros

En sumideros transversales sin depresión:

En este sumidero el caudal que el mismo puede interceptar se calcula mediante.

$$Q = C \times K \times \left(1 - \frac{P}{100}\right) \times L \times B \times (2gE)^{0.5}$$

Donde:

Q= Caudal que el sumidero intercepta

C=Coeficiente de sumideros sin depresión C=0.5

K=Relación entre el área total y el área con orificios de la reja

P=Porcentaje de obstrucción de la reja debido a basuras. Es recomendable usar P=25

L=Longitud de sumidero

B=Ancho de sumidero

G= Aceleración de gravedad

E=Energía específica del escurrimiento sobre la reja

H=Tirante medio del escurrimiento sobre la reja

2.3.20 En sumideros Transversales con depresión.

El caudal que el sumidero intercepta se estima mediante:

$$Q = C_p \times K \times \left(1 - \frac{P}{100}\right) \times L \times B \times (2gH)^{0,5}$$

Donde:

Q: Caudal interceptado por el sumidero.

C_p: coeficiente para sumideros en depresión C= 0,6.

H: Profundidad de la cara superior de la reja respecto a la superficie el agua en la rejilla.

2.3.21 En sumidero de solera en cuneta con depresión.

En este sumidero el caudal que el mismo puede interceptar se calcula mediante.

$$Q = C_c \times K \times \left(1 - \frac{P}{100}\right) \times L \times B \times (2gH)^{0,5}$$

Q=Caudal que el sumidero intercepta.

C=Coeficiente de sumideros sin depresión C=0.5

K=Relación entre el área total y el área de orificios de la rejilla

P=Porcentaje de obstrucción de la reja debido a basuras. Es recomendable usar P=50

L=Longitud de sumidero

B=Ancho de sumidero

G=Aceleración de gravedad

H=Profundidad de la cara superior de la reja respecto a la superficie el agua en la rejilla

2.3.22 Dimensionamiento de tirantes

En el dimensionamiento de la tubería de un tirante de agua lluvias partimos de la ecuación de Manning la cual es.

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

Donde

Q =Caudal (m3/s)

A =Área de sección (m2)

n =Coeficiente de rugosidad de Manning

R =Radio hidráulico (m)

S =Pendiente de la tubería

Y sabiendo que las ecuaciones para el área y radio hidráulico son

$$Area = \frac{D^3}{8} (\theta - \sin\theta)$$

$$Radio\ Hidraulico = \frac{D}{4} \left(\frac{\theta - \sin\theta}{\theta} \right)$$

Igualando las ecuaciones obtenemos

$$Q = \frac{1}{n} \left(\frac{D^2}{8} (\theta - \sin\theta) \right) \times \left(\frac{D}{4} \left(\frac{\theta - \sin\theta}{\theta} \right) \right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

Despejando el diámetro obtenemos la siguiente ecuación

$$D = \frac{2^{\frac{13}{8}} \theta^{\frac{2}{3}}}{(\theta - \sin\theta)^{\frac{5}{8}}} \times \left(\frac{Q \times N}{\sqrt{S}} \right)$$

Sabiendo que $\frac{y}{D} = \frac{1}{2} \left(1 - \cos \frac{\theta}{2} \right)$

Donde $y < D$

$$\theta = 2 \cos^{-1} \left(1 - 2 \left(\frac{y}{D} \right) \right)$$

La ecuación para una tubería trabajando al 90% de su capacidad es

$$\frac{y}{D} = 0.9$$

$$\theta = 4.996 \text{ rad}$$

$$D = 1.5117 \left(\frac{Q \times n}{\sqrt{S}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

La ecuación para una tubería transportando un caudal máximo es

$$\frac{y}{D} = 0.937$$

$$\theta = 5.268 \text{ rad}$$

$$D = 1.5065 \left(\frac{Q \times n}{\sqrt{S}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

2.4 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Según Paucar (2019) Autor Ecuatoriano en su tesis “DISEÑO HIDRAULICO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL BARRIO SAN FRANCISCO DE LA PARROQUIA CUTUGLAGUA”. En dicha tesis explica que para el diseño de un sistema de alcantarillado pluvial se tomaran en cuenta la topografía del lugar la evaluación del caudal pluvial de dichas calles a ser estudiadas y el cálculo del caudal de diseño se realiza con las calles de estudio. Se debe tomar en cuenta las medidas ambientales que se necesitan en el proceso de construcción.

Según Moreno (2017). Autor de Costa Rica en su tesis “PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LAS AVENIDAS TOMÁS GUARDIA Y JUAN SANTAMARÍA DEL CANTÓN CENTRAL DE ALAJUELA A PARTIR DEL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL”. Expone que, al momento de desarrollar un sistema de alcantarillado de aguas lluvia, es necesario tener en cuenta aspectos como es datos de la población de estudio, también topografía del lugar, características hidrográficas y climatológicas, puesto que influyen de manera directa al diseño pluvial. Dentro de la información de la población, es necesario tomar en cuenta el desarrollo comercial debido a que, a mayor área de construcción, menor área que pueda filtrar las aguas en el suelo, esto implica que las precipitaciones de las calles deben ser conducida por un sistema para así mejorar la evacuación de la misma. Si se tiene un diseño pésimo de alcantarillado pluvial, provocara inundaciones y con estas pérdidas económicas debido a las inundaciones de comercios, aumento de enfermedades por estancamiento de agua.

Según Cipponeri y otros (2017). Autor español en su tesis titulada “VULNERABILIDAD DE LA POBLACIÓN A PRECIPITACIONES QUE EXCEDEN DEL SISTEMA DE DESAGÜES PLUVIALES” informa la vulnerabilidad de los moradores a las lluvias que exceden de la capacidad del sistema de drenaje de aguas lluvias, en esta última se adjunta una nueva variable de análisis de acuerdo a la combinación de variables de

geomorfología, densidad de la población, altura de vivienda y calidad de materiales , comprendida en el área de la cuenca media y alta del Arroyo de Gato. El riesgo es el resultado de la amenaza por la vulnerabilidad, por lo tanto, las geomorfologías en escurrimientos superficiales existen desde antes que la zona sea urbanizada y otros usos del suelo, en el cual se determinan una vulnerabilidad alta por el índice de vulnerabilidad de la población, precipitaciones excedentes presentes en la geomorfología, por todo esto las familias que en el patio de su casa cuentan con planta, son menos susceptibles a sufrir daños. Este método se puede aplicar en cuencas urbanas y suburbanas y obtenerse resultados confiables, resultando una herramienta útil ya que se basa en datos públicos y de rápida aplicación

Según Riccardi (2007). Autor Argentino en “ANALISIS DE IMPACTO ANTE INUNDACIONES EN AMBIENTES URBANOS MEDIANTE MODELACIÓN MATEMÁTICA FÍSICAMENTE BASADA” Expone que en los procesos de urbanizar , se desarrolla en forma anárquica, lo que quiere decir entre otros efectos , alteraciones de los equilibrios ambientales naturales , impermeabilizar las superficies , el aumento de caudales y volúmenes de escurrimiento , de cargas de sedimentaciones , movilización y re movilización de contaminantes los cuales todos estos afectan la calidad de vida de las personas. A pesar de esto, tales rasgos no tienen un carácter necesario: una adecuada planificación urbana la cual coordine los aspectos de la infraestructura de las ciudades, y que pueda generarse acciones que posibiliten un desarrollo urbano armónico y coherente.

2.5 MARCO LEGAL

NORMA DE ALCANTARILLADO EMAAP-ECP

CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCION .C.E.C

Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 10000 habitantes

LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA

-Sección IV -SERVICIOS PÚBLICOS

Art. 37.- Servicios públicos básicos

Art. 40.- Principios y objetivos para la gestión del riego y drenaje

Art. 41.- Disposiciones para los sistemas públicos de riego y drenaje

Art. 63.- Almacenamiento de agua lluvia.

Constitución Política de la República del Ecuador. Registro Oficial N° 1 del 11 de agosto de 1998.

Ley de Gestión Ambiental. Registro Oficial N° 245 del 30 de julio de 1999.

Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. Decreto Supremo N° 374, RO N° 97 del 31 de mayo de 1976.

Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Ministerio del Ambiente. Decreto Ejecutivo 3516 del Registro Oficial E 2 del 30 de marzo de 2003.

Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Registro

Oficial 64 del 24 de agosto de 1981.

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

El Artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador indica “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del País, la prevención del daño Ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradado”

CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE

Art. 18.- Participación ciudadana en la gestión ambiental.

Art. 19.- Sistema Único de Información Ambiental.

2.6 MARCO METODOLÓGICO

Este proyecto de investigación se realizará utilizando la información obtenida de las precipitaciones en Guayaquil, posteriormente se realizará el cálculo de las dimensiones y pendientes necesarias de los tirantes de agua lluvia, mediante el conocimiento obtenido en la universidad, como también el cálculo de las dimensiones de los colectores.

CAPITULOS III

3 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de metodología que se utilizó en esta investigación, está basado en el método científico Descriptivo - Observacional, puesto que este nos permite obtener y ordenar los datos obtenidos y así relacionarlos con la problemática

3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación tiene un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo porque los resultados de los datos obtenidos en campo son sometidos a cálculos numéricos de sistemas de aguas lluvias y dato estadísticos procesados de una manera objetiva.

3.3 TECNICAS DE INVESTIGACION

La investigación se realizará mediante la recolección de datos con encuestas en el sector de estudio como también investigando datos estadísticos climatológicos del sector

3.3.1 Diseño

3.3.1.1 Tiempo de Concentración

Según la FAA de Estados Unidos

$$T_c = \frac{0,707 \times (1,1 - C) \times L^{\frac{1}{2}}}{S^{\frac{1}{3}}}$$

Punto 1.

$$T_c = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 68^{\frac{1}{2}}}{0,02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 4,24 \text{ minutos}$$

Punto 2.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 196^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 7,19 \text{ minutos}$$

Punto 3.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 196^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 7,19 \text{ minutos}$$

Punto 4.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 65^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 4,14 \text{ minutos}$$

Punto 5.

Dicho punto es aquel que tiene un mayor recorrido

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 198^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 7,19 \text{ minutos}$$

Punto 6.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 193^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 7,14 \text{ minutos}$$

Punto 7.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 55^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 3,81 \text{ minutos}$$

Punto 8.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 57^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 3,88 \text{ minutos}$$

Punto 9.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 60^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 3,9 \text{ minutos}$$

Punto10.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 125^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 5,74 \text{ minutos}$$

Punto 11.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 70^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 4,3 \text{ minutos}$$

Punto 12.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 53^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 3,74 \text{ minutos}$$

Punto 13.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 35^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 3,04 \text{ minutos}$$

Punto 14.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 65^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 4,14 \text{ minutos}$$

Punto 15.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 100^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 5,12 \text{ minutos}$$

Punto 16.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 45^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 3,43 \text{ minutos}$$

Punto 17.

Dicho punto es aquel que tiene un menor recorrido

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 22^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 2,4 \text{ minutos}$$

Punto 18.

$$Tc = \frac{0,707 \times (1,1 - 0,9) \times 90^{\frac{1}{2}}}{0.02^{\frac{1}{3}}}$$

$$Tc = 4,87 \text{ minutos}$$

El Código Ecuatoriano de la Construcción- Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, recomienda un tiempo de concentración mínimo es 5 minutos

A base de la recomendación anterior y los resultados obtenidos de los cálculos de los Tc en donde observamos un rango de 5 minutos optamos por tomar el valor de Tc= 5 minutos para todos los puntos.

3.3.1.2 Áreas

El área de cada punto se tomó en cuenta el área de la calle y el área de los techos de las viviendas en donde sus direcciones de pendiente den como resultado que su precipitación se dirija en dirección al sumidero.



Figura 12 Ubicación de Sumideros en tramo Av. benjamín Carrión

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

3.3.1.3 Obtención de la intensidad de lluvia

Mediante la tabla IDF de interagua para el sector de Guayaquil podemos extraer el valor de la Intensidad de la lluvia, para dicha obtención debemos tener el tiempo de concentración el cual lo obtuvimos en el paso anterior.

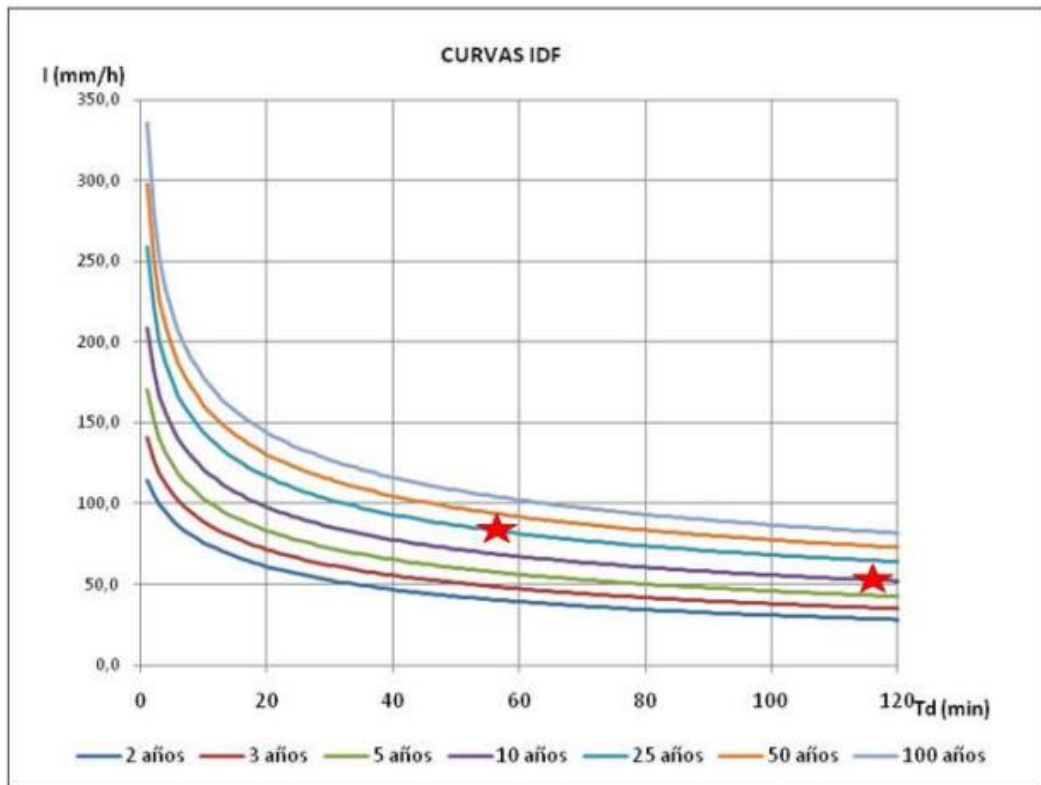


Figura 13 Curva IDF de Guayaquil

Fuente: Compañía Interagua (2022)

En este caso tomaremos un tiempo de retorno de 5 años lo cual nos muestra en la tabla que usaremos la segunda línea de abajo hacia arriba de color rojo, esto más el tiempo de concentración el cual optamos por el de 5 minutos, nos da una intensidad de lluvia de 125 (mm/h)

3.3.1.4 Caudales de diseño para aguas residuales

$$Q = C.I.A$$

Punto 1

$$Q = (0.9) (1.25) (0,217) /1000 = 0,02444 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 2

$$Q = (0.9) (1.25) (0,3258) /1000 = 0,03665 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 3

$$Q = (0.9) (1.25) (0,3258) /1000 = 0,036665 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 4

$$Q = (0.9) (1.25) (0,1269) /1000 = 0,014276 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 5

$$Q = (0.9) (1.25) (0,362) /1000 = 0,04072 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 6

$$Q = (0.9) (1.25) (0,2716) /1000 = 0,03055 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 7

$$Q = (0.9) (1.25) (0,111) /1000 = 0,01248 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 8

$$Q = (0.9) (1.25) (0,0675) /1000 = 0,007593 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 9

$$Q = (0.9) (1.25) (0,081) /1000 = 0,00911 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto10

$$Q = (0.9) (1.25) (0,3463) /1000 = 0,03895 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 11

$$Q = (0.9) (1.25) (0,115) /1000 = 0,01293 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 12

$$Q = (0.9) (1.25) (0,05) /1000 = 0,005625 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 13

$$Q = (0.9) (1.25) (0,025) /1000 = 0,002812 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 14

$$Q = (0.9) (1.25) (0,0655) /1000 = 0,007368 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 15

$$Q = (0.9) (1.25) (0,28) /1000 = 0,0315 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 16

$$Q = (0.9) (1.25) (0,035) /1000 = 0,003937 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 17

$$Q = (0.9) (1.25) (0,012) /1000 = 0,00135 \text{ m}^3/\text{s}$$

Punto 18

$$Q = (0.9) (1.25) (0,18) /1000 = 0,02025 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabla 7

Caudales aportantes

METODO RACIONAL												
Punto Control	Tc		Intensidad Aguas lluvias		Coef. Escorrentia	Area				Caudal		
	Long (m)	Tc (min)	Tr (años)	I (l/s-Ha)	C	A.Cubierta (m2)	A Via (m2)	A total (m2)	A Total (ha)	Q.Propio (l/s)	Q.Diseño (l/s)	Q.Diseño (m3/s)
1	68	5	5	125	0,9	805	1365	2170	0,217	24,4125	24,4125	0,02441
2	196	5	5	125	0,9	2715	543	3258	0,3258	36,6525	36,6525	0,03665
3	196	5	5	125	0,9	2715	543	3258	0,3258	36,6525	36,6525	0,03665
4	65	5	5	125	0,9	900	369	1269	0,1269	14,27625	14,2763	0,01428
5	198	5	5	125	0,9	3077	543	3620	0,362	40,725	40,725	0,04073
6	193	5	5	125	0,9	2173	543	2716	0,2716	30,555	30,555	0,03056
7	55	5	5	125	0,9	750	360	1110	0,111	12,4875	12,4875	0,01249
8	57	5	5	125	0,9	540	135	675	0,0675	7,59375	7,59375	0,00759
9	60	5	5	125	0,9	675	135	810	0,081	9,1125	9,1125	0,00911
10	125	5	5	125	0,9	2500	963	3463	0,3463	38,95875	38,9588	0,03896
11	70	5	5	125	0,9	1000	150	1150	0,115	12,9375	12,9375	0,01294
12	53	5	5	125	0,9	0	500	500	0,05	5,625	5,625	0,00563
13	35	5	5	125	0,9	0	250	250	0,025	2,8125	2,8125	0,00281
14	65	5	5	125	0,9	555	100	655	0,0655	7,36875	7,36875	0,00737
15	100	5	5	125	0,9	2400	400	2800	0,28	31,5	31,5	0,0315
16	45	5	5	125	0,9	0	350	350	0,035	3,9375	3,9375	0,00394
17	22	5	5	125	0,9	0	120	120	0,012	1,35	1,35	0,00135
18	90	5	5	125	0,9	0	1800	1800	0,18	20,25	20,25	0,02025

Nota. En la tabla se detalla los caudales aportantes hacia cada sumidero

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

3.3.1.5 Sumidero

En este diseño se tomará las dimensiones de sumideros estándares de interagua ya que por su constante uso son de rápida accesibilidad y cumplen con las normas necesarias.

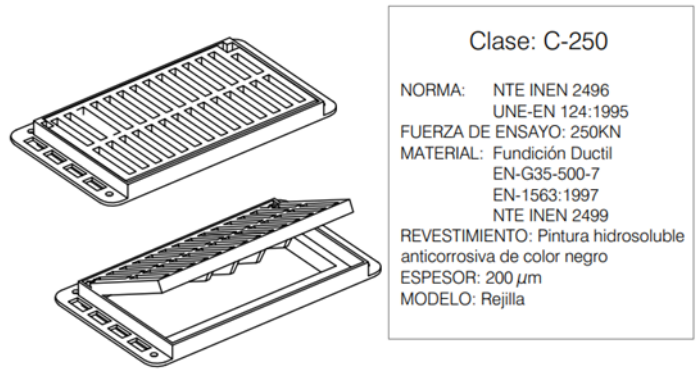


Figura 14 Rejilla de sumidero tipo

Fuente: Compañía Interagua (2022)

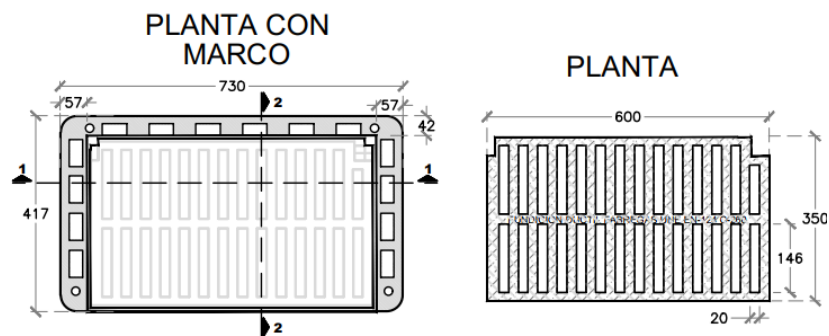


Figura 15 Rejilla de sumidero tipo vista superior

Fuente: Compañía Interagua (2022)

A continuación, se calcula el caudal que el sumidero puede interceptar.

$$Q = Cc \times K \times \left(1 - \frac{P}{100}\right) \times L \times B \times (2gH)^{0,5}$$

Cc=0,5

K=0,389

$$P= 50$$

$$L= 0,6 \text{ m}$$

$$B= 0,35\text{m}$$

$$G= 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$H= 0,1$$

$$Q = 0,5 \times 0,389 \times \left(1 - \frac{50}{100}\right) \times 0,6 \times 0,35 \times (2 \times 9,81 \times 0,1)^{0,5}$$

$$Q = 0,028 \text{ m}^3/\text{S}$$

Debido a que los sumideros en la práctica no trabajan al 100% de su capacidad a causa del agua transportada con material hacia las rejillas, se tiene un factor de efectividad el cual en este caso tomaremos 0.8.

$$Q = 0,028 \times 0,5 = 0,014 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.3.1.5.1 Sumidero Simple

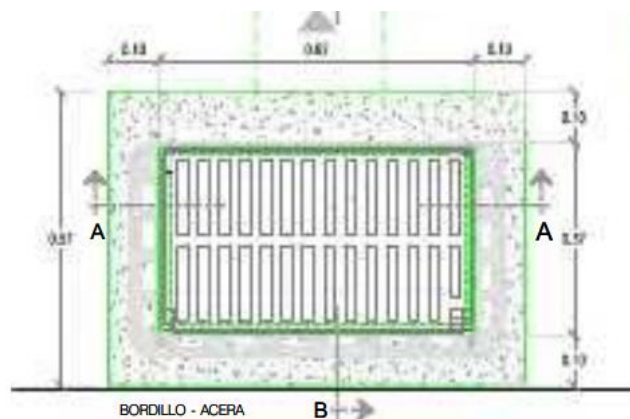


Figura 16 Sumidero rejilla simple

Fuente: Compañía Interagua (2022)

$$Q = 0,014 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.3.1.5.2 Sumidero Doble

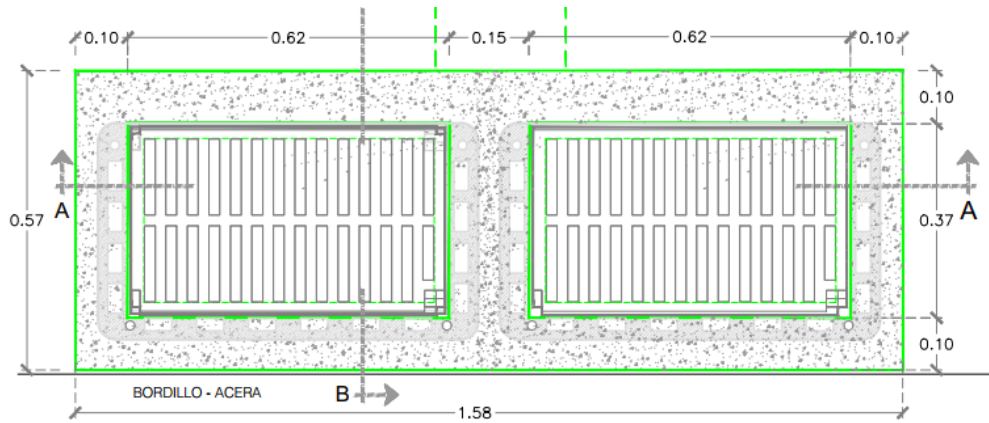


Figura 17 Sumidero rejilla doble

Fuente: Compañía Interagua (2022)

$$Q = 0.014 \times 2 = 0.028 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.3.1.5.3 Sumidero Triple

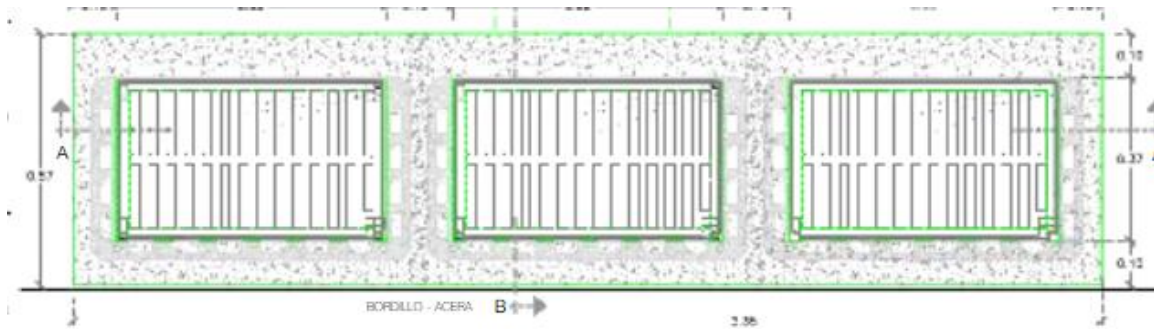


Figura 18 Sumidero rejilla triple

Fuente: Plano tipo de Interagua

$$Q = 0.014 \times 3 = 0.042 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.3.1.6 Tirantes

Para este diseño se utiliza el modelo de Manning y que estas estandarizado en el manual de especificaciones de tuberías lisas como Novafort para los tirantes con coeficientes de rugosidad $n=0,01$. Así mismo estas tuberías tienen una rigidez de 8kN/m^2 y una baja deflexión a largo plazo, determinando que estas tuberías Novafort tipo PVC es la mejor opción en comparación a sistemas antiguos como son las tuberías de Hormigón las cuales en la actualidad están siendo cambiadas.

Explicación de cálculo con el Punto 5

$$D = 1.5065 \left(\frac{Q \times n}{\sqrt{S}} \right)$$
$$D = 1.5065 \left(\frac{0,0407 \times 0,010}{\sqrt{0,001}} \right)^{\frac{3}{8}}$$
$$D = 0,294\text{m} = 294\text{mm}$$

En este punto se utilizará Tubería de 315 mm, debido a que ese es el diámetro inmediato superior que se comercializa en el país.

Los tirantes son calculados con una pendiente del 0,1% debido a que en el sector pueden presentarse impedimentos para profundizar la tubería

NOVAFORT 200 mm					NOVAFORT 250 mm				
PENDIENTE %	SECCION LLENA		SECCION EFICIENTE		PENDIENTE %	SECCION LLENA		SECCION EFICIENTE	
	Tirante (m)=	0,18215	Tirante (m)=	0,173		Tirante (m)=	0,22752	Tirante (m)=	0,216
	Area (m2)=	0,0261	Area (m2)=	0,0256		Area (m2)=	0,0407	Area (m2)=	0,0399
	Velocidad (m/seg)	Gasto (l/seg)	Velocidad (m/seg)	Gasto (l/seg)		Velocidad (m/seg)	Gasto (l/seg)	Velocidad (m/seg)	Gasto (l/seg)
0,1	0,45	11,68	0,49	12,54	0,1	0,52	21,13	0,57	22,70
0,2	0,63	16,51	0,69	17,74	0,2	0,73	29,88	0,80	32,10
0,3	0,78	20,22	0,85	21,73	0,3	0,90	36,59	0,99	39,32
0,4	0,90	23,35	0,98	25,09	0,4	1,04	42,26	1,14	45,40
0,5	1,00	26,11	1,10	28,05	0,5	1,16	47,24	1,27	50,76
0,6	1,10	28,60	1,20	30,73	0,6	1,27	51,75	1,39	55,60
0,7	1,19	30,89	1,30	33,19	0,7	1,37	55,90	1,51	60,06
0,8	1,27	33,02	1,39	35,48	0,8	1,47	59,76	1,61	64,20
0,9	1,34	35,03	1,47	37,63	0,9	1,56	63,38	1,71	68,10
1	1,42	36,92	1,55	39,67	1	1,64	66,81	1,80	71,78
2	2,00	52,22	2,19	56,10	2	2,32	94,49	2,54	101,51
3	2,45	63,95	2,69	68,71	3	2,85	115,72	3,12	124,33
4	2,83	73,84	3,10	79,34	4	3,29	133,63	3,60	143,56
5	3,17	82,56	3,47	88,70	5	3,67	149,40	4,02	160,51
6	3,47	90,44	3,80	97,17	6	4,03	163,66	4,41	175,83
7	3,75	97,69	4,10	104,95	7	4,35	176,77	4,76	189,92
8	4,01	104,43	4,39	112,20	8	4,65	188,98	5,09	203,03
9	4,25	110,77	4,65	119,00	9	4,93	200,44	5,40	215,34
10	4,48	116,76	4,91	125,44	10	5,20	211,28	5,69	226,99

Figura 19 Tabla de caudales en tubería novafort

Fuente: Catalogo Novafort

NOVAFORT 315 mm					NOVAFORT 400 mm				
PENDIENTE %	SECCION LLENA		SECCION EFICIENTE		PENDIENTE %	SECCION LLENA		SECCION EFICIENTE	
	Tirante (m)=	0,2852	Tirante (m)=	0,271		Tirante (m)=	0,3619	Tirante (m)=	0,344
	Area (m2)=	0,0639	Area (m2)=	0,0627		Area (m2)=	0,1029	Area (m2)=	0,1009
	Velocidad (m/seg)	Gasto (l/seg)	Velocidad (m/seg)	Gasto (l/seg)		Velocidad (m/seg)	Gasto (l/seg)	Velocidad (m/seg)	Gasto (l/seg)
0,1	0,60	38,60	0,66	41,47	0,1	0,71	72,84	0,78	78,26
0,2	0,85	54,58	0,94	58,64	0,2	1,00	103,01	1,10	110,67
0,3	1,05	66,85	1,15	71,82	0,3	1,23	126,16	1,34	135,55
0,4	1,21	77,19	1,32	82,93	0,4	1,42	145,68	1,55	156,52
0,5	1,35	86,30	1,48	92,72	0,5	1,58	162,88	1,73	174,99
0,6	1,48	94,54	1,62	101,57	0,6	1,73	178,42	1,90	191,69
0,7	1,60	102,11	1,75	109,71	0,7	1,87	192,72	2,05	207,05
0,8	1,71	109,17	1,87	117,28	0,8	2,00	206,03	2,19	221,35
0,9	1,81	115,79	1,98	124,40	0,9	2,12	218,52	2,33	234,77
1	1,91	122,05	2,09	131,13	1	2,24	230,34	2,45	247,47
2	2,70	172,61	2,96	185,44	2	3,17	325,76	3,47	349,98
3	3,31	211,40	3,62	227,12	3	3,88	398,97	4,25	428,64
4	3,82	244,10	4,18	262,25	4	4,48	460,69	4,90	494,95
5	4,27	272,91	4,68	293,21	5	5,01	515,07	5,48	553,37
6	4,68	298,96	5,12	321,19	6	5,49	564,23	6,01	606,18
7	5,05	322,92	5,53	346,93	7	5,92	609,43	6,49	654,75
8	5,40	345,21	5,92	370,88	8	6,33	651,51	6,93	699,96
9	5,73	366,15	6,28	393,38	9	6,72	691,03	7,36	742,42
10	6,04	385,96	6,61	414,66	10	7,08	728,41	7,75	782,58

Figura 20 Tabla de caudales en tubería novafort

Fuente: Catalogo Novafort

Mediante el uso de la tabla obtenemos la velocidad y caudal de una tubería la cual abastezca el agua que ya a ingresar a través de los sumideros y así podemos dar un diseño de los tirantes de agua lluvia

Donde tomaremos una tubería novafort de un diámetro de 250 mm e instalada a una pendiente de 0,1% la cual nos da una velocidad de 0,57 m/s² y un caudal de 22,7 l/s, dichos valores son calculados con una sección de tubería eficiente la cual da un mayor caudal que usar la tubería llena.

También se usara tubería novafort con un diámetro de 315 mm, instalada a una pendiente del 0,1% dándonos una velocidad de 0.66 m/s² y un caudal de 41,47 l/s

Tabla 8

Tipo de sumideros y diámetro de tuberías para cada punto

Hubicacion	Tipo de Sumidero	Tuberia Novafort
Punto 1.	Sumidero doble	315 mm
Punto 2.	Sumidero triple	315 mm
Punto 3.	Sumidero triple	315 mm
Punto 4.	Sumidero doble	250 mm
Punto 5.	Sumidero triple	315 mm
Punto 6.	Sumidero triple	315 mm
Punto 7.	Sumidero doble	250 mm
Punto 8.	Sumidero doble	250 mm
Punto 9.	Sumidero doble	250 mm
Punto 10.	Sumidero triple	250 mm
Punto 11.	Sumidero doble	250 mm
Punto 12.	Sumidero doble	315 mm
Punto 13.	Sumidero doble	250 mm
Punto 14.	Sumidero doble	250 mm
Punto 15.	Sumidero triple	315 mm
Punto 16	Sumidero doble	315 mm
Punto 17	Sumidero doble	250 mm
Punto 18	Sumidero triple	400 mm

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

En la ubicación donde se encuentra el Punto 18 actualmente existe sumidero con un tirante PVC de 8 pulgadas el cual no abastece el caudal de entrada del sumidero más el de la canaleta, dicho tirante en las lluvias fuertes colapsa y es uno de los principales causantes de la inundación en el sector.

El tirante del punto 18 es un caso particular debido a que dicho tirante también capta el agua proveniente de la canaleta del parqueadero del centro comercial La Rotonda, lo cual hace que tenga un diámetro mayor.

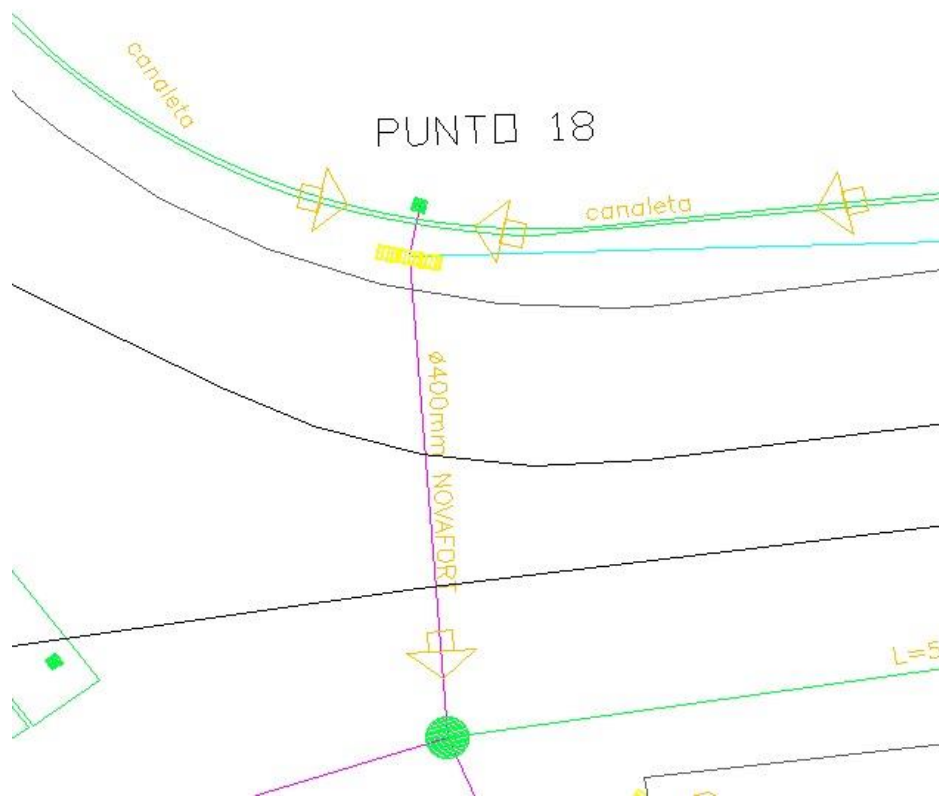


Figura 21 Sumidero y Tirante en Punto 18

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

3.3.2 Evaluación del proyecto existente con la propuesta de diseño

El diseño existente cuenta con 13 sumideros en la misma área de aportación donde en este proyecto calculamos 18 sumideros para ser exactos 8 sumideros dobles y 7 sumideros triples los cuales cumplirán con la evacuación del caudal en las precipitaciones del sector.

Entre los sumideros actualmente tenemos 2 sumideros simples y 3 sumideros de buzón con rejillas los cuales están parcialmente tapados en su altura por la repavimentación de las calles, debido a que dichos sumideros están instalados desde hace muchos años. Los sumideros tipo buzón se encuentran obstruidos también por la tierra y basura del sector.

En nuestro proyecto planteamos tirantes tipo Novafort de 400mm en el Punto 18 y Novafort 315mm en los puntos 16 y 12 los cuales tienen un mayor caudal aportante debido a que transportan también el agua proveniente de las canaletas del interior del parqueadero del centro comercial La Rotonda. En el diseño actualmente existente dichos tirantes son de hormigón con un diámetro de 200mm.

La evaluación determina el cumplimiento de la hipótesis ya que con el diseño de los sumideros y tirantes de este proyecto las precipitaciones en el tramo de la Av. Benjamín Carrión serán evacuadas con efectividad, evitando así inundaciones en tiempos de lluvia e impactan en el ámbito social, económico y técnico.

3.4 Programa utilitario en Excel de diseño de sumideros y tirantes de agua lluvia

Se realizó una hoja de cálculo en Excel, con las fórmulas usadas en este proyecto, realizándose de forma dinámica y comprensible para los usuarios, con tablas e imágenes adjuntas para una mayor comprensión del proceso a seguir.

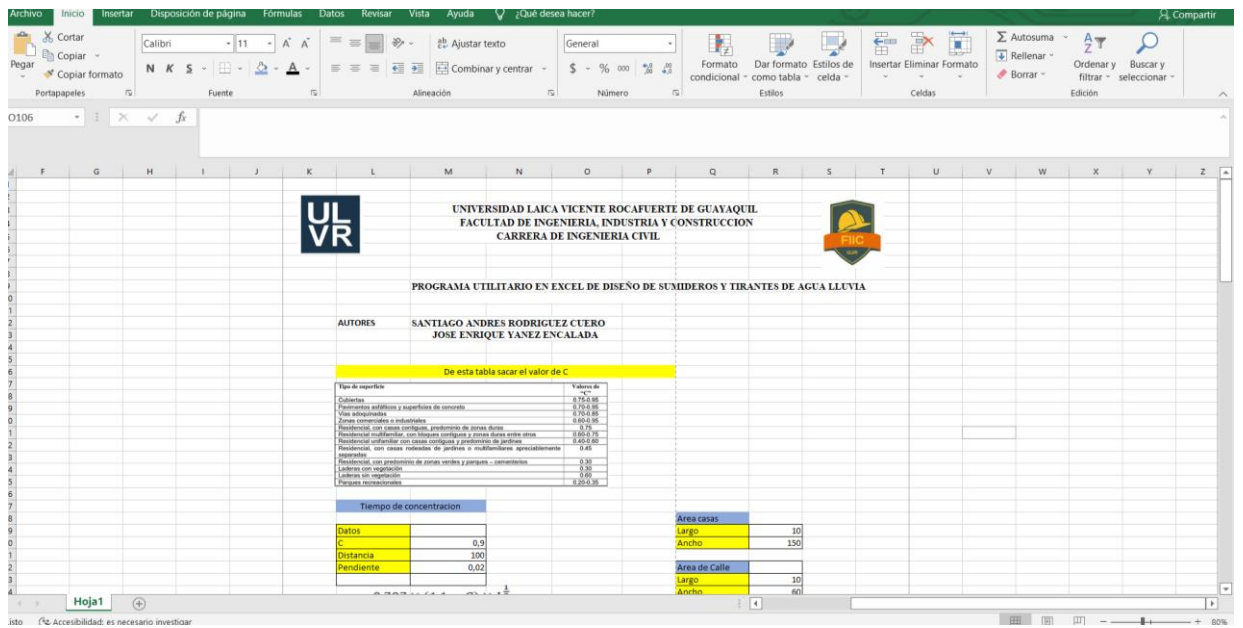


Figura 22 Programa de Excel

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

3.5 POBLACION Y MUESTRA

La población para nuestro proyecto de investigación está dada por el número de habitantes en la ciudad de Guayaquil que según datos de la INEC tiene 2697807 habitantes dado que la investigación se desarrolla en la avenida Benjamín Carrión, el barrio al cual pertenece esta avenida es la alborada. Según estudios realizados por la universidad de la Ecotec en la Alborada cuenta con aproximadamente 300 000 habitantes en la actualidad.

Tabla 9

Población de tapa 6 y 10 de la Alborada

Etapas de la alborada	Numero de casas Universo	Personas muestra	Numeros de casa	Personas universo	Area	Densidad
Etapa 6	1081	152	48	3427	0,34	10037
Etapa 10	1055	187	57	3460	0.345	10034
Total	2136	339	105	9023	0,342	10054

Fuente: Estudio de origen y destino de la movilidad en el sector de la alborada de la ciudad de Guayaquil

3.5.1 Muestras

Se realizó una encuesta a los moradores del sector la Rotonda para tener una mejor información respecto a las inundaciones en el sector y la influencia en la vida cotidiana de las personas. Con los resultados de esta encuesta pudimos constatar la necesidad de tener una solución técnica hacia las inundaciones del sector.

Para este estudio usaremos la fórmula de universo infinito para obtener una muestra representativa de la población a encuestar.

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q}{e^2}$$

Donde

n = Tamaño de la muestra buscando

Z²= Nivel de confianza

e ²= % de error

p= 70%

q= 30%

$$n = \frac{(1,96)^2 \times 0,7 \times 0,3}{0,05^2}$$

n = 322 personas

Pregunta No 1

¿En el sector que vive sufre inundaciones en épocas lluviosa?

Tabla 10: Inundaciones

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	312	96.8%
NO	10	3.1%
TOTAL	322	100%

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)



Ilustración 1: Encuesta sector Rotonda

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

Como podemos observar los resultados de esta pregunta dentro de la encuesta la mayoría de los moradores del sector afirman que todos los años tienen inundaciones en la Av Benjamin Carrión, esto sumado los reportes de noticias nos afirman que las inundaciones son una realidad constante en este sector.

Pregunta No 2

¿Cuántas veces al año se inundan las calles de la rotonda?

Tabla 11: Número de veces de inundaciones

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1 VEZ	15	4,6%
2 VECES	260	80,7%
3 VECES	20	6,2%
4 VECES	27	8,3%

TOTAL	322	100%
--------------	-----	------

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

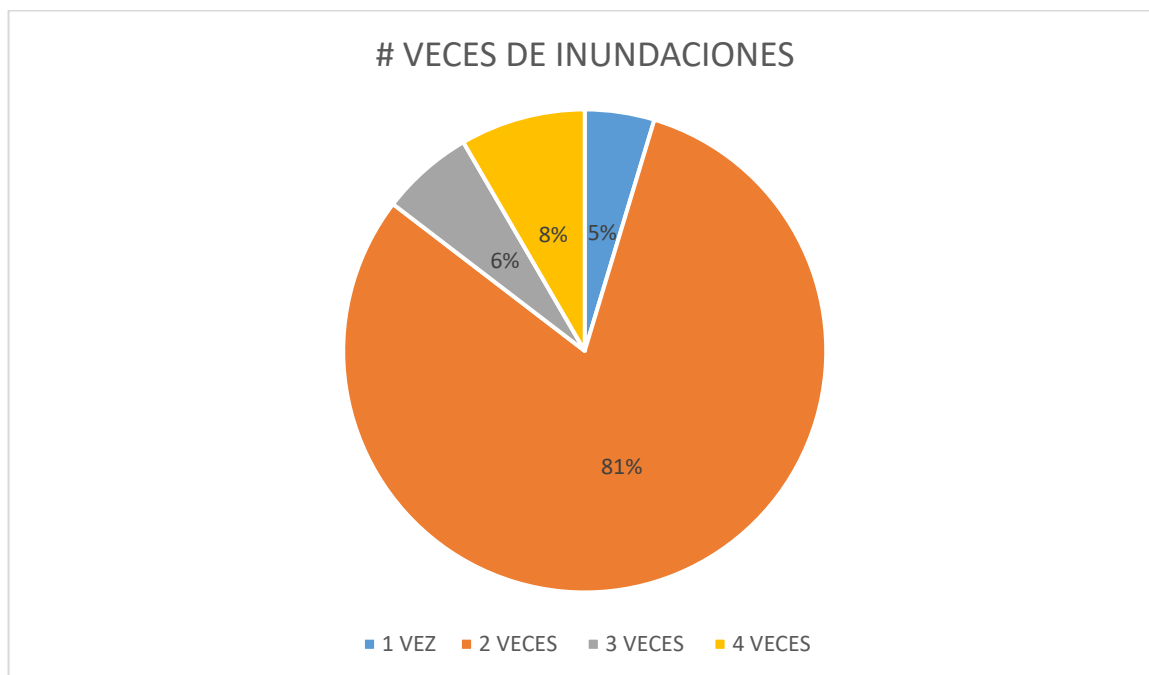


Ilustración 2: Encuesta sector Rotonda

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

Las inundaciones ocurren más de una ocasión al año, ya que el 80,7% de los moradores afirman que por lo menos 2 veces al año existe inundaciones en su sector y un 14,5% afirman que existen entre 3 y 4 inundaciones durante el año.

Pregunta No 3

¿Estas inundaciones le causan molestias?

Tabla 12: Molestias por inundaciones

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	300	93%
NO	22	7%
TOTAL	322	100%

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

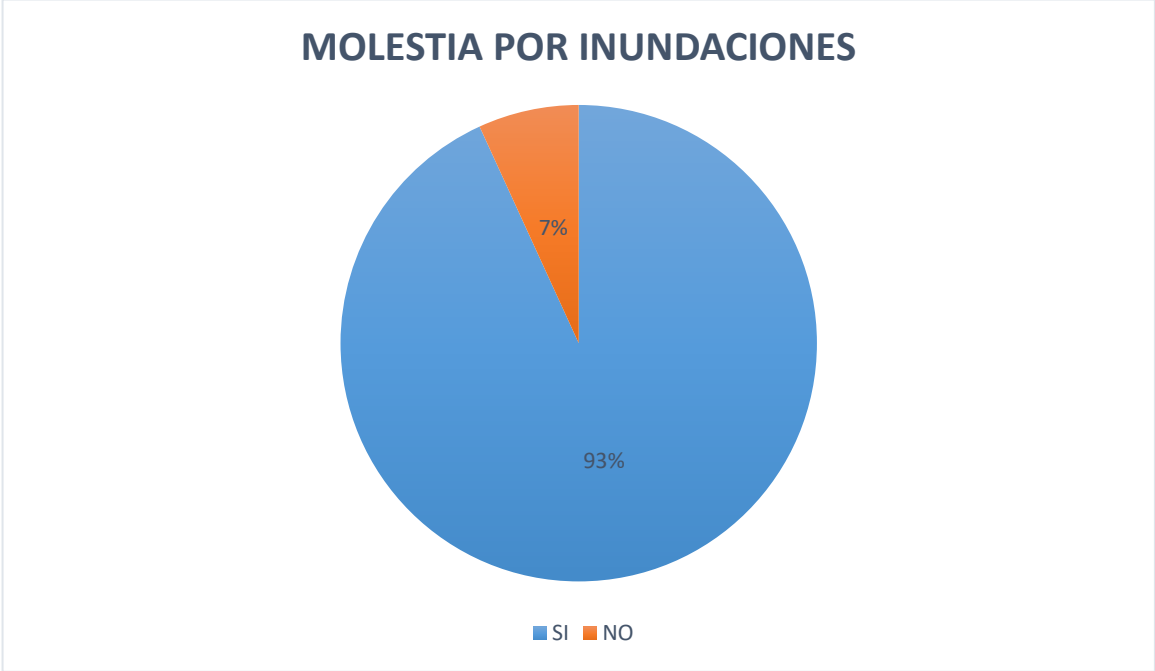


Ilustración 3: Encuesta sector Rotonda

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

Como podemos observar la respuesta de esta encuesta donde el 93% de los moradores afirman que las inundaciones en el sector les causa molestias por distintos motivos que dificultan el normal desenvolvimiento de tu vida cotidiana

Pregunta No 4

¿Ha tenido daños materiales por las inundaciones?

Tabla 13: Daños materiales por inundaciones

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	60	19%
NO	262	81%
TOTAL	322	100%

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)



Ilustración 4: Encuesta sector Rotonda

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

Basada en esta encuesta podemos afirmar que un pequeño grupo de los moradores tiene pérdidas materiales a causa de las inundaciones lo cual afecta de forma económica a la población

Pregunta No 5

¿En su familia alguien ha tenido alguna enfermedad a causa de las inundaciones en tiempos de invierno?

Tabla 14: Enfermedades a causa de inundaciones

OPCIONES	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	50	16%
NO	272	84%
TOTAL	322	100%

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

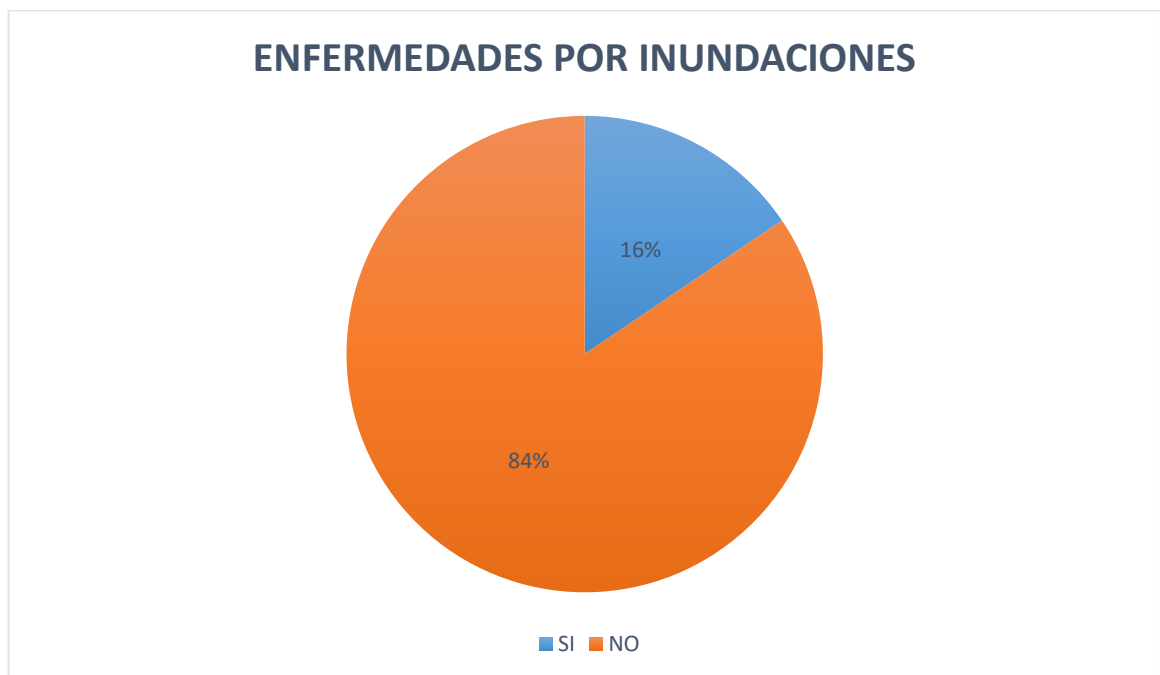


Ilustración 5: Encuesta sector Rotonda

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

Como podemos observar una pequeña parte de la población afirma que durante las inundaciones en la época lluviosa tienen un aumento en la posibilidad de adquirir enfermedades las cuales son en su mayoría enfermedades a causa del aumento de la propagación de mosquitos.

Tabla 15 *Resumen de afectación*

Numero de pregunta	Descripción de la pregunta	Impacto de afectación %	
		SI	NO
1	¿En el sector que vive sufre inundaciones en épocas lluviosas?	16%	84%
2	¿Cuántas veces al año se inundan las calles de la rotonda?	100%	0%
3	¿Estas inundaciones le causan molestias?	93%	7%
4	¿Ha tenido daños materiales por las inundaciones?	19%	81%
5	¿En su familia alguien ha tenido alguna enfermedad a causa de las inundaciones en tiempos de invierno?	16%	84%

Elaborado por: Rodríguez, S y Yáñez, J. (2022)

La tabla No 15 evidencia que el nivel de percepción de impacto negativo es mayor al 80% generando afectaciones social, económica y ambiental.

3.6 CONCLUSIONES

Se pudo evidenciar que los caudales aportantes al drenaje pluvial existente eran mayores que la capacidad de los mismos, con este proyecto se planteó un diseño el cual abastece con esta demanda y así poder evitar inundaciones en el sector.

Se distribuyó sumideros de rejilla doble y triple en 18 puntos del tramo, más el diámetro de los tirantes de dichos sumideros mayores a los existentes proyectándose evacuación efectiva de las precipitaciones en épocas de lluvia del sector.

Mediante un programa utilitario de Excel que se entrega a la institución se facilitara los cálculos futuros de diseño de sumideros tirantes de agua, a los estudiantes de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte.

3.7 RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio más amplio en donde se tome datos de todo el sector de la alborada para así solucionar otros tramos los cuales estén siendo afectados por inundaciones.

Se recomienda realizar investigaciones de puntos críticos en Guayaquil donde ocurran inundaciones constantes para así plantear nuevos diseños y con esto evitar inundaciones, mejorando con esto la vida de las personas de dichos sectores.

4 Referencias

- A.Riccardi, G. (2007). *ANALISIS DE IMPACTO ANTE INUNDACIONES EN AMBIENTES URBANOS MEDIANTE MODELACION MATEMATICA FISICAMENTE BASADA* . Argentina: Consejo de Investigaciones Universidad Nacional Del Rosario .
- ANTARTICA, I. O. (2021). *Precipitaciones diarias en Guayaquil*. Guayaquil: INSTITUTO OCEANOGRAFICO DE LA ANTARTIDCA.
- BONILLA, C., RAMON, J., & RAMON, J. (2022). *SISTEMA DE DRENAJE URBANO-SUMIDERO DE CAPTACION DE AGUAS LLUVIAS*. PAMPLONA: UNIVERSIDAD DE PLAMPONA.
- Castro, S., & Lino, V. (2011). *Diseño hidráulico de la red de alcantarillado pluvial, para la ciudadela SAN LUCAS del canton PAJAN*. JIPIJAPA: JIPIJAPA-UNESUM.
- Cipponeri, M. B. (2017). *Vulnerabilidad de la poblacion a precipitaciones que exceden la capacidad del sistema de desagues pluviales* . Cordoba : Universidad Nacional de Cordoba .
- IPIALES, A. E. (2019). *DISEÑO HIDRÁULICO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL BARRIO*. QUITO: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.
- Mora, L. A. (2017). *PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LAS AVENIDAS TOMÁS GUARDIA Y JUAN SANTAMARÍA DEL CANTÓN CENTRAL DE ALAJUELA A PARTIR DEL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL*. COSTA RICA : UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA .
- Pungil, M. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q*. QUITO: EMPRESA METROPOLITANA DE ALCANTARILLADO Y AGUA POTABLE 2009.
- ROBERT, M. (1996). *MECANICA DE FLUIDOS APLICADA* . DAYTON: PEARSON EDUCACION .
- Siles, G., & Chirino, d. (2018). ESTIMACIÓN DE INTENSIDAD DE LLUVIA PARA ESTUDIOS DE PROPAGACIÓN RADIOELÉCTRICA EN BOLIVIA. *Investigación & Desarrollo*, 69-79.

5 Anexo

5.1 Anexo 1 Encuestas

Encuesta



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Por favor marque con una X el ítem, que usted considere correcto

ENCUESTA

1. ¿El sector en el que vive sufre inundaciones en el invierno?

SI NO

2. ¿Cuántas veces al año se inundan las calles de la rotonda?

1
2
3
4

3. ¿Estas inundaciones le causan molestias?

SI NO

4. ¿Ha tenido daños materiales por estas inundaciones?

SI NO

5. ¿En su familia alguien ha tenido alguna enfermedad a causa de las inundaciones en tiempos de invierno?

SI NO