

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado
pluvial para la Lotización Eloy Alfaro, perteneciente al Cantón
Guayaquil, ubicado en km. 20.5 vía Daule, Provincia del
Guayas**

AUTOR:

FUENTES RAMÍREZ COLÓN ANDRÉS

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

TUTORA:

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

**Guayaquil, Ecuador
17 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 **FUENTES RAMÍREZ COLÓN ANDRÉS**, 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 17 del mes de septiembre del año 2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Fuentes Ramírez Colón Andrés**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la Lotización Eloy Alfaro, perteneciente al Cantón Guayaquil, ubicado en km. 20.5 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 17 del mes de septiembre del año 2020

EL AUTOR

f. _____
Fuentes Ramírez, Colón Andrés



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, Fuentes Ramírez Colón Andrés

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 Eloy Alfaro, perteneciente al Cantón Guayaquil, ubicado en km. 20.5 vía Daule, Provincia del Guayas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 17 del mes de septiembre del año 2020

EL AUTOR

f. _____

Fuentes Ramírez, Colón Andrés

REPORTE DE URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Trabajo de titulo Fuentes_Colón...docx (D78797626)
Submitted: 9/8/2020 10:18:00 PM
Submitted By: claglas@hotmail.com
Significance: 9 %

Sources included in the report:

TESIS - GUALE Y VELIZ.docx (D40845625)
TEMA DE TITULACIÓN MARIO ICAZA.docx (D23277835)
tesis nicolas dutan.pdf (D40138355)
https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5061/Dise%C3%B1o_pondaje_alcantarillado_pluvial_Fontibon.pdf?sequence=1
<https://1library.co/document/z1d4k93z-diseno-red-alcantarillado-combinado-barrio-providencia-parroquia-amaguana.html>
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/5661/1/2018_diseno_alcantarillado_pluvial.pdf
<https://1library.co/document/ozlk4rq4-estudio-y-diseno-de-sistema-de-alcantarillado-pluvial-para-la-parroquia-tacamoros-canton-sozoranga-provincia-de-loja.html>
<https://es.slideshare.net/katherinefloresdiaz2/pimentel-propuesta-de-sistema-de-drenaje-final>
<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>

Instances where selected sources appear:

51

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por permitirme llegar a culminar mi tercer nivel de estudio, a mis padres por guiarme siempre en las diferentes etapas de mi vida, por brindarme esa palabra de apoyo, por darme consejos sabios, por las veces que me han regañado, por su apoyo incondicional, por enseñarme que con responsabilidad y perseverancia se puede lograr lo que uno se propone, por no dejarme caer ni permitir que me rinda.

Agradezco a mis hermanos, Víctor Fuentes y Clarita Lucio, que siempre han estado a mi lado y han puesto su confianza en mí, porque me dieron su apoyo a lo largo de mi carrera estudiantil.

Agradezco también a los docentes de la facultad quienes a lo largo del tiempo me transfirieron sus enseñanzas y colaboraron en mi aprendizaje.

Colón Andrés Fuentes Ramírez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por darme la vida y haberme permitido llegar hasta este momento dándome la fortaleza para continuar en las situaciones más difíciles de mi formación profesional.

A mis padres, por haberme guiado por el buen camino y por brindarme sus bendiciones y apoyo, enseñarme valores que me permitieron seguir adelante a lo largo de mi carrera.

A mis hermanos, por brindarme su apoyo incondicional en muchos momentos y por estar ahí cuando necesité de ellos. A mis amigos que me acompañaron y prestaron su ayuda en todo momento.

Colón Andrés Fuentes Ramírez



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Stefany Esther Alcívar Bastidas M.Sc.
DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

Ing. Xavier Plaza Vera, M.Sc.
DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Clara Glas Cevallos M.Sc.
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
1.1	Antecedentes.....	2
1.2	Justificación del Tema	3
1.3	Objetivos.....	4
1.3.1	Objetivo General	4
1.3.2	Objetivos Específicos.....	4
1.4	Alcance	4
2	MARCO TEÓRICO	5
2.1	Definición de alcantarillado	5
2.2	Origen de las lluvias	5
2.3	Sistema de alcantarillado.....	5
2.4	Tipos de Sistemas de Alcantarillado	5
2.4.1	Convencionales.....	5
2.4.2	Alcantarillado Separado	6
2.4.3	Alcantarillado Sanitario.....	6
2.4.4	Alcantarillado Pluvial	6
2.4.5	No convencionales	7
2.5	Elementos Importantes del Alcantarillado Pluvial	7
2.5.1	Estructuras de Captación	8
2.5.2	Estructuras de Conducción	9
2.5.3	Estructuras de conexión y mantenimiento.....	9
2.5.4	Estructuras de descarga o vertido.....	9

2.5.5	Estructuras Complementarias	10
2.5.6	Deposición final	10
2.6	Condiciones generales para el diseño del alcantarillado pluvial	11
2.6.1	Estudios previos	11
2.6.2	Levantamiento topográfico	11
2.6.3	Levantamiento planimétrico	11
2.6.4	Levantamiento altimétrico	11
2.6.5	Trabajo de gabinete	11
2.6.6	Periodo de diseño	12
2.6.7	Áreas de Aportación	12
2.6.8	Esfuerzo cortante	12
2.7	Población de Diseño	13
2.7.1	Método Geométrico	13
2.8	Áreas Tributarias	13
2.9	Caudal de diseño	13
2.9.1	Ecuación de Q (método racional)	13
2.10	Periodo de retorno	14
2.11	Número de Manning	14
2.12	Velocidades mínima y máxima	14
2.12.1	Velocidad Mínima	14
2.12.2	Velocidad Máxima	15
2.13	Tiempo de concentración	15
2.14	Sumideros	15

2.14.1	Sumideros de ventana o acera	15
2.14.2	Sumideros de reja o calzada.....	15
2.14.3	Sumideros mixtos o combinados	16
2.15	Período de Diseño.....	16
2.16	Intensidad de Lluvia.....	16
2.17	Hidrograma del Esguerrimiento Superficial	17
2.18	Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia	17
2.19	Cunetas	18
2.20	Nomograma de Izzard	18
2.21	Cuencas Tributarias	19
2.22	Caudales de Aguas Lluvias	19
2.23	Capacidad hidráulica	19
2.24	Auto limpieza	19
2.25	Análisis Estadístico Hidrológico.....	19
2.26	Diseño de la red de alcantarillado pluvial	19
2.26.1	Generalidades.....	19
2.26.2	Criterios de diseño	20
3	DATOS IMPORTANTES E INFORMACIÓN DE LA COMUNIDAD	28
3.1	Límites del sector a goso modo	28
3.2	Clima.....	28
3.3	Estudio Socioeconómico.....	28
3.3.1	Análisis de Resultados	28
4	METODOLOGÍA.....	29

4.1	Trabajo en Campo	29
4.1.1	Reconocimiento de Campo	29
4.1.2	Levantamiento Topográfico del Sitio	29
4.1.3	Google Earth	30
4.2	Recolección de Datos	31
5	DESARROLLO DEL PROYECTO	37
5.1	Periodo del diseño de la red de alcantarillado pluvial	37
5.2	Población	37
5.3	Áreas Tributarias	38
5.4	Curvas de niveles y Diseño de la red Principal	39
5.5	Dimensionamiento y Modelación.	41
5.5.1	Determinación del caudal de diseño	42
5.5.2	Dimensionamiento de tubería	44
5.5.3	Velocidades.....	46
5.5.4	Pendientes	48
5.5.5	Profundidades	50
5.5.6	Tipo de cámara de inspección	51
5.6	Presupuesto.....	54
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
6.1	Conclusiones	60
6.2	Recomendaciones	62
7	BIBLIOGRAFÍA.....	63
	ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sistema típico de un sistema de alcantarillado sanitario	6
Ilustración 2. Sistema de alcantarillado pluvial.....	7
Ilustración 3. Ejemplo de estructuras de captación.....	8
Ilustración 4. Ejemplos de estructuras de conducción	9
Ilustración 5. Estructura de conexión y mantenimiento.....	9
Ilustración 6. Estructuras complementarias	10
Ilustración 7. Sumideros de ventana o acera.....	15
Ilustración 8. Sumideros de reja o calzada	15
Ilustración 9. Sumideros mixtos o combinados.....	16
Ilustración 10 Coeficiente de rugosidad de Manning para alcantarillados. ..	23
Ilustración 11 Lotización Eloy Alfaro – Google Earth Pro.....	30
Ilustración 12 Levantamiento Topográfico del Sitio.....	30
Ilustración 13 Curva de nivel 1.....	39
Ilustración 14 Curva de nivel 2.....	39
Ilustración 15 Curva de nivel 3.....	40
Ilustración 16 Curva de nivel 4.....	40
Ilustración 17 Curva de nivel 5.....	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Clasificación de los Sistemas de Alcantarillado.....	7
Gráfico 2 Cuadro comparativo de precipitaciones	17
Gráfico 3 Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia.....	17
Gráfico 4 Resultados de pregunta 1	32
Gráfico 5 Resultados de pregunta 2	32
Gráfico 6 Resultados de pregunta 3	33
Gráfico 7 Resultados pregunta 4	34
Gráfico 8 Resultado de pregunta 5	34
Gráfico 9 Resultado pregunta 6	35
Gráfico 10 Resultado pregunta 7	36

ÍNDICE DE PLANOS

PLANOS 1 Plano en Planta	67
PLANOS 2 Perfil A1- A5	68
PLANOS 3 Perfil A5 - A11	69
PLANOS 4 A11 - A13 y Tramo C6 - C7	70
PLANOS 5 Perfil A13 - D8	71
PLANOS 6 Perfil C1 - C7	72
PLANOS 7- Perfil D6 - Descarga	73
PLANOS 8 Perfil D1 – D6	74
PLANOS 9 Cámara Tipo I	75
PLANOS 10 Cámara Tipo III	76
PLANOS 11 Cámara Tipo IV	77
PLANOS 12 Sumideros y Áreas Tributaria	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Canal de aguas servidas y lluvias.....	82
Figura 2 Canal de aguas servidas y lluvias.....	82
Figura 3 Canal de agua servida	83
Figura 4 Canal de aguas Servidas y Lluvias.....	83
Figura 5 Canal de agua servida, aguas lluvias	84
Figura 6 Tubería de agua servida.....	84
Figura 7 Calle con Pendiente.....	85
Figura 8 Calle Plana	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coordenadas UTM WGS84	4
Tabla 2 Diámetros recomendados de las cámaras de revisión	22
Tabla 3 Valores del coeficiente de escurrimiento.....	24
Tabla 4 Valores de C para diversos tipos de superficies	25
Tabla 5: Tipo de vivienda	31
Tabla 6 Familias que habitan por vivienda.....	32
Tabla 7 Desea la construcción del sistema de alcantarillado pluvial.....	33
Tabla 8 Posesión de la vivienda	33
Tabla 9 Uso de Residencia	34
Tabla 10 Teléfono convencional	35
Tabla 11 Teléfono celular	35
Tabla 12 Población	37
Tabla 13 Áreas Tributarias.....	38
Tabla 14 Curva de niveles	41
Tabla 15: Parámetros c, e y f para el cálculo de Intensidad de lluvia (INTERAGUA, 2013).....	42
Tabla 16 Determinación del caudal de diseño en cada tramo.	43
Tabla 17 Dimensiones de tubería.	44
Tabla 18 Verificación $Q/Q_0 \leq 0.85$	45
Tabla 19 Condiciones necesarias por velocidad.....	47
Tabla 20 Revisión número de Froude.....	49
Tabla 21 Cota de invert y fondo del pozo de inspección.....	50

Tabla 22 Tipos de cámaras de inspección por cada tramo.....	51
Tabla 23 Verificación por tramo si requiere cámara de caída.....	52
Tabla 24 Pérdidas por cambio de dirección.....	53

RESUMEN

El presente trabajo contiene el diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la lotización Eloy Alfaro, perteneciente al Cantón Guayaquil, ubicado en km. 20.5 vía Daule, provincia del Guayas. El área a la cual está determinado el estudio y proyecto de alcantarillado tiene una extensión de 17.96 hectáreas (179 600 m²).

El sector “Eloy Alfaro” cuenta en la actualidad con los servicios básicos de electricidad, telefonía, y agua potable. De acuerdo a la observación de campo que se realizó y la entrevista realizada a los moradores del sector se sabe que la lotización carece de alcantarillado, por lo que, se utiliza posos sépticas. Adicional, el sector de estudio no posee alcantarillado pluvial, lo que ocasiona grandes inconvenientes de orden sanitario en las temporadas de lluvia, sean estas: inundaciones, presencia de plagas, polvo, malestar, entre otros.

El proyecto comprende la compilación de información preliminar para la elaboración del diseño, investigaciones de campo realizadas. También contiene especificaciones técnicas de diseño y construcción, obtenidas con los programas de ArcMap y Google Earth, de donde también se obtuvo las curvas de nivel. Se realizó el diseño hidráulico de la red con la utilización del programa AKua; de manera referencial, un presupuesto y un cronograma valorado de la obra.

El diseño y posteriormente la construcción de la Red de Alcantarillado Pluvial, complementará la infraestructura básica existente, ya que pretende contribuir a la solución de uno de los problemas de saneamiento ambiental e inundaciones, que afectan a esta zona en períodos de lluvia.

Palabras Claves: alcantarillado pluvial, elaboración del diseño, saneamiento ambiental, curvas de nivel

ABSTRACT

This work contains the design and technical modeling of the storm sewer system for the Eloy Alfaro subdivision, belonging to the Guayaquil Canton, located at km. 20.5 via Daule, Guayas province. The area to which the sewerage study and project is determined has an area of 17.96 hectares (179,600 m²).

The "Eloy Alfaro" sector currently has the basic services of electricity, telephony, and drinking water. According to the field observation that was carried out and the interview carried out with the residents of the sector, it is known that the subdivision lacks sewerage, therefore, septic tanks are used. Additionally, the study sector does not have storm sewers, which causes major health problems in rainy seasons, be these: floods, presence of pests, dust, constant discomfort, among others.

The project includes the compilation of preliminary information for the elaboration of the design, field investigations carried out. It also contains technical specifications for design and construction, obtained with the ArcMap and Google Earth programs, from which the curves for level. The hydraulic design of the network was carried out using the AKua program; and, as a reference, a budget and a valued schedule of the work.

The design and later the construction of the Storm Sewer Network will complement the existing basic infrastructure, since it aims to contribute to the solution of one of the environmental sanitation and flooding problems that affect this area during periods of rain.

Key Words: storm sewer, design development, environmental sanitation, contour lines

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El sistema de alcantarillado pluvial se empezó a implementar en los diferentes sectores en Nipur - India aproximadamente en el año 3750 a.C. Las civilizaciones de esa época se esmeraban en construir sus viviendas en los lugares más próximos a a cuerpos hídricos, por lo que, la red pluvial se implementó para evitar las inundaciones en dichos sectores. Se debe comprender que las redes de alcantarillado pluvial desembocaban directamente a los ríos. Hacia el siglo XIX, este sistema trascendió y se implementó en Europa y Estados Unidos. (Noriega, 2017)

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 los posibles daños que esto acarrea. Es separada del sistema de alcantarillado sanitario, y su función es transportar las aguas lluvias a un sitio donde no perjudique a los habitantes de una comunidad.

Se debe comprender que el crecimiento de la población, en la actualidad, aumenta la demanda de viviendas en la ciudad de Guayaquil, lo que se refleja en la expansión poblacional. Esto causa que las entidades y los gobernantes, busque nuevas soluciones habitacionales de todo nivel económico. Esta realidad obliga a los proyectistas a buscar alternativas constructivas económicas y que funcionen de manera correcta. En este proceso de planeación y diseño de urbanizaciones existen varios estudios para el funcionamiento de las mismas, entre ellos, el diseño de alcantarillado pluvial. (Méndez, 2012)

La lotización de Eloy Alfaro, es un conjunto de lotes invadidos, es decir, terrenos tomados por sus moradores. Por lo tanto, las medidas de

saneamiento ambiental no fueron consideradas al momento de construir sus actuales viviendas. Es así que, en la actualidad, uno de los problemas que tienen es la inundación del sector durante el invierno, que son los meses de diciembre a mayo.

1.2 Justificación del Tema

El servicio de alcantarillado es considerado un indicador que determina la calidad de vida en una sociedad, y con 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, entre otros. También es importante porque al momento de tratar dicho problema se pueden evitar las pérdidas o deterioro en las propiedades.

La lotización “Eloy Alfaro” no cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial que es de total importancia para garantizar la recolección, transportación y evacuación de las aguas lluvias.

Con este trabajo de investigación, se pretende dar una solución para evitar inundaciones y enfermedades a la población, los mismos que van a tener un mejor ambiente de vida, ya que al emplear este sistema de alcantarillado pluvial se puede contrarrestar los inconvenientes de orden sanitario que se presentan en las temporadas de lluvia, como son las inundaciones, la aparición de plagas, polvo, malestar constante, entre otros.

Por esa razón, el diseño y posteriormente la construcción de la Red de Alcantarillado Pluvial, será un complemento en la infraestructura básica existente, ya que el resolver este problema se contribuirá al saneamiento ambiental de la población; por lo tanto, se beneficiará la salud de los moradores.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar el diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la población de la Lotización Eloy Alfaro, perteneciente al Cantón Guayaquil, ubicado en km. 20.5 vía Daule, Provincia del Guayas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico de la situación actual en cuanto a servicios básicos y población de la Lotización Eloy Alfaro.
- Delimitar áreas de la Zona para así trazar vías necesarias dentro de la Lotización Eloy Alfaro gracias a la aplicación de Google Earth Pro.
- Determinar los criterios a considerar para el diseño del drenaje pluvial que cumplan con las actuales normas de recolección, transporte y deposición de las aguas lluvias que se encuentran sobre una zona urbana.
- Diseñar el sistema de alcantarillado pluvial de forma eficiente a fin de evitar futuras inundaciones in situ, utilizando los programas de Akua, ArcMap y AutoCAD.

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 para el cálculo hidrológico de las cuencas aportantes y el diseño de la red pluvial, que determinará los parámetros de diseño como: diámetros, velocidades, cotas y demás utilizando la norma técnica aplicable. Las coordenadas UTM WGS84 de la zona lo encontrarán en la Tabla 1.

Tabla 1 Coordenadas UTM WGS84

ESTE	NORTE
6°16'60.90"	9°77'64.52"
6°16'20.30"	9°77'61.60"
6°16'33.60"	9°77'58.60"
6°16'81.40"	9°77'641.80"

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Definición de 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 Sistema de alcantarillado

El alcantarillado de aguas de lluvia o pluvial está conformado por el conjunto de colectores y canales necesarios para evacuar la escorrentía superficial producida por la lluvia. Inicialmente el agua es captada a través de los sumideros en calles y llevada a una red de tuberías que van ampliando su sección a medida que aumenta el área de drenaje. Posteriormente estos colectores se hacen demasiado grandes y entregan su caudal a una serie de canales, los que harán la entrega final al río. (CONAGUA, 2007)

2.4 Tipos de Sistemas de Alcantarillado

Existen múltiples tipos de sistemas de alcantarillado:

2.4.1 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.

2.4.2 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.

2.4.3 Alcantarillado Sanitario

Es una red que normalmente está confirmado 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.



Ilustración 1. Sistema típico de un sistema de alcantarillado sanitario

2.4.4 Alcantarillado Pluvial

El alcantarillado de aguas de lluvia o pluvial está conformado por el conjunto de colectores y canales necesarios para evacuar la escorrentía superficial producida por la lluvia. Inicialmente el agua es captada a través de los sumideros en calles y llevada a una red de tuberías que van ampliando su sección a medida que aumenta el área de drenaje. Posteriormente estos colectores se hacen demasiado grandes y entregan su caudal a una serie de canales, los que harán la entrega final al río. (CONAGUA, 2007)

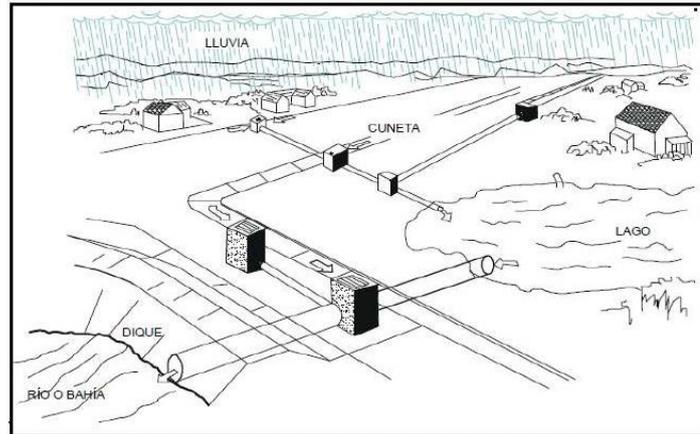


Ilustración 2. Sistema de alcantarillado pluvial

2.4.5 No convencionales

Se los distingue por su sencillez de construcción y operación, además de ser más económicos. Son óptimas para lugares rurales y de condominiales que están a las afueras de la ciudad, muy lejos de la red pública.

En un resumen:

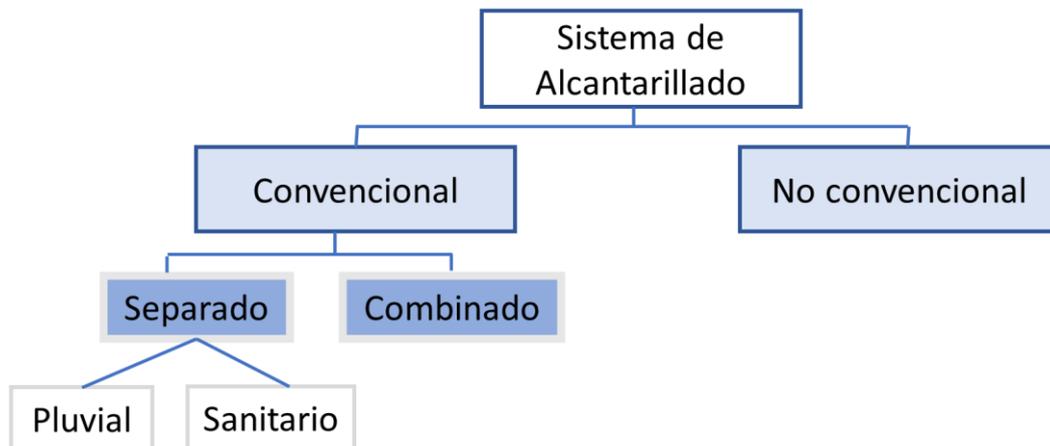


Gráfico 1 Clasificación de los Sistemas de Alcantarillado

2.5 Elementos Importantes del Alcantarillado Pluvial

Un sistema de alcantarillado pluvial está constituido por los siguientes componentes:

- a) Bordillo-Cuneta: Pieza de hormigón que separa la calzada de la acera conformando de esta manera un canal comúnmente de sección triangular entre el bordillo y la calzada, llamado cuneta, destinado a conducir las aguas superficiales longitudinalmente hacia los sumideros.

- b) Sumidero: En una cámara de hormigón o PVC, ubicada bajo la acera o bajo la cuneta.
- c) Tirante: Tubería destinada a conectar el sumidero con una cámara de inspección.
- d) Cámara de inspección: Cámara de hormigón armado o PVC que une los diferentes tramos de colectores y recibe los tirantes desde los sumideros.
- e) Colector: Canal, ducto o tubería que recibe la contribución del curso de agua de cierta área tributaria, se suele elaborar de hormigón simple, hormigón armado o PVC. (Reyes & Soriano, 2018)

Sin embargo, para la Comisión Nacional del Agua (2007) los principales componentes de un sistema de alcantarillado se agrupan según la función para lo cual serán utilizados. Es así, como un sistema de alcantarillado pluvial se integra de las partes siguientes:

2.5.1 Estructuras de Captación

También llamadas cámaras recolectoras. Son todas aquellas que van recolectando las aguas a conducir, pueden utilizarse sumideros o bocas de tormenta. En los sumideros (ubicados convenientemente en puntos bajos del terreno y a cierta distancia en las calles) se coloca una rejilla o coladera para evitar el ingreso de objetos que obstruyan los conductos, por lo que son conocidas como coladeras pluviales.



Ilustración 3. Ejemplo de estructuras de captación

2.5.2 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”. (SIAPA, 2016)



Ilustración 4. Ejemplos de estructuras de conducción

2.5.3 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 manibre para llevar a cabo la limpieza e inspección de los conductos; tales estructuras son conocidas como pozos de visita. (SIAPA, 2016)



Ilustración 5. Estructura de conexión y mantenimiento

2.5.4 Estructuras de descarga o vertido

“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”. (SIAPA, 2016)

2.5.5 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:

- Estructuras de retención.
- Estructuras de detención.
- Estructuras de infiltración.
- Estructuras de filtración.
- Estructuras de limpieza, remoción y medición. (SIAPA, 2016)



Ilustración 6. Estructuras complementarias

2.5.6 Deposición final

La disposición final de las aguas captadas por un sistema de alcantarillado no es una estructura que forme parte del mismo, sin embargo, representa una parte fundamental del proyecto de alcantarillado. Su importancia radica en que, si no se define con anterioridad a la construcción del proyecto el destino de las aguas residuales o pluviales, entonces se pueden provocar graves daños al medio ambiente e incluso a la población servida o a aquella que se encuentra cerca de la zona de vertido. (SIAPA, 2016)

2.6 Condiciones generales para el diseño del alcantarillado pluvial

2.6.1 Estudios previos

Para comenzar con el trabajo de investigación, se debe realizar el reconocimiento general del terreno de trabajo. Esto permitirá determinar el trazado y ubicación más factible de las distintas partes que conformarán el proyecto. Luego se procede al levantamiento topográfico.

2.6.2 Levantamiento topográfico

Los estudios de topografía son necesarios para el desarrollo de cualquier proyecto de ingeniería, dado que, de sus resultados, se inicia el proceso de cálculos, para luego comenzar con el diseño del proyecto en general.

2.6.3 Levantamiento planimétrico

Detalla en el plano horizontal las partes interesantes de un terreno, prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal mediante coordenadas (x, y) , permite la determinación de áreas o cualquier detalle de interés. El levantamiento planimétrico consta de un polígono cerrado perimetral del terreno y un polígono cerrado exterior, el mismo que sirve de base para poder levantar la totalidad el área o cualquier otro detalle que presente la topografía en el lugar del proyecto. (Jaramillo & García, 2017)

2.6.4 Levantamiento altimétrico

Con la altimetría se consigue representar el relieve del terreno, es así que hablamos de planos de curvas de nivel y perfiles; con respecto a un plano o punto de referencia.

2.6.5 Trabajo de gabinete

Consiste en el trabajo y los procesos administrativos que se llevan a cabo en una oficina, donde se pueden aplicar los conocimientos teóricos, y además donde se realiza el análisis de las normas técnicas que se utilizan

para realizar los cálculos, diseños y elaboración de planos a partir de los datos obtenidos en el trabajo de campo. Se implementa el uso de computadoras, software de diseño y dibujo, impresora y otros materiales de oficina.

2.6.6 Periodo de diseño

Para entender a qué se refiere el periodo de diseño, es importante reconocer la relación que guarda este parámetro con el crecimiento estimado de la población y la vida útil de los diferentes materiales a usarse en la obra, para que, durante el desarrollo de la obra no existan interrupciones ni modificaciones. De esa forma, se logre cumplir con el objetivo.

Con estos lineamientos se recomienda para la red de alcantarillado de aguas lluvias un período de diseño equivalente a 25 años de acuerdo a lo estipulado en las normas CPE INEN 5 (1992), en su numeral 5.1.1. Esto quiere decir que se estima que durante este período el sistema trabajara en óptimas condiciones y además los componentes de la red serán útiles sin necesidad de modificaciones o variaciones en su funcionamiento. (López, 2017)

2.6.7 Áreas de Aportación

Para la determinación de las áreas tributarias de la red de alcantarillado pluvial dentro del área de estudio, se consideran los factores topográficos, demográficos y arquitectónicos que influyen en el diseño, es decir considerando que las edificaciones aportan su respectivo caudal a cada uno de los tramos de la red. Esta información básica para el diseño se presenta en los planos respectivos. (López, 2017)

2.6.8 Esfuerzo cortante

El esfuerzo cortante mínimo para condiciones iniciales de operación debe ser mayor o igual a 0,15 Kg/m². Es posible diseñar para velocidades menores a 0,45 m/s, siempre y cuando el esfuerzo cortante sea superior a 0,12 Kg/m² y así garantizar la condición de tubería autolimpiable. (Jaramillo & García, 2017)

2.7 Población de Diseño

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

2.7.1 Método Geométrico

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

2.8 Áreas Tributarias

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

2.9 Caudal de diseño

Para la estimación de los caudales de diseño de aguas lluvias el diseñador deberá utilizar el método racional siempre y cuando el área de drenaje sea menor a 80 hectáreas y se cumpla con las restricciones expresadas en el Numeral 6.2.4.1 de la norma. En este método se determinan los caudales máximos a partir del tiempo de concentración del área de drenaje y la relación que éste tiene con diferentes períodos de retorno para estimar la intensidad media del evento de precipitación de diseño. Adicionalmente, se tiene en cuenta un coeficiente de escorrentía de acuerdo con el tipo de suelo y del uso que se le está dando al mismo. (Guía para el Diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado, 2015)

2.9.1 Ecuación de Q (método racional)

Es uno de los más utilizados para la estimación del caudal máximo asociado a determinada lluvia de diseño. Se lo utiliza en el diseño de obras de drenaje urbano y rural. Tiene la ventaja de no necesitar datos hidrométricos para la Determinación de Caudales Máximos. La expresión utilizada es:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

En donde:

- Q: Caudal máximo [m³/s]
- C: Coeficiente de escorrentía
- I: Intensidad de la Lluvia de Diseño, con duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y con frecuencia igual al período de retorno seleccionado para el diseño. [mm/h]
- A: Área de la cuenca. [Ha]

2.10 Periodo de retorno

También llamado intervalo de recurrencia (en años), se define como el número de años en que en promedio y a la larga un evento de una magnitud determinada puede ser igualado o excedido. (Quevedo, 2013)

$$T = \frac{1}{P(x)}$$

Donde:

- T Periodo de retorno en años.
- P(x) Es la probabilidad de ocurrencia de un evento mayor o igual a X.

2.11 Número de Manning

Es el coeficiente que depende de la rugosidad del material de muros o paredes por donde se desliza el agua.

2.12 Velocidades mínima y máxima

2.12.1 Velocidad Mínima

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

2.12.2 Velocidad Máxima

“Máxima velocidad permitida en las alcantarillas para evitar la erosión”.
(SENAGUA, 2014)

2.13 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.

2.14 Sumideros

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

2.14.1 Sumideros de ventana o acera

Es una abertura que se encuentra en la parte inferior de los bordillos y tienen forma de ventana.



Ilustración 7. Sumideros de ventana o acera

2.14.2 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.

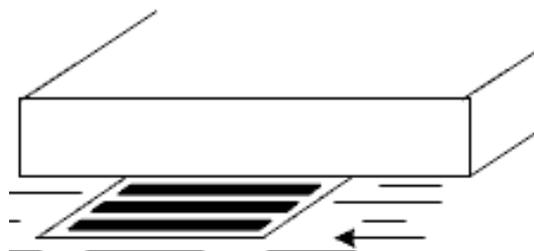


Ilustración 8. Sumideros de reja o calzada

2.14.3 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.



Ilustración 9. Sumideros mixtos o combinados

2.15 Período de Diseño

Las obras de alcantarillado pluvial se realizan con una proyección con capacidad para funcionar de manera eficiente durante un plazo que se determina de acuerdo al crecimiento apreciado de la población, junto con la vida útil de los elementos usados dentro del proyecto. En otras palabras, es el tiempo durante el cual la obra podrá trabajar satisfactoriamente, sin recurrir a mejoras del sistema.

Para determinar el periodo de diseño para el alcantarillado pluvial de la Lotización Eloy Alfaro se debe considerar 5 aspectos:

- Vida útil de los elementos del sistema
- Accesibilidad al sitio para la elaboración del proyecto
- Crecimiento poblacional
- Características de financiamiento nacional o extranjero
- Capacidad de pago de los pobladores

Es así, que se definió que el período de diseño debe ser de 25 años.

2.16 Intensidad de Lluvia

Es la precipitación por unidad de tiempo, sus unidades son mm/h. Para realizar la observación de este ítem se recurrió al Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada para obtener los datos referentes a las precipitaciones en la ciudad de Guayaquil durante el último invierno, que abarca de diciembre de 2019 a mayo de 2020.

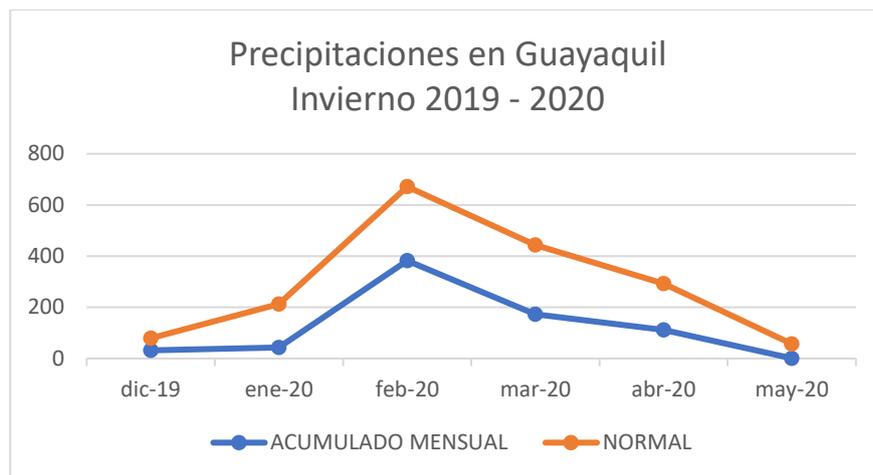


Gráfico 2 Cuadro comparativo de precipitaciones

Nota: El acumulado mensual corresponde al invierno de diciembre de 2019 a mayo de 2020, mientras que la curva naranja son los valores normales tomados de inviernos anteriores.

2.17 Hidrograma del Ecurrimiento Superficial

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

2.18 Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia

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

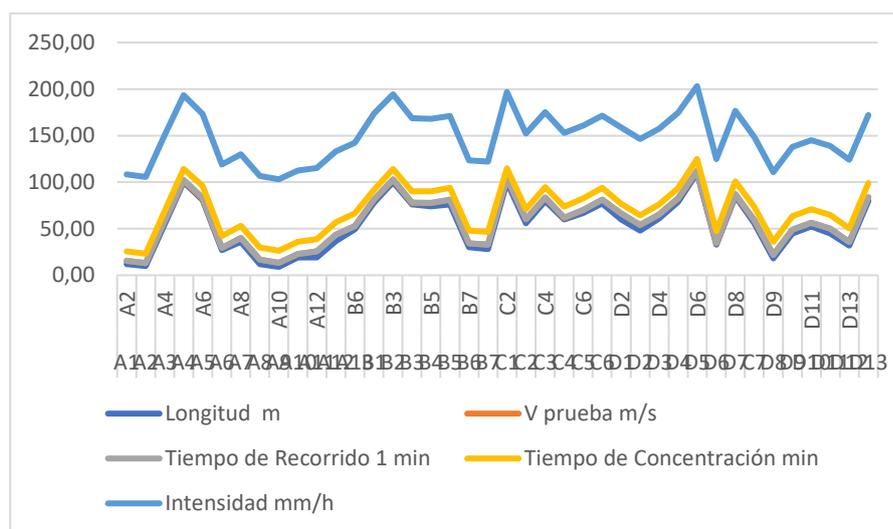


Gráfico 3 Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia

En el gráfico 3 se observa de color celeste la curva de la intensidad de las lluvias.

2.19 Cunetas

Las cunetas son canales abiertos sobre la superficie, los cuales pueden presentarse revestidos o sin revestir. Estos se ubican en los dos extremos o a uno solo, a lo largo de las calzadas o pavimentos, con la finalidad de coleccionar, transportar y evacuar correctamente los flujos de agua superficial. Norma OS 060 (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2006).

Entre las secciones transversales más comunes de cuneta están: las trapezoidales, rectangulares y triangulares.

Para determinar su capacidad se deberá examinar la rugosidad del material que la conforma, sección transversal y pendiente. Generalmente se utiliza la siguiente fórmula de Manning en canales abiertos:

$$Q = A \cdot V = \frac{A \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

- Q: Caudal (m³/s)
- V: Velocidad media (m/s)
- A: Área de la sección (m²)
- P: Perímetro mojado (m)
- Rh: A/P Radio hidráulico (m)
- S: Pendiente del fondo (m/m)
- n: Coeficiente de rugosidad de Manning

2.20 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 darle 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 establecer un escurrimiento uniforme. (Campoverde, 2018)

$$Q_o = 0,375 \cdot \sqrt{I} \cdot \left(\frac{Z}{n} \right) \cdot y_o^{8/3}$$

Donde:

- Q_0 = Caudal en la cuneta, en m³/s
- I = Pendiente longitudinal
- $1/z$ = Pendiente transversal
- n = Coeficiente de rugosidad de Manning
- y_0 = Profundidad de flujo, en m

2.21 Cuencas Tributarias

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

2.22 Caudales de Aguas Lluvias

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

2.23 Capacidad hidráulica

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

2.24 Auto limpieza

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

2.25 Análisis Estadístico Hidrológico

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

2.26 Diseño de la red de alcantarillado pluvial

2.26.1 Generalidades

La evacuación de aguas lluvias es una necesidad ya que si no se realiza el proceso cuidadosamente se puede convertir en un verdadero riesgo en cualquier tipo de elemento estructural. Los daños pueden ser: corrosión del

acero estructural, asentamientos diferenciales, filtraciones, entre otros. Con el propósito de evitar los daños antes descritos y molestias a la población, se hace necesario evacuar las aguas lluvias provenientes del entorno. Por tal motivo, se justifican los diseños de un sistema eficaz de conducción y evacuación para las aguas pluviales.

2.26.2 Criterios de diseño

2.26.2.1 Hidrología

El estudio hidrológico es fundamental para el diseño del alcantarillado pluvial, es el conocimiento de las intensidades de lluvia que se producen en la zona de donde se construirá el proyecto, permitan determinar el caudal de drenaje del alcantarillado pluvial.

El objetivo básico que persigue el análisis hidrológico, es determinar los parámetros característicos de la zona en estudio basándose en la intensidad diaria (IdTR) y la ecuación de intensidad para cualquier periodo de retorno establecidas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

La obtención de caudales máximos en la localidad de estudio, presenta algunas complejidades, dado que la lotización Eloy Alfaro no posee registros de información hidrológica registrada, lo que implica recurrir a metodologías indirectas, basadas en la correlación existente entre la precipitación y la escorrentía.

2.26.2.2 Diámetro

Según la norma CPE INEN 5 (1992), en su numeral 5.2.1.6, el diámetro mínimo que se debe usar para alcantarillado pluvial es y 0,25 m.

2.26.2.3 Velocidad

La velocidad mínima en los sistemas de alcantarillado pluvial, deberá cumplir lo establecido en los numerales 5.2.1.12 y 5.2.1.14 de las normas CPE INEN 5 (1992). En el caso del alcantarillado pluvial se considerará como velocidad mínima 0,90 m/s, para caudal máximo instantáneo.

Al tener como referencia estas consideraciones y las características del material de la tubería, se adopta una velocidad de 10,00 m/s recomendada por los fabricantes de tuberías PVC en general, cuando estas funcionen en drenajes pluviales. El cálculo de la velocidad en las tuberías se efectuó utilizando la ecuación de Manning, recomendada en el numeral 5.2.1.13 de las normas antes mencionadas:

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

En donde:

- V = velocidad en m/s
- n = coeficiente de rugosidad
- R = Radio hidráulico
- S = Pendiente m/m

2.26.2.4 Profundidad y ubicación de las tuberías

Para este ítem es importante considerar los numerales 5.2.1.4, 5.2.1.5 de las normas CPE INEN 5 (1992), por lo que, se define que las tuberías se diseñarán a profundidades que sean suficientes para recoger las aguas lluvias de las viviendas más baja y que la tubería del alcantarillado pluvial se le considerará un relleno mínimo de 1,00 m de alto sobre la clave del tubo.

2.26.2.5 Pendiente

En esta parte es necesario resaltar que las tuberías y colectores pluviales seguirán, en general, las pendientes del terreno natural y deberán formar las mismas hoyas primarias y secundarias de acuerdo al numeral 5.2.1.1 de las normas CPE INEN 5 (1992). En caso de que la pendiente sea muy pronunciada o muy débil y no se pueda cumplir con la velocidad mínima o máxima, la pendiente puede variar hasta que cumpla con las condiciones de autolimpieza o esté dentro del rango de velocidades permitido por las normas del CPE INEN 5 (1992).

2.26.2.6 Pozos de revisión y pozos de salto

Se empleará los siguientes parámetros establecidos en las normas CPE INEN 5 (1992), en su numeral el numeral 5.2.3:

- En todo cambio de dirección.
- En todo cambio de pendiente o diámetro.
- En lugares que haya confluencia de dos o más tuberías o colectores.
- En tramos rectos a distancias no mayores a las indicadas:
 - Diámetros menores a 350 mm. Distancia máxima 100 m.
 - Diámetros entre 400 y 800 mm. Distancia máxima 150 m.
 - Diámetros mayores a 800 mm. Distancia máxima 200 m.
- La abertura superior del pozo será como mínimo 0,6 m. El cambio de diámetro desde el cuerpo del pozo hasta la superficie se hará preferiblemente usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior del pozo.
- El diámetro del cuerpo del pozo estará en función del diámetro de la máxima tubería conectada al mismo, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 2 Diámetros recomendados de las cámaras de revisión

Diámetro de la tubería mm	Diámetro de la cámara m
menor e igual a 550	0.9
mayor a 550	Diseño especial

Fuente: Interagua

Para que exista las condiciones de pozo de salto, debe existir una diferencia mayor a 0,60 m entre la cota de la tubería entrante y la cota de la tubería saliente, de acuerdo a lo expresado en el numeral 5.2.3.10 de las normas CPE INEN 5 (1992).

2.26.2.7 Material de la tubería

El material para la tubería debe estar acorde con los estándares de calidad y debe ser resistente a las infiltraciones para garantizar seguridad (tuberías perfiladas tipo estructural de polietileno HD o PVC).

Los diámetros nominales de las tuberías, estarán determinados de acuerdo a lo a los cálculos hidráulicos de cada tramo de la red.

2.26.2.8 Rugosidad

El coeficiente de rugosidad n , se expresa en la ecuación de la velocidad de Manning y se adopta un coeficiente de rugosidad “ n ” igual a 0,013 de acuerdo a lo expuesto en las tablas para tuberías PVC tipo perfil estructural.

Coeficiente de rugosidad de Manning para alcatrillado, RAS-2000	
Material de la tubería	Coeficiente de rugosidad, n
<i>Conductos cerrados</i>	
Asbesto-cemento	0.011 - 0.015
Concreto interior liso	0.011 - 0.015
Concreto interno rugoso	0.015 - 0.017
Arcilla vitrificada, gres	0.011 - 0.015
PVC y fibra de vidrio	0.010 - 0.015
Metal corrugado	0.022 - 0.026
<i>Canales abiertos</i>	
Revestimiento en ladrillo	0.012 - 0.018
Revestimiento en concreto	0.011 - 0.020
Revestimiento rip-rip	0.020 - 0.035
Sin revestimiento	0.018 - 0.035

Ilustración 10 Coeficiente de rugosidad de Manning para alcatrillados.

2.26.2.9 Determinación del caudal de diseño

Normalmente para determinar el caudal de diseño se utiliza el método racional de acuerdo a las normas CPE INEN 5 (1992), en su numeral 5.4.2, para áreas con una superficie inferior a 5,00 km². El caudal de escurrimiento se lo calculará mediante la fórmula:

$$Q = 2,780 CIA$$

En donde:

- Q = caudal de escurrimiento en m³/s.
- C = coeficiente de escurrimiento (adimensional).
- I = intensidad de lluvia para una duración de lluvias, igual al tiempo de concentración de la cuenca en estudio, en mm/h.
- A = Área de la cuenca, en ha.

Según esta metodología, el caudal pico ocurre cuando toda el área de drenaje está contribuyendo, es decir la intensidad correspondiente al tiempo de concentración.

2.26.2.10 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente (“C”) relaciona el escurrimiento y la lluvia, en función de su intensidad, duración y frecuencia. Este factor no es constante, ya que influirán las condiciones y características del suelo, la evapotranspiración, la absorción de la capa vegetal que cubre la superficie y topografía del terreno. Este coeficiente afecta a la intensidad de lluvia, al multiplicar el coeficiente por la intensidad y por el área, de donde se obtiene la intensidad efectiva, sobre el área en la que cae la lluvia.

De acuerdo a la norma CPE INEN 5 (1992), en su numeral 5.4.2.2 o 5.4.2.3., el valor de “C” depende del tipo de zona en estudio; así tenemos, que, para una zona residencial con baja densidad poblacional, el valor varía entre 0,35 a 0,55. A continuación se detallan los valores del coeficiente de escorrentía “C” para diversos tipos de superficie:

Tabla 3 Valores del coeficiente de escurrimiento

TIPO DE ZONA	VALOR DE C		
Zonas centrales densamente construidas, con vías y calzadas	0.7	a	0.9
Zonas adyacentes al centro de menor densidad poblacional con calles pavimentadas		0.7	
Zonas residenciales medianamente pobladas	0.55	a	0.65
Zonas residenciales con baja densidad	0.35	a	0.55
Parques, campos de deportes	0.1	a	0.2

Fuente: Normas para Estudios y Diseños de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, en vigencia, 1992.

Cuando sea necesario calcular un coeficiente de escurrimiento

compuesto, basado en porcentajes de diferentes tipos de superficie se podrá utilizar los valores que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4 Valores de C para diversos tipos de superficies

TIPO DE SUPERFICIE	C		
Cubierta metálica o teja vidriada	0,95		
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0,90		
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0,85	a	0,90
Pavimentos de hormigón	0,80	a	0,85
Empedrados (juntas pequeñas)	0,75	a	0,80
Empedrados (juntas ordinarias)	0,40	a	0,50
Pavimentos de macadam	0,25	a	0,60
Superficies no pavimentadas	0,10	a	0,30
Parques y jardines	0,05	a	0,25

Fuente: Normas para Estudios y Diseños de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes, en vigencia, 1992.

2.26.2.11 Período de retorno

El periodo de retorno para el escurrimiento se lo determina en función a la magnitud del drenaje, es decir, si es micro o macro; pero también, en función de la importancia del sector, daños, molestias que puedan ocasionar las inundaciones.

Teniendo en cuenta que la superficie de Eloy Alfaro es pequeña, el periodo de retorno está comprendido dentro de los sistemas de micro drenaje en base a lo expuesto en las normas CPE INEN 5 (1992). Por lo tanto, en este diseño se adopta un periodo de retorno de 25 años considerando las características e importancia del proyecto.

2.26.2.12 Intensidad de precipitación

Para determinar el caudal de máxima crecida o caudal pico en este parámetro se utiliza las ecuaciones de intensidad publicadas por el INAMHI en el año de 1999. Las ecuaciones de intensidad propuestas son:

$$I_{TR} = 56,507 t^{0.2694} Id_{TR}$$

Válidos para tiempo de duración entre 5 min < 20 min

$$I_{TR} = 247,71 t^{0.7621} Id_{TR}$$

Válidos para tiempo de duración entre 20 min < 1440 min

- ITR = Intensidad máxima calculada para el período de retorno considerado.
- t = Tiempo de duración de la lluvia considerado igual al tiempo de concentración.
- IdTR = Intensidad diaria, calculada a partir de las isoyetas trazadas para las cuencas y para los períodos de retorno considerados.

2.26.2.13 Duración de la lluvia

El tiempo de concentración dependerá de la pendiente, de la superficie, del almacenamiento en las depresiones, de la cobertura del suelo, de la lluvia antecedente, de la longitud del escurrimiento, entre otros. Se recomienda que se utilicen valores entre 10 min y 30 min para áreas urbanas en base a lo especificado en el numeral 5.4.2.7 de las normas del CPE INEN 5 (1992). Para el presente diseño se tomará un tiempo de concentración de 15 minutos para tramos iniciales del área de drenaje aguas arriba del colector, más el tiempo de recorrido en el colector.

$$T_c = T_e + T_t$$

En donde:

- T_c = tiempo de concentración
- T_e = tiempo de entrada, T_e = 15 minutos para tramos iniciales T_t = tiempo de recorrido

Para tramos secuenciales, el tiempo de entrada es igual al tiempo de

concentración del tramo anterior.

Al tiempo de recorrido se lo expresa mediante la ecuación recomendada por el Servicio de Conservación de Suelos SCS de Norteamérica.

$$Tt = \frac{L}{60.V_s}$$

En donde:

- L = distancia de recorrido o longitud del tramo
- Vs = velocidad superficial

2.26.2.14 Descarga

La red de alcantarillado pluvial descargará en el río Daule sin recibir ningún tipo de tratamiento tal y como se hace constar en los planos.

2.26.2.15 Acciones consideradas durante la etapa de construcción

Cuando se inicie la etapa de construcción, se intentará realizar las siguientes acciones:

- Limpieza y desbroce del área a tratar.
- Replanteo y nivelación del suelo.
- Excavación del suelo natural a máquina.
- Relleno compactado a máquina con material de mejoramiento.
- Desalojo de material a máquina.
- Ruido y vibraciones por presencia y circulación de maquinaria.
- Construcción de obras de concreto.

CAPÍTULO III

3 DATOS IMPORTANTES E INFORMACIÓN DE LA COMUNIDAD

3.1 Límites del sector a grosso modo

La lotización Eloy Alfaro, pertenece al Cantón Guayaquil, se ubica en el km 20.5 vía Daule, en la provincia del Guayas. El área de estudio limita al este con la Urbanización Ciudad Santiago y al noreste encontramos el río Daule.

3.2 Clima

La lotización Eloy Alfaro tiene una temperatura promedio de 25°C, aproximadamente. Con calor típico del trópico, que se extiende de diciembre a abril; y con el clima seco y un poco más fresco, que va desde mayo a diciembre.

3.3 Estudio Socioeconómico

Para el caso específico de la zona de implantación de un servicio de alcantarillado pluvial, se ha considerado la necesidad de la población para obtener un mejor servicio. Las estructuras poblacionales que se encuentran alrededor del área evidencian una creciente actividad antrópica y, por tanto, se minimiza la sensibilidad del área dado el grado de intervención.

3.3.1 Análisis de Resultados

Estas consideraciones permiten asegurar que no se evidencia la existencia de áreas sensibles desde el punto de vista biológico en el área específica donde se implementará el sistema de alcantarillado pluvial.

CAPÍTULO IV

4 METODOLOGÍA

El desarrollo del presente proyecto de investigación cuenta con dos partes: trabajo en el campo o también llamado trabajo en sitio; y análisis de datos.

4.1 Trabajo en Campo

4.1.1 Reconocimiento de Campo

Al momento de realizar el recorrido, se pudo observar que el área está ubicada sobre una loma. Además, que la mayoría de las viviendas descargan sus aguas residuales directamente a las calles, es decir que el agua que utilizan para sus actividades diarias como: limpieza de pisos, cocina, lavado de ropa, entre otros, se expulsa sin control fuera de sus casas. Esto produce contaminación al suelo y adicional genera malos olores, malestar y enfermedades en los niños.

A esto, se suma que, en temporada de lluvia, la lotización se inunde y se generen lagunas para la incubación de mosquitos. Es así, que este proyecto busca realizar el diseño de alcantarillado pluvial con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la lotización Eloy Alfaro, para que en el futuro cuando llueva se pueda evitar estas inundaciones.

La zona de estudio se encuentra parcialmente lotizada y pertenece a la ciudad de Guayaquil. Cuenta con vías de acceso angostas y están llenas de tierra y piedras, lo cual dificulta el proyecto de alcantarillado pluvial.

4.1.2 Levantamiento Topográfico del Sitio

Los datos topográficos y curvas de nivel fueron obtenidos mediante los softwares de Google Earth y ArcMap. Luego de su análisis, se obtuvo que la topografía de la zona en su totalidad es casi plana, característica de los accidentes fluviales; tiene relieves débiles, colinas de baja altitud que

alcanzan los 50 m de altura; además de cimas casi planas y pequeños escarpes hacia el norte.

4.1.3 Google Earth

Es un software que muestra un globo virtual nos permite visualizar múltiples cartografías, con base en la fotografía satelital, está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por imágenes satelitales, fotografías aéreas, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG de todo el mundo y modelos creados por computadora.



Ilustración 11 Lotización Eloy Alfaro – Google Earth Pro

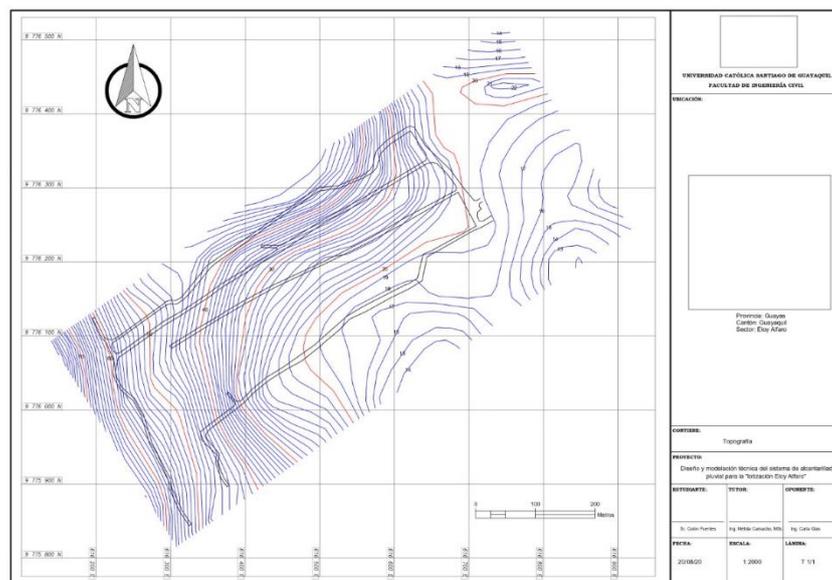


Ilustración 12 Levantamiento Topográfico del Sitio

4.2 Recolección de Datos

Elaboración de censo y encuesta a los habitantes del sector

Para este punto de la investigación se realizaron 250 encuestas como se indican en anexos, las cuales abarcan un valor significativo de la población a diseñar con el fin de determinar la situación actual de los habitantes del sector:

- Cuantas casas se encuentran en la lotización.
- Número de habitantes por vivienda
- Posee servicios básicos.

Como producto de las encuestas realizadas se obtuvieron datos sobre el interés de las personas por la existencia del sistema de alcantarillado pluvial.

Presentación de los datos de la encuesta. Encuesta:

Encuesta realizada a los Habitantes Lotización ELOY ALFARO, perteneciente al Cantón Guayaquil, ubicado en km 20.5 vía Daule, provincia del Guayas.

Objetivo:

Obtener información necesaria de diseño para poder realizar el estudio del Sistema de Alcantarillado Pluvial.

- **Respecto al tipo de vivienda:**

Según los resultados obtenidos el tipo de material que predomina mediante las encuestas en la lotización Eloy Alfaro es de Hormigón con un 98.4% que es un valor de 246 casas y en un segundo lugar están las viviendas de madera con un porcentaje de 1.2% que es el resultado de 3 casas.

Tabla 5: Tipo de vivienda

TIPOS DE VIVIENDA	N°	Porcentaje %
Madera	3	1,2
Caña	1	0,4
Hormigón	246	98,4
Total	250	100%

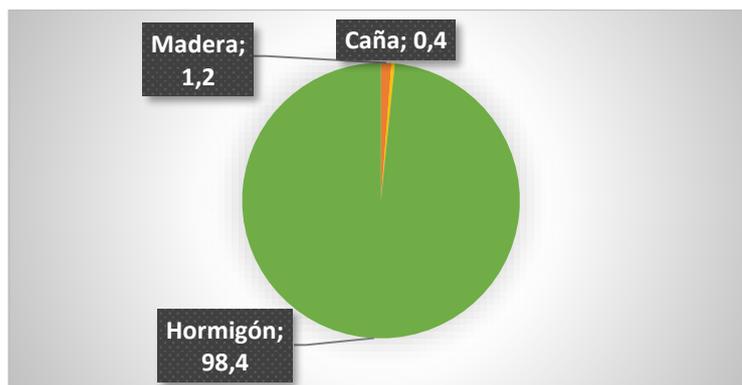


Gráfico 4 Resultados de pregunta 1

Fuente: Autor, 2020.

- **Respecto al Número de familias por vivienda:**

Según los resultados obtenidos mediante las encuestas de la lotización Eloy Alfaro, el número de familias que habitan por vivienda es:

- 1 familia por vivienda; se obtuvo el 98.8%
- 2 familias por vivienda; se obtuvo el 0.8%
- 3 familias por vivienda; se obtuvo el 0.4%

Tabla 6 Familias que habitan por vivienda

FAMILIAS	N°	Porcentaje %
1 familia	247	98,8
2 familia	2	0,8
3 familias	1	0,4
Total	250	100%

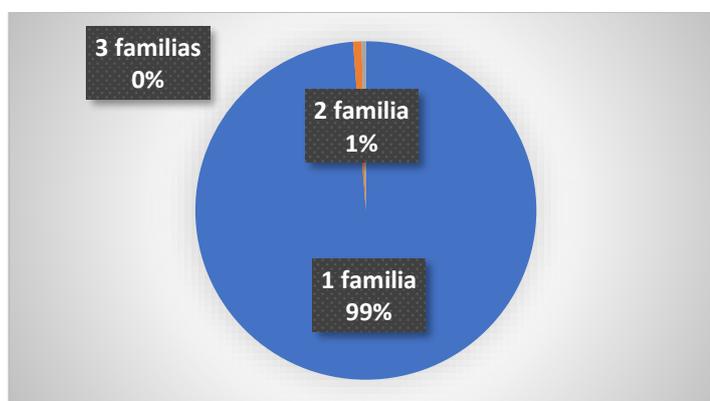


Gráfico 5 Resultados de pregunta 2

Fuente: Autor, 2020.

- **Respecto a la construcción del sistema de alcantarillado pluvial:**

Según los resultados obtenidos mediante las encuestas en la lotización Eloy Alfaro los habitantes si desean en su totalidad la construcción del sistema de alcantarillado pluvial, puesto que los resultados de las encuestas indicaron 100%.

Tabla 7 Desea la construcción del sistema de alcantarillado pluvial

Construcción del Sistema	N°	Porcentaje %
SI	250	100%
NO	0	0%
Total	250	100%

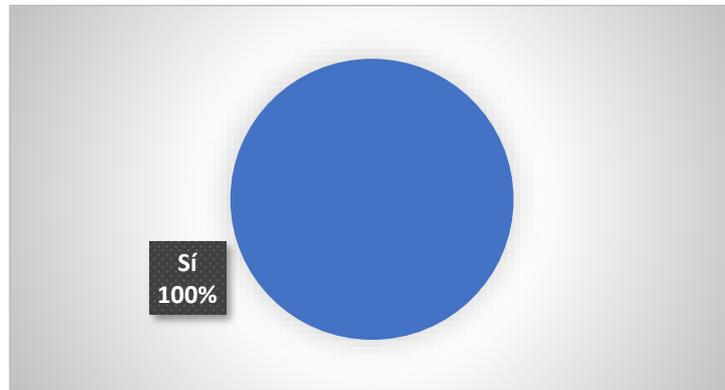


Gráfico 6 Resultados de pregunta 3

Fuente: Autor, 2020.

- **Posesión de la vivienda.**

Según los resultados obtenidos mediante las encuestas en la lotización Eloy Alfaro se obtuvo que las viviendas de los habitantes en su mayoría (99.2%), son propias, solamente el 0.8 % son alquiladas.

Tabla 8 Posesión de la vivienda

Posesión de la Vivienda	N°	Porcentaje %
Propia	248	99,2
Alquilada	2	0,8
Total	250	100%

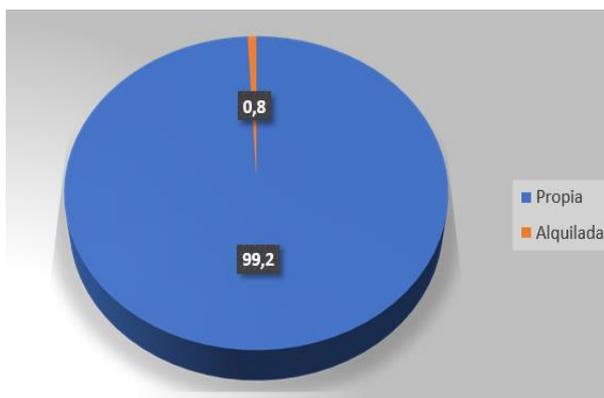


Gráfico 7 Resultados pregunta 4

Fuente: Autor, 2020.

- **Uso de Residencial de las viviendas.**

Según los resultados obtenidos mediante las encuestas en la lotización Eloy Alfaro, el uso que tiene cada lote es institucional y domiciliario, en el proyecto contamos con una unidad educativa, por lo tanto, se debe considerar al momento de realizar el caudal de diseño.

Tabla 9 Uso de Residencia

Uso de Residencia	N°	Porcentaje %
Vivienda	249	99,6
Comercial	0	0%
Institucional	1	0,4
Total	250	100%

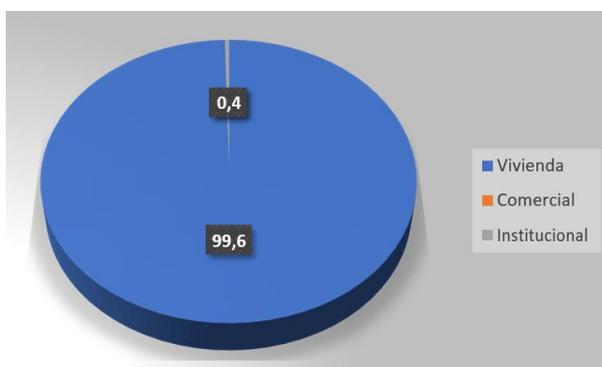


Gráfico 8 Resultado de pregunta 5

Fuente: Autor, 2020.

- **Cuenta con teléfono convencional**

Según los resultados obtenidos mediante las encuestas en la lotización Eloy Alfaro los habitantes en su totalidad si poseen línea telefónica convencional por lo que los resultados de las encuestas indicaron 100%.

Tabla 10 Teléfono convencional

Posee Telf. Convencional	N°	Porcentaje %
Si	250	100%
No	0	0%
Total	250	100%

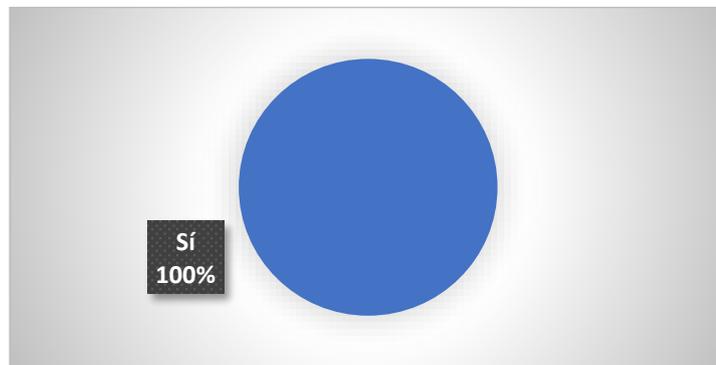


Gráfico 9 Resultado pregunta 6

Fuente: Autor, 2020.

- **Cuenta con servicio teléfono celular**

Según los resultados obtenidos mediante las encuestas en la lotización Eloy Alfaro los habitantes en su totalidad si cuentan con el servicio de teléfono celular por lo que los resultados de las encuestas indicaron 100%.

Tabla 11 Teléfono celular

Posee Telf. Celular	N°	Porcentaje %
Si	250	100%
No	0	0%
Total	250	100%

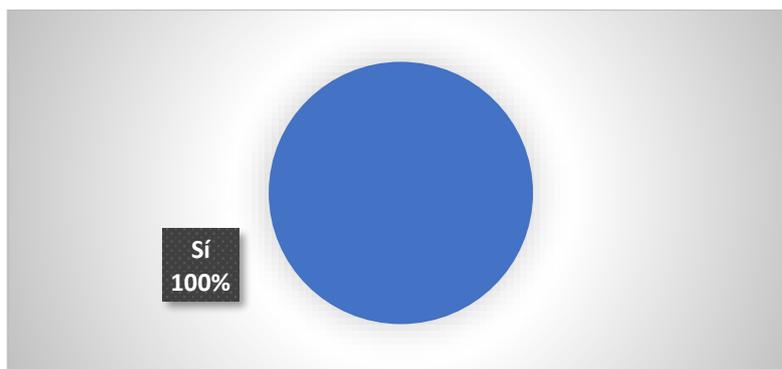


Gráfico 10 Resultado pregunta 7

Fuente: Autor, 2020.

Diagnóstico actual:

- Las viviendas en la lotización Eloy Alfaro son en un 98.4% de Hormigón, es otras palabras, 246 casas; las otras son de 3 de madera y una de caña.
- En la lotización Eloy Alfaro los moradores de 248 viviendas son los propietarios, mientras 2 de los moradores son inquilinos.
- De las encuestas realizadas se obtiene que los habitantes de la lotización Eloy Alfaro desean que se implemente el sistema de alcantarillado pluvial.
- Del número de familias por vivienda, se obtuvo que en 247 casos hay una familia en cada vivienda; en 2 casos estaban dos familias compartiendo el hogar y se presentó solo en un caso que tres familias estén en una sola vivienda.
- Los moradores de la lotización Eloy Alfaro poseen línea telefónica convencional y celular en su totalidad.

CAPÍTULO V

5 DESARROLLO DEL PROYECTO

El proyecto consiste en el dimensionamiento del sistema de alcantarillado pluvial para la lotización “Eloy Alfaro” que se encuentra ubicado en el norte de la ciudad de Guayaquil, en el km 20.5 vía a Daule frente a la Urbanización Ciudad Santiago.

El diseño del sistema de alcantarillado cuenta con el dimensionamiento de red de los colectores primarios, secundarias y cámaras de inspección.

5.1 Periodo del diseño de la red de alcantarillado pluvial

El periodo de diseño a utilizar en el diseño es de 25 años (CPE INEN 5, 1992).

5.2 Población

La población de diseño obtenida para el diseño es de 2500 hab. Este valor se obtuvo mediante visitas de campo y dado que en las encuestas el número de habitantes por lote se asumió de 5 habitantes, se logró obtener la población estimada de diseño.

Tabla 12 Población

Número de viviendas	500
Número promedio de habitantes por vivienda	5
Número de habitantes	2500

Fuente: Autor, 2020.

Para determinar la población futura se utilizó el Método de Crecimiento Geométrico, en donde luego de determinar la tasa de crecimiento y suponiendo que se mantendrá la misma, se obtuvo que la población para el año 2045 de la lotización Eloy Alfaro es de 4207 habitantes aproximadamente.

5.3 Áreas Tributarias

En la tabla se observan los valores correspondientes a las áreas tributarias que se asignaron para cada tramo para poder realizar la modelación, tal y como se detalla en el Plano 12: Sumideros y áreas tributarias (Ver Anexo 1)

Tabla 13 Áreas Tributarias

Pozos de Análisis		Área Propia	Área Acumulada
		ha	ha
A1	A2	0.51	0.51
A2	A3	0.00	0.51
A3	A4	0.00	0.51
A4	A5	0.85	1.36
A5	A6	0.54	1.90
A6	A7	0.00	1.90
A7	A8	0.17	2.07
A8	A9	0.00	2.07
A9	A10	0.45	2.52
A10	A11	0.00	2.52
A11	A12	0.24	2.76
A12	A13	0.00	2.76
A13	B6	0.45	3.21
B1	B2	0.27	0.27
B2	B3	0.23	0.50
B3	B4	0.72	1.22
B4	B5	0.00	1.22
B5	B6	0.32	1.54
B6	B7	0.39	5.14
B7	C7	0.00	5.14
C1	C2	0.61	0.61
C2	C3	0.66	1.27
C3	C4	0.26	1.53
C4	C5	0.87	2.40
C5	C6	0.00	2.40
C6	C7	0.36	2.76
D1	D2	1.33	1.33
D2	D3	0.54	1.87
D3	D4	0.44	2.31
D4	D5	0.53	2.84
D5	D6	1.26	4.10
D6	D7	0.15	4.25
D7	D8	0.40	4.65
C7	D8	0.41	8.31
D8	D9	0.14	13.10
D9	D10	0.02	13.12
D10	D11	0.54	13.66
D11	D12	4.30	17.96
D12	D13	0.00	17.96
D13	Descarga	0.00	17.96
Área total (ha)		17.96	

5.4 Curvas de niveles y Diseño de la red Principal

Una vez que se obtuvo las curvas de nivel mediante el software ArcMap, se procedió a exportar al software AKUA para generar un diseño realista a las condiciones del terreno. El área del proyecto tiene una ventaja favorable para el diseño, lo cual tiene desniveles y pendientes, que de tal manera se inicia de una cota alta a una cota baja de esta manera se evita la sedimentación, lo cual se obtendría una descarga libre por gravedad.

A continuación, se puede observar las curvas de nivel tomada de referencia para la realización del diseño de alcantarillado pluvial.

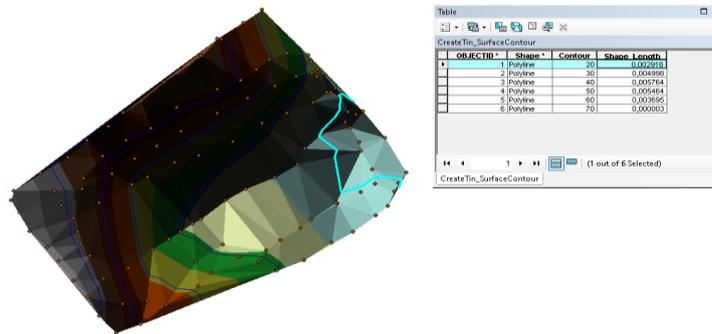


Ilustración 13 Curva de nivel 1

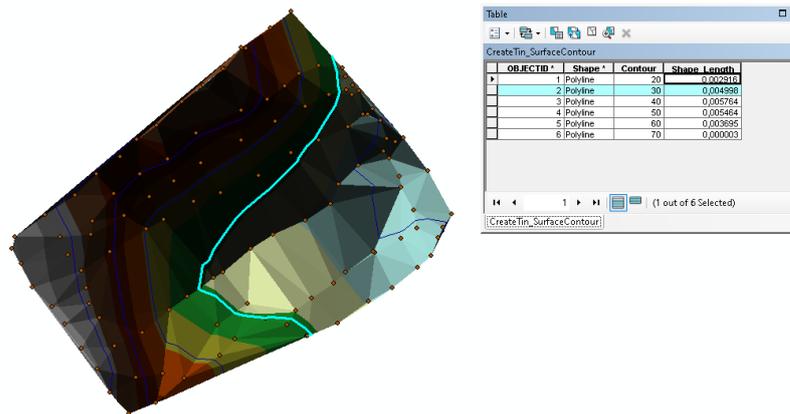
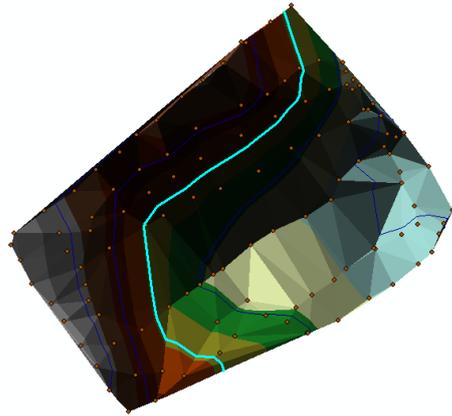
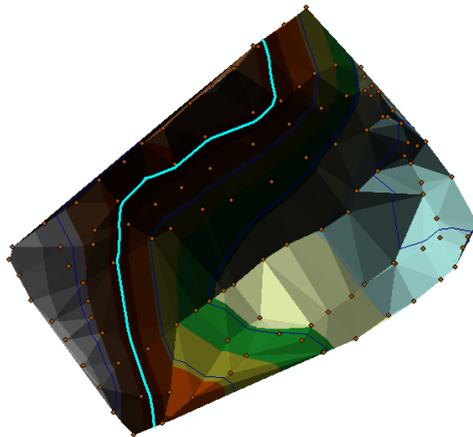


Ilustración 14 Curva de nivel 2



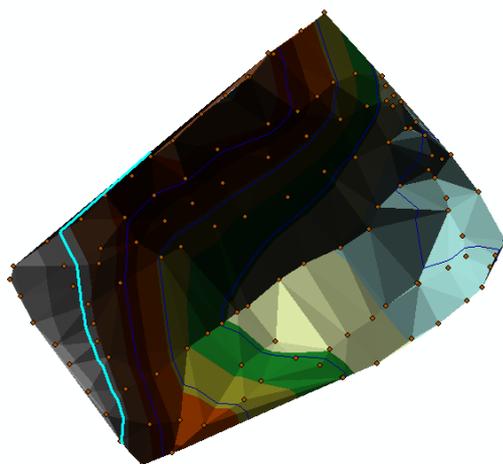
OBJECTID	Shape	Contour	Shape_Length
1	Polyline	20	0.002916
2	Polyline	30	0.004998
3	Polyline	40	0.005764
4	Polyline	50	0.005464
5	Polyline	60	0.003695
6	Polyline	70	0.000003

Ilustración 15 Curva de nivel 3



OBJECTID	Shape	Contour	Shape_Length
1	Polyline	20	0.002916
2	Polyline	30	0.004998
3	Polyline	40	0.005764
4	Polyline	50	0.005464
5	Polyline	60	0.003695
6	Polyline	70	0.000003

Ilustración 16 Curva de nivel 4



OBJECTID	Shape	Contour	Shape_Length
1	Polyline	20	0.002916
2	Polyline	30	0.004998
3	Polyline	40	0.005764
4	Polyline	50	0.005464
5	Polyline	60	0.003695
6	Polyline	70	0.000003

Ilustración 17 Curva de nivel 5

Tabla 14 Curva de niveles

ID		LONGITUD	COTAS				S terreno
TRAMOS		m	Terreno inicial	Invert inicial	Terreno final	Invert final	m/m
A1	A2	12.00	46.75	45.48	45.62	44.35	0.094
A2	A3	10.00	45.62	44.35	45.02	43.75	0.060
A3	A4	55.00	45.02	43.65	40.90	39.53	0.075
A4	A5	100.00	40.90	39.53	42.52	39.13	-0.016
A5	A6	81.00	42.52	39.08	45.75	38.84	-0.040
A6	A7	27.00	45.75	38.82	42.85	38.55	0.107
A7	A8	36.00	42.85	37.99	37.55	35.83	0.147
A8	A9	12.00	37.55	35.34	36.34	34.26	0.101
A9	A10	9.00	36.34	34.26	35.76	33.68	0.064
A10	A11	19.00	35.76	33.68	35.02	32.94	0.039
A11	A12	19.00	35.02	31.42	31.49	27.89	0.186
A12	A13	36.50	31.49	26.77	23.78	19.07	0.211
A13	B6	49.20	23.78	19.07	22.46	17.74	0.027
B1	B2	78.00	45.56	44.59	36.78	35.78	0.113
B2	B3	100.00	36.78	35.78	33.18	32.18	0.036
B3	B4	76.00	33.18	31.95	35.55	31.65	-0.031
B4	B5	74.00	35.55	31.27	31.50	27.20	0.055
B5	B6	76.00	31.50	26.53	22.46	17.49	0.119
B6	B7	30.00	22.46	17.26	21.43	16.24	0.034
B7	C7	28.15	21.43	15.68	20.19	14.44	0.044
C1	C2	100.00	45.69	44.32	32.10	30.72	0.136
C2	C3	56.00	32.10	30.66	27.73	26.29	0.078
C3	C4	80.00	27.73	26.29	24.77	23.33	0.037
C4	C5	60.00	24.77	23.33	25.56	23.15	-0.013
C5	C6	67.00	25.56	22.97	23.98	21.36	0.024
C6	C7	77.00	23.98	21.01	20.19	17.24	0.049
D1	D2	60.00	45.31	44.05	31.25	30.01	0.234
D2	D3	48.00	31.25	30.01	23.49	22.23	0.162
D3	D4	61.00	23.49	22.23	20.13	18.88	0.055
D4	D5	79.00	20.13	18.88	17.91	16.67	0.028
D5	D6	110.00	17.91	16.27	18.18	16.00	-0.002
D6	D7	33.00	18.18	15.89	19.00	15.82	-0.025
D7	D8	85.00	19.00	15.75	19.56	15.58	-0.007
C7	D8	56.00	20.19	14.44	19.56	13.82	0.011
D8	D9	18.00	19.56	13.47	19.05	13.22	0.028
D9	D10	45.00	19.05	13.13	17.48	12.50	0.035
D10	D11	52.30	17.48	12.34	15.20	11.56	0.044
D11	D12	45.00	15.20	10.98	12.72	9.86	0.055
D12	D13	32.00	12.72	9.86	12.50	9.57	0.007
D13	Descarga	80.00	12.50	9.34	12.00	8.62	0.006

5.5 Dimensionamiento y Modelación.

Para el dimensionamiento y la modelación del sistema de alcantarillado pluvial se usaron los mismos criterios de diseño del cual se habla en el capítulo 2, presentados en la siguiente Hoja de Excel y software Akua, siendo estas las herramientas de diseño utilizadas. (Ver Anexo 1)

5.5.1 Determinación del caudal de diseño

Para la determinación del caudal de diseño se usó el método racional de acuerdo a la norma 5.4.2 de CPE INEN 5 (1992), el cual se describe en el capítulo 2.26.2.9.

La siguiente tabla 16 contiene datos que se necesitan para obtener el caudal de diseño de cada tramo, como el área de la cuenca el cual se obtuvo con la ayuda del software Akua y el coeficiente de escurrimiento que se lo obtiene de las tablas de acuerdo a la norma como indica en el capítulo 2.26.2.10, para este proyecto de titulación el coeficiente de escurrimiento es 0,65. Mientras que, para la intensidad de la lluvia se utilizó la fórmula descrita en el manual de Interagua vigente del 2013, la misma que se muestra a continuación:

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

Donde:

c, e y f: son coeficientes de parametrización para los diferentes periodos de retorno.

d: es la duración de la lluvia.

T: Frecuencia de diseño.

Para este proyecto de titulación se utilizó la frecuencia de diseño de 3 años, para lo cual se realizó una interpolación para obtener los coeficientes de los periodos de retorno, mientras que la duración de la lluvia se la calcula como indica el capítulo 2.26.2.13.

Tabla 15: Parámetros c, e y f para el cálculo de Intensidad de Lluvia (INTERAGUA, 2013)

T (años)	2	5	10	25	50	100
c	742.53	570.75	521.00	486.47	471.72	463.15
e	0.63	0.50	0.45	0.40	0.37	0.35
f	5.47	2.35	1.49	0.88	0.59	0.38

Tabla 16 Determinación del caudal de diseño en cada tramo.

Pozos de Análisis		Área Propia	Área Acumulada	Longitud	Longitud Acumulada	Tiempo Inicial	V prueba	Tiempo de Recorrido 1	Tiempo de Concentración	Intensidad	Qt	Caudal de Diseño
		ha	ha	m	m	min	m/s	min	min	mm/h	m3/s	m3/s
A1	A2	0.51	0.51	12.00	12.00	10.00	3.55	0.06	10.06	82.53	0.08	0.08
A2	A3	0.00	0.51	10.00	22.00	10.06	3.00	0.06	10.11	82.40	0.08	0.08
A3	A4	0.00	0.51	55.00	77.00	10.11	3.25	0.28	10.39	81.78	0.08	0.08
A4	A5	0.85	1.36	100.00	177.00	10.39	1.36	1.23	11.62	79.26	0.19	0.19
A5	A6	0.54	1.90	81.00	258.00	11.62	1.32	1.02	12.64	77.34	0.27	0.27
A6	A7	0.00	1.90	27.00	285.00	12.64	2.09	0.22	12.86	76.96	0.26	0.26
A7	A8	0.17	2.07	36.00	321.00	12.86	4.09	0.15	13.00	76.70	0.29	0.29
A8	A9	0.00	2.07	12.00	333.00	13.00	4.77	0.04	13.05	76.63	0.29	0.29
A9	A10	0.45	2.52	9.00	342.00	13.05	4.41	0.03	13.08	76.57	0.35	0.35
A10	A11	0.00	2.52	19.00	361.00	13.08	3.71	0.09	13.17	76.42	0.35	0.35
A11	A12	0.24	2.76	19.00	380.00	13.17	6.61	0.05	13.21	76.34	0.38	0.38
A12	A13	0.00	2.76	36.50	416.50	13.21	6.89	0.09	13.30	76.19	0.38	0.38
A13	B6	0.45	3.21	49.20	465.70	13.30	3.43	0.24	13.54	75.79	0.44	0.44
B1	B2	0.27	0.27	78.00	78.00	10.00	3.18	0.41	10.41	81.75	0.04	0.04
B2	B3	0.23	0.50	100.00	178.00	10.41	2.44	0.68	11.09	80.31	0.07	0.07
B3	B4	0.72	1.22	76.00	254.00	11.09	1.32	0.96	12.05	78.43	0.17	0.17
B4	B5	0.00	1.22	74.00	328.00	12.05	3.47	0.36	12.41	77.77	0.17	0.17
B5	B6	0.32	1.54	76.00	404.00	12.41	4.95	0.26	12.66	77.31	0.22	0.22
B6	B7	0.39	5.14	30.00	899.70	13.54	4.22	0.12	13.66	75.59	0.70	0.70
B7	C7	0.00	5.14	28.15	927.85	13.66	4.64	0.10	13.76	75.42	0.70	0.70
C1	C2	0.61	0.61	100.00	100.00	10.00	4.25	0.39	10.39	81.79	0.09	0.09
C2	C3	0.66	1.27	56.00	156.00	10.39	4.12	0.23	10.62	81.30	0.19	0.19
C3	C4	0.26	1.53	80.00	236.00	10.62	3.25	0.41	11.03	80.44	0.22	0.22
C4	C5	0.87	2.40	60.00	296.00	11.03	1.42	0.70	11.73	79.04	0.34	0.34
C5	C6	0.00	2.40	67.00	363.00	11.73	3.06	0.36	12.10	78.34	0.34	0.34
C6	C7	0.36	2.76	77.00	440.00	12.10	4.10	0.31	12.41	77.76	0.39	0.39
D1	D2	1.33	1.33	60.00	60.00	10.00	6.32	0.16	10.16	82.30	0.20	0.20
D2	D3	0.54	1.87	48.00	108.00	10.16	5.98	0.13	10.29	82.00	0.28	0.28
D3	D4	0.44	2.31	61.00	169.00	10.29	4.21	0.24	10.53	81.48	0.34	0.34
D4	D5	0.53	2.84	79.00	248.00	10.53	3.44	0.38	10.92	80.67	0.41	0.41
D5	D6	1.26	4.10	110.00	358.00	10.92	1.51	1.21	12.13	78.28	0.58	0.58
D6	D7	0.15	4.25	33.00	391.00	12.13	1.39	0.40	12.53	77.55	0.60	0.60
D7	D8	0.40	4.65	85.00	476.00	12.53	1.41	1.00	13.53	75.80	0.64	0.64
C7	D8	0.41	8.31	56.00	1423.85	13.76	3.11	0.30	14.06	74.93	1.13	1.13
D8	D9	0.14	13.10	18.00	1917.85	14.06	3.76	0.08	14.14	74.80	1.77	1.77
D9	D10	0.02	13.12	45.00	1962.85	14.14	3.76	0.20	14.34	74.49	1.77	1.77
D10	D11	0.54	13.66	52.30	2015.15	14.34	3.90	0.22	14.56	74.14	1.83	1.83
D11	D12	4.30	17.96	45.00	2060.15	14.56	5.04	0.15	14.71	73.91	2.40	2.40
D12	D13	0.00	17.96	32.00	2092.15	14.71	3.48	0.15	14.87	73.67	2.39	2.39
D13	Descarga	0.00	17.96	80.00	2172.15	14.87	3.47	0.38	15.25	73.09	2.37	2.37

5.5.2 Dimensionamiento de tubería

Cabe recordar como indica en el capítulo 2.26.2.2 según la norma CPE INEN 5 (1992), el diámetro mínimo es de 0,25m.

Para obtener la dimensión de la tubería necesaria para cada tramo se utiliza la fórmula de Manning considerando que esta sea a sección llena.

$$D = \left[\frac{3.21 Q n}{S^{\frac{1}{2}}} \right]^{\frac{3}{8}}$$

Donde:

D: Diámetro teórico (m).

Q: Caudal de diseño (m³/s).

S: Pendiente (m/m).

n: Coeficiente de rugosidad de Manning. En este proyecto de titulación n=0.013.

En la siguiente tabla 17 podemos observar las dimensiones requeridas de la tubería para cada tramo y la que se eligió.

Tabla 17 Dimensiones de tubería.

Pozos de Análisis		Cota Terreno inicial	Cota Terreno final	S terreno	S	D diseño	D interno tabla	D Nominal	D interno elegido	S mínima	Espesor
				m/m	m/m	m	m	m	m	m/m	m
A1	A2	46.746	45.623	0.094	0.094	0.181	0.25	0.28	0.25	0.002	0.02
A2	A3	45.623	45.023	0.060	0.060	0.196	0.25	0.28	0.25	0.002	0.02
A3	A4	45.023	40.897	0.075	0.075	0.188	0.25	0.28	0.25	0.002	0.02
A4	A5	40.897	42.515	-0.016	0.004	0.463	0.50	0.54	0.50	0.001	0.02
A5	A6	42.515	45.751	-0.040	0.003	0.549	0.60	0.65	0.60	0.001	0.03
A6	A7	45.751	42.854	0.107	0.010	0.437	0.50	0.65	0.60	0.001	0.03
A7	A8	42.854	37.554	0.147	0.060	0.322	0.36	0.65	0.60	0.001	0.03
A8	A9	37.554	36.339	0.101	0.090	0.299	0.30	0.65	0.60	0.001	0.03
A9	A10	36.339	35.761	0.064	0.064	0.343	0.36	0.65	0.60	0.001	0.03
A10	A11	35.761	35.023	0.039	0.039	0.376	0.40	0.65	0.60	0.001	0.03
A11	A12	35.023	31.488	0.186	0.186	0.290	0.30	0.65	0.60	0.001	0.03
A12	A13	31.488	23.778	0.211	0.211	0.283	0.30	0.65	0.60	0.001	0.03
A13	B6	23.778	22.458	0.027	0.027	0.439	0.50	0.65	0.60	0.001	0.03
B1	B2	45.556	36.775	0.113	0.113	0.137	0.25	0.280	0.25	0.002	0.02
B2	B3	36.775	33.175	0.036	0.036	0.212	0.25	0.280	0.25	0.002	0.02
B3	B4	33.175	35.545	-0.031	0.004	0.443	0.50	0.540	0.50	0.001	0.02
B4	B5	35.545	31.500	0.055	0.055	0.270	0.30	0.540	0.50	0.001	0.02
B5	B6	31.500	22.458	0.119	0.119	0.254	0.30	0.540	0.50	0.001	0.02
B6	B7	22.458	21.429	0.034	0.034	0.501	0.60	0.650	0.60	0.001	0.03
B7	C7	21.429	20.189	0.044	0.044	0.477	0.50	0.650	0.60	0.001	0.03
C1	C2	45.689	32.102	0.136	0.136	0.179	0.25	0.280	0.25	0.002	0.02
C2	C3	32.102	27.728	0.078	0.078	0.261	0.30	0.335	0.30	0.002	0.02
C3	C4	27.728	24.771	0.037	0.037	0.321	0.36	0.400	0.36	0.002	0.02
C4	C5	24.771	25.564	-0.013	0.003	0.604	0.70	0.760	0.70	0.001	0.03
C5	C6	25.564	23.975	0.024	0.024	0.408	0.50	0.760	0.70	0.001	0.03
C6	C7	23.975	20.189	0.049	0.049	0.375	0.40	0.760	0.70	0.001	0.03
D1	D2	45.312	31.245	0.234	0.234	0.217	0.25	0.280	0.25	0.002	0.02
D2	D3	31.245	23.487	0.162	0.162	0.264	0.30	0.335	0.30	0.002	0.02
D3	D4	23.487	20.131	0.055	0.055	0.349	0.36	0.440	0.40	0.001	0.02
D4	D5	20.131	17.912	0.028	0.028	0.427	0.50	0.540	0.50	0.001	0.02
D5	D6	17.912	18.177	-0.002	0.003	0.761	0.80	0.975	0.90	0.001	0.04
D6	D7	18.177	19.000	-0.025	0.002	0.802	0.90	0.975	0.90	0.001	0.04
D7	D8	19.000	19.556	-0.007	0.002	0.822	0.90	0.975	0.90	0.001	0.04
C7	D8	20.189	19.556	0.011	0.011	0.740	0.80	0.975	0.90	0.001	0.04
D8	D9	19.556	19.045	0.028	0.014	0.838	0.90	0.975	0.90	0.001	0.04
D9	D10	19.045	17.481	0.035	0.014	0.837	0.90	0.975	0.90	0.001	0.04
D10	D11	17.481	15.195	0.044	0.015	0.837	0.90	0.975	0.90	0.001	0.04
D11	D12	15.195	12.722	0.055	0.025	0.842	0.90	0.975	0.90	0.001	0.04
D12	D13	12.722	12.500	0.007	0.009	1.019	1.20	1.500	1.20	0.001	0.15
D13	Descarga	12.500	12.000	0.006	0.009	1.016	1.20	1.500	1.20	0.001	0.15

Con el diámetro de la tubería que se obtuvo en todos los tramos, según el manual de Interagua para alcantarillado pluvial el sistema debe cumplir una condición, la forma en la cual cumpla con esta condición es por medio del caudal, siempre y cuando:

$$Q / Q_0 \leq 0.85$$

Q= Caudal de diseño

Q₀= Caudal a tubo lleno

Usando la fórmula de Manning como se detalla en el capítulo 2.26.2.3. se obtiene la velocidad a tubo lleno para de esta forma sacar el caudal.

En la siguiente tabla 18 podemos verificar que en todos los tramos se cumple con dicha condición.

Tabla 18 Verificación Q/Q₀≤0.85

Pozos de Análisis		D interno elegido	Q ₀	V ₀	Rho	Q/Q ₀	Condición
		m	m ³ /s	m/s	m		Q/Q ₀ ≤0.85
A1	A2	0.25	0.18	3.71	0.06	0.42	OK
A2	A3	0.25	0.15	2.97	0.06	0.52	OK
A3	A4	0.25	0.16	3.32	0.06	0.47	OK
A4	A5	0.50	0.24	1.22	0.13	0.82	OK
A5	A6	0.60	0.34	1.19	0.15	0.79	OK
A6	A7	0.60	0.61	2.17	0.15	0.43	OK
A7	A8	0.60	1.50	5.32	0.15	0.19	OK
A8	A9	0.60	1.84	6.51	0.15	0.16	OK
A9	A10	0.60	1.55	5.49	0.15	0.22	OK
A10	A11	0.60	1.21	4.29	0.15	0.29	OK
A11	A12	0.60	2.65	9.37	0.15	0.14	OK
A12	A13	0.60	2.82	9.98	0.15	0.13	OK
A13	B6	0.60	1.01	3.57	0.15	0.44	OK
B1	B2	0.25	0.20	4.07	0.06	0.20	OK
B2	B3	0.25	0.11	2.30	0.06	0.64	OK
B3	B4	0.50	0.24	1.22	0.13	0.72	OK
B4	B5	0.50	0.89	4.51	0.13	0.19	OK
B5	B6	0.50	1.30	6.63	0.13	0.17	OK
B6	B7	0.60	1.13	4.00	0.15	0.62	OK
B7	C7	0.60	1.29	4.56	0.15	0.54	OK
C1	C2	0.25	0.22	4.47	0.06	0.41	OK
C2	C3	0.30	0.27	3.82	0.08	0.69	OK
C3	C4	0.36	0.31	2.99	0.09	0.71	OK
C4	C5	0.70	0.51	1.32	0.18	0.68	OK
C5	C6	0.70	1.43	3.73	0.18	0.24	OK
C6	C7	0.70	2.05	5.33	0.18	0.19	OK
D1	D2	0.25	0.29	5.86	0.06	0.69	OK
D2	D3	0.30	0.39	5.51	0.08	0.71	OK
D3	D4	0.40	0.49	3.89	0.10	0.70	OK
D4	D5	0.50	0.63	3.22	0.13	0.66	OK
D5	D6	0.90	0.91	1.42	0.23	0.64	OK
D6	D7	0.90	0.81	1.27	0.23	0.74	OK
D7	D8	0.90	0.81	1.27	0.23	0.79	OK
C7	D8	0.90	1.90	2.98	0.23	0.59	OK
D8	D9	0.90	2.14	3.37	0.23	0.83	OK
D9	D10	0.90	2.14	3.37	0.23	0.82	OK
D10	D11	0.90	2.22	3.49	0.23	0.83	OK
D11	D12	0.90	2.86	4.50	0.23	0.84	OK
D12	D13	1.20	3.70	3.27	0.30	0.65	OK
D13	Descarga	1.20	3.70	3.27	0.30	0.64	OK

5.5.3 Velocidades

La velocidad mínima que puede recorrer por el sistema de alcantarillado pluvial según el manual de Interagua será de 0.7 m/s en los colectores secundarios y 0.9 m/s en los principales, hay excepciones cuando se puedan producir arrastres excesivos, por lo que Interagua podría exigir una velocidad mínima de 1 m/s.

La velocidad máxima aceptables en el sistema de alcantarillado pluvial según el manual de Interagua será en función del material de las tuberías o del fabricante.

Según el manual de Interagua, el sistema cuenta con el sistema de autolimpieza por lo cual debe verificarse en cada tramo, este se verifica por medio del criterio del esfuerzo cortante medio, siendo este mayor a 0.3 kg/m^2 en el cálculo del caudal de diseño y a su vez debe ser mayor a 0.15 kg/m^2 para el 10% de la capacidad de tubo lleno.

La siguiente tabla 19 muestra como cumple con las condiciones de velocidad máxima y mínima necesarias para que el sistema cuente autolimpieza y esté libre de erosión, según el manual de Interagua.

Tabla 19 Condiciones necesarias por velocidad.

Pozos de Análisis		Tiempo de Recorrido 1	v/Vo	d/D	Rh/Rho	v real	Vprueba	Tiempo de Recorrido 2	Condición	Condición	Condición
		min				m/s	m/s	min	$0.9(tr1/tr2) \leq 1.1$	Vmín ≥ 0.7 m/s	Vmáx ≤ 5 m/s
A1	A2	0.06	0.96	0.45	0.94	3.55	3.55	0.06	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
A2	A3	0.06	1.01	0.51	1.01	3.00	3.00	0.06	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
A3	A4	0.28	0.98	0.48	0.98	3.27	3.25	0.28	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
A4	A5	1.23	1.12	0.69	1.18	1.36	1.36	1.23	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
A5	A6	1.02	1.11	0.67	1.17	1.32	1.32	1.02	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
A6	A7	0.22	0.96	0.46	0.94	2.09	2.09	0.22	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
A7	A8	0.15	0.77	0.30	0.68	4.09	4.09	0.15	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
A8	A9	0.04	0.73	0.27	0.63	4.77	4.77	0.04	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
A9	A10	0.03	0.80	0.32	0.72	4.41	4.41	0.03	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
A10	A11	0.09	0.87	0.37	0.81	3.71	3.71	0.09	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
A11	A12	0.05	0.71	0.25	0.59	6.61	6.61	0.05	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
A12	A13	0.09	0.69	0.24	0.57	6.89	6.89	0.09	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
A13	B6	0.24	0.97	0.46	0.95	3.45	3.43	0.24	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
B1	B2	0.41	0.78	0.30	0.69	3.18	3.18	0.41	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
B2	B3	0.68	1.06	0.58	1.09	2.44	2.44	0.68	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
B3	B4	0.96	1.09	0.63	1.14	1.32	1.32	0.96	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
B4	B5	0.36	0.77	0.30	0.68	3.47	3.47	0.36	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
B5	B6	0.26	0.75	0.28	0.64	4.95	4.95	0.26	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
B6	B7	0.12	1.05	0.57	1.08	4.22	4.22	0.12	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
B7	C7	0.10	1.02	0.52	1.03	4.64	4.64	0.10	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
C1	C2	0.39	0.95	0.45	0.93	4.25	4.25	0.39	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
C2	C3	0.23	1.08	0.61	1.12	4.12	4.12	0.23	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
C3	C4	0.41	1.09	0.62	1.13	3.25	3.25	0.41	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
C4	C5	0.70	1.08	0.60	1.11	1.42	1.42	0.70	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
C5	C6	0.36	0.82	0.33	0.75	3.06	3.06	0.36	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
C6	C7	0.31	0.77	0.30	0.68	4.10	4.10	0.31	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
D1	D2	0.16	1.08	0.61	1.12	6.32	6.32	0.16	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
D2	D3	0.13	1.09	0.62	1.13	5.98	5.98	0.13	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
D3	D4	0.24	1.08	0.62	1.13	4.21	4.21	0.24	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
D4	D5	0.38	1.07	0.59	1.10	3.44	3.44	0.38	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
D5	D6	1.21	1.06	0.58	1.09	1.51	1.51	1.21	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
D6	D7	0.40	1.09	0.64	1.15	1.39	1.39	0.40	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
D7	D8	1.00	1.11	0.67	1.17	1.41	1.41	1.00	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
C7	D8	0.30	1.04	0.55	1.06	3.11	3.11	0.30	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
D8	D9	0.08	1.12	0.70	1.18	3.76	3.76	0.08	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
D9	D10	0.20	1.12	0.69	1.18	3.76	3.76	0.20	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
D10	D11	0.22	1.12	0.70	1.18	3.90	3.90	0.22	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
D11	D12	0.15	1.12	0.70	1.19	5.04	5.04	0.15	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
D12	D13	0.15	1.06	0.59	1.10	3.48	3.48	0.15	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión
D13	Descarga	0.38	1.06	0.58	1.09	3.47	3.47	0.38	OK	Cumple Autolimpieza	No hay Erosión

5.5.4 Pendientes

La pendiente necesaria la determina la velocidad. Se debe tener en cuenta que en el diseño de canales o de las estructuras complementarias no se generen flujos críticos. Esto tiende a que se pueda evitar el cambio en el estado del flujo en el canal, ya que estos cambios pueden generar represamientos o inconvenientes. En caso del régimen supercrítico se necesita un estudio de las condiciones hidráulicas hasta la entrega final mediante estructuras de disipación o similares. (Interagua, 2015)

El número de Froude es un parámetro adimensional que caracteriza al flujo a superficie libre que es igual a la fuerza predominante sobre el escurrimiento que es la fuerza de gravedad.

$$Fr = \frac{V}{(g A/Bs)^{\frac{1}{2}}}$$

Donde:

V es la velocidad real del agua para el tubo parcialmente lleno (m/s).

g es la aceleración de la gravedad (9,8 m/s²).

A es el área transversal mojada de la sección del conducto (m²).

Bs es el ancho superficial (m).

Los tipos de flujo se verifican mediante los siguientes parámetros:

F<1: cuando el flujo es subcrítico, lo que indica que cualquier modificación que se le produzca a la sección transversal del escurrimiento, o un cambio ya sea aumentando o disminuyendo en corte o planta hará una elevación o una depresión y afectara propagándose hacia aguas arriba.

F=1: cuando el flujo es crítico, esto produce una inestabilidad en la superficie libre lo que hace consecuente la formación de ondulaciones del mismo.

F>1: cuando el flujo es supercrítico también llamado de alta velocidad, lo que indica que cualquier modificación que se le produzca a la sección transversal

del escurrimiento, o un cambio ya sea aumentando o disminuyendo en corte o planta hará una elevación o una depresión y afectara propagándose hacia aguas abajo.

Tabla 20 Revisión número de Froude.

Pozos de Análisis		H	Número de Froude (NF)	
A1	A2	0.087	3.85	Flujo Supercrítico
A2	A3	0.101	3.01	Flujo Supercrítico
A3	A4	0.094	3.41	Flujo Supercrítico
A4	A5	0.312	0.78	Flujo Subcrítico
A5	A6	0.357	0.71	Flujo Subcrítico
A6	A7	0.211	1.45	Flujo Supercrítico
A7	A8	0.128	3.66	Flujo Supercrítico
A8	A9	0.116	4.47	Flujo Supercrítico
A9	A10	0.139	3.78	Flujo Supercrítico
A10	A11	0.164	2.93	Flujo Supercrítico
A11	A12	0.108	6.43	Flujo Supercrítico
A12	A13	0.104	6.84	Flujo Supercrítico
A13	B6	0.215	2.38	Flujo Supercrítico
B1	B2	0.055	4.34	Flujo Supercrítico
B2	B3	0.120	2.25	Flujo Supercrítico
B3	B4	0.269	0.81	Flujo Subcrítico
B4	B5	0.106	3.40	Flujo Supercrítico
B5	B6	0.100	5.00	Flujo Supercrítico
B6	B7	0.280	2.55	Flujo Supercrítico
B7	C7	0.250	2.96	Flujo Supercrítico
C1	C2	0.085	4.64	Flujo Supercrítico
C2	C3	0.154	3.35	Flujo Supercrítico
C3	C4	0.193	2.36	Flujo Supercrítico
C4	C5	0.355	0.76	Flujo Subcrítico
C5	C6	0.170	2.37	Flujo Supercrítico
C6	C7	0.149	3.39	Flujo Supercrítico
D1	D2	0.129	5.62	Flujo Supercrítico
D2	D3	0.159	4.79	Flujo Supercrítico
D3	D4	0.209	2.94	Flujo Supercrítico
D4	D5	0.247	2.21	Flujo Supercrítico
D5	D6	0.432	0.73	Flujo Subcrítico
D6	D7	0.498	0.63	Flujo Subcrítico
D7	D8	0.536	0.61	Flujo Subcrítico
C7	D8	0.403	1.56	Flujo Supercrítico
D8	D9	0.570	1.59	Flujo Supercrítico
D9	D10	0.561	1.60	Flujo Supercrítico
D10	D11	0.570	1.65	Flujo Supercrítico
D11	D12	0.579	2.11	Flujo Supercrítico
D12	D13	0.584	1.45	Flujo Supercrítico
D13	Descarga	0.576	1.46	Flujo Supercrítico

5.5.5 Profundidades

Se establecen profundidades mínimas del tope de los conductos debajo de la rasante de las vías que es equivalente a 1m, en el caso de las tuberías de hormigón se debe especificar el tipo de cimentación y clase de tubería por las cargas a la que esta sea sometida. Mientras que las profundidades máximas solo dependerán de la resistencia de la tubería según el material, tipo de tubería y cimentación que se utilice.

Por lo general el alcantarillado pluvial es más profundo que el alcantarillado sanitario. Otro punto importante es cuando se necesiten realizar cruces de tuberías es importante que el tubo superior sea protegido por muros, vigas o anclajes que aporten a que el sistema se mantenga estable.

Tabla 21 Cota de invert y fondo del pozo de inspección.

Pozos de Análisis		Cota Terreno		Cota Lomo		Cota Lamina de Agua		Diametro interno (m)	Cota de Invert		Cota de energía		Cota de Fondo del pozo de inspección
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final	Inicial	Final	
A1	A2	46.75	45.62	45.75	44.62	45.59	44.47	0.25	45.48	44.35	46.24	45.11	1.27
A2	A3	45.62	45.02	44.62	44.02	44.48	43.88	0.25	44.35	43.75	44.94	44.34	1.27
A3	A4	45.02	40.90	43.92	39.79	43.77	39.65	0.25	43.65	39.53	44.32	40.19	1.37
A4	A5	40.90	42.52	40.05	39.65	39.87	39.47	0.50	39.53	39.13	39.97	39.57	1.37
A5	A6	42.52	45.75	39.71	39.46	39.48	39.24	0.60	39.08	38.84	39.57	39.33	3.44
A6	A7	45.75	42.85	39.45	39.18	39.10	38.83	0.60	38.82	38.55	39.32	39.05	6.93
A7	A8	42.85	37.55	38.62	36.46	38.17	36.01	0.60	37.99	35.83	39.02	36.86	4.86
A8	A9	37.55	36.34	35.97	34.89	35.50	34.42	0.60	35.34	34.26	36.66	35.58	2.21
A9	A10	36.34	35.76	34.89	34.31	34.45	33.88	0.60	34.26	33.68	35.44	34.87	2.08
A10	A11	35.76	35.02	34.31	33.56	33.90	33.16	0.60	33.68	32.94	34.60	33.86	2.08
A11	A12	35.02	31.49	32.05	28.51	31.57	28.04	0.60	31.42	27.89	33.80	30.26	3.60
A12	A13	31.49	23.78	27.40	19.69	26.92	19.21	0.60	26.77	19.07	29.34	21.63	4.72
A13	B6	23.78	22.46	19.70	18.37	19.35	18.02	0.60	19.07	17.74	19.96	18.63	4.71
B1	B2	45.56	36.78	44.86	36.04	44.67	35.85	0.25	44.59	35.78	45.18	36.37	0.97
B2	B3	36.78	33.18	36.05	32.45	35.93	32.33	0.25	35.78	32.18	36.23	32.63	0.99
B3	B4	33.18	35.55	32.47	32.17	32.26	31.96	0.50	31.95	31.65	32.35	32.05	1.23
B4	B5	35.55	31.50	31.79	27.72	31.42	27.35	0.50	31.27	27.20	32.03	27.96	4.28
B5	B6	31.50	22.46	27.05	18.01	26.67	17.63	0.50	26.53	17.49	27.92	18.87	4.97
B6	B7	22.46	21.43	17.89	16.87	17.60	16.58	0.60	17.26	16.24	18.51	17.49	5.20
B7	C7	21.43	20.19	16.31	15.07	15.99	14.76	0.60	15.68	14.44	17.09	15.85	5.75
C1	C2	45.69	32.10	44.59	30.99	44.43	30.83	0.25	44.32	30.72	45.35	31.75	1.37
C2	C3	32.10	27.73	30.98	26.61	30.84	26.48	0.30	30.66	26.29	31.71	27.34	1.44
C3	C4	27.73	24.77	26.67	23.71	26.52	23.56	0.36	26.29	23.33	27.05	24.09	1.44
C4	C5	24.77	25.56	24.06	23.88	23.75	23.57	0.70	23.33	23.15	23.86	23.68	1.44
C5	C6	25.56	23.98	23.70	22.09	23.20	21.60	0.70	22.97	21.36	23.68	22.07	2.59
C6	C7	23.98	20.19	21.74	17.97	21.22	17.44	0.70	21.01	17.24	22.07	18.30	2.97
D1	D2	45.31	31.25	44.31	30.27	44.20	30.16	0.25	44.05	30.01	46.24	32.20	1.26
D2	D3	31.25	23.49	30.33	22.55	30.20	22.42	0.30	30.01	22.23	32.02	24.24	1.24
D3	D4	23.49	20.13	22.65	19.30	22.48	19.12	0.40	22.23	18.88	23.38	20.02	1.26
D4	D5	20.13	17.91	19.40	17.19	19.18	16.96	0.50	18.88	16.67	19.78	17.57	1.25
D5	D6	17.91	18.18	17.21	16.93	16.79	16.52	0.90	16.27	16.00	16.91	16.63	1.64
D6	D7	18.18	19.00	16.83	16.76	16.47	16.40	0.90	15.89	15.82	16.56	16.50	2.29
D7	D8	19.00	19.56	16.69	16.52	16.35	16.18	0.90	15.75	15.58	16.45	16.28	3.25
C7	D8	20.19	19.56	15.38	14.76	14.94	14.32	0.90	14.44	13.82	15.43	14.81	5.75
D8	D9	19.56	19.05	14.41	14.16	14.10	13.84	0.90	13.47	13.22	14.72	14.47	6.09
D9	D10	19.05	17.48	14.07	13.44	13.75	13.12	0.90	13.13	12.50	14.37	13.74	5.92
D10	D11	17.48	15.20	13.28	12.49	12.97	12.18	0.90	12.34	11.56	13.69	12.90	5.14
D11	D12	15.20	12.72	11.92	10.79	11.61	10.49	0.90	10.98	9.86	12.91	11.78	4.22
D12	D13	12.72	12.50	11.21	10.92	10.56	10.28	1.20	9.86	9.57	11.18	10.89	2.86
D13	Descarga	12.50	12.00	10.69	9.97	10.04	9.32	1.20	9.34	8.62	10.65	9.93	3.16

5.5.6 Tipo de cámara de inspección

Con los parámetros tomados del manual de Interagua punto número 6.4.1 cámaras de inspección que se puede ver en el anexo 4, se obtienen que tipo de cámara es conveniente en cada tramo de este proyecto de titulación por lo que se adjunta la siguiente tabla.

Tabla 22 Tipos de cámaras de inspección por cada tramo.

Pozos de Análisis		Cota de Fondo del pozo de inspección	Tipo de cámara de inspección
A1	A2	1.27	Tipo I
A2	A3	1.27	Tipo I
A3	A4	1.37	Tipo I
A4	A5	1.37	TIPO II
A5	A6	3.44	Tipo III
A6	A7	6.93	Cámara mayor a 4.75
A7	A8	4.86	Cámara mayor a 4.75
A8	A9	2.21	TIPO II
A9	A10	2.08	TIPO II
A10	A11	2.08	TIPO II
A11	A12	3.60	Tipo III
A12	A13	4.72	Tipo V
A13	B6	4.71	Tipo V
B1	B2	0.97	Tipo I
B2	B3	0.99	Tipo I
B3	B4	1.23	TIPO II
B4	B5	4.28	Tipo IV
B5	B6	4.97	Cámara mayor a 4.75
B6	B7	5.20	Cámara mayor a 4.75
B7	C7	5.75	Cámara mayor a 4.75
C1	C2	1.37	Tipo I
C2	C3	1.44	Tipo I
C3	C4	1.44	Tipo I
C4	C5	1.44	TIPO II
C5	C6	2.59	TIPO II
C6	C7	2.97	Tipo III
D1	D2	1.26	Tipo I
D2	D3	1.24	Tipo I
D3	D4	1.26	Tipo I
D4	D5	1.25	TIPO II
D5	D6	1.64	Tipo III
D6	D7	2.29	Tipo III
D7	D8	3.25	Tipo III
C7	D8	5.75	Cámara mayor a 4.75
D8	D9	6.09	Cámara mayor a 4.75
D9	D10	5.92	Cámara mayor a 4.75
D10	D11	5.14	Cámara mayor a 4.75
D11	D12	4.22	Tipo IV
D12	D13	2.86	Tipo IV
D13	Descarga	3.16	Tipo IV

5.5.6.1 Cámaras de caída

Como indica en el manual de Interagua, cuando la diferencia entre la cota de salida y de llegada del tubo sea superior a 1.20m es necesario el uso de cámaras de caídas. (Ver anexo 4) En la siguiente tabla 23 se verifica por tramo si requiere cámara de caída.

Tabla 23 Verificación por tramo si requiere cámara de caída.

Pozos de Análisis		Cota de Invert		Profundidad a Corona		Caída	Caída respecto a la otra tubería	Cámara de caída
		Inicial	Final	Inicial	Final			
A1	A2	45.48	44.35	1.00	1.01	0.00		No requiere
A2	A3	44.35	43.75	1.01	1.01	0.00		No requiere
A3	A4	43.65	39.53	1.11	1.11	0.10		No requiere
A4	A5	39.53	39.13	0.85	2.86	0.00		No requiere
A5	A6	39.08	38.84	2.81	6.29	0.05		No requiere
A6	A7	38.82	38.55	6.31	3.68	0.02		No requiere
A7	A8	37.99	35.83	4.24	1.10	0.56		No requiere
A8	A9	35.34	34.26	1.59	1.45	0.49		No requiere
A9	A10	34.26	33.68	1.45	1.45	0.00		No requiere
A10	A11	33.68	32.94	1.46	1.46	0.00		No requiere
A11	A12	31.42	27.89	2.98	2.98	1.52		Requiere
A12	A13	26.77	19.07	4.09	4.08	1.12		Requiere
A13	B6	19.07	17.74	4.08	4.09	0.00		No requiere
B1	B2	44.59	35.78	0.70	0.73	0.00		No requiere
B2	B3	35.78	32.18	0.73	0.73	0.00		No requiere
B3	B4	31.95	31.65	0.70	3.38	0.23		No requiere
B4	B5	31.27	27.20	3.76	3.78	0.38		No requiere
B5	B6	26.53	17.49	4.45	4.45	0.67		No requiere
B6	B7	17.26	16.24	4.57	4.56	0.23	0.48	No requiere
B7	C7	15.68	14.44	5.12	5.12	1.56		Requiere
C1	C2	44.32	30.72	1.10	1.11	0.00		No requiere
C2	C3	30.66	26.29	1.12	1.12	0.06		No requiere
C3	C4	26.29	23.33	1.06	1.06	0.00		No requiere
C4	C5	23.33	23.15	0.71	1.68	0.00		No requiere
C5	C6	22.97	21.36	1.86	1.88	0.18		No requiere
C6	C7	21.01	17.24	2.24	2.22	0.35		No requiere
D1	D2	44.05	30.01	1.00	0.97	0.00		No requiere
D2	D3	30.01	22.23	0.92	0.94	0.00		No requiere
D3	D4	22.23	18.88	0.84	0.84	0.00		No requiere
D4	D5	18.88	16.67	0.73	0.72	0.00	0.000	No requiere
D5	D6	16.27	16.00	0.70	1.24	0.40		No requiere
D6	D7	15.89	15.82	1.35	2.24	0.11		No requiere
D7	D8	15.75	15.58	2.31	3.04	0.07		No requiere
C7	D8	14.44	13.82	4.81	4.79	2.80	0.00	Requiere
D8	D9	13.47	13.22	5.15	4.89	2.11	0.35	Requiere
D9	D10	13.13	12.50	4.98	4.04	0.09		No requiere
D10	D11	12.34	11.56	4.20	2.70	0.16		No requiere
D11	D12	10.98	9.86	3.28	1.93	0.58		No requiere
D12	D13	9.86	9.57	1.51	1.58	0.00		No requiere
D13	Descarga	9.34	8.62	1.81	2.03	0.00		No requiere

Las pérdidas mencionadas son válidas en los alineamientos rectos de las conducciones en caso de que no se cumpla esta función, se deberá tener en cuenta las pérdidas por cambio de dirección, como lo dicta el manual de INTERAGUA punto número 6.4.1.2. Por lo cual, en la siguiente tabla 25 se muestran las pérdidas por cambio de dirección:

Tabla 24 Pérdidas por cambio de dirección.

PERDIDAS POR CAMBIO DE DIRECCIÓN								
Pozos de Análisis		D interno tubería	Dp calculado (m)	Dp real	rc	rc/Ds	V prom	Hd (perdida por cambio de dirección) (m)
A1	A2	0.25	0.00	1	0.00	0.00	3.55	0.00
A2	A3	0.25	0.11	1	2.35	9.41	3.28	0.11
A3	A4	0.25	0.09	1	2.84	11.34	3.14	0.03
A4	A5	0.50	0.13	1	3.80	7.60	2.32	0.11
A5	A6	0.60	0.00	1	0.00	0.00	1.34	0.00
A6	A7	0.60	0.30	1	2.01	3.34	1.71	0.01
A7	A8	0.60	0.17	1	3.56	5.93	3.09	0.02
A8	A9	0.60	0.10	1	5.72	9.53	4.43	0.20
A9	A10	0.60	0.20	1	2.99	4.98	4.59	0.05
A10	A11	0.60	0.24	1	2.46	4.10	4.06	0.04
A11	A12	0.60	0.32	1	1.87	3.11	5.16	0.07
A12	A13	0.60	0.15	1	4.07	6.79	6.75	0.93
A13	B6	0.60	1.24	1.5	0.72	1.21	5.17	0.54
B1	B2	0.25	0.00	1	0.00	0.00	3.18	0.00
B2	B3	0.25	0.01	1	28.64	114.58	2.81	0.02
B3	B4	0.50	0.00	1	0.00	0.00	1.88	0.00
B4	B5	0.50	0.03	1	14.32	28.64	2.40	0.01
B5	B6	0.50	0.04	1	11.45	22.90	4.21	0.05
B6	B7	0.60	1.24	1.5	0.72	1.21	4.21	0.36
B7	C7	0.60	0.16	1	3.80	6.33	4.43	0.40
C1	C2	0.25	0.00	1	0.00	0.00	4.25	0.00
C2	C3	0.30	0.01	1	28.64	95.48	4.19	0.04
C3	C4	0.36	0.03	1	14.32	39.34	3.69	0.03
C4	C5	0.70	0.00	1	0.00	0.00	2.34	0.00
C5	C6	0.70	0.04	1	19.09	27.28	2.24	0.01
C6	C7	0.70	0.00	1	0.00	0.00	3.58	0.00
D1	D2	0.25	0.00	1	0.00	0.00	6.32	0.00
D2	D3	0.30	0.03	1	11.45	38.17	6.15	0.10
D3	D4	0.40	0.08	1	5.19	12.98	5.10	0.07
D4	D5	0.50	0.08	1	6.35	12.71	3.83	0.04
D5	D6	0.90	0.19	1	4.76	5.29	2.48	0.02
D6	D7	0.90	0.80	1	1.12	1.25	1.45	0.04
D7	D8	0.90	0.80	1	1.12	1.25	1.40	0.04
C7	D8	0.90	2.00	1.5	0.68	0.75	3.95	0.00
D8	D9	0.90	1.80	1.5	0.75	0.83	2.76	0.00
D9	D10	0.90	1.93	1.5	0.70	0.78	3.76	0.00
D10	D11	0.90	0.00	1	0.00	0.00	3.83	0.00
D11	D12	0.90	2.07	1.5	0.65	0.72	4.47	0.00
D12	D13	1.20	0.53	1	2.26	1.88	4.26	0.18
D13	Descarga	1.20	0.90	1	1.34	1.11	3.48	0.25

5.6 Presupuesto

Los precios unitarios de los rubros de construcción se obtienen en base al análisis y sumatoria de los componentes de costos directos e indirectos. Es así que podemos mencionar que dentro del primer grupo tenemos:

- Equipos y Herramientas
- Mano de Obra de Construcción
- Materiales
- Transporte

Luego tenemos el segundo grupo, los componentes de los costos indirectos, donde se considera:

- Dirección de obra
- Gastos administrativos
- Locales provisionales
- Vehículos
- Servicios públicos
- Garantías o pólizas del seguro
- Seguros
- Costos financieros
- Utilidad

El proyecto está considerado para realizarse en 8 meses.

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA VALORADO													
PRESUPUESTO REFERENCIAL						TIEMPO EN MESES							
Item	Descripción	Unidad	Cant.	P. Unitario	P. Total	1	2	3	4	5	6	7	8
	INSTALACION DE TUBERIAS PARA COLECTORES												
1	PREPARACION DEL SITIO, REPLANTEO DE LA OBRA PARA INSTALACION DE TUBERIAS	ml	2172,15	0,40	868,86	108,60	108,60	108,60	108,60	108,60	108,60	108,60	108,66
2	EXCAVACIÓN A MÁQUINA HASTA 2.00 M DE ALTURA (SPT MENOR O IGUAL A 30)	m3	2049,85	3,14	6436,53	804,56	804,56	804,56	804,56	804,56	804,56	804,56	804,61
3	EXCAVACIÓN A MÁQUINA MAYOR A 2.00 M HASTA 3.50 M DE ALTURA (SPT MENOR O IGUAL A 30)	m3	2712,69	3,38	9168,89	1146,11	1146,11	1146,11	1146,11	1146,11	1146,11	1146,11	1146,12
4	EXCAVACIÓN A MÁQUINA MAYOR A 3.50 M DE ALTURA (SPT MENOR O IGUAL A 30)	m3	3816,90	3,51	13397,32	1674,66	1674,66	1674,66	1674,66	1674,66	1674,66	1674,66	1674,70
5	REPLANTILLO Y RECUBRIMIENTO DE ARENA.	m3	2308,83	26,78	61830,35	7728,80	7728,80	7728,80	7728,80	7728,80	7728,80	7728,80	7728,75
6	RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO.	m3	6584,15	18,7	123123,61	15390,50	15390,50	15390,50	15390,50	15390,50	15390,50	15390,50	15390,11
7	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA DI = 250 MM (DN364) NORMA NTE INEN 2059	m	415,00	36,48	15139,20	1892,40	1892,40	1892,40	1892,40	1892,40	1892,40	2838,60	946,20
8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA DI = 300 MM (DN335) NORMA NTE INEN 2059	m	104,00	36,79	3826,16	478,27	478,27	478,27	478,27	478,27	478,27	717,41	239,14
9	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA DI = 400 MM (DN440) NORMA NTE INEN 2059	m	141,00	71,76	10118,16	1264,77	1264,77	1264,77	1264,77	1264,77	1264,77	1897,16	632,39
10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA DI = 500 MM (DN540) NORMA NTE INEN 2059	m	405,00	108,06	43764,30	5470,54	5470,54	5470,54	5470,54	5470,54	5470,54	8205,80	2735,28
11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA DI= 600 MM (DN650) NORMA NTE INEN 2059	m	346,85	145,22	50369,56	6296,09	6296,09	6296,09	6296,09	6296,09	6296,09	9444,18	3148,84

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA VALORADO													
PRESUPUESTO REFERENCIAL						TIEMPO EN MESES							
Item	Descripción	Unidad	Cant.	P. Unitario	P. Total	1	2	3	4	5	6	7	8
12	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA DI= 700 MM (DN760) NORMA NTE INEN 2059	m	204,00	190,39	38839,56	4854,95	4854,95	4854,95	4854,95	4854,95	4854,95	7282,41	2427,45
13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA DI= 900 MM (DN975) NORMA NTE INEN 2059	m	444,30	312,32	138763,78	17345,47	17345,47	17345,47	17345,47	17345,47	17345,47	26018,20	8672,76
14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE HORMIGÓN DI= 1200 MM NORMA ASTM C-14 E INEN 1591	ml	112,00	493,69	55293,28	6911,66	6911,66	6911,66	6911,66	6911,66	6911,66	10367,49	3455,83
15	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERIA PVC	m	2060,15	2,33	4800,15	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,15
16	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DE TUBERÍA DE HA	m	112,00	6,54	732,48	91,56	91,56	91,56	91,56	91,56	91,56	91,56	91,56
SUBTOTAL					576472,18								
CÁMARAS													
17	EXCAVACIÓN A MÁQUINA HASTA 2.00 M DE ALTURA (SPT MENOR O IGUAL A 30)	m3	70,40	3,14	221,06	31,58	31,58	31,58	31,58	31,58	31,58	15,79	15,79
18	EXCAVACIÓN A MÁQUINA MAYOR A 2.00 M HASTA 3.50 M DE ALTURA (SPT MENOR O IGUAL A 30)	m3	600,31	3,38	2029,05	289,86	289,86	289,86	289,86	289,86	289,86	144,93	144,96
19	EXCAVACIÓN A MÁQUINA MAYOR A 3.50 M DE ALTURA (SPT MENOR O IGUAL A 30)	m3	612,50	3,51	2149,88	307,13	307,13	307,13	307,13	307,13	307,13	153,55	153,55
20	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAMARAS TIPO I DE HORMIGON ARMADO H<2.5 (INC. ENCOFRADO)	u	11,00	1.347,26	14819,86	1852,48	1852,48	1852,48	1852,48	1852,48	1852,48	1852,48	1852,50
21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAMARAS TIPO II DE HORMIGON ARMADO H<3.7 (INC. ENCOFRADO)	u	8,00	3586,06	28688,48	3586,06	3586,06	3586,06	3586,06	3586,06	3586,06	3586,06	3586,06
22	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAMARAS TIPO III DE HORMIGON ARMADO H<4.65 (INC. ENCOFRADO)	u	4,00	8313,66	33254,64	4750,66	4750,66	4750,66	4750,66	4750,66	4750,66	4750,68	

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA VALORADO													
PRESUPUESTO REFERENCIAL						TIEMPO EN MESES							
Item	Descripción	Unidad	Cant.	P. Unitario	P. Total	1	2	3	4	5	6	7	8
23	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAMARAS TIPO III CON CAIDA DE HORMIGON ARMADO H<4.65 (INC. ENCOFRADO)	u	1,00	10212,60	10212,60	2553,15	2553,15	2553,15	2553,15				
24	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAMARAS TIPO IV DE HORMIGON ARMADO (INC. ENCOFRADO)	u	4,00	12729,32	50917,28				10183,46	10183,46	10183,46	10183,46	10183,46
25	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAMARAS TIPO V DE HORMIGON ARMADO (INC. ENCOFRADO)	u	1,00	13715,98	13715,98				2743,20	2743,20	2743,20	2743,20	2743,20
26	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAMARAS TIPO V CON CAIDA DE HORMIGON ARMADO (INC. ENCOFRADO)	u	1,00	15235,14	15235,14				3047,02	3047,02	3047,02	3047,02	3047,06
27	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAMARAS H>4.75 DE HORMIGON ARMADO (INC. ENCOFRADO)	u	7,00	15092,45	105647,14		15092,44	15092,44	15092,44	15092,44	15092,44	15092,44	15092,50
28	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAMARAS H>4.75 CON CAIDA DE HORMIGON ARMADO (INC. ENCOFRADO)	u	3,00	16421,71	49265,12	8210,85	8210,85		8210,85	8210,85		8210,85	8210,87
29	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA DE HD (D600)	u	40,00	220,46	8818,40	1102,30	1102,30	1102,30	1102,30	1102,30	1102,30	1102,30	1102,30
	SUBTOTAL				334974,61								
	SUMIDEROS												
30	EXCAVACIÓN EN TIERRA O CONGLOMERADO A MANO HASTA 1.50 M DE ALTURA (SPT MENOR O IGUAL A 30)	m3	63,04	8,12	511,88		73,13	73,13	73,13	73,13	73,13	73,13	73,10
31	RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO.	m3	13,37	18,7	249,95		35,70	35,70	35,71	35,71	35,71	35,71	35,71
32	HORMIGÓN SIMPLE F'C=210 KG/CM2.	m3	15,18	247,34	3754,03	469,25	469,25	469,25	469,25	469,30	469,25	469,25	469,23
33	ACERO DE REFUERZO EN BARRAS	kg	1051,52	1,57	1650,89	235,84	235,84	235,84	235,84	235,84	235,84	235,85	
34	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REJILLA DE ACERO	u	59,00	22,49	1326,91	165,86	165,86	165,86	165,86	165,86	165,86	165,86	165,89

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA VALORADO													
PRESUPUESTO REFERENCIAL						TIEMPO EN MESES							
Item	Descripción	Unidad	Cant.	P. Unitario	P. Total	1	2	3	4	5	6	7	8
SUBTOTAL					7493,66								
TIRANTES													
35	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC ESTRUCTURADA DI = 250 MM (DN280) NORMA NTE INEN 2059	m	167,02	24,43	4080,30				816,06	816,06	816,06	816,06	816,06
36	EXCAVACIÓN EN TIERRA O CONGLOMERADO A MANO HASTA 1.50 M DE ALTURA (SPT MENOR O IGUAL A 30)	m3	125,27	8,12	1017,15			169,50	169,50	169,50	169,50	169,50	169,65
37	RELLENO COMPACTADO MECÁNICAMENTE CON MATERIAL CASCAJO IMPORTADO.	m3	131,41	18,7	2457,30			409,55	409,55	409,55	409,55	409,55	409,55
SUBTOTAL					7554,75								
MEDIDAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y FACTORES AMBIENTALES													
38	COSTO TOTAL DE SEGURIDAD FISICA, INDUSTRIAL Y SEÑALIZACIÓN DE CONFORMIDAD CON EL MANUAL INTERAGUA.	u	1,00	314,64	314,64	157,30						157,34	
39	SUMINISTRO DE SEÑALIZACIÓN PARA SEGURIDAD INDUSTRIAL	u	0,20	1682,93	336,59	168,59				168,00			
40	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BATERÍA SANITARIA	u	1,00	167,44	167,44				167,44				
41	MONITOREO Y MEDICIÓN DE RUIDO	h	5,00	18,63	93,15	18,63	9,32	9,31	9,31	18,63	9,32	9,31	9,32
42	MONITOREO Y MEDICIÓN DE POLVO PM10 Y PM 2,5	h	5,00	34,90	174,50	21,81	21,81	21,81	21,81	21,81	21,81	21,82	21,82
43	CONTROL DE POLVO (AGUA)	m3	50,00	4,14	207,00	25,88	25,88	25,88	25,88	25,88	25,88	25,88	25,87

PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA VALORADO													
PRESUPUESTO REFERENCIAL						TIEMPO EN MESES							
Item	Descripción	Unidad	Cant.	P. Unitario	P. Total	1	2	3	4	5	6	7	8
44	MONITOREO Y MEDICIÓN DE AIRE NOX, SO2, CO2	h	5,00	43,53	217,65	43,53	21,77	43,53		43,53	21,76	43,53	
45	EVENTOS DE CAPACITACION PARA FISCALIZADORES Y A PERSONAL DEL CONTRATISTA	u	1,00	385,25	385,25	192,62					192,63		
SUBTOTAL					1896,22								
TOTAL					928391,45								
Avance parcial						96242,31	110894,00	103283,95	128408,46	125908,76	117691,41	147831,56	98130,98
Avance parcial %						8,00	10,00	10,00	12,00	15	18	15	12
Avance parcial acumulado						96242,31	207136,31	310420,27	438828,72	564737,49	682428,90	830260,46	928391,45
Avance parcial acumulado %						8,00	18,00	28,00	40,00	55,00	73,00	88,00	100,00

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El proyecto “Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la Lotización Eloy Alfaro, perteneciente al Cantón Guayaquil, ubicado en km. 20.5 vía Daule, Provincia del Guayas”; se refiere a la etapa de construcción. El área de trabajo se ubica en una zona urbana que actualmente forma parte de la expansión urbana de Guayaquil. Así mismo, se puede asegurar que la población de este sector se verá afectada positivamente.

Sobre el diagnóstico de la situación actual en cuanto a servicios básicos y población a considerar, se pudo analizar la percepción social. Siendo así, que se establece la viabilidad del proyecto, tanto en lo ambiental como en lo social, ya que evidentemente mejorará las actuales condiciones de vida con la menor afectación al medio.

En la investigación también se logró delimitar con la aplicación de Google Earth Pro, el área de la zona, lo que, a su vez, ayudó a establecer las vías que se generarán dentro de la lotización. Fue así que se utilizó el software ArcMap para determinar las curvas y niveles y el Software Akua para determinar el diámetro, las longitudes y los caudales; además del terreno inicial, terreno final, invert inicial y final.

Con los datos obtenidos en los programas de ArcMap y Akua se pudo realizar los planos de diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la Lotización Eloy Alfaro. Estos planos, que se elaboraron en el programa AutoCAD, consienten la fabricación de trabajos de drenaje pluvial que consisten en recolección, transporte y deposición de las aguas lluvias a un sistema receptor que se encontrará sobre una zona urbana que cumplirá con la actual norma.

Finalmente, se debe resaltar, que la elaboración del presupuesto es referencial y que se ha considerado las cantidades necesarias para desarrollar la obra, de lo cual se desprendió un Análisis de Precios Unitarios de cada uno de los rubros. Este presupuesto es referencial a este año, y deberá ser actualizado si el proceso de construcción del alcantarillado pluvial no es realizado en este periodo.

La realización del proyecto en la Lotización Eloy Alfaro, es urgente para mejorar las condiciones ambientales, ya que además de la disminución de los índices de enfermedades; se mejoraría las condiciones de vida de los habitantes del sector.

6.2 Recomendaciones

- Que las autoridades de turno realicen de manera urgente la construcción del sistema de alcantarillado pluvial para los habitantes de la lotización Eloy Alfaro, perteneciente al Cantón Guayaquil, ubicado en km. 20.5 vía Daule, Provincia del Guayas.
- Se recomienda que, una vez construido el sistema de alcantarillado pluvial, se debe realizar el mantenimiento periódico de tal manera que funcione adecuadamente.
- Es importante que el Municipio haga un estudio de vías para que se pueda pavimentar las calles de acceso.
- Se recomienda iniciar una campaña informativa para que los habitantes conozcan el trabajo que se va a realizar y puedan tomar las medidas necesarias de prevención y también de movilización.
- Mejorar vías secundarias en las que se pueda transitar con mayor seguridad.
- Los datos topográficos utilizados en este trabajo no son exactos; por lo tanto, se debe realizar una nivelación del terreno para obtener datos reales previos a la construcción de la obra.

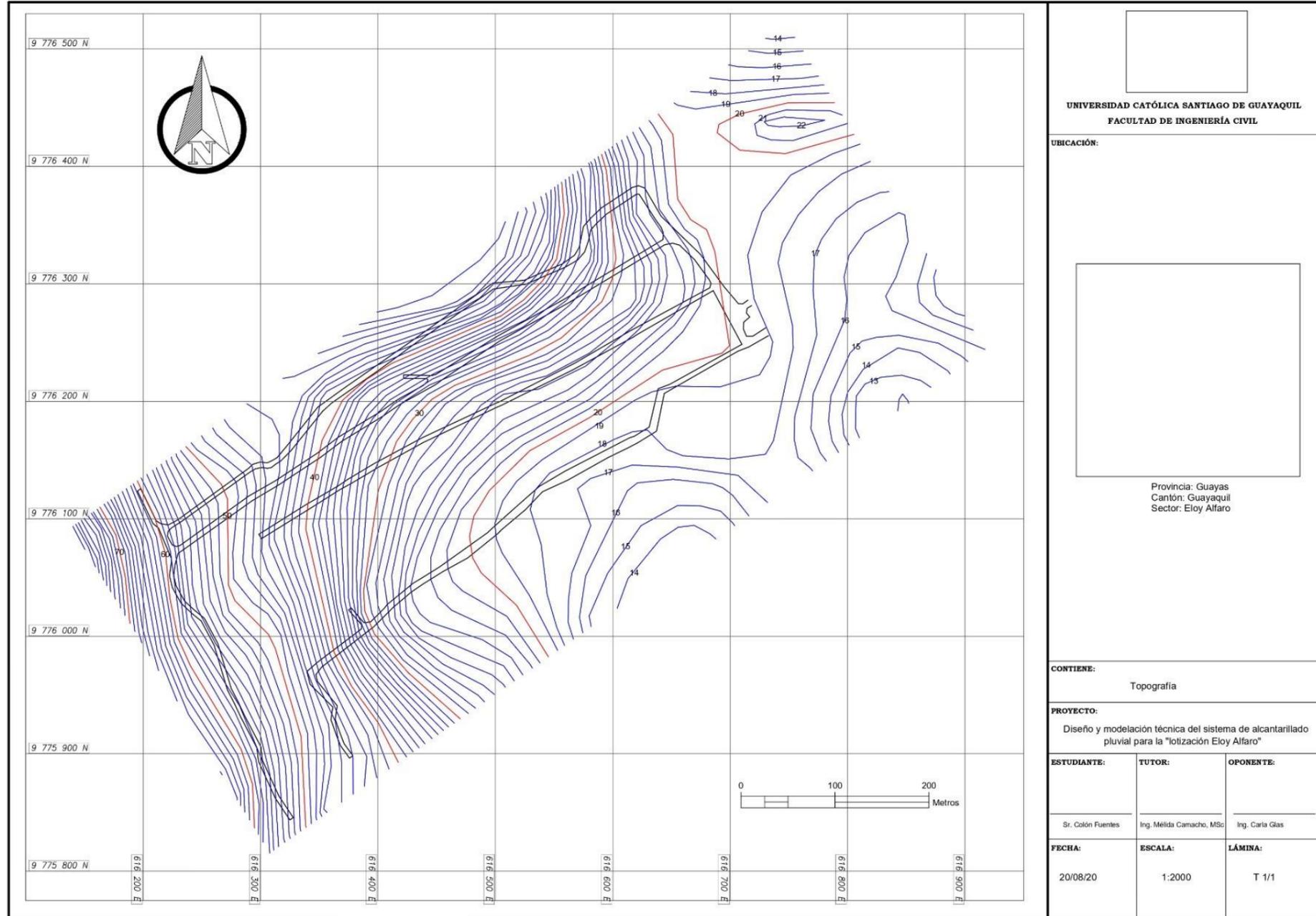
7 BIBLIOGRAFÍA

- Campos, F. R. (2009). Historia del alcantarillado . Academia .
- Campoverde, A. P. (2018). Drenaje Urbano. Obtenido de https://www.academia.edu/20729525/DRENAJE_URBANO
- CONAGUA. (2007). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Obtenido de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/05DatosBasicos.pdf>
- CUALLA, R. A. (1995). ELEMENTOS DE DISEÑOS PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS. En R. L. CUALLA.
- (2016). Cuando se construyeron las primeras alcantarillas de la historia. España.
- Edwards, G. (1987). Addiction, 829-944.
- España, A. (2019). google. Aqua España .
- Guía para el Diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado. (2015). Obtenido de https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/GuiaDisenoHidraulicoRedesAlcantarillado.pdf
- INTERAGUA. (2013). Ajuste y revisión del plan maestro agua potable; alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.
- Interagua. (29 de 04 de 2015). MANUAL DE DISEÑO DE REDES DE ALCANTARILLADO.
- Jaramillo, J., & García, C. (2017). Diseño de alcantarillado pluvial. Manbí.
- López, C. (2017). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Marcano, J. E. (2012). Jmarcano. Obtenido de <https://jmarcano.com:https://jmarcano.com/planeta/hidrologia.html>
- Méndez, X. (2012). Análisis comparativo entre un sistema convencional de alcantarillado pluvial y uno que contenga depósitos de regulación para el agua lluvia, ubicados en las viviendas. Guayaquil.

- Noriega, C. (2017). Obtenido de <https://www.poceriasinzanja.es/recorrido-por-la-historia-del-alcantarillado/>
- OAS. (2013). <https://www.oas.org>. Obtenido de <https://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea65s/ch13.htm>
- Olmos, J. (07 de 12 de 2004). Alcantarillado deficitario en Guayas. El Universo.
- Quevedo, J. (2013). Alcantarillado pluvial III 1. Obtenido de Comisión estatal de aguas: <https://www.ceaqueretaro.gob.mx/wp-content/uploads/2017/11/III-Alcantarillado-Pluvial-2013.pdf>
- Reyes, I., & Soriano, L. (2018). Análisis del alcantarillado pluvial del sector urbano amanzanado de la parroquia tarifa, del cantón Samborondón, provincia del Guayas. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35990/1/BMAT-S037-2018-Ing.%20CIVIL-%20REYES%20GUTIERREZ%20ILIANA%20ISABEL%20-%20SORIANO%20VILLAO%20LEONEL%20JOSE.pdf>
- Ruiz, S. D. (2009). Libro de historia del saneamiento de valladolid . academia.
- SENAGUA. (2014). Código Ecuatoriano de la Construcción para Obras Sanitarias. Quito: Secretaría Nacional del Agua.
- SIAPA. (2016). SIAPA. Obtenido de https://www.siapa.gob.mx:https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf
- Yerén, A. (2017). Caudales de Diseño. Medellín.

ANEXOS

ANEXOS 1



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:

Provincia: Guayas
Cantón: Guayaquil
Sector: Eloy Alfaro

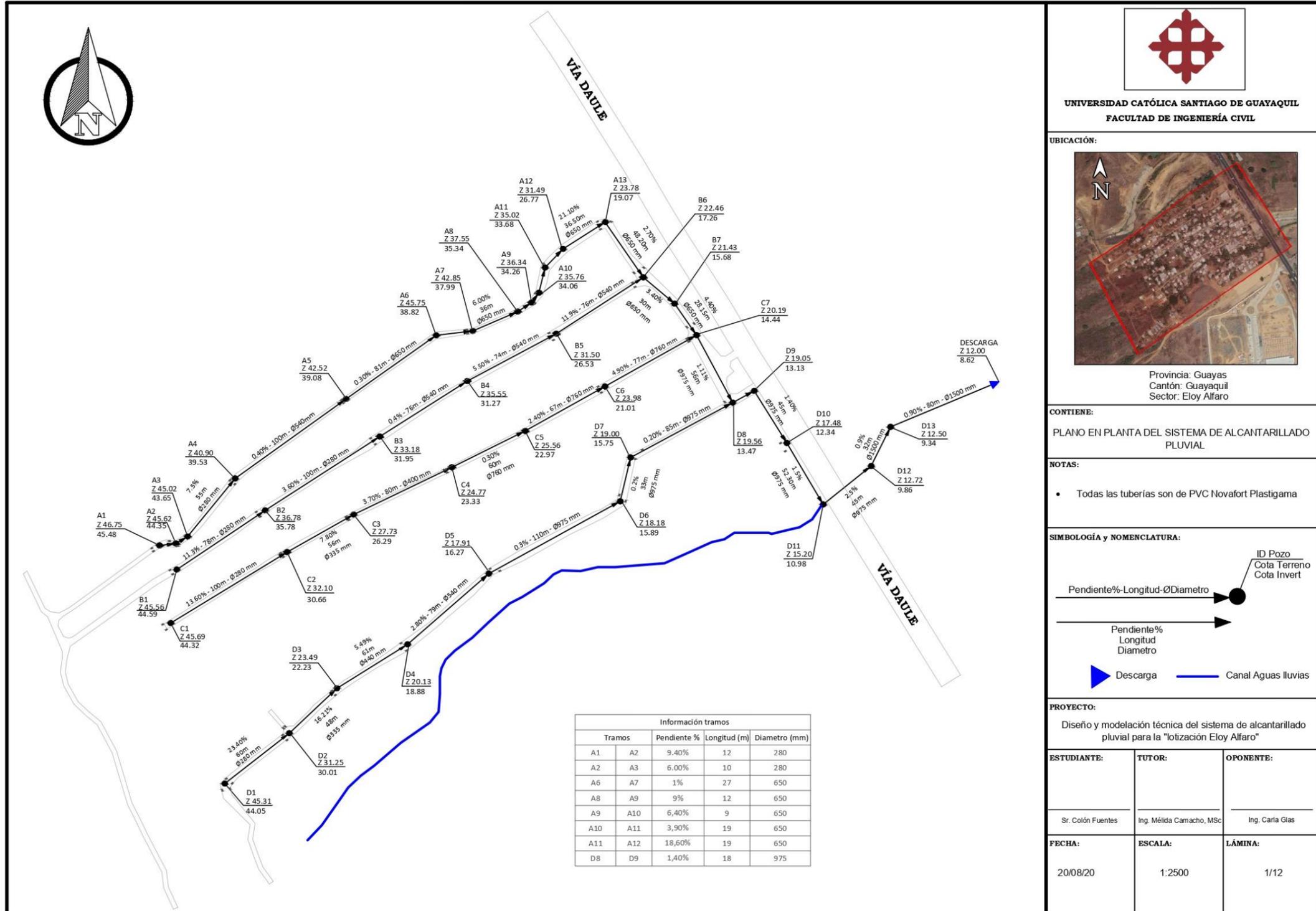
CONTIENE:
Topografía

PROYECTO:
Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la "lotización Eloy Alfaro"

ESTUDIANTE:	TUTOR:	OPONENTE:
Sr. Colón Fuentes	Ing. Melida Camacho, MSc	Ing. Carla Glas

FECHA:	ESCALA:	LÁMINA:
20/08/20	1:2000	T 1/1

PLANO TOPOGRÁFICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:



Provincia: Guayas
Cantón: Guayaquil
Sector: Eloy Alfaro

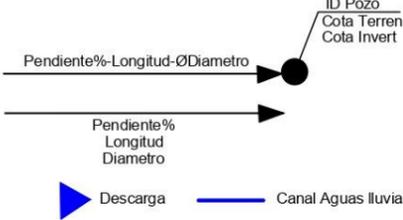
CONTIENE:

PLANO EN PLANTA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

NOTAS:

- Todas las tuberías son de PVC Novafort Plastigama

SIMBOLOGÍA y NOMENCLATURA:



PROYECTO:

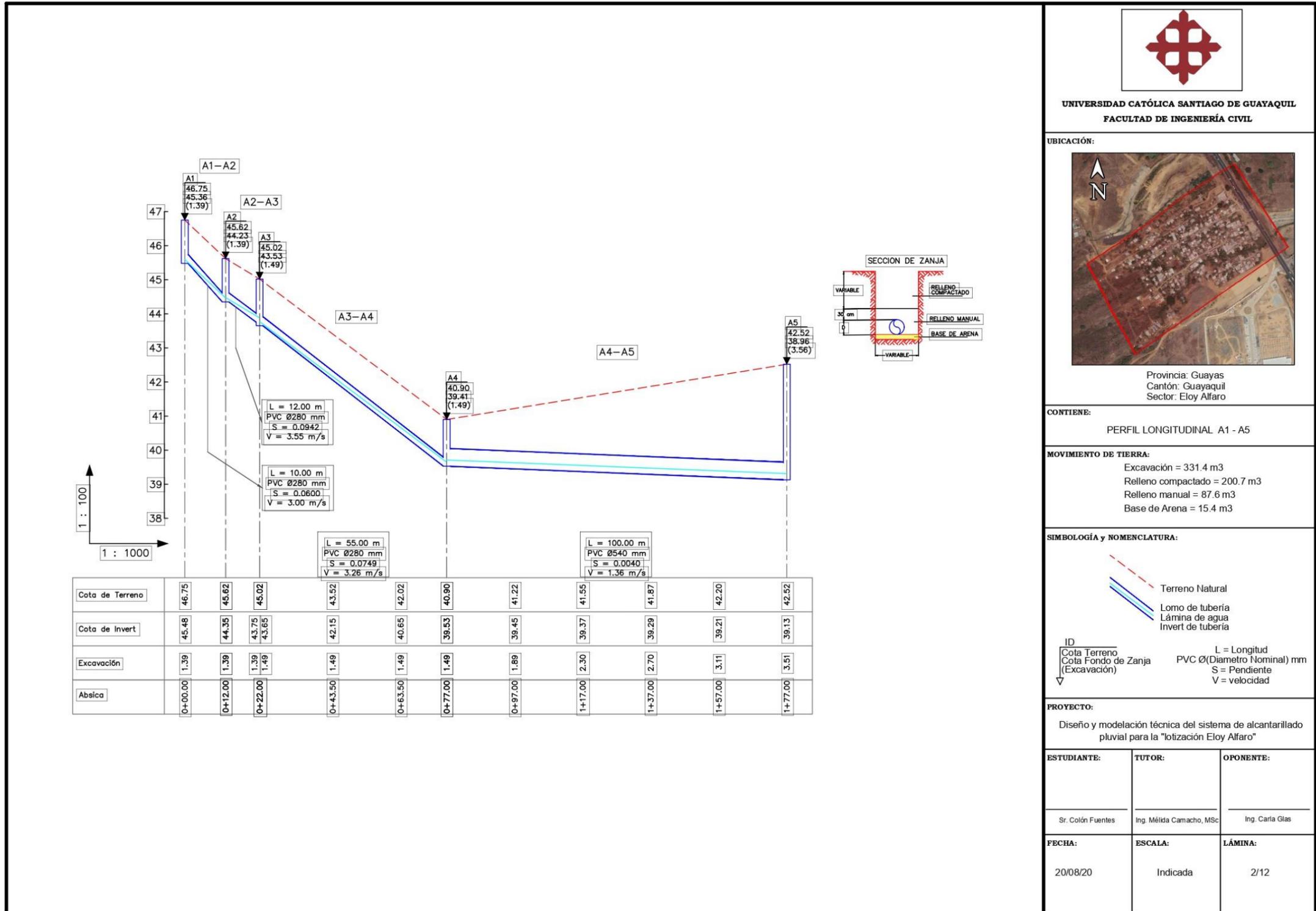
Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la "lotización Eloy Alfaro"

ESTUDIANTE:	TUTOR:	OPONENTE:
Sr. Colón Fuentes	Ing. Mérida Camacho, MSc	Ing. Caría Glas

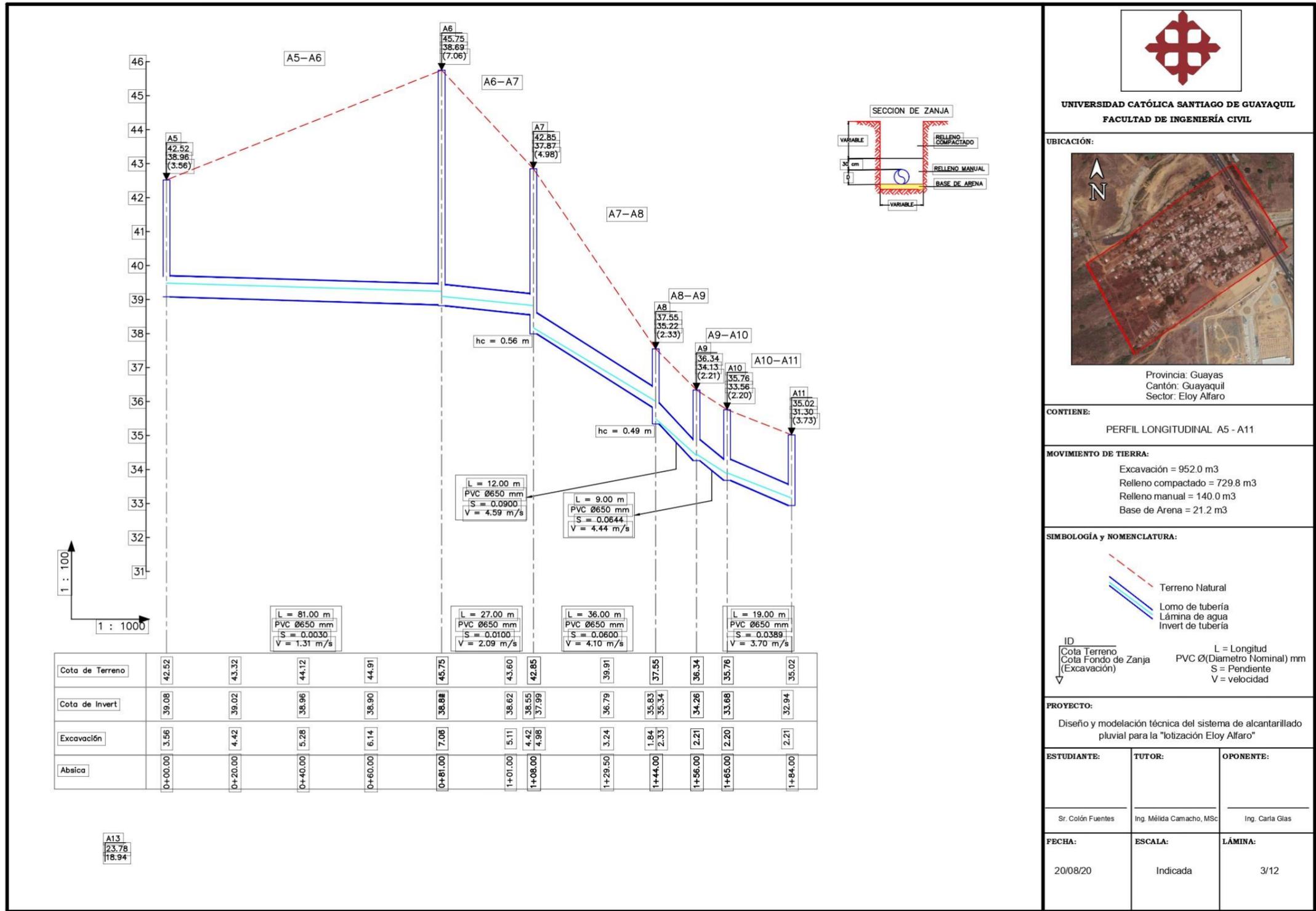
FECHA:	ESCALA:	LÁMINA:
20/08/20	1:2500	1/12

Tramos	Pendiente %	Longitud (m)	Diametro (mm)
A1 A2	9.40%	12	280
A2 A3	6.00%	10	280
A6 A7	1%	27	650
A8 A9	9%	12	650
A9 A10	6.40%	9	650
A10 A11	3.90%	19	650
A11 A12	18.60%	19	650
D8 D9	1.40%	18	975

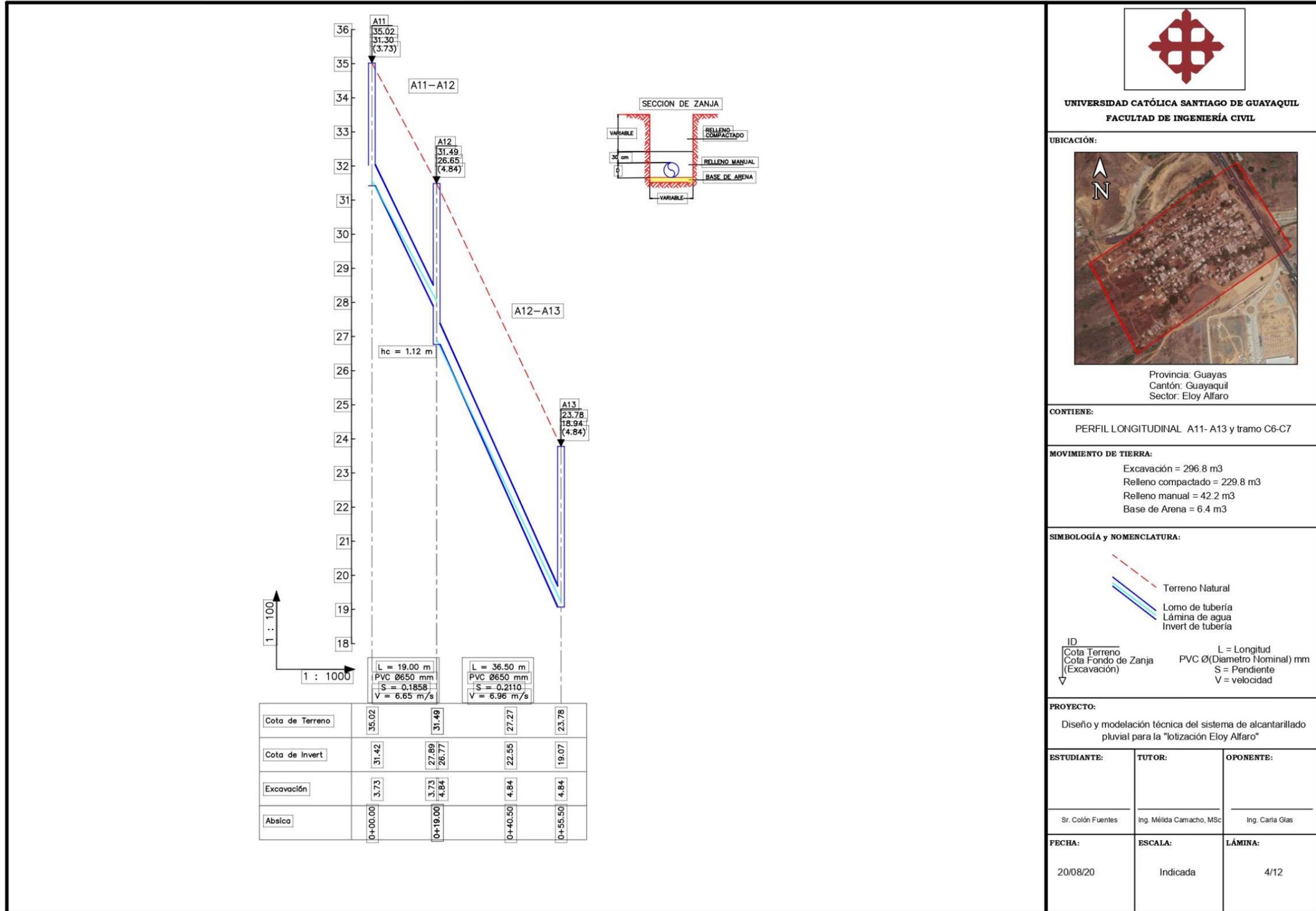
PLANOS 1 Plano en Planta



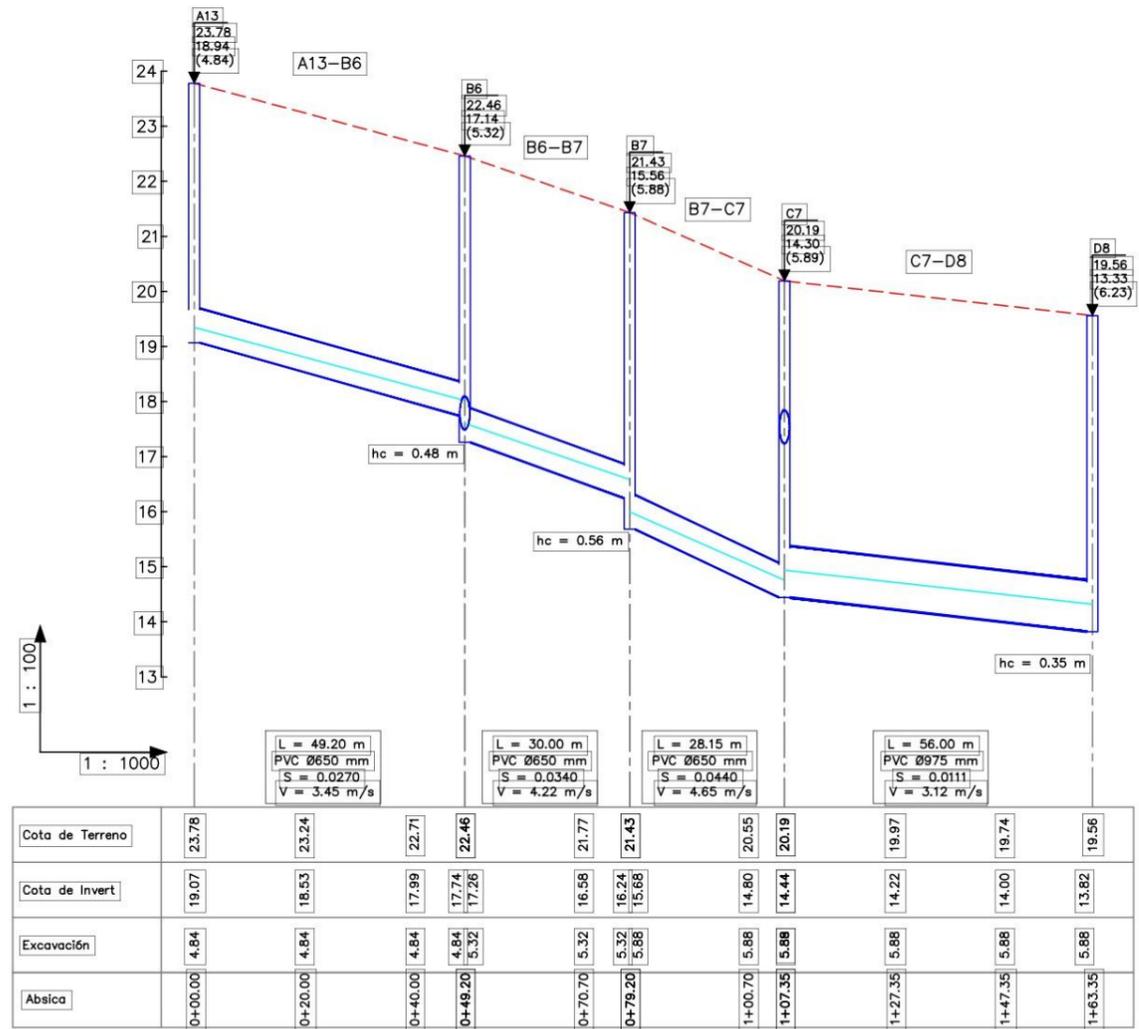
PLANOS 2 Perfil A1- A5



PLANOS 3 Perfil A5 - A11



PLANOS 4 A11 - A13 y Tramo C6 - C7





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:



Provincia: Guayas
Cantón: Guayaquil
Sector: Eloy Alfaro

CONTIENE:

PERFIL LONGITUDINAL A13- D8

MOVIMIENTO DE TIERRA:

Excavación = 1196.6 m³
 Relleno compactado = 947.6 m³
 Relleno manual = 150.5 m³
 Base de Arena = 21.0 m³

SIMBOLOGÍA y NOMENCLATURA:

--- Terreno Natural

--- Lomo de tubería

--- Lámina de agua

--- Invert de tubería

ID

Cota Terreno

Cota Fondo de Zanja (Excavación)

V

L = Longitud

PVC Ø(Diámetro Nominal) mm

S = Pendiente

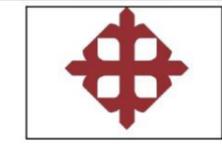
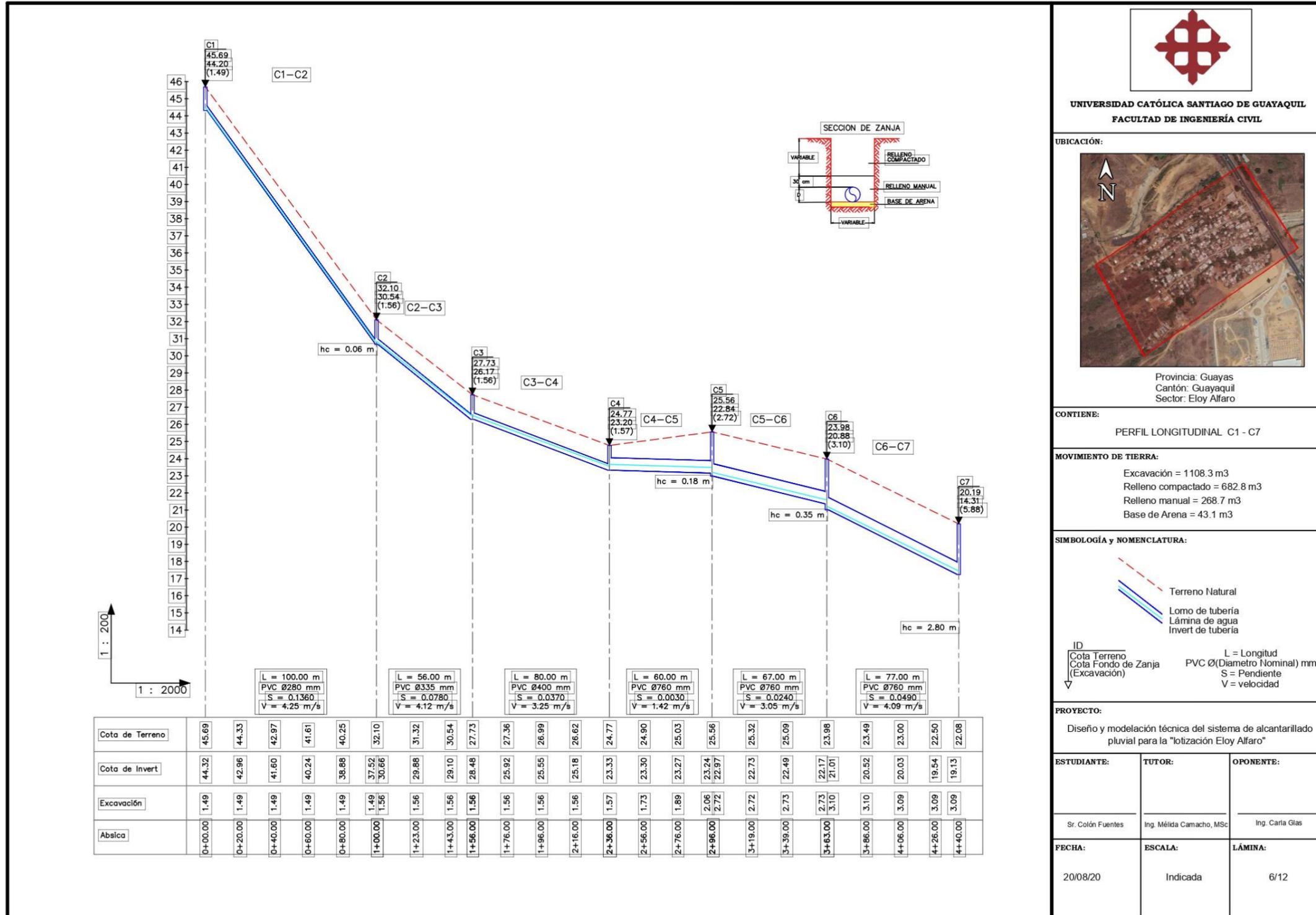
V = velocidad

PROYECTO:

Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la "lotización Eloy Alfaro"

ESTUDIANTE:	TUTOR:	OPONENTE:
Sr. Colón Fuentes	Ing. Mérida Camacho, MSc	Ing. Carla Glas
FECHA:	ESCALA:	LÁMINA:
20/08/20	Indicada	5/12

PLANOS 5 Perfil A13 - D8



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Provincia: Guayas
Cantón: Guayaquil
Sector: Eloy Alfaro

CONTIENE:
PERFIL LONGITUDINAL C1 - C7

MOVIMIENTO DE TIERRA:
Excavación = 1108.3 m³
Relleno compactado = 682.8 m³
Relleno manual = 268.7 m³
Base de Arena = 43.1 m³

SIMBOLOGÍA y NOMENCLATURA:
--- Terreno Natural
--- Lomo de tubería
--- Lámina de agua
--- Invert de tubería

ID
Cota Terreno
Cota Fondo de Zanja (Excavación)
L = Longitud
PVC Ø (Diámetro Nominal) mm
S = Pendiente
V = velocidad

PROYECTO:
Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la "lotización Eloy Alfaro"

ESTUDIANTE: Sr. Colón Fuentes	TUTOR: Ing. Mérida Camacho, MSc	OPONENTE: Ing. Carla Glas
----------------------------------	------------------------------------	------------------------------

FECHA: 20/08/20	ESCALA: Indicada	LÁMINA: 6/12
--------------------	---------------------	-----------------

PLANOS 6 Perfil C1 - C7



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:



Provincia: Guayas
Cantón: Guayaquil
Sector: Eloy Alfaro

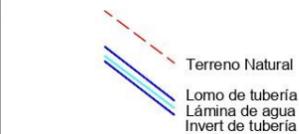
CONTIENE:

PERFIL LONGITUDINAL D6- Descarga

MOVIMIENTO DE TIERRA:

Excavación = 2872.1 m³
Relleno compactado = 1832.1 m³
Relleno manual = 567.6 m³
Base de Arena = 66.7 m³

SIMBOLOGÍA y NOMENCLATURA:



ID
Cota Terreno
Cota Fondo de Zanja
(Excavación)
L = Longitud
PVC Ø(Diámetro Nominal) mm
S = Pendiente
V = velocidad

PROYECTO:

Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la "lotización Eloy Alfaro"

ESTUDIANTE:

Sr. Colón Fuentes

TUTOR:

Ing. Mérida Camacho, MSc

OPONENTE:

Ing. Carla Glas

FECHA:

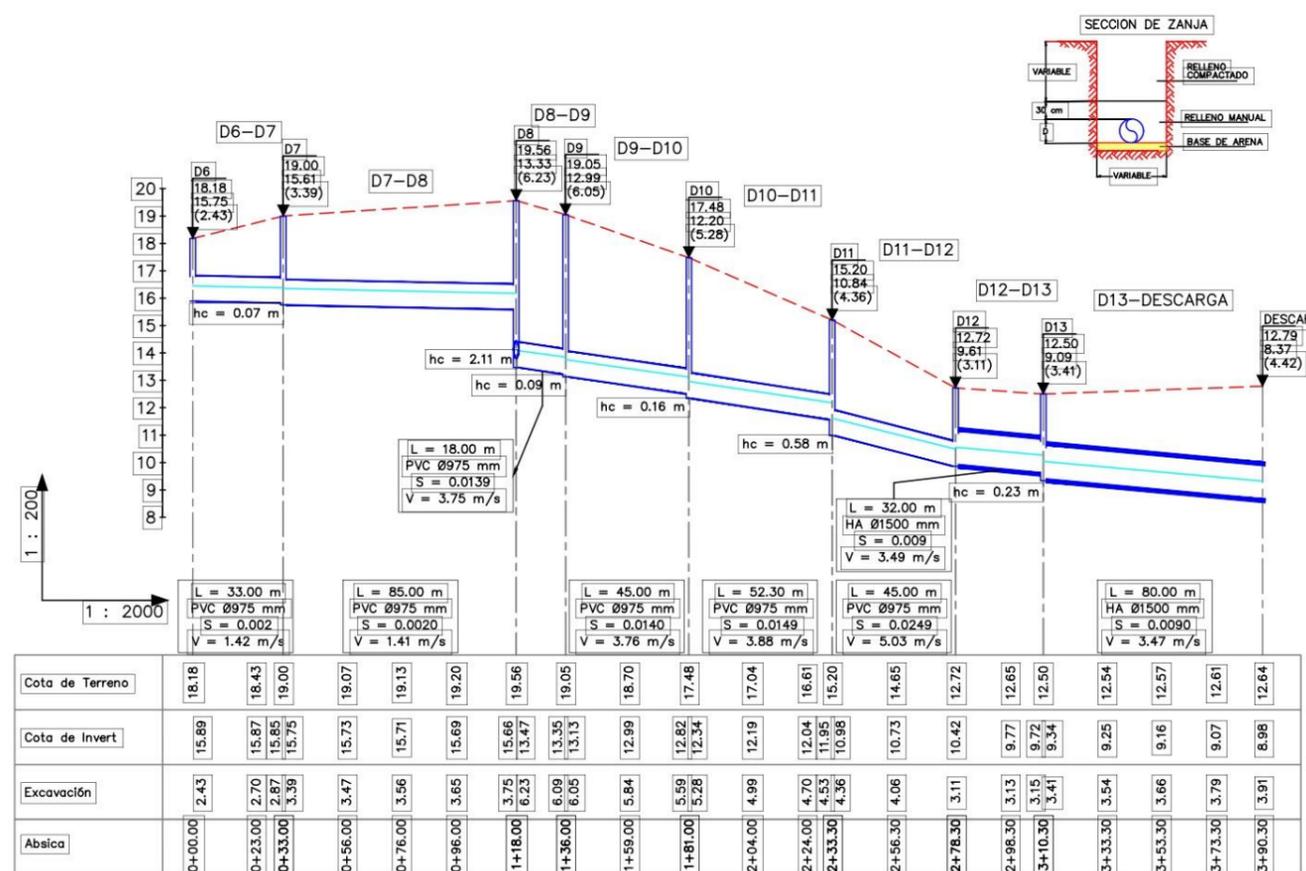
20/08/20

ESCALA:

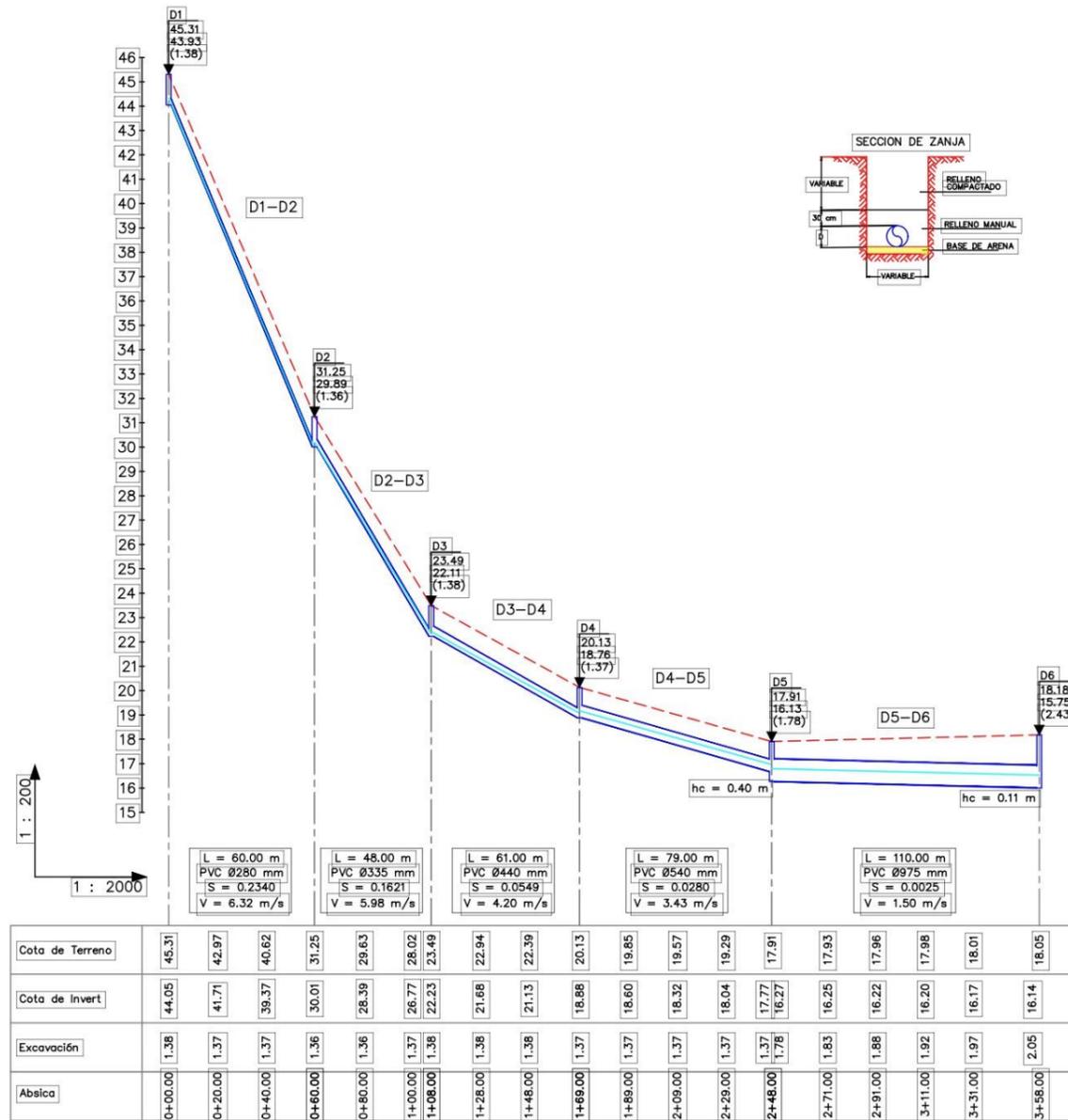
Indicada

LÁMINA:

7/12



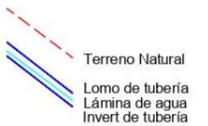
PLANOS 7- Perfil D6 - Descarga



CONTIENE:
 PERFIL LONGITUDINAL D1- D6

MOVIMIENTO DE TIERRA:
 Excavación = 660.0 m³
 Relleno compactado = 252.7 m³
 Relleno manual = 251.9 m³
 Base de Arena = 37.9 m³

SIMBOLOGÍA y NOMENCLATURA:


 Terreno Natural
 Lomo de tubería
 Lámina de agua invert de tubería

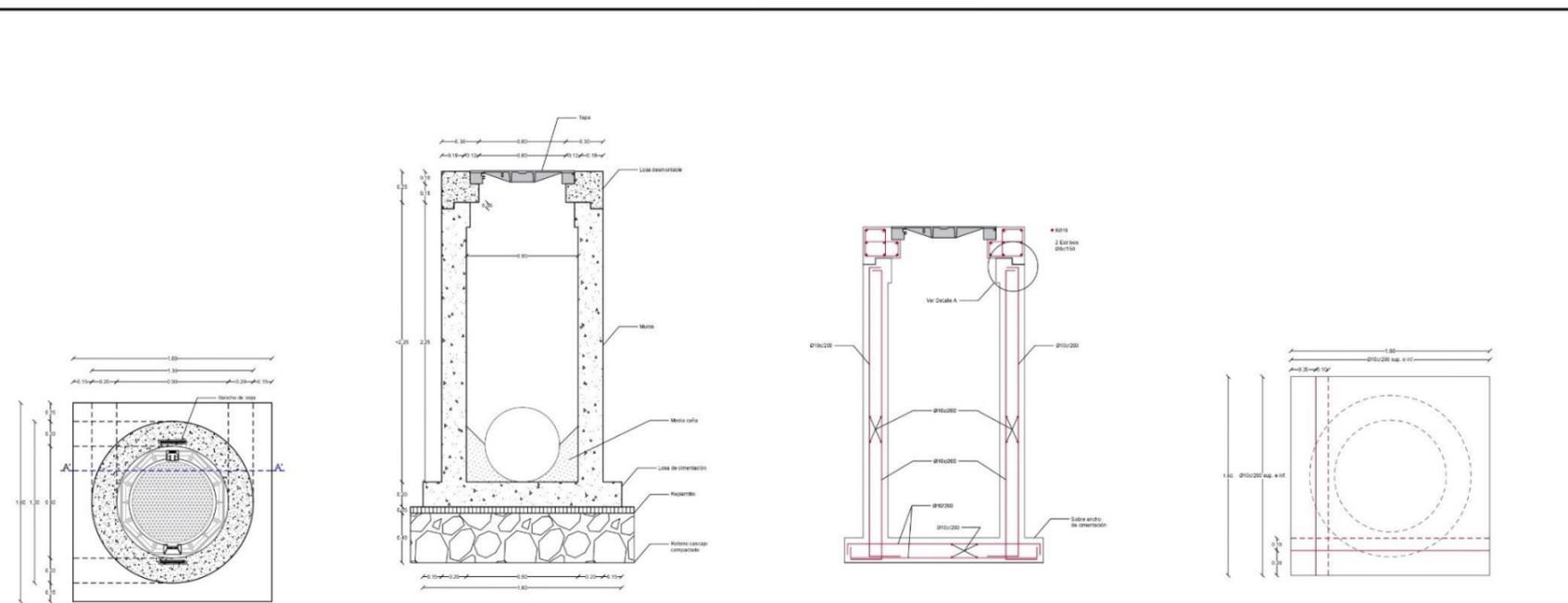
ID Cota Terreno
 Cota Fondo de Zanja (Excavación)
 L = Longitud
 PVC Ø (Diámetro Nominal) mm
 S = Pendiente
 V = velocidad

PROYECTO:
 Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la "lotización Eloy Alfaro"

ESTUDIANTE: Sr. Colón Fuentes	TUTOR: Ing. Méilda Camacho, MSc	OPONENTE: Ing. Carla Glas
---	---	-------------------------------------

FECHA: 20/08/20	ESCALA: Indicada	LÁMINA: 8/12
---------------------------	----------------------------	------------------------

PLANOS 8 Perfil D1 – D6

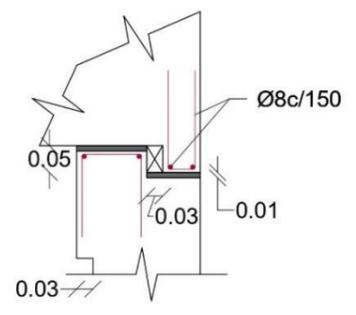


Implantación
Escala 1:20

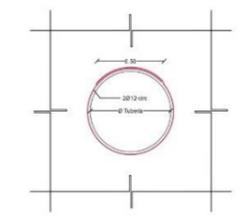
Corte A-A' Detalle arquitectónico
Escala 1:20

Corte A-A' Detalle estructural
Escala 1:20

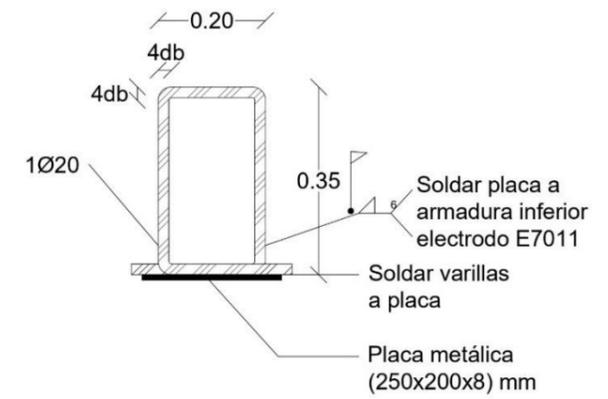
Armadura losa de cimentación: Planta
Escala 1:20



Detalle A
Escala 1:20



Refuerzo por abertura de tubería
Escala 1:20



Detalle de gancho
Escala 1:5



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:



Provincia: Guayas
Cantón: Guayaquil
Sector: Eloy Alfaro

CONTIENE:

Cámara de inspección tipo I

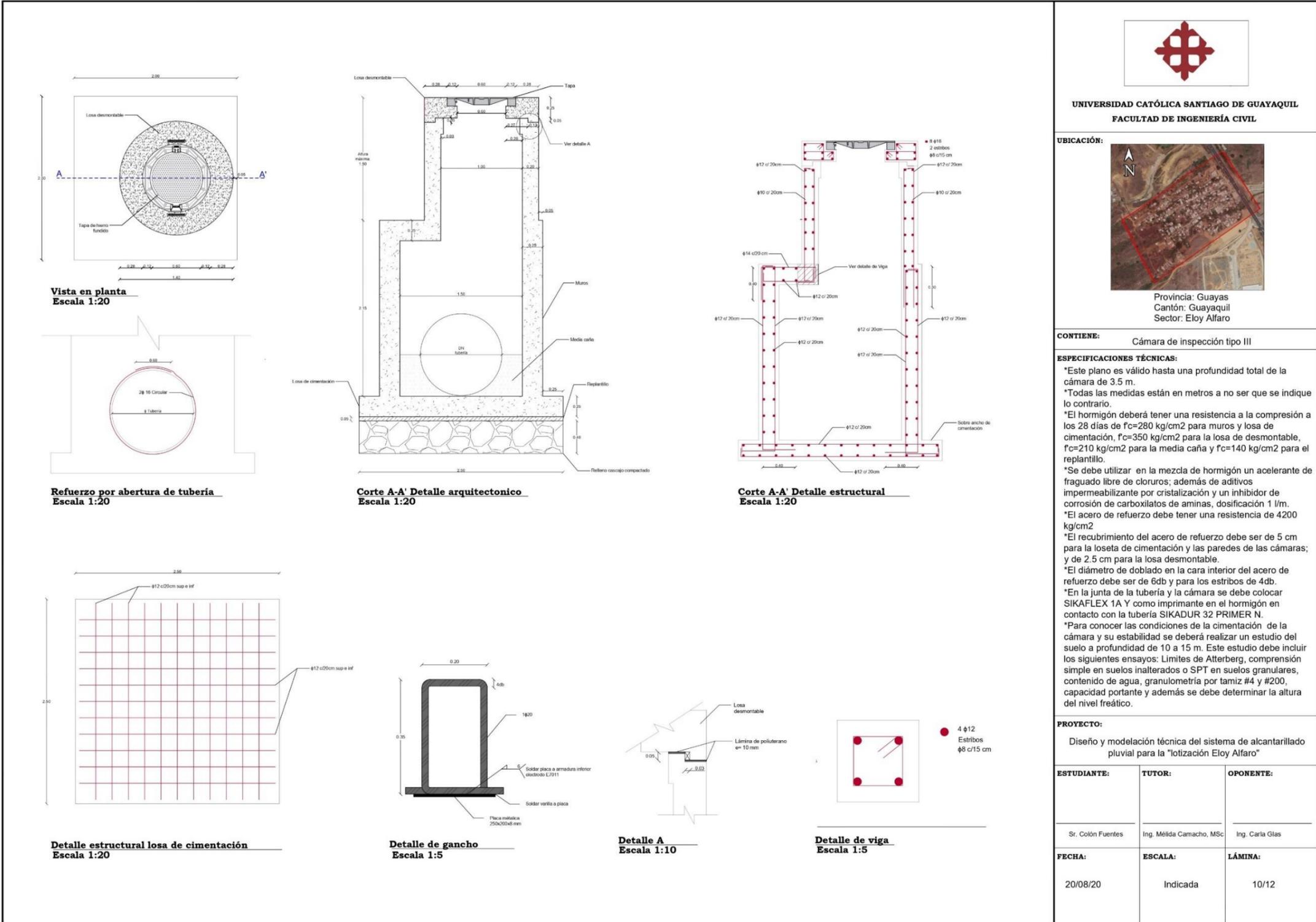
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- *Este plano es válido hasta una profundidad total de la cámara de inspección de 2.5 m.
- *Todas las medidas están en metros a no ser que se indique lo contrario.
- *El hormigón deberá tener una resistencia a la compresión a los 28 días de $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ para muros y losa de cimentación, $f_c=350 \text{ kg/cm}^2$ para la losa de desmontable, $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la media caña y $f_c=140 \text{ kg/cm}^2$ para el replanteo.
- *Se debe utilizar en la mezcla de hormigón un acelerante de fraguado libre de cloruros, además de aditivos impermeabilizante por cristalización y un inhibidor de corrosión de carboxilatos de aminas, dosificación 1 l/m.
- *El acero de refuerzo debe tener una resistencia de 4200 kg/cm².
- *El recubrimiento del acero de refuerzo debe ser de 5 cm para la losa de cimentación y muros; y de 2.5 cm para la losa desmontable.
- *El diámetro de doblado en la cara interior del acero de refuerzo debe ser de 6db y para los estribos de 4db.
- *En la junta de la tubería y la cámara de inspección se debe colocar SIKAFLEX 1A y como imprimante en el hormigón en contacto con la tubería SIKADUR 32 PRIMER N.
- *Para conocer las condiciones de cimentación de la cámara de inspección y su estabilidad se deberá realizar un estudio de suelo a una profundidad de 10 a 15 m. Este estudio debe incluir los siguientes ensayos: Contenido de agua, Límites de Atterberg, granulometría por tamiz #4 y 200, compresión simple en suelos inalterados o SPT en suelos granulares, consolidación, además se determinará presencia del nivel freático y capacidad portante del suelo.

PROYECTO:

Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la "lotización Eloy Alfaro"

ESTUDIANTE:	TUTOR:	OPONENTE:
Sr. Colón Fuentes	Ing. Mérida Camacho, MSc	Ing. Carla Glas
FECHA:	ESCALA:	LÁMINA:
20/08/2020	Indicada	09/12



CONTIENE: Cámara de inspección tipo III

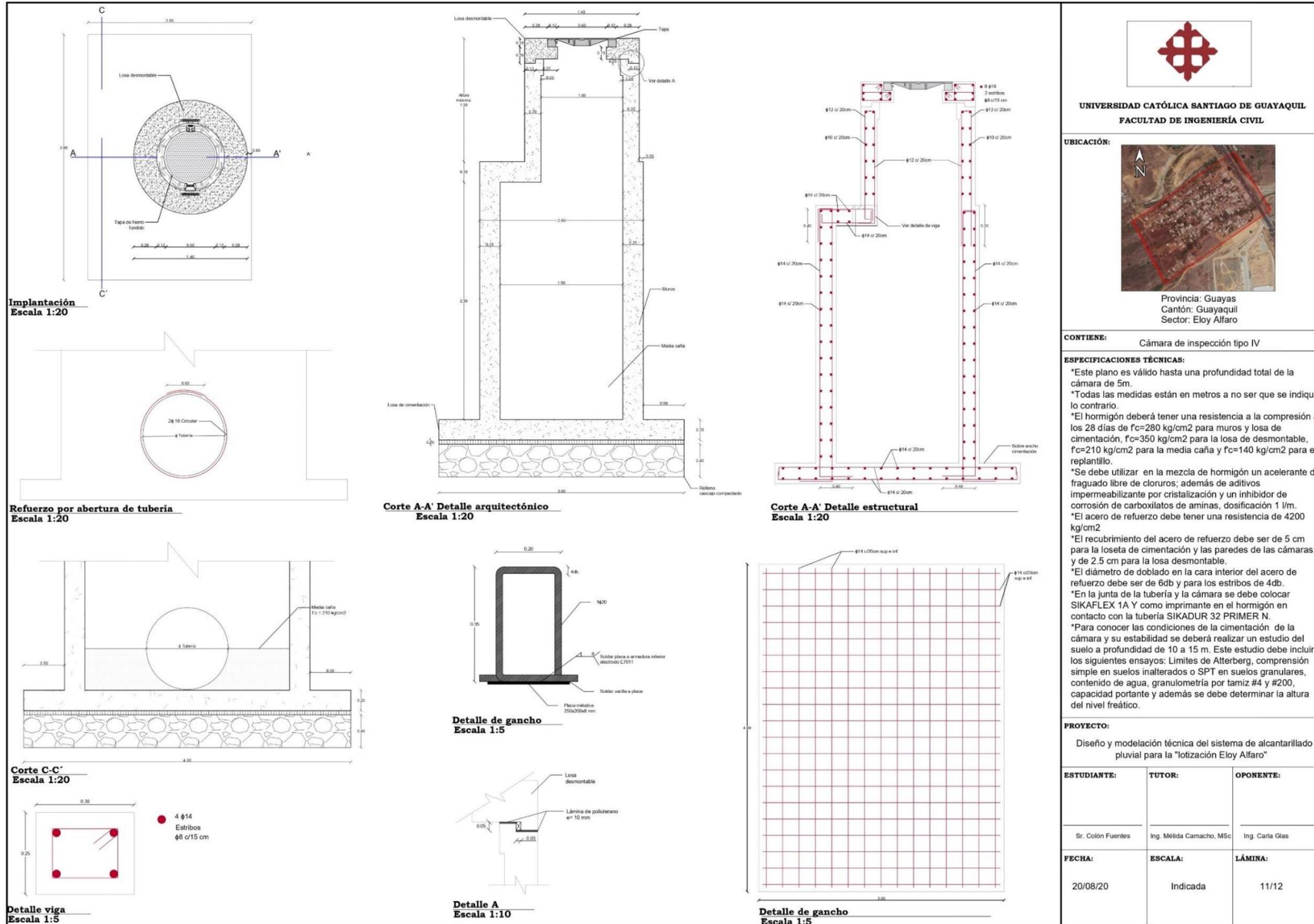
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- *Este plano es válido hasta una profundidad total de la cámara de 3.5 m.
- *Todas las medidas están en metros a no ser que se indique lo contrario.
- *El hormigón deberá tener una resistencia a la compresión a los 28 días de $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ para muros y losa de cimentación, $f_c=350 \text{ kg/cm}^2$ para la losa de desmontable, $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la media caña y $f_c=140 \text{ kg/cm}^2$ para el replantillo.
- *Se debe utilizar en la mezcla de hormigón un acelerante de fraguado libre de cloruros; además de aditivos impermeabilizante por cristalización y un inhibidor de corrosión de carboxilatos de aminas, dosificación 1 l/m.
- *El acero de refuerzo debe tener una resistencia de 4200 kg/cm²
- *El recubrimiento del acero de refuerzo debe ser de 5 cm para la loseta de cimentación y las paredes de las cámaras; y de 2.5 cm para la losa desmontable.
- *El diámetro de doblado en la cara interior del acero de refuerzo debe ser de 6db y para los estribos de 4db.
- *En la junta de la tubería y la cámara se debe colocar SIKAFLEX 1A Y como imprimante en el hormigón en contacto con la tubería SIKADUR 32 PRIMER N.
- *Para conocer las condiciones de la cimentación de la cámara y su estabilidad se deberá realizar un estudio del suelo a profundidad de 10 a 15 m. Este estudio debe incluir los siguientes ensayos: Límites de Atterberg, compresión simple en suelos inalterados o SPT en suelos granulares, contenido de agua, granulometría por tamiz #4 y #200, capacidad portante y además se debe determinar la altura del nivel freático.

PROYECTO:
Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la "lotización Eloy Alfaro"

ESTUDIANTE:	TUTOR:	OPONENTE:
Sr. Colón Fuentes	Ing. Melida Camacho, MSc	Ing. Carla Glas

FECHA:	ESCALA:	LÁMINA:
20/08/20	Indicada	10/12



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:



Provincia: Guayas
 Cantón: Guayaquil
 Sector: Eloy Alfaro

CONTIENE:

Cámara de inspección tipo IV

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

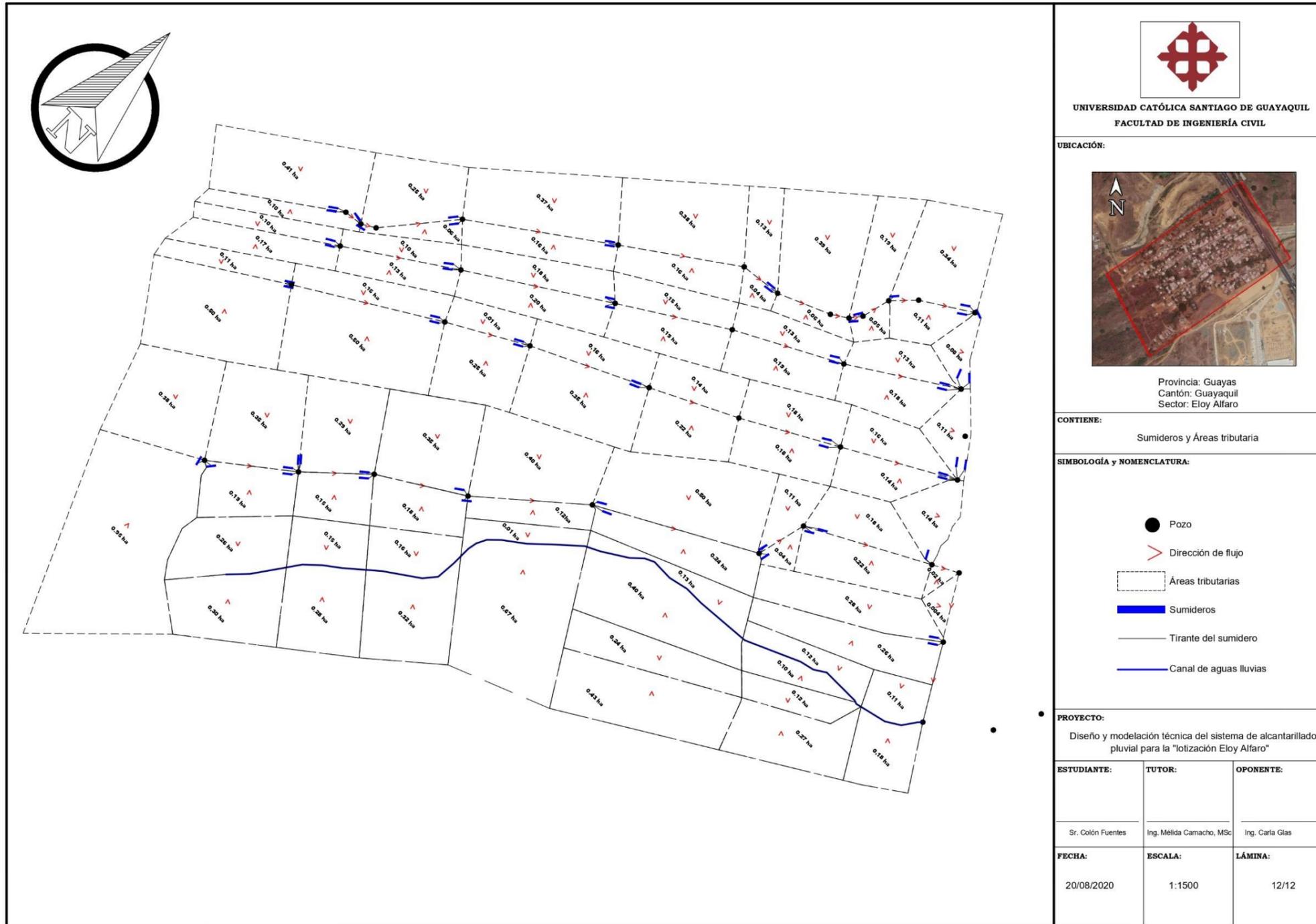
- *Este plano es válido hasta una profundidad total de la cámara de 5m.
- *Todas las medidas están en metros a no ser que se indique lo contrario.
- *El hormigón deberá tener una resistencia a la compresión a los 28 días de $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ para muros y losa de cimentación, $f_c=350 \text{ kg/cm}^2$ para la losa de desmontable, $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la media caña y $f_c=140 \text{ kg/cm}^2$ para el replantillo.
- *Se debe utilizar en la mezcla de hormigón un acelerante de fraguado libre de cloruros; además de aditivos impermeabilizante por cristalización y un inhibidor de corrosión de carboxilatos de aminos, dosificación 1 l/m.
- *El acero de refuerzo debe tener una resistencia de 4200 kg/cm²
- *El recubrimiento del acero de refuerzo debe ser de 5 cm para la loseta de cimentación y las paredes de las cámaras; y de 2.5 cm para la losa desmontable.
- *El diámetro de doblado en la cara interior del acero de refuerzo debe ser de 6db y para los estribos de 4db.
- *En la junta de la tubería y la cámara se debe colocar SIKAFLEX 1A Y como imprimante en el hormigón en contacto con la tubería SIKADUR 32 PRIMER N.
- *Para conocer las condiciones de la cimentación de la cámara y su estabilidad se deberá realizar un estudio del suelo a profundidad de 10 a 15 m. Este estudio debe incluir los siguientes ensayos: Límites de Atterberg, comprensión simple en suelos inalterados o SPT en suelos granulares, contenido de agua, granulometría por tamiz #4 y #200, capacidad portante y además se debe determinar la altura del nivel freático.

PROYECTO:

Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la "lotización Eloy Alfaro"

ESTUDIANTE:	TUTOR:	OPONENTE:
Sr. Colón Fuentes	Ing. Melida Camacho, MSc	Ing. Carla Glas
FECHA:	ESCALA:	LÁMINA:
20/08/20	Indicada	11/12

PLANOS 11 Cámara Tipo IV



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:



Provincia: Guayas
Cantón: Guayaquil
Sector: Eloy Alfaro

CONTIENE:

Sumideros y Áreas tributaria

SIMBOLOGÍA y NOMENCLATURA:

- Pozo
- > Dirección de flujo
- Áreas tributarias
- Sumideros
- Tirante del sumidero
- Canal de aguas lluvias

PROYECTO:

Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la "lotización Eloy Alfaro"

ESTUDIANTE:	TUTOR:	OPONENTE:
Sr. Colón Fuentes	Ing. Mélida Camacho, MSc	Ing. Carla Glas
FECHA:	ESCALA:	LÁMINA:
20/08/2020	1:1500	12/12

PLANOS 12 Sumideros y Áreas Tributaria

ANEXOS 2

ENCUESTA SOCIO ECONOMICA PARA PROYECTO DE ALCANTARILLADO
PLUVIAL EN LA LOTIZACION "ELOY ALFARO"

FECHA: 10 / 07 / 2020

DATOS DEMOGRÁFICOS

Nombre del Encuestado:

1. ¿Qué tipo de vivienda posee?

Madera

Caña

Hormigón

2. ¿Cuántas familias habitan en la vivienda?

1 familia

2 familia

3 ó + familia

3. ¿Desea la construcción del sistema de alcantarillado pluvial?

Si

No

No sé

4. Posesión de la vivienda

Propia

Alquilada

5. Uso de Residencia:

Vivienda

Comercial

Institucional

6. Su vivienda cuenta con

Teléfono Convencional

Teléfono Móvil

Si
Si

ANEXOS 3



Figura 1 Canal de aguas servidas y lluvias



Figura 2 Canal de aguas servidas y lluvias



Figura 3 Canal de agua servida



Figura 4 Canal de aguas Servidas y Lluvias



Figura 5 Canal de agua servida, aguas lluvias



Figura 6 Tubería de agua servida



Figura 7 Calle con Pendiente



Figura 8 Calle Plana

ANEXOS 4

MANUAL INTERAGUA 2013

6.3 CRITERIOS DE DISEÑO HIDRAULICO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

6.3.1 Hidrología.

El clima de la ciudad de Guayaquil, de acuerdo a la clasificación de Kopen, pertenece a la tropical sabana. La precipitación media anual en la ciudad es de 1102,9 mm para un período de registro que va de 1915 a 1996, en la estación meteorológica de la Dirección de Aviación Civil (DAC), ubicada en el aeropuerto de la ciudad. El número promedio de días de lluvia en el año, es de aproximadamente 101 días.

La temperatura media es de 25,3°C y se mantiene casi constante durante todo el año, con variaciones extremas para los meses más fríos (julio y agosto) y para los meses más calurosos, que generalmente son coincidentes con los de lluvia. La evaporación es alta, alcanzando una media de 1275 mm. La humedad relativa media es del orden del 80%, con variaciones diarias, sobre todo durante el período de lluvias. La heliofanía supera las 1500 horas de sol al año.

Toda la información meteorológica corresponde a la registrada en la estación climatológica de Guayaquil, ubicada, como ya se indicó en el aeropuerto de la ciudad.

6.3.2 Intensidad de la lluvia.

Se define a la intensidad de la lluvia como la precipitación caída en la unidad de tiempo. También se la define como la duración de la lluvia como el intervalo de tiempo durante el cual se produce la máxima intensidad. Esta última no debe confundirse con la duración total de la lluvia representada por el tiempo transcurrido entre el comienzo y fin de la misma.

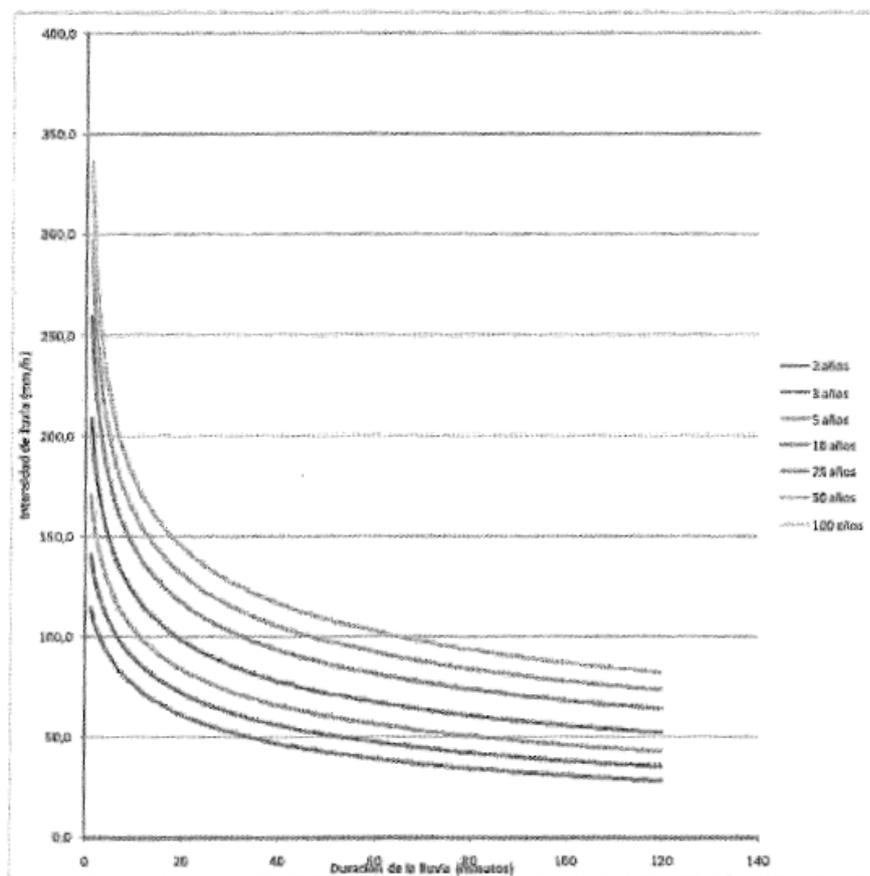
La intensidad de la lluvia se mide en milímetros/hora (mm/h). Este valor es obtenido a través de un estudio hidrológico de la zona, del cual se obtienen las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia.

6.3.2.1 Ecuaciones pluviométricas.

En el caso de la ciudad de Guayaquil, se han revisado y actualizado las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia mediante el análisis de la serie 1951-1996 perteneciente al Plan Emergente de Drenaje Pluvial elaborado por la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil en el año de 1999, la cual ha sido ampliada con tres años de datos posteriores disponibles.

La familia de curvas toma la siguiente forma:

$$i = \frac{c}{d^2 + f}$$



Donde:

c, e, f: Coeficientes de parametrización.

d: Duración de la lluvia.

T: Frecuencia de diseño.

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

6.3.3 Frecuencia de diseño.

La selección de la frecuencia óptima de diseño debe responder a un estudio de tipo hidro económico que permita escoger a aquella que presente el valor mínimo para la suma del daño anual, esperado más los costos de inversión, operación y mantenimiento de las obras de drenaje.

El cálculo de los daños para los diferentes niveles de inundación que generan las lluvias de diversos periodos de recurrencia, es una actividad compleja y requiere de una gran cantidad de información de campo y metodologías que permitan definir el costo de los daños por efecto de las inundaciones, por esta razón, la frecuencia de diseño se la define a partir de lo establecido en normas del IEOS que dicen lo siguiente:

Con propósitos de selección de las frecuencias de las lluvias de diseño, se considerará el sistema de drenaje como constituido por dos sistemas diferentes. El sistema de drenaje inicial o de micro drenaje compuesto por pavimentos, cunetas, sumideros y colectores y el de macro drenaje constituido por grandes colectores (canales, esteros y ríos).

El sistema de micro drenaje se dimensionará para el escurrimiento cuya ocurrencia tenga un período de retorno entre 2 y 10 años, seleccionándose la frecuencia de diseño en función de la importancia del sector y de los daños y molestias que puedan ocasionar las inundaciones periódicas.

Los sistemas de macro drenajes se diseñarán para escurrimientos de frecuencias superiores a los 50 años. La selección de la frecuencia de diseño será el resultado de un análisis de los daños a propiedades y vidas humanas que puedan ocasionar escurrimientos de frecuencias superiores.

6.3.4 Caudales de diseño

La elección del método para calcular los caudales de diseño para el proyecto de redes de alcantarillado pluviales depende de las condiciones geográficas e hidrológicas locales, de la disponibilidad de datos sobre lluvias y escorrentías, de la superficie de la cuenca vertiente y del grado de protección que se desee proporcionar.

Para el cálculo hidráulico en cuencas pequeñas menores de 100 ha se recomienda utilizar el Método Racional. Para el cálculo hidráulico en cuencas medianas y grandes mayores de 100 ha se recomienda utilizar el Método del Hidrograma Unitario.

6.3.4.1 Método Racional

Este método es recomendado cuando se trata de drenar cuencas pequeñas menores de 100 ha y en casos excepcionales se aceptarán áreas hasta de 500 ha.

De todas las fórmulas de gastos esta tiene la ventaja de que su significado físico es razonablemente claro. No obstante, debe usarse con cuidado pues no contempla adecuadamente todas las complicaciones del proceso inherente al escurrimiento superficial. La limitación del método reside en que el mismo supone que la totalidad de la cuenca vertiente está siendo tributaria al punto en estudio, los caudales calculados tienen tendencia a ser tanto más conservador cuanto mayor es la cuenca vertiente, dado que la lluvia no cae uniformemente y sobre toda la cuenca. Además, en cuencas de gran tamaño habrá zonas en las que no llueva. Por esta y otras razones, el método racional debe aplicarse, exclusivamente a cuencas vertientes de pequeño tamaño.

Por otra parte, este método permite un adecuado diseño de los sumideros, ya que tiene en cuenta la intensidad de precipitación que resulta crítica para cada una de las sub cuencas que se analizan.

La expresión general para calcular el caudal máximo en una sección de escurrimiento dado mediante este método es:

$$Q = 0.00278 C i A$$

Donde:

Q: Caudal de escurrimiento (m³/s).

C: Coeficiente de escurrimiento.

A: Área de la cuenca hidrológica o área de drenaje (ha).

i: Intensidad de la lluvia (mm/h).

Coeficiente de Escurrimiento (C)

Es el factor que determina la porción del agua lluvia que no es retenida por la superficie donde cae y fluye libremente hacia los receptores; depende de los siguientes parámetros:

a) Tipo de superficie.

b) Pendiente del terreno.

c) Obras de desagüe existentes (orientación y tipo de las mismas).

Este coeficiente generalmente varía sobre una misma cuenca y la experiencia demuestra que lo hace ampliamente de un aguacero a otro.

Puede variar también durante la ocurrencia de una misma tormenta, es decir, con la duración de la lluvia. Estas variaciones se producen en parte debido al efecto de lluvias anteriores que humedecen el suelo o se almacenan en depresiones antes de que se produzca la lluvia efectiva.

Para frecuencias entre 2 y 10 años se recomienda los siguientes valores de C (tomado del capítulo 5.4.2.2 normas de IEOS):

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

Cuando sea necesario se calculará un coeficiente de escurrimiento compuesto, basado en porcentajes de diferentes tipos de superficie, en esos casos se podrá utilizar los valores que se presentan en la siguiente tabla:

Tipo de superficie	C
Cubierta metálica o teja vidriada	0,95
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0,90
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0,85 - 0,90
Pavimentos de hormigón	0,80 - 0,85
Empedrados (juntas pequeñas)	0,75 - 0,80
Empedrados (juntas ordinarias)	0,40 - 0,50
Pavimentos de macadam	0,25 - 0,60
Superficies no pavimentadas	0,10 - 0,30
Parques y jardines	0,05 - 0,25

Intensidad (i)

La intensidad fue definida en el 6. 2. 2 Intensidad de la lluvia.

Área tributaria de la cuenca en estudio (A)

Es la superficie de drenaje situada aguas arriba de la sección en estudio.

Todo el aporte hídrico resultante de los escurrimientos originados en el interior de esta superficie, deben atravesar la sección transversal en estudio.

Períodos de Retorno (T)

Se define como recurrencia o período de retorno al intervalo medio de tiempo entre dos lluvias que igualan o superan a una precipitación considerada. La inversa de este período representa en media la frecuencia de ocurrencia de esa lluvia considerada durante el período total de registro de observaciones adoptado.

Estos períodos de retorno van de 1 a 10 años. Las curvas así obtenidas se denominan Curvas Características del Régimen de Lluvias de la zona y por lo tanto son diferentes para cada zona en cuestión. Estas curvas una vez confeccionadas permiten, dado un período de retorno, obtener la intensidad media de la lluvia para una duración determinada.

Los criterios de aplicación de las curvas de lluvia en los proyectos de alcantarillado se establecen en la siguiente tabla:

Tipo de proyecto	Periodo de retorno (años)
Colectores locales de zonas residenciales situadas en terrenos cuya pendiente sea de 2,5% o mayor.	3
Colectores locales de zonas residenciales situadas en terrenos cuya pendiente sea menor de 2,5%.	3
Colectores principales que involucren el desague de grandes áreas.	5
Urbanizaciones industriales, depósitos de materias primas situadas en terrenos planos y de difícil desague (<i>pendiente menor del 1%</i>).	5
Estaciones de bombeo	5
Canales abiertos, cortes bajo autopistas y grandes avenidas.	25 ó 50

Tiempo de concentración (te)

Se lo define como el tiempo necesario para que una gota de agua llegue desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto donde se necesita estimar el caudal de escorrentía. Este es un concepto muy importante dado que, para calcular el caudal de escorrentía, se debe asumir que el valor de la intensidad media de la lluvia, es el correspondiente a una duración de la lluvia igual al tiempo de concentración.

El valor del tiempo de concentración se obtiene mediante la suma del tiempo de concentración inicial y el tiempo de recorrido:

$$t_c = t_i + t_r$$

Donde:

t_i : Tiempo inicial (min).

t_r : Tiempo de recorrido (min).

Tiempo inicial (ti)

Es el tiempo requerido para que el agua fluya por la superficie del terreno hasta la primera entrada del alcantarillado.

Para el cálculo de este tiempo se utilizará la ecuación de Kirpich que establece lo siguiente:

$$t_i = \frac{0.0195L^{0.77}}{s^{0.385}}$$

Donde:

t_i : tiempo de concentración inicial (min).

L: Longitud del cauce principal (m).

s: Pendiente entre el punto más alejado y la primera entrada del alcantarillado (m/m en decimales).

El tiempo de concentración inicial puede considerarse 6 minutos para tramos iniciales en urbanizaciones unifamiliares con no más de 30 m de fondo y 8 minutos para tramos iniciales en urbanizaciones unifamiliares con lotes de 30 a 40 m de fondo.

Tiempo de recorrido (t_r)

Es el tiempo requerido, expresado en minutos, para que el agua fluya en la alcantarilla desde la primera boca hasta el punto donde se desea determinar el tamaño de la misma.

Para el cálculo de este tiempo se empleará la siguiente expresión:

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

Donde:

t_r : Tiempo de recorrido (min).

L: Longitud del tramo (m)

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

La velocidad real del tramo en el alcantarillado funcionando parcialmente llena se deriva de la aplicación de la ecuación de Manning.

Cabe destacar que una descarga súbita proveniente de ramales tributarios genere ondas de creciente las cuales se propagan rápidamente en la tubería a la cual estos confluyen. No se considera la atenuación de los picos durante la propagación lo cual no representa error apreciable puesto que se trata de tramos de corta longitud.

Velocidad real (V)

El cálculo de la velocidad se realizará utilizando la ecuación de Manning. Se calcula la velocidad y caudal teóricos del conducto funcionando a sección llena mediante la aplicación de las siguientes expresiones:

$$VII = \frac{1}{N} R_s^{2/3} S^{1/2}$$

$$QII = VII \times A$$

Donde:

V u: Velocidad del conducto funcionando a sección llena (mis).

Rh: Radio Hidráulico del conducto funcionando a sección llena (m).

s: Pendiente de la superficie libre del agua (m/m).

n: Coeficiente de rugosidad del conducto.

A: Área de la sección transversal del conducto funcionando llena (m²).

Cuando se obtiene el valor del caudal real de escorrentía mencionado en el punto 6.2.4.1 Método Racional, se debe cumplir la relación:

$$Q/QII \leq 0.85$$

6.3.4.2 Método del Hidrograma Unitario

Para cuencas con extensión superior a las 100 ha, se recomienda utilizar el método del Hidrograma Unitario.

El Hidrograma Unitario de una cuenca de drenaje se define como el hidrograma del escurrimiento directo, que se produce por una lluvia efectiva (es decir la que produce la escorrentía) o en exceso de altura unitaria generada uniformemente sobre el área de la cuenca con una intensidad constante durante un determinado período o duración.

Este método se basa en las siguientes hipótesis:

La lluvia efectiva tiene una distribución uniforme en toda su duración o período especificado. La lluvia efectiva está distribuida uniformemente en toda el área de la cuenca de drenaje. La base o tiempo de duración del hidrograma del escurrimiento directo debido a una lluvia efectiva de duración unitaria es constante.

Las ordenadas de hidrogramas del escurrimiento directo de tiempo base común son directamente proporcionales a la cantidad total de escurrimiento directo representado por cada Hidrograma.

Para una determinada cuenca de drenaje el Hidrograma de escurrimiento debido a un período de lluvia dado, refleja todas las características físicas de la cuenca.

Cuando no existen registros de caudales en una cuenca, no es posible derivar hidrogramas unitarios de registros históricos, por lo que se recomienda utilizar los denominados hidrogramas unitarios sintéticos, que han sido obtenidos sobre la base de estudios de muchas cuencas, sobre todo de los Estados Unidos de Norteamérica.

Se recomienda utilizar el hidrograma del Soil Conservation Service de los Estados Unidos (SCS).

Este hidrograma se elabora a partir de las siguientes relaciones:

- La lluvia efectiva tiene una distribución uniforme en toda su duración o período especificado.
- La lluvia efectiva está distribuida uniformemente en toda el área de la cuenca de drenaje.
- La base o tiempo de duración del hidrograma del escurrimiento directo debido a una lluvia efectiva de duración unitaria es constante.
- Las ordenadas de hidrogramas del escurrimiento directo de tiempo base común son directamente proporcionales a la cantidad total de escurrimiento directo representado por cada hidrograma.
- Para una determinada cuenca de drenaje el hidrograma de escurrimiento debido a un período de lluvia dado, refleja todas las características físicas de la cuenca.

Cuando no existen registros de caudales en una cuenca, no es posible derivar hidrogramas unitarios de registros históricos, por lo que se recomienda utilizar los denominados hidrogramas unitarios sintéticos, que han sido obtenidos sobre la base de estudios de muchas cuencas, sobre todo de los Estados Unidos de Norteamérica.

Se recomienda utilizar el hidrograma del Soil Conservation Service de los Estados Unidos (SCS).

Este hidrograma se elabora a partir de las siguientes relaciones:

$$q/q_0$$

$$t/T_0$$

t, q: Coordenadas del hidrograma.

qp: Caudal pico (m^3/s).

T p: Tiempo de pico (horas).

A partir de la revisión de un gran número de hidrogramas unitarios, el ses sugiere que el tiempo de recesión puede aproximarse a 1,67 de T_p y que el tiempo de retardo (t_p) es aproximadamente igual al 60% del tiempo de concentración. De aquí se tiene:

$$T_p = t_r/2 + t_p$$

$$q_p = CA/T_p$$

$$t_b = 2.67 T_p$$

Donde:

tr: Duración de la lluvia en exceso.

C: 2,08

A: Área de drenaje (km^2)

tb: Tiempo base del hidrograma unitario.

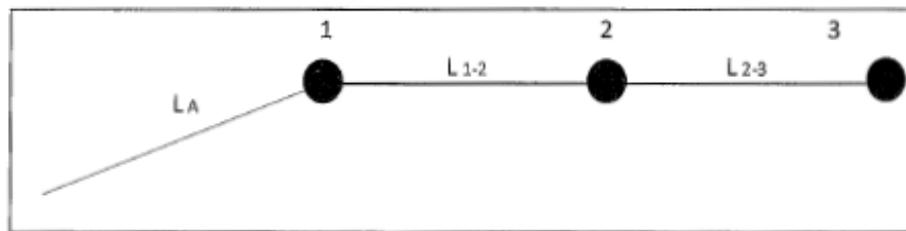
El procedimiento a seguir para cuencas grandes sería el siguiente:

- Dividir las cuencas en subcuencas.
- Obtener de cada subcuenca: área, pendiente media, característica de los suelos, su cobertura y tiempo de concentración.
- Realizar hidrogramas unitarios de cada subcuenca.
- Calcular el hidrograma del escurrimiento superficial, para cada subcuenca, a partir de su hidrograma unitario y del histograma diseñado para cada período de recurrencia y duración de la tormenta.
- Seleccionar una duración de tormenta igual a la del tiempo de concentración total de la cuenca.

Calculado los hidrogramas del escurrimiento directo de cada subcuenca, sumarlos y transitarlos hasta obtener el hidrograma total de toda la cuenca.

6.3.5 Metodología de cálculo hidráulico

Teniendo en cuenta todos los conceptos descritos anteriormente se puede estandarizar el procedimiento de cálculo para el dimensionado de alcantarillado pluvial como se describe a continuación en el sistema compuesto por dos tramos que se muestra a modo de ejemplo a continuación:



6.3.5.1 Caso 1:

Cuando se analizan tramos de arranque como el 1-2 del esquema mostrado anteriormente:

- a) Dado que este tramo es un arranque, se debe calcular el tiempo inicial (t_i) con la fórmula de Kirpich, utilizando como datos la distancia al punto más alejado LA, la pendiente entre el punto más alejado y el arranque de la alcantarilla:
- b) Se calcula el tiempo de recorrido (t_r) y utilizando como datos la longitud del tramo L 1-2 y adoptando un valor de 0,60 mis para la velocidad real V_r en la tubería:
- c) Con los valores del tiempo inicial (t_i) y tiempo de recorrido (t_r), se calcula el tiempo de concentración (t_e):
- d) Asumiendo un tiempo de duración (T) igual el tiempo de concentración (t_e) anteriormente calculado y adoptando un período de retorno según el acápite 6.2.4.1. Método Racional, se calcula ahora la intensidad de lluvia (i) utilizando las ecuaciones pluviométricas descritas en el acápite 6.2.2.1 Ecuaciones Pluviométricas.
- e) Se adopta el coeficiente de escurrimiento (C).

f) Se calcula el caudal real de escorrentía (Q) con la expresión de diseño, utilizando como datos el coeficiente de escorrentía y la intensidad calculados anteriormente y el área tributaria del tramo 1-2.

g) Adoptando una pendiente, un diámetro y un coeficiente de rugosidad (n) para el tramo 1-2, se calcula el caudal para la tubería funcionando a sección llena (QII).

h) Se calcula la relación Q/QII debiéndose cumplir:

$$Q/QII \leq 0.85$$

De no ser así se vuelve al paso g y se adopta un nuevo valor de la pendiente y/o del diámetro para el tramo 1-2.

i) Con el valor de Q/QII, se calcula según los valores de las relaciones hidráulicas, el cociente V/VII del cual se puede despejar el valor de la velocidad real (V).

j) Con el valor de la velocidad real (V), se recalcula el tiempo de recorrido (tr).

k) Con los tiempos de recorrido (tr) calculados en el paso b y en el paso j, se debe de cumplir la relación:

$$0.9[\text{tr}(\text{paso b})/\text{tr}(\text{paso j})] \leq 1.1$$

De no ser así, se vuelve al paso b, donde se adopta un valor para la velocidad real (V), mayor que 1,0 mis y se vuelve a repetir el cálculo hasta que se verifique la relación entre los tiempos de recorrido anteriormente mencionados.

6.3.5.2 Caso 2:

En este caso se procede de igual manera que para el caso anterior, teniendo en cuenta que el tiempo inicial para este tramo es igual al tiempo de concentración del tramo anterior 1 - 2. En caso de que sean varios los tramos que llegan al punto 2, se escoge el tiempo de concentración mayor.

6.3.6 Técnicas de simulación en computador

Los programas de simulación deberían, en líneas generales, brindar al diseñador las siguientes posibilidades:

a) Construcción del modelo mediante la digitalización del sistema de alcantarillado propuesto en el diseño.

b) Suministro de los siguientes Datos de Entrada al modelo anteriormente descrito:

Área de la cuenca a la que pertenece la red que se propone en el diseño, longitud, pendiente.

Curvas parametrizadas (hietograma) de Intensidad - Frecuencia- Duración Lluvia real del proyecto o sintéticas.

Coeficientes de escurrimiento (C).

Coeficiente de rugosidad (n) para las tuberías del sistema.

Longitud de los tramos del sistema.

Cotas del terreno natural y las cotas del invert.

Pendientes mínimas por diámetro conforme a los criterios de diseño adoptados.

Relación Tirante-Diámetro máximo, conforme a los criterios de diseño Adoptados.

Profundidades mínimas de invert de las tuberías por diámetro conforme a los criterios de diseño adoptados.

e) Resolución, para los conductos del modelo, de las ecuaciones del flujo en régimen permanente en conductos cerrados funcionando a sección parcialmente llena y/o llena.

d) En función de lo expresado en el punto anterior se debe obtener los siguientes resultados:

Dimensionamiento de los conductos que conforman el modelo de la red digitalizada

Caudal que escurre en los conductos del modelo.

Relación Tirante Líquido-Diámetro de los conductos del modelo, que permita inferir el funcionamiento hidráulico de estos conductos.

Número de Froude que caracterice el régimen de flujo para cada tramo.

Pendiente de cada uno de los conductos que conforman el sistema.

Cotas del invert aguas arriba y abajo de cada uno de las tuberías que conforman el sistema.

Profundidades del invert aguas arriba y abajo de cada uno de las tuberías que conforman el sistema.

De ser necesario el modelo deberá admitir la posibilidad de materializar la inyección de caudales al sistema a través de curvas de escorrentía-tiempo

considerando el tiempo de retardo real que existe entre cada una de las inyecciones de estas curvas en el sistema, el cual depende de los puntos en que se producen las mismas. Luego considerar el transporte o tránsito de la onda de crecida que se produce en la tubería por la inyección de estos caudales (ruta de la onda de crecida).

También de ser necesario el modelo debería permitir la inyección de los caudales al sistema a través de alguno de los métodos originados en la técnica del hidrograma unitario.

e) El modelo debería brindar también un cómputo métrico y costeo de la red diseñada, previa alimentación del mismo con datos de costo de tuberías por material, costos de excavación, costos de bocas de inspección, etc.

f) El modelo deberá estar en la capacidad de arrojar los parámetros para diseñar la cimentación y definir la clase de la tubería a utilizar.

6.3.7 Normas particulares de diseño

6.3.7.1 Velocidades

La velocidad mínima aceptable para alcantarillas de aguas de lluvias será de 0,7 mis para colectores secundarios y 0,9 mis para colectores principales. En ciertos casos especialmente cuando se puedan producir arrastres excesivos, IA podrá exigir una velocidad mínima de 1,0 mis. Las velocidades máximas permisibles en las redes de aguas de lluvias serán función del material de las tuberías y de las indicaciones del fabricante. Valores de referencia se dan en la siguiente tabla:

Material	Velocidad máxima (m/s)
Acero	6,0
PVC	8,0
Acero con recubrimiento de mortero centrifugado	4,5
Cobre	4,0
Concreto normal	3,0
Concreto reforzado	4,5
Ladrillo común	3,0
Gres	5,0
Hierro dúctil con recubrimiento de mortero centrifugado	4,5

En cada tramo se deberá verificarse el comportamiento de auto limpieza del flujo, para lo cual es necesario utilizar el criterio de esfuerzo cortante medio, estableciéndose que sea mayor a 0,3 kg/m² para el caudal de diseño y mayor o igual a 0,15 kg/m² para el 10% de la capacidad a tubo lleno.

6.3.7.2 Pendientes

La pendiente mínima estará determinada por la velocidad. Aun cuando las pendientes máximas están determinadas en general por la velocidad máxima, también deberá tenerse en cuenta que en el diseño de canales o estructuras complementarias no se produzca flujo crítico o aproximadamente crítico (dentro de un 10% de la altura del agua correspondiente al flujo crítico).

Esto tiene por objeto evitar que pueda haber cambios en el estado del flujo en el canal, cambios que producirán represamientos o alteraciones inconvenientes. En caso de régimen supercrítico se debe presentar el estudio de las condiciones hidráulicas hasta la entrega final mediante estructuras de disipación o similares.

Cabe destacar que la discriminación del tipo de régimen de flujo se realizará mediante la utilización del número de Fraude. Este es el parámetro adimensional que caracteriza los regímenes de flujo a superficie libre donde la fuerza predominante sobre el escurrimiento es la fuerza de gravedad. Este número se define como:

$$Fr = \frac{V}{(gA/Bs)^{1/2}}$$

Donde:

V: Velocidad real del agua para el tubo funcionando parcialmente lleno (m/s).

g: Aceleración de la gravedad (9.8m/s²).

A: Área transversal mojada de la sección del conducto (m²).

Bs: Ancho superficial (m).

La discriminación del tipo de flujo mediante este parámetro se realiza mediante la siguiente manera:

- $F < 1$

El régimen de flujo es subcrítico, lo que implica que cualquier modificación que se le produzca a la sección transversal del escurrimiento, aumento o disminución en corte o en planta, se traducirá en elevación o depresión de la misma respectivamente y esta perturbación propagará hacia aguas arriba.

- $F=1$

El régimen de flujo es crítico y se caracteriza por la inestabilidad de la superficie libre con la consecuente formación de ondulaciones en la misma.

- $F > 1$

El régimen de flujo es supercrítico o de alta velocidad, lo que implica que cualquier modificación que se le produzca a la sección transversal del escurrimiento, aumento o disminución en corte o en planta, se traducirá en depresión o elevación.

6.3.7.3 Profundidades

Se especifican profundidades mínimas del tope de los conductos por debajo de las rasantes de las vías equivalentes a 1,00 m, cuando las tuberías que se usen sean de concreto se debe especificar en todos los casos el tipo de cimentación y clase de tubería según las cargas a que sea sometida.

Las profundidades máximas dependerán de la resistencia de soporte de la tubería según el material y tipo de tubería y cimentación utilizada.

En general se debe tratar de que la profundidad del alcantarillado pluvial sea mayor que la del alcantarillado sanitario. Cuando se presenten cruces de tuberías es necesario proteger el tubo superior mediante vigas, muros o anclajes que garanticen la estabilidad del sistema.

6.3.7.4 Tamaño y Materiales de los conductos

El tamaño de los conductos para el alcantarillado pluvial depende del caudal de diseño. El tamaño mínimo será de 400 mm. En general dependiendo de las condiciones de carga, se emplearán tuberías de concreto reforzado en cualquier diámetro.

Se podrán utilizar tuberías de PVC que cumplan con las especificaciones fijadas por IA.

Se podrán utilizar tuberías de acero en cruces aéreos sobre vías o ríos, en líneas de impulsión, sifones invertidos y obras similares.

Para utilizar tuberías de acero, con estos materiales se deberán usar revestimientos interiores y exteriores adecuados a fin de protegerlos contra la corrosión por ácidos del agua residual y por suelos agresivos.

6.3.7.5 Capacidad de los Conductos de Desagüe Existentes

El Diseñador debe tener todas las informaciones necesarias de IA referente a las capacidades de los conductos, canales y redes primarias del sistema de desagüe de la ciudad que constituyen su esquema básico.

Dichos conductos o canales pueden estar ya construidos en la época de la consulta o estar en proyecto. En cualquiera de los dos casos, IA suministrará al diseñador las capacidades, localización y cota del sistema primario de desagüe con el fin de que estos datos se tengan en cuenta al elaborar los proyectos para una urbanización particular.

6.4 Obras complementarias

6.4.1 Cámaras de inspección

6.4.1.1 Localización y distancias máximas de cámaras de inspección

Se colocarán en los siguientes lugares:

- Al comienzo de todo colector.
- En toda intersección de colectores
- En todo cambio de dirección
- En todo cambio de pendiente
- En todo cambio de diámetro

También se debe cumplir con lo estipulado en el siguiente cuadro

Diámetro de tubería (m/m)	Distancia máxima (m)
Desde 400 hasta 450	120
Mayor de 450	140

Estas distancias podrán ser modificadas a criterio de IA para los casos que se consideren especiales presentando la sustentación correspondiente.

Para todos los diámetros de colectores, las cámaras podrán colocarse a distancias mayores, dependiendo de las características topográficas y urbanísticas del proyecto, considerando siempre que la longitud máxima de separación entre los pozos no deberá exceder a la permitida por los equipos de limpieza.

Las cámaras de alcantarillado sanitario deberán ubicarse de tal manera que se evite el flujo de escorrentía pluvial hacia ellos. Si esto es inevitable, se diseñarán tapas herméticas especiales que impidan la entrada de la escorrentía superficial.

La abertura superior de la cámara será como mínimo 0,6 m. El cambio de diámetro desde el cuerpo de la cámara hasta la superficie se hará preferiblemente usando un tronco de cono excéntrico, para facilitar el descenso al interior de la cámara.

El diámetro del cuerpo del pozo estará en función del diámetro de la máxima tubería conectada al mismo.

La tapa de los pozos de revisión será circular, podrán ser de hormigón o metálica.

La corona de los pozos se mantendrá a 0, 1 0 m por encima de la superficie del terreno en calles no pavimentada y a nivel con el pavimento en calles pavimentadas.

Para acceder a las alcantarillas se utilizarán escaleras portátiles.

El fondo del pozo deberá tener cuantos canales sean necesarios para permitir el flujo adecuado del agua a través del pozo sin interferencia hidráulicas que conduzcan a pérdidas grandes de energía.

Si el conducto no cambia de dirección, la diferencia de nivel, en el pozo, entre la solera de la tubería de entrada y aquella de la tubería de salida

corresponderá a la pérdida de carga que se haya calculado para la respectiva transición.

6.4.1.2 Cálculo de la caída en cámaras de inspección

Si bien el cálculo hidráulico del alcantarillado se realiza en régimen uniforme, las singularidades que aparecen, dan lugar a cambios del régimen de flujo y originando movimientos variados (remansos).

Una singularidad típica que se presenta en las cámaras de inspección, la cual da origen a perturbaciones en la superficie libre del flujo, si no se minimiza su influencia, es la diferencia entre las cotas del invert de la tubería más baja de las que llegan a la boca y la cota del invert de la tubería que sale de la misma (escalón). Para minimizar este efecto, se realizan las consideraciones de diseño que se exponen a continuación, las cuales tienen por objeto que la transición de la línea de energía, al pasar el escalón, sea suave y especialmente que para la superficie libre prácticamente no exista transición.

Las consideraciones de diseño enunciadas anteriormente son las siguientes:

- Se tratará de mantener a la misma altura dentro de la cámara los empates a cotas claves de todos los conductos que concurran a la cámara de inspección. Cuando esto no sea posible los invert de los conductos mayores quedarán más bajas respecto de los invert de los demás en la mitad de la diferencia de los diámetros.
- Para alcantarillas desde 450 mm hasta 750 mm de diámetro esta diferencia de altura debe ser los 3/4 de la diferencia de los diámetros.

Para alcantarillas mayores de 750 mm la diferencia entre cotas de invert deberá calcularse utilizando el Método de la Energía Específica el cual se enuncia a continuación:

$$H = (H_2 - H_1) + H_e$$

$$H_e = K \frac{(V_1^2 - V_2^2)}{2g}$$

Donde:

H: Altura del escalón (m).

H1: Energía total en la tubería que llega (mca).

H2: Energía total en la tubería que sale (mca).

He: Pérdida de energía (mca).

k: 0, 1 para velocidad creciente.

K: 0,2 para velocidad decreciente.

V1: Velocidad de llegada (m/s).

V2: Velocidad de salida (m/s).

g: Aceleración de la gravedad (9,8 m/s²).

Las expresiones de las pérdidas localizadas enunciadas anteriormente valen para el caso de alineamientos rectos de las conducciones. Cuando no se cumpla esta condición se deberá tener en cuenta la pérdida por cambio de dirección, con la siguiente expresión:

$$H_e = K \frac{(V_1^2 - V_2^2)}{2g}$$

Donde:

He: Pérdida de energía (mca).

Kc: Coeficiente en función del ángulo que forman la dirección de la tubería que sale con la dirección de la tubería que llega.

Vn: La mayor de las velocidades en la transición (m/s).

g: Aceleración de la gravedad (m/s²)

Angulo entre tubería entrante y saliente de la cámara	kc
22,0	0,67
45,0	1,00
90,0	2,00

Se debe chequear las tres condiciones anteriores y escoger la mínima que cumpla con los requerimientos del diseño.

Cabe destacar que H podría dar valores negativos lo que implicaría un ascenso del invert de la conducción aguas abajo, lo cual favorecería la acumulación de sedimentos por lo cual si H es negativo, se adopta $H = 0$ o se enrasan las cotas clave de ambas tuberías con lo cual H será igual a la diferencia de diámetros.

Clasificación de las Cámaras de Inspección.

Las cámaras de inspección para alcantarillas pueden clasificarse como:

Cámara Tipo 1

Son cámaras circulares fabricadas a base de hormigón armado, formada por una losa superior desmontable, cuerpo cilíndrico de 900 mm de diámetro interior y losa de cimentación cuadrada. La losa superior está fabricada con hormigón de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, mientras que el cuerpo y la losa de cimentación con hormigón de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. Están destinadas para conexión de tuberías cuyos diámetros oscilan entre 220 mm y 400 mm. El invert de esta cámara tendrá una profundidad menor o igual a 2500 mm medida desde la rasante de la tapa de la cámara.

Los detalles arquitectónicos y estructurales se encuentran detallados en el plano ALC-4213.

Cámaras Tipo II

Son cámaras circulares fabricadas a base de hormigón armado, formada por una losa superior desmontable, cuerpo cilíndrico de 1000 mm de diámetro interior y losa de cimentación cuadrada. La losa superior está fabricada con hormigón de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, mientras que el cuerpo y la losa de cimentación con hormigón de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. Están destinadas para conexión de tuberías cuyos diámetros oscilan entre 450 mm y 760 mm. El invert de esta cámara tendrá una profundidad menor o igual a 2750 mm medida desde la rasante de la tapa de la cámara.

Los detalles arquitectónicos y estructurales se encuentran detallados en el plano ALC-4214.

Cámaras Tipo III

Son cámaras fabricadas a base de hormigón armado, formada por una losa superior desmontable, un primer cuerpo cilíndrico de 1000mm de diámetro interior, un segundo cuerpo cuadrado de 1500mm de lado interno y losa de cimentación cuadrada. La losa superior está fabricada con hormigón de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, mientras que los cuerpos y la losa de cimentación con hormigón de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. Están destinadas para conexión de tuberías cuyos diámetros oscilan entre 33" (825 mm) y 44" (1100 mm). El invert de esta cámara tendrá una profundidad menor o igual a 3650 mm medida desde la rasante de la tapa de la cámara.

Los detalles arquitectónicos y estructurales se encuentran detallados en el plano ALC-4215.

Cámaras Tipo IV

Son cámaras fabricadas a base de hormigón armado, formada por una losa superior desmontable, un primer cuerpo cilíndrico de 1000mm de diámetro interior, un segundo cuerpo rectangular de 1500m y 2500 mm de lados internos y losa de cimentación rectangular. La losa superior está fabricada con hormigón de $f'c = 350 \text{ Kglcm}^2$, mientras que el cuerpo y la losa de cimentación con hormigón de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. Están destinadas para conexión de tuberías cuyos diámetros oscilan entre 48" (1200 mm) y 66" (1650 mm). El invert de esta cámara tendrá una profundidad menor o igual a 4650 mm medida desde la rasante de la tapa de la cámara.

Cámaras Tipo V

Son cámaras fabricadas a base de hormigón armado, formada por una losa superior desmontable, cuerpo cilíndrico de 1000 mm de diámetro interior, un segundo cuerpo rectangular de 1500 mm y 3000mm de lados internos y losa

de cimentación rectangular. La losa superior está fabricada con hormigón de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, mientras que el cuerpo y la losa de cimentación con hormigón de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$. Están destinadas para conexión de tuberías cuyos diámetros oscilan entre 72" (1800 mm) y 90" (2250 mm). El invert de esta cámara medida desde la rasante de la calzada tendrá una profundidad menor o igual a 4750 mm.

Los detalles arquitectónicos y estructurales se encuentran detallados en el plano ALC-4216-A.

Cámaras de Caída

Debe proyectarse cámaras de caída cuando la cota clave del tubo que llegue esté a más de 1,20 m de la cota clave del tubo de salida.

Este podrá ser de bajante en tubo o de escalinatas. En caso de bajante el diámetro máximo será de 375 mm a menos que se justifique un bajante de mayor diámetro. Cuando se presenten caídas superiores a 3,00 m ó porque IA lo considere conveniente deberá proyectarse estructuras especiales de caída

Se podrán construir otros tipos de cámaras previa entrega de las memorias técnicas justificando los cambios para la posterior aceptación de IA.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Fuentes Ramírez, Colón Andrés**, con C.C: # **0921683769** autor/a del trabajo de titulación: **Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la Lotización Eloy Alfaro, perteneciente al Cantón Guayaquil, ubicado en km. 20.5 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, **17 de septiembre del 2020**

f. _____

Nombre: **Fuentes Ramírez, Colón Andrés**

C.C: **0921683769**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la Lotización Eloy Alfaro, perteneciente al Cantón Guayaquil, ubicado en km. 20.5 vía Daule, Provincia del Guayas		
AUTOR(ES)	Colón Andrés, Fuentes Ramírez		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Mélida Alexandra, Camacho Monar		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	17 de septiembre del 2020	No. DE PÁGINAS:	110
ÁREAS TEMÁTICAS:	Topografía, Abastecimiento de agua, Alcantarillado, Ingeniería de Costo		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Hidrología, Caudal, Alcantarillado Pluvial, Periodo de Diseño, Área de Drenaje, Área de Inundación, Isoterma, Isoyeta, Cuenca de Aportación, Área de la Cuenca		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El presente trabajo contiene el diseño y modelación técnica del sistema de alcantarillado pluvial para la lotización Eloy Alfaro, perteneciente al Cantón Guayaquil, ubicado en km. 20.5 vía Daule, provincia del Guayas. El área a la cual está determinado el estudio y proyecto de alcantarillado tiene una extensión de 17.96 hectáreas (179 600 m2).</p> <p>El sector "Eloy Alfaro" cuenta en la actualidad con los servicios básicos de electricidad, telefonía, y agua potable. De acuerdo a la observación de campo que se realizó y la entrevista realizada a los moradores del sector se sabe que la lotización carece de alcantarillado, por lo que, se utiliza fosas sépticas. Adicional, el sector de estudio no posee alcantarillado pluvial, lo que ocasiona grandes inconvenientes de orden sanitario en las temporadas de lluvia, sean estas: inundaciones, presencia de plagas, polvo, malestar constante, entre otros.</p> <p>El proyecto comprende la compilación de información preliminar para la elaboración del diseño, investigaciones de campo realizadas. También contiene especificaciones técnicas de diseño y construcción, obtenidas con los programas de ArcMap y Google Earth, de donde también se obtuvo las curvas de nivel. Se realizó el diseño hidráulico de la red con la utilización del programa AKua; y, de manera referencial, un presupuesto y un cronograma valorado de la obra.</p> <p>El diseño y posteriormente la construcción de la Red de Alcantarillado Pluvial, complementará la infraestructura básica existente, ya que pretende contribuir a la solución de uno de los problemas de saneamiento ambiental e inundaciones, que afectan a esta zona en los períodos de lluvia.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-939741828	E-mail: colon-fuentes@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Clara Catalina Glas Cevallos		
	Teléfono: +593-984616792		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			