



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA
CIUDADELA EL MODULAR, UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Civil

AUTORES:

LENIN BRYAN ALCÍVAR ESPINOZA

SCARLET FERNANDA MINDIOLAZA JIMÉNEZ

TUTOR:

ING. LUIS EDUARDO MOYA CHAVEZ MGS.

Guayaquil - Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Lenin Bryan Alcívar Espinoza con documento de identificación N° 0957705676 y Scarlet Fernanda Mindiolaza Jiménez con documento de identificación N° 2000103966 ; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

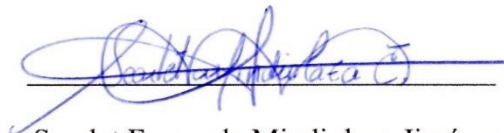
Guayaquil, 27 de Enero del año 2025

Atentamente,



Lenin Bryan Alcívar Espinoza

0957705676



Scarlet Fernanda Mindiolaza Jiménez

2000103966

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Lenin Bryan Alcívar Espinoza con documento de identificación N° 0957705676 y Scarlet Fernanda Mindiolaza Jiménez con documento de identificación N° 2000103966, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del proyecto técnico: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA CIUDADELA EL MODULAR, UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de Enero del año 2025

Atentamente,



Lenin Bryan Alcívar Espinoza

0957705676



Scarlet Fernanda Mindiolaza Jiménez

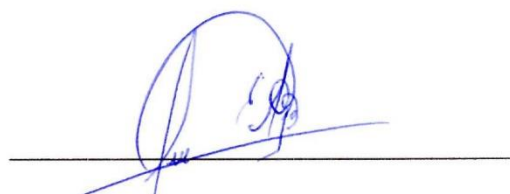
2000103966

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Luis Eduardo Moya Chávez con documento de identificación N° 1310835457, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA CIUDADELA EL MODULAR, UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN”, realizado por Lenin Bryan Alcívar Espinoza con documento de identificación N° 0957705676 y Scarlet Fernanda Mindiolaza Jiménez con documento de identificación N° 2000103966, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de Enero del año 2025

Atentamente,



Ing. Luis Eduardo Moya Chávez, Msc.

1310835457

DEDICATORIA

Agradezco a Dios, quien ha sido mi guía, fortaleza y refugio en todo momento, pues su amor incondicional y sus bendiciones han sido la base de cada paso que he dado a lo largo de este camino. También expreso mi gratitud a mis padres por su apoyo incondicional, por ser un ejemplo de esfuerzo y por los innumerables sacrificios que han hecho posible este logro.

A mi compañero, mi refugio en esta travesía, gracias por creer en mí y recordarme que soy capaz de superar cualquier desafío. A mi hija, mi mayor inspiración y motor de esfuerzo, porque cada una de sus sonrisas me llenó de energía y me recordó que este sueño también es para asegurarle un futuro lleno de posibilidades.

Finalmente, a mis familiares, quienes han estado presentes en los momentos significativos, y a los compañeros que me acompañaron desde el inicio hasta el final, gracias por su ánimo, sus palabras de aliento y su apoyo en los días difíciles. Este logro es el resultado del amor, el esfuerzo y el respaldo que he recibido de todos ustedes, quienes han sido parte fundamental de este viaje lleno de aprendizajes y crecimiento.

Scarlet Fernanda Mindiolaza Jiménez.

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo a Dios, a mis padres y mi hermano, mi hermana, primos y mi sobrino quienes, con su apoyo incondicional, sacrificios y consejos me han inspirado a alcanzar mis metas. A ellos, que siempre han creído en mí, incluso en los momentos en los que dudé de mis propias capacidades, les agradezco por ser mi mayor apoyo y guía.

A mis compañeros, amigos y aquellas personas que, aunque no seamos familia de sangre nunca me han dejado solo, gracias por recordarme siempre el valor de la perseverancia y la importancia de mantener los pies en la tierra, gracias por sus palabras de ánimo en los días más complicados.

Finalmente, dedico este logro a mí mismo, por las noches largas, los retos superados y por no rendirme ante las adversidades. Cada página de este trabajo lleva un pedazo de mi esfuerzo, mis aprendizajes y mis sueños cumplidos.

Lenin Bryan Alcívar Espinoza.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme guiado y permitido alcanzar esta importante etapa en mi vida profesional. Agradezco profundamente a la Universidad Politécnica Salesiana por abrirme sus puertas y ser el lugar donde floreció mi formación como profesional. Extiendo mi gratitud a cada uno de los docentes que, con dedicación y compromiso, compartieron sus conocimientos y marcaron una huella invaluable en mi camino académico. Gracias por ser parte de este logro.

Scarlet Fernanda Mindiolaza Jiménez.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios, quien permitió que todos mis seres queridos estemos llenos de salud y vida. Él me ha demostrado que, a pesar de todas las dificultades, siempre estuvo presente cuidando de mí, tanto en los momentos malos como en los buenos que he vivido durante estos cuatro años.

Así mismo, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi hermano Edison Chico, mi padre Edison Alcívar y mi madre María Espinoza, quienes han sido fundamentales durante mi carrera universitaria, brindándome apoyo económico, emocional y condicional.

También agradezco a mi hermana Mayra Alcívar y a mi sobrino Alan Alcívar, quienes son una de mis principales motivaciones para superarme. Mi hermana, en varias ocasiones, me ayudó con actividades académicas, lo cual valoro profundamente.

En segundo lugar, agradezco de corazón a mis primas Iliana Cruz, Edith Cruz, mi primo Argenis Espinoza y, especialmente, a mi prima Brigitte Cruz. También a mi tía Jenny Alcívar, Ángela Espinoza y a mi tío Pedro Alcívar. No puedo dejar de mencionar a aquellas personas que se han convertido en mi familia elegida: Eugenia Piza, Jorge Villanueva, Andrés Villanueva, Rosa Saquicela, Evelyn Villanueva, Belén Vera, Jovita Alvia, Jenny Solís, Rosario Romero, Isabel Guzmán, Mónica García, Roxana Díaz, Milena Retto, Martha Méndez y Tita Tomalá. Gracias por su apoyo, consejos y palabras alentadoras durante esta aventura.

A mi grupo de la época colegial, quienes se han convertido en hermanos: Inés María Tomalá, Deysi Coronel, Andy González e Ingrid Solórzano. Muchas gracias por todo. Recuerden que siempre los querré, especialmente a Inés María, quien ha sido de gran apoyo en mis noches tristes y bloqueos emocionales. Gracias por tu tiempo, bellas palabras y por confiar en mí.

También agradezco de todo corazón a quienes han estado conmigo desde el primer día hasta hoy, a pesar de las peleas por trabajos grupales, los momentos altos y bajos de esta travesía llamada vida universitaria, llena de experiencias buenas y malas. ¡Gracias por estar siempre presentes, Scarlet Mindiolaza, Suleika Gallegos y Juliana Del Pezo!

A pesar de nuestras diferencias, Juliana, comenzamos juntos (aunque te desviaras un poco por influencias externas, siempre estuvimos juntos pero no revueltos) y mira cómo es la vida, cerraremos juntos este capítulo. ¡Suleika, recuerdo el primer día! Pensé que no formaríamos lazos de amistad, pero mira hasta dónde hemos llegado. Gracias por tu coraje y por las amanecidas haciendo trabajos grupales junto a Scarlet. Como les dije desde el primer día: siempre estaré para ustedes.

Pese a que varias veces me hayan aplicado la de las cartas "se barajaban", muchas gracias por los desayunos, almuerzos y meriendas compartidos durante toda la carrera.

No puedo olvidar a los hermanos que me ha dado la universidad. Gracias por esos días de apoyo en actividades complicadas, pero no imposibles, por las amanecidas estudiando y por ir al siguiente día sin dormir, pero bien preparados: Eliam González, Iván Corrales, Lenin Pinto y Kevin Intriago.

A pesar de que somos de diferentes carreras, siempre estaré agradecido con mis hermanos Michael Mejía y Justyn Peñafiel, quienes me brindaron consejos, apoyo emocional y académico.

Agradezco profundamente a la Universidad Politécnica Salesiana por permitirme conocer a excelentes personas: Mabel Rodríguez, Nallely Tamay, Jack Pincay, Tiffanny Chalén, Claudia Catagua, Hugo Chicaiza, Doménica Castañeda, Kelly Pincay, Sahian Macías, Steven Guzmán, Denisse Intriago, Jamileth Castillo, Paola Baque, Isaac

Arizala, Frank Zuñiga, Emily Navarro, Erick Altamirano y Jhon Bermúdez, con quienes he compartido momentos gratos dentro y fuera de la universidad.

Penúltimamente, agradezco a todos los docentes que fueron parte de este camino, especialmente al Ing. Fausto Cabrera, por compartir sus conocimientos y su calidad de amistad durante estos años. También agradezco a nuestro tutor de tesis, el Ing. Luis Moya, quien desde el primer día nos ayudó con cualquier duda sobre nuestro trabajo de titulación y nos dedicó su tiempo para orientarnos. Les estoy eternamente agradecido.

Finalmente, agradezco a aquella persona que me ayudó a cambiar mi carácter y mis sentimientos. Tal vez fue algo fugaz y sé que no lo leerás, tal vez ya no importe, pero siempre te querré a pesar de todo. Ahora veo todo desde otra perspectiva y comprendí por qué suceden las cosas.

¡Muchas gracias a todos!

Lenin Bryan Alcívar Espinoza.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Problema De Estudio.....	5
1.3. Justificación	5
1.4. Ubicación Geográfica.....	6
1.5. Objetivos:.....	7
1.5.1. Objetivo General	7
1.5.2. Objetivos Específicos	7
CAPÍTULO II.....	8
2.1. Marco Teórico	8
2.2. Período De Retorno.....	9
2.3. Método De Cálculo Lluvia-Caudales:.....	9
2.3.1. Método Racional	9
2.3.2. Caudales De Diseño De Aguas Lluvias	9
2.4. Relación Intensidad-Duración-Frecuencia	9
2.5. Precipitación	10
2.5.1. Frecuencia De Lluvia.....	10
2.5.2. Tiempo De Concentración	11
2.5.2.1. Ecuación De Kirpich	12
2.5.2.2. Ecuación De California Culverts Practice	13
2.5.3. Tiempo De Recorrido	13

2.5.4.	Tiempo De Concentración Inical (Te)	14
2.6.	Distancia Mínima Entre Los Conductos, De Otros Sevicios Y A Quebradas.....	14
2.7.	Duración De La Lluvia	16
2.8.	Área De Drenaje.....	16
2.9.	Hidrograma De Diseño, Caudales Y Volúmenes De Diseño	17
2.10.	Coeficiente De Escorrentía.....	17
2.11.	Tipos De Escorrentía.....	18
2.11.1.	Escorrentía Superficial	18
2.11.2.	Escorrentía Subsuperficial.....	18
2.11.3.	Escorrentía Subterranea.....	19
2.12.	Intensidad De La Lluvia.....	19
2.13.	Diámetro Mínimo	19
2.14.	Velocidades.....	20
2.14.1.	Velocidad Máxima	20
2.14.2.	Velocidad Mínima.....	20
2.15.	Pendientes.....	21
2.15.1.	Pendientes Mínimas	21
2.15.2.	Pendientes Máximas.....	21
2.16.	Profundidad	21
2.16.1.	Profundidad Mínima A La Cota Clave.....	21
2.17.1.	Profundidad Máxima A La Cota Clave	22
2.18.	Sumideros.....	22

2.18.1.	Sumidero De Ventana.....	22
2.18.2.	Sumidero De Rejilla.....	23
2.18.3.	Sumidero Mixto	24
2.19.	Pozos De Revisión.....	24
2.20.	Coeficiente De Rugosidad.....	25
2.21.	Régimen De Flujo En Los Colectores	25
2.22.	Red De Tuberías Y Colectores.....	26
2.23.	Inundación.....	26
2.24.	Aguas Pluviales	26
2.25.	Alcantarillado Pluvial Urbano.....	27
2.26.	Sifones Invertidos	27
2.27.	Alcantarilla Curvas	27
2.28.	Cuencas Hidrológicas	28
2.29.	Sistema De Alcantarillado Pluvial	28
2.29.1.	Alcantarillado Pluvial Particular.....	28
2.29.2.	Alcantarillado Pluvial General Particular.....	28
2.29.3.	Alcantarillado Municipal.....	29
2.30.	Componentes De Una Red De Alcantarillado Municipal	29
2.30.1.	Sumideros.....	29
2.30.2.	Tuberías De Recolección.....	29
2.30.3.	Pozos De Inspección	29
2.30.4.	Colectores Principales	30

2.30.5.	Estanques De Retención Y Detención.....	30
2.30.6.	Cámaras De Inspección	31
2.30.7.	Sistemas De Tratamiento.....	31
2.30.8.	Estructuras De Descarga.....	31
2.30.9.	Sistemas De Infiltración	32
2.31.	Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología (Inamhi)	32
2.31.1.	Estaciones Meteorológicas Y Pluviométricas.....	34
2.32.	Marco Legal	35
2.32.1.	Normas Nacionales	35
2.32.1.1	Norma Inen 5	35
CAPÍTULO III		36
2.17.	Metodología.....	36
2.18.	Diseño De Sistema De Alcantarillado Pluvial.....	36
2.19.	Bases De Diseño Generales	36
2.19.1.	Período De Retorno.....	36
2.20.	Método De Cálculo Lluvia-Caudales.....	36
2.20.1.	Método Racional	36
2.20.2.	Frecuencia De Lluvia	37
2.20.3.	Tiempo De Concentración.....	37
2.20.3.1.	Ecuación De Kirpich	37
2.20.3.2.	Ecuación De California	38
2.20.4.	Coeficiente De Escorrentía.....	38

2.20.4.1. Tipos De Superficies	39
2.20.5. Velocidades.....	39
2.20.5.1. Velocidad Máxima.....	39
2.20.6. Profundidad	40
2.20.6.1. Profundidad Mínima.....	40
2.20.7. Diámetro Adecuado Para Pozos De Revisión.....	40
2.20.8. Coeficiente De Rugosidad.....	40
2.20.9. Duración De La Lluvia.....	41
2.20.10. Red De Tuberías Y Colectores.....	41
2.20.11. Velocidad De Flujo.....	42
2.20.12. Tiempo De Traslado En Los Colectores.....	42
2.20.13. Diseño Del Pozo	43
2.21. Base Del Diseño	44
2.21.1. Tipo De Estudio	44
2.21.2. Topografía.....	44
CAPÍTULO IV	46
4.1. Levantamiento Topográfico.....	46
4.2. Resultado Para El Diseño Del Sistema De Alcantarillado Pluvial	55
4.1.1. Datos Generales De La Cuenca	55
4.1.2. Datos Generales Del Canal.....	55
4.1.3. Coeficiente De Escorrentía.....	55
4.1.4. Tiempo De Concentración.....	56

4.1.5. Intensidad De Lluvia.....	57
4.1.5.1 Método 1.....	57
4.1.5.2 Método 2.....	58
4.1.5.3 Método 3.....	59
4.1.6. Áreas De Aportación.....	60
4.1.7. Caudal De Diseño Pluvial En M3/S.....	62
4.1.7. Caudal De Diseño Pluvial En L/S.....	62
4.1.8. Distancia Máxima Entre Pozos Y/O Camaras De Inspección.....	63
4.1.8. Elementos De Un Sistema Pluvial	63
4.1.8.1 Cámaras De Inspección	63
4.1.8.2 Colectores	64
4.1.8.3 Sumideros	65
4.1.8.3 Tirantes	66
4.2. Cálculo Hidráulico De Las Tuberías	66
4.2.1. Diámetros Internos Mínimos	66
4.2.2. Material De La Tubería	67
4.2.3. Coeficiente De Regulosidad	67
4.2.4. Pendiente Máxima Y Mínima.....	68
4.2.5. Cálculo De Área	68
4.2.6. Cálculo Del Perímetro.....	68
4.2.7. Radio Hidráulico.....	69
4.2.8. Funcionamiento Hidráulico	70

4.2.8.1. Velocidad En Condición De Tubería Llena	70
4.2.8.2. Calculo Velocidad En Condición De Tubería Llena	70
4.2.8.3. Relación De Caudal En Condición De Tubería Llena.....	71
4.2.8.3. Cálculo De Caudal En Condición De Tubería Llena	71
4.2.9. Datos De Las Cámaras	72
4.2.9.1. Profundidad Mínima A La Cota Clave	72
4.2.9.2. Profundidad Máxima A La Cota Clave	72
4.2.9.3. Cota Tapa Superior.....	73
4.2.9.3. Cota Tapa Inferior	73
4.2.10.3. Cota Tapa Invert Superior.....	74
4.2.10.3. Cota Tapa Invert Inferior	74
4.2.10. Hoja De Cálculo Del Sistema De Alcantarillado Pluvial.....	78
CAPÍTULO V.....	80
5.1. Modelación Hidráulica En Sewergems	80
5.2. Perfiles De La Modelación Hidráulica Del Sistema Pluvial	99
5.3. Análisis E Interpretación De La Encuesta	100
5.4. Variables Demográficas De La Muestra	100
CAPÍTULO VI	105
6.1. Conclusiones.....	105
6.2. Recomendaciones.....	106
CAPÍTULO VII.....	107
7.1. Bibliografía.....	107

7.2. Anexos	117
-------------------	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ecuación para la determinación del tiempo del flujo superior	11
Tabla 2 Valores de N para la fórmula de KERBY	12
Tabla 3 Valor de C para la fórmula de IZZARD	12
Tabla 4 Velocidad máxima en tuberías	20
Tabla 5 Tabla 1 Frecuencia del diseño en función del tipo de la zona	37
Tabla 6 Tipos de Superficies	39
Tabla 7 Velocidad Máxima en tuberías.....	39
Tabla 8 Profundidad de Alcantarillado	40
Tabla 9 Diámetros recomendados de pozos de revisión.....	40
Tabla 10 Coeficiente de Rugosidad.....	40
Tabla 11 Especificaciones para cálculo	41
Tabla 12 Levantamiento Topográfico.....	47
Tabla 13 Área de la cuenca, Longitud	55
Tabla 14 Longitud, Pendiente del canal.....	55
Tabla 15 Áreas de aportación de los sumideros	61
Tabla 16 Diseños de Interagua	64
Tabla 17 Diseños de Sumideros Interagua.....	66
Tabla 18 Velocidades mínimas y máximas con condición parcialmente llena ...	70
Tabla 19 Cotas Sumideros	76
Tabla 20 Cotas Cámaras de Inspección	77

Tabla 21 Hoja de Cálculo Sistema de alcantarillado pluvial para la Ciudadela El Modular.	78
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica. Ciudadela El Modular.....	7
Figura 2 Sumideros de ventana.....	23
Figura 3 Sumidero de reja.....	24
Figura 4 Sumidero Mixto.....	24
Figura 5 Dimensiones de un pozo	30
Figura 6 Estaciones Pluviográficas Ecuador	34
Figura 7 Mapa de Ubicación de la Red Actual de Estaciones Hidrometeoro lógicas	34
Figura 8 Pozo Tipo I.....	43
Figura 9 Curva Intensidad – Duración – Frecuencia de la Estación M0056	58
Figura 10 Ecuaciones para hallar Intensidad	59
Figura 11 Elementos de un sistema de alcantarillado pluvial.....	63
Figura 12 Profundidad mínima de las zanjas de las tuberías	65
Figura 13 Diámetros de tuberías PVC.....	67
Figura 14 Paso 1 opciones de calculo.....	80
Figura 15 Paso 2 Cambiar unidades	81
Figura 16 Paso 3, configuración de las condicione de diseño	82
Figura 17 Paso 4. Cargar catálogos de tuberías y sumideros.....	83
Figura 18 Paso 5 Modificar sumideros.....	84
Figura 19 Paso 6 Crear prototipos.....	85
Figura 20 Paso 7 Prototipo de los tirantes	86

Figura 21 Paso 8 Prototipo de los colectores	87
Figura 22 Paso 9 Prototipo de los sumideros.....	88
Figura 23 Paso 10 Prototipo de Pozo 1	89
Figura 24 Paso 11 Prototipo de los Pozo 3	90
Figura 25 Paso 12 Prototipo de Tc	91
Figura 26 Paso 13 Colocación de sumideros	92
Figura 27 Paso 14 Colocación de los pozos	93
Figura 28 Paso 15 Colocación de los colectores.....	94
Figura 29 Paso 16 Delimitación de las cuencas	95
Figura 30 Paso 17 Generación de lluvia.....	96
Figura 31 Paso 18 Diseño final.....	97
Figura 32 Paso 19 Se pone a correr el programa	98
Figura 33 Perfil 2 del modelado hidráulico del sistema	99
Figura 34 Resultados de la pregunta 1	101
Figura 35 Resultados de la pregunta 2	101
Figura 36 Resultado de la pregunta 3	102
Figura 37 Resultados de la pregunta 4	103
Figura 38 Resultado de la pregunta 5	103
Figura 39 Resultados de la pregunta 8	104

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Modelo de encuesta.....	117
ANEXO 2 Realización de la encuesta a los ciudadanos.	118
ANEXO 3 Entrada de la Ciudadela El Modular	118
ANEXO 4 Levantamiento Topográfico de la Ciudadela El Modular	119
ANEXO 5 Levantamiento Topográfico dentro de la Ciudadela El Modular....	119

ANEXO 6 Levantamiento Topográfico de la entrada principal 1 de la Ciudadela El Modular.....	120
ANEXO 7 Levantamiento Topográfico del Canal de Descarga para el AALL de la Ciudadela El Modular.....	120
ANEXO 8 Plano georreferenciado de la Ciudadela El Modular.....	121
ANEXO 9 Curvas de nivel de la Ciudadela el Modular.....	122
ANEXO 10 Ubicación de los sumideros para el sistema de alcantarillado pluvial.....	123
ANEXO 11 Ubicación de cámaras de inspección para el sistema de alcantarillado pluvial.....	124
ANEXO 12 Áreas de aportación.....	125
ANEXO 13 Colectores y tirantes para el sistema de alcantarillado pluvial.	126
ANEXO 14 Diseño Final del sistema de alcantarillado pluvial de la Ciudadela El Modular	127
ANEXO 15 Detalles y cortes de un Sumidero Simple, Diseño realizado por Interagua.....	128
ANEXO 16 Detalles y cortes de una Cámara Tipo I, Diseño realizado por Interagua.....	129
ANEXO 17 Detalles y cortes de una Cámara Tipo II, Diseño realizado por Interagua.....	130
ANEXO 18 Detalles y cortes de una Cámara Tipo III, Diseño realizado por Interagua.....	131
ANEXO 19 Detalles y cortes de una Cámara Tipo IV, Diseño realizado por Interagua.....	132

ANEXO 20 Detalles y cortes de una Cámara Tipo V, Diseño realizado por Interagua.....	133
ANEXO 21 Situación actual de la ciudadela El Modular con las últimas lluvias registradas. Foto tomada el jueves 16 de enero del presente año.	134
ANEXO 22 Entrada principal 1 de la ciudadela El Modular con las últimas lluvias registradas. Foto tomada el jueves 16 de enero del presente año.....	134

RESUMEN

El siguiente proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema de alcantarillado pluvial para la Ciudadela El Modular, en el cantón Durán, para mitigar los efectos negativos ocasionados por la ausencia de un sistema eficiente de drenaje de aguas lluvias. Este problema ha generado inundaciones recurrentes, afectando la movilidad, la seguridad y la calidad de vida de sus habitantes. El proyecto se desarrolló mediante un análisis topográfico detallado del área, un estudio hidrológico basado en registros de precipitación y cálculos hidráulicos utilizando el software SewerGEMS y hojas de cálculo en Excel. Además, se evaluaron parámetros técnicos como coeficientes de escorrentía, intensidades de lluvia, tiempos de concentración y diámetros de las tuberías para asegurar un diseño eficiente y sostenible.

El diseño considera la instalación de sumideros, colectores principales, pozos de revisión y otros componentes necesarios para garantizar la recolección y conducción adecuada de las aguas pluviales hacia drenajes naturales, minimizando así riesgos de salud pública y daños materiales. También se respetaron normativas técnicas nacionales e internacionales aplicables.

Palabra clave: SewerGEMS, tiempo de escorrentía, pozos de revisión.

ABSTRACT

The following project aims to design a storm sewage system for the citadel El Modular, in the Durán canton, to mitigate the negative effects caused by the absence of an efficient rainwater drainage system. This problem has generated recurrent flooding, affecting the mobility, safety and quality of life of its inhabitants. The project was developed through a detailed topographic analysis of the area, a hydrological study based on precipitation records and hydraulic calculations using SewerGEMS software and Excel spreadsheets. In addition, technical parameters such as runoff coefficients, rainfall intensities, concentration times and pipe diameters were evaluated to ensure an efficient and sustainable design.

The design considers the installation of drains, main collectors, inspection wells and other necessary components to guarantee the adequate collection and conduction of stormwater to natural drains, thus minimizing public health risks and material damage. The applicable national and international technical standards will also be respected.

Keywords: SewerGEMS, runoff time, inspection wells.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

Durante la historia de la civilización, existen elementos que frecuentemente son ignorados, pero que resultan esenciales para elevar la calidad de vida de las comunidades. Uno de estos componentes es el sistema de alcantarillado, un componente silente pero crucial en el avance del ser humano. (Guzman, 2023).

Los sistemas de drenaje son un componente crucial de la infraestructura hidráulica de un pueblo, dado que tienen la tarea de llevar las aguas residuales de la población y/o los ríos, hasta un punto de disposición o tratamiento. (Guiuseppe, 2014).

India fue una de las primeras civilizaciones en edificar sus ciudades próximas a los ríos y evacuar sus aguas residuales mediante un sistema de drenaje. Además, empleaban sistemas de canales para desviar el agua en caso de inundaciones. (Reyes, 2021).

Los sistemas de tuberías se componen de dos tipos: las primeras eran de mayor tamaño, fabricadas con ladrillo revestido de forma rectangular, que recogían las aguas de las calles mediante un sistema de sumideros o rejas, mientras que las segundas eran de forma cilíndrica, fabricadas con cerámica, que llevaban los desechos de los hogares hacia estas tuberías de mayor tamaño. (Reyes, 2021).

Además, las comunidades vecinas también estaban vinculadas a esta red de drenaje y ya disponían de sistemas de drenaje en sus viviendas. Es importante destacar que uno de los alcantarillados más antiguos conocidos fue hallado en Nippur aproximadamente en el año 3750 A.C. (Reyes, 2021).

Pese a que los antiguos egipcios también utilizaban pozos de drenaje para regular el agua pluvial y las aguas residuales, sus sistemas de drenaje se basaban mayormente en zanjas abiertas y primitivas. En cambio, aproximadamente en el año 1,700 a.C., la civilización minoica de Creta desarrolló un sistema de suministro y drenaje más sofisticado con tuberías de cerámica, que incluía un sistema de baños con descarga de agua. (Santana, 2024).

No obstante, se considera que el primer gran logro de ingeniería en la ciudad fue la Cloaca Máxima en Roma. Esta obra, que se traduce como "La alcantarilla Mayor", fue edificada con el propósito de drenar los pantanos locales y eliminar los residuos de una de las urbes más habitadas del mundo antiguo, y conducía un río hacia el río Tíber, que fluía a la par de la ciudad. (Garcia, 2016).

Su edificación podría haber comenzado aproximadamente en el 600 a. C. bajo las directrices del rey de Roma Lucio Tarquino Prisco. Esta obra pública se consiguió principalmente bajo la dirección de ingenieros etruscos y el trabajo forzado de numerosos trabajadores de las clases más desfavorecidas de la población romana. (Garcia, 2016).

Con la decadencia del Imperio Romano, gran parte de Europa perdió gran parte de sus avances tecnológicos, incluyendo los sistemas de drenaje. En la Edad Media, la falta de higiene contribuyó a la difusión de enfermedades, a pesar de que ciudades como Londres persistieron en sus esfuerzos y se implementaron sistemas de drenaje pequeños para optimizar la administración de los residuos. (Alvia, 2023).

Ya durante el Renacimiento, tanto en Europa como en Estados Unidos, los primeros sistemas de drenaje se enfocaban principalmente en la recolección de aguas pluviales. El proceso de recolección y traslado de aguas fecales empezó a desviarse a las alcantarillas en Londres en 1815, en Boston desde 1833 y en París en 1880. (Gsc, 2021).

La Revolución Industrial generó una urbanización nunca antes vista y, con ella, retos considerables para la administración de los residuos. Las urbes se expandieron rápidamente, sin embargo, la infraestructura de drenaje no siempre pudo mantenerse actualizada, provocando que las condiciones de insalubridad y las epidemias de cólera se transformaran en efectos directos de la ausencia de sistemas de saneamiento apropiados. Un caso destacado de aquel período es el sistema de drenaje de Londres, que se desarrolló bajo la guía del ingeniero Joseph Bazalgette y cuya labor logró terminar con el denominado "Gran Hedor", una época donde los desechos humanos vertidos al río Támesis causaron la rápida propagación del cólera. (Alvia, 2023).

En una de estas epidemias, John Snow, un médico inglés que había consagrado su vida al análisis de las epidemias, determinó que el origen del cólera se encontraba en el agua potable contaminada con aguas residuales. Posteriormente, Louis Pasteur evidenciaba que los microorganismos presentes en las aguas residuales provocaban enfermedades, desmantelando definitivamente la teoría del miasma, que sostenía que eran propagados por 'malos aires'. Como consecuencia de este entendimiento, se ajustaron las leyes y el saneamiento se convirtió en un asunto clave en la política urbana. (Sabadell, 2023).

Sin embargo, el primer sistema contemporáneo de alcantarillado fue creado en Hamburgo en 1842, empleando las teorías más avanzadas de aquel tiempo, y representó un progreso notable. Rápidamente, otras urbes europeas adoptaron su modelo y edificaron grandes sistemas de drenaje centralizados. A finales del siglo XIX, esta tecnología llegó a América. (Conagua, 2007).

Pese a que los antiguos egipcios también utilizaban pozos de drenaje para regular el agua pluvial y las aguas residuales, sus sistemas de drenaje se basaban mayormente en zanjias abiertas y primitivas. En cambio, aproximadamente en el año

1,700 a.C., la civilización minoica de Creta desarrolló un sistema de suministro y drenaje más sofisticado con tuberías de cerámica, que incluía un sistema de baños con descarga de agua. (Alvia, 2023).

Hoy en día, el enfoque en la sostenibilidad ha propiciado la aplicación de innovaciones ecológicas en estos sistemas mediante tecnologías como la recolección de aguas pluviales y el tratamiento sofisticado de aguas residuales. Estas tecnologías están revolucionando el modo en que las urbes gestionan sus demandas de administración del agua. (Alvia, 2023).

En el Gobierno de Leónidas Plaza en Ecuador, se establece un acuerdo con la Inglesa J.G. White Compañía Limitada para el saneamiento de Guayaquil, el cual fue publicado en el registro oficial No. 426 de febrero 5 de 1914. Este acuerdo incluía el saneamiento y la canalización de la ciudad de Guayaquil, mediante la edificación de obras completas para el suministro de agua potable, la instalación de drenajes para aguas lluvias y aguas para consumo (Moreira, Jiménez, & Pinela, 2020).

Es posible afirmar que el progreso y evolución del diseño de las alcantarillas no ha sido brusco, ya que se mantienen las mismas hipótesis de diseño que hace muchos años, actualmente se posee un mayor entendimiento de la trayectoria y cinética de las aguas servidas. Aunque en nuestro país poseemos un extenso conocimiento sobre el sistema de drenaje sanitario y pluvial, todavía hay comunidades que no cuentan con un sistema de drenaje sanitario y pluvial apropiado, así como sistemas de agua potable y aguas para consumo. (Castillo, 2005)

El cantón Durán enfrenta un servicio insuficiente de agua potable y alcantarillado en gran parte de su territorio, como resultado de un crecimiento urbano marcado por numerosas irregularidades. Entre esos sectores se encuentra la ciudadela El

Modular, la cual no cuenta con un servicio de alcantarillado pluvial, entre otros sistemas (Vargas & Contreras).

1.2. PROBLEMA DE ESTUDIO

Durante décadas, la infraestructura hídrica en Durán, como en muchas zonas de esta región, ha sido inadecuada, especialmente en zonas como Ciudadela El Modular.

Debido al rápido crecimiento del municipio y la falta de planificación para hacer frente a las fuertes lluvias, las inundaciones periódicas han afectado la movilidad y la salud de los residentes. La falta de inversión en infraestructura moderna para un drenaje eficiente del agua de lluvia agrava este problema. Investigaciones como la realizada en el barrio Río Vista de Chone, en la provincia de Manabí, demuestra que la ausencia de alcantarillas pluviales es un problema frecuente en zonas urbanas en crecimiento, donde las inundaciones se han vuelto frecuentes debido a la falta de capacidad de drenaje de los sistemas existentes (Vera, 2017).

En la ciudadela El Modular, ubicada en el cantón Durán existe una problemática debido a la ausencia de un sistema de alcantarillado pluvial, la cual provoca inundaciones durante el invierno, afectando la movilidad de los habitantes y provocando daños a los vehículos y bienes de los moradores.

El agua estancada debido a las lluvias puede persistir hasta por 48 horas, creando riesgos para la salud y la seguridad debido a la presencia de reptiles. Los canales de desvío y otros esfuerzos de mitigación implementados por los moradores de la ciudadela no han sido efectivos para resolver el problema.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En Durán, uno de los cantones de mayor crecimiento poblacional en la provincia del Guayas, se han evidenciado grandes carencias en la infraestructura de saneamiento,

especialmente en zonas que carecen de sistemas de alcantarillado, lo que ha causado problemas de salubridad y frecuentes inundaciones durante la temporada de lluvias.

Actualmente el acceso a servicios de saneamiento básico sigue siendo insuficiente, con un 40% de la población sin acceso a sistemas de alcantarillado adecuados (Piedra, 2024).

Al diseñar un sistema de alcantarillado pluvial se evitará inundaciones que afecten la movilidad y seguridad de los habitantes de la Ciudadela El Modular. El proyecto mejorará la calidad de vida, reducirá los daños a los vehículos y minimizará los riesgos para la salud, como vectores que generan problemas en la salubridad de la comunidad.

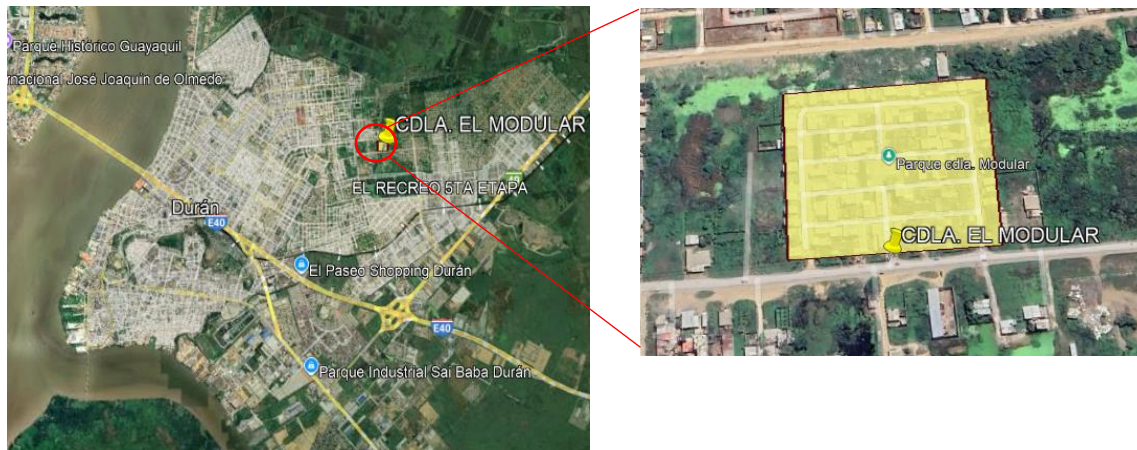
1.4.UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El cantón Durán pertenece a la provincia del Guayas, representando una porción significativa de este territorio y limitando con los cantones Guayaquil, Samborondón y Yaguachi.

Durán se encuentra en la Zona 8 de planificación, junto a Guayaquil y Samborondón. Este cantón, cuenta con una población aproximada de 304 mil habitantes según el último censo, distribuidos entre su zona urbana y sus áreas rurales, con un rango de altitud promedio de 4 m.s.n.m. (Censo, 2022).

Las coordenadas del cantón Durán, en Ecuador, son 2°10'00"S y 79°50'00"O, posee una altitud de 30 metros sobre el nivel del mar sin embargo el cantón tiene algunas elevaciones como el Peñón del Río que tiene una altitud aproximada de 120 m s.n.m y el Cerro las Cabras que tiene una altitud de 88 m s.n.m. (Censo, 2022).

Figura 1 Ubicación geográfica. Ciudadela El Modular



Fuente: Google Earth.

1.5. OBJETIVOS:

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un sistema de alcantarillado pluvial para la Ciudadela El Modular, permitiendo así la conducción de estas aguas hacia los drenajes naturales.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ejecutar un levantamiento topográfico de la ciudadela El Modular utilizando una estación total, identificando las características del terreno.
- Realizar un análisis estadístico de los registros de precipitación, mediante hojas de cálculo realizadas en el software Excel, con el fin de establecer la lluvia de diseño.
- Diseñar un diseño de sistema de alcantarillado pluvial, mediante el uso del software SewerGEMS. Que permita la conducción de los escurrimientos y minimice los riegos de los residentes.

CAPÍTULO II

2.1. MARCO TEÓRICO

Un sistema de alcantarillado pluvial es una infraestructura diseñada para la recolección, conducción y disposición de las aguas de lluvia mediante una red de tuberías, colectores y otros dispositivos complementarios. Este sistema tiene como objetivo prevenir inundaciones y mitigar los posibles daños a bienes materiales y riesgos para la seguridad humana, al permitir la adecuada evacuación del agua pluvial hacia zonas de descarga o infiltración controlada (Valdivieso, 2022).

El agua es un recurso vital para la vida humana y su gestión es esencial para garantizar el bienestar diario de las personas. Sin embargo, su impacto se ve afectado tanto por su escasez como por su abundancia descontrolada. La expansión urbana modifica los patrones hidrológicos naturales, alterando el comportamiento de las cuencas y afectando la capacidad de los sistemas de drenaje para manejar el agua de manera eficiente (Quispe, 2021).

Es fundamental que los cauces naturales de la red hidrográfica original sean preservados y adaptados a las nuevas condiciones urbanísticas.

Esto implica que los sistemas de alcantarillado pluvial deben ser diseñados para integrarse con los cauces existentes, sin comprometer la capacidad de drenaje ni causar inundaciones que pongan en riesgo la infraestructura y la seguridad de las personas.

La planificación adecuada de estos sistemas es clave para evitar problemas derivados de la mala gestión del agua, como el estancamiento, que puede dañar propiedades y vehículos, y la proliferación de riesgos para la salud pública, especialmente en áreas con alta densidad poblacional.

2.2. PERÍODO DE RETORNO

Es el número promedio de años durante los cuales puede repetirse un evento de lluvia de igual o mayor magnitud. Es fundamental tener en cuenta este concepto a la hora de planificar y dimensionar la infraestructura de drenaje para reducir las inundaciones (Conagua, 2015).

2.3. MÉTODO DE CÁLCULO LLUVIA-CAUDALES:

2.3.1. MÉTODO RACIONAL

Es ampliamente empleado para calcular el caudal máximo asociado a una lluvia de diseño específica. Generalmente se aplica en el diseño de sistemas de drenaje tanto urbanos como rurales, y su principal ventaja radica en que no requiere datos hidrométricos para determinar los caudales máximos (Cano, 2016).

2.3.2. CAUDALES DE DISEÑO DE AGUAS LLUVIAS

Volumen de agua en un periodo de tiempo, que precipita sobre una superficie, es captado, almacenado y conducido hacia redes públicas separadas o hacia cuerpos receptores naturales (Empaps, 2023).

2.4. RELACIÓN INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA

Se deben inferir las conexiones entre intensidad-duración-recurrencia (curvas IDF) de las precipitaciones intensas basándose en observaciones de las precipitaciones sucedidas durante un lapso extenso que refleje adecuadamente los sucesos extremos del lugar. Por lo tanto, surge la necesidad de contar con registros de lluvia suficientemente amplios para determinar de manera precisa los patrones de comportamiento de las lluvias. Esto permitirá la creación de diseños racionales, fiables y eficaces para la ingeniería hidráulica, y que, a su vez, se transformen en un instrumento de análisis y planificación a largo plazo. (Valle, 2019).

Una definición más detallada es la propuesta por (Marcus, 2019) , quienes señalan que las curvas IDF muestran en las abscisas las duraciones y en las ordenadas la altura o intensidad de la precipitación. Cada curva representa una frecuencia o período de retorno, de manera que estas gráficas reflejan la intensidad media en intervalos de distinta duración, donde todos los puntos de una misma curva corresponden al mismo período de retorno.

2.5. PRECIPITACIÓN

Es todo tipo de agua que se derrama desde las nubes hasta la superficie del planeta. Las distintas modalidades de lluvia comprenden llovizna, lluvia, nieve, granizo, agua de nieve y lluvia congelada. (Coy, 2019)

Es crucial registrar tanto la cantidad de lluvia como su periodo de lluvia y determinar su ubicación con el objetivo de evitar catástrofes naturales y establecer políticas públicas que supervisen, entre otras medidas, desarrollos de bienes raíces, zonas de reserva ecológica, localización de infraestructuras urbanas, industriales e hidroagrícolas, por citar las más relevantes. (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2019)

2.5.1. FRECUENCIA DE LLUVIA

Es complicado seleccionar el período de retorno para diseñar un sistema de drenaje de aguas pluviales. Este procedimiento se basa en una variedad de elementos, tales como el grado de protección contra inundaciones que la comunidad local necesita, el comportamiento de las precipitaciones en la zona (es decir, su intensidad y frecuencia anual), los caudales previstos, y el efecto de los caudales que pueden sobrepasar los caudales previstos. destreza del sistema y gastos relacionados. de eso. con inversiones

en infraestructura, incrementando las inversiones en infraestructura. (Merino, Ramírez, & Peña, 2005).

La regularidad de las precipitaciones representa la repetición de sucesos de características parecidas en términos de intensidad y duración. Cuanto mayor sea una precipitación, su frecuencia se reducirá. (Merino, Ramírez, & Peña, 2005).

2.5.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Es el tiempo que tarda el agua en evacuarse desde el punto de caída hasta la cota de descarga con relación a la pendiente, frecuencia e intensidad de lluvia, curvas de nivel y escorrentía para determinar el caudal máximo que debe soportar la red pluvial. (Andres, 2022).

Tabla 1 Ecuación para la determinación del tiempo del flujo superior

TABLA N 5.3.8.1		
ECUACIONES PARA LA DETERMINACION DEL TIEMPO DEL FLUJO SUPERFICIAL		
Nombre	Ecuacion para tc	Notas
Kerby(1959)	$tc = 1,440 \left[\frac{N * L}{\sqrt{S}} \right]^{0,461}$	L<366 m, Valores de N son dados en la tabla N 5.3.8.2
Agencia Federal de Aviacion	$tc = \frac{5,91[1,1 - C]L}{\sqrt{1,00} * S}$	Areas de aeropuerto C= Coef. de escorrentia
Izzard(1946)	$tc = \frac{2*0,51}{60} - \frac{0,00071+C}{S^{1/3}} * L \left[\frac{i*L}{43200} \right]^{-2/3}$	i*L<366 m, Valores dados en la tabla N 5.3.8.3.
Kirpich(1940)	$tc = 0,0194 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,76}$	Valida para canales bien definidos y pendientes altas 5% al 10%

Fuente: (Emaap, 2009)

Donde: tc = tiempo de flujo sup. (min)

L = longitud de la cuenca (m)

S = pendiente de la cuenca (m/m)

i = intensidad de lluvia (mm/hs)

Tabla 2 Valores de N para la fórmula de KERBY

TABLA N 5.3.8.2	
VALORES DE N PARA LA FORMULA DE KERBY	
Tipo de superficie	N
Superficie impermeable continua	0,02
Suelo compacto continuo	0,1
Pasto pobre, camino cultivado o superficie moderadamente rugosa	0,2
Pasturas o pasto medio	0,4
Bosque de coníferas, tierra cubierta de hojas con pastos densos	0,8

Fuente: (Emaap, 2009)

Tabla 3 Valor de C para la fórmula de IZZARD

TABLA N 5.3.8.3	
VALORES DE C PARA LA FORMULA DE IZZARD	
Superficie	Valor
Superficie continua asfáltica	0,007
Pavimento de hormigón	0,012
Pavimento de bitumen y grava	0,017

Fuente: (Emaap, 2009)

2.5.2.1. ECUACIÓN DE KIRPICH

La fórmula de Kirpich se utiliza ampliamente para calcular el tiempo de convergencia en proyectos de diseño de escorrentía superficial. El método se desarrolló en 1940 y se originó a partir de un análisis de siete pequeñas cuencas rurales en Tennessee, que varían en tamaño de 1,25 a 112 acres según (Española, 2024) "el acre es una unidad de medida de superficie utilizada principalmente en países de habla inglesa, como Estados Unidos, Reino Unido y Canadá. Es empleada habitualmente para medir tierras, especialmente agrícolas o rurales". Estas cuencas se caracterizan por canales bien definidos con pendientes pronunciadas que varían de 3% a 10% (Cueva, 2015).

Unas décadas más tarde, en 2005, Roussel et al. Se han realizado más investigaciones que han ampliado la aplicabilidad del método de Kirpich. Con base en este análisis, la fórmula también es aplicable a cuencas hidrográficas más grandes que varían en tamaño de 0,25 a 150 kilómetros cuadrados y con pendientes que varían de 0,002 a 0,1 metros por metro. Esto demuestra la versatilidad y aplicabilidad del enfoque en el diseño hidráulico y la planificación de sistemas de recuperación de tierras en diversas condiciones climáticas y de terreno (Cueva, 2015).

2.5.2.2. ECUACIÓN DE CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE

La ecuación de práctica de alcantarillado de California es una fórmula empírica que se utiliza para estimar el tiempo de escurrimiento en cuencas montañosas pequeñas, en particular en California (Vallejo, 2016).

Esta ecuación es esencialmente una versión modificada de la ecuación de Kirpich, diseñada específicamente para las condiciones específicas de estas cuencas. Para una aplicación adecuada, se recomienda complementar su uso con análisis hidrológicos específicos y, de ser posible, con datos empíricos locales que permitan ajustar la estimación del tiempo de concentración a las particularidades de la cuenca evaluada (Vallejo, 2016).

2.5.3. TIEMPO DE RECORRIDO

El tiempo de viaje se define como el intervalo de tiempo necesario para que el agua de escurrimiento de una cuenca sea transportada completamente hasta el punto de descarga (Structuralia, 2017).

Este valor es de fundamental importancia en el diseño hidráulico, porque constituye el principal parámetro de un enfoque racional y es ampliamente utilizado

para el dimensionamiento de sistemas de drenaje de aguas pluviales (Barrios, Borge, & Lira, 2009).

La duración considerada en el proceso de diseño debe corresponder al tiempo de concentración de la cuenca, porque representa la duración de todas las entradas de tierra que fluyen hacia la salida (Hidrotec, 2024).

Para obtener el mayor escurrimiento posible es necesario tener en cuenta el tiempo de concentración de cada parte de la cuenca y su integración en el caudal total (Molina, 2012).

De esta manera, el tiempo de recorrido no sólo optimiza el diseño del sistema de drenaje, sino que también asegura su capacidad para controlar el caudal máximo durante eventos lluviosos, reduce el riesgo de desbordamiento y asegura la eficiencia del sistema. Además, la correcta estimación de este tiempo es fundamental para calcular el tráfico punta y evitar su subestimación en detrimento de la funcionalidad de la infraestructura (Hidrotec, 2024).

2.5.4. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN INICAL (t_c)

El período de concentración t_c de una cuenca hidrográfica específica es el período requerido para que el flujo de agua saliente se establezca, cuando suceda una precipitación de intensidad uniforme en toda la cuenca. (Sandoval, 2022).

2.6. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE LOS CONDUCTOS, DE OTROS SEVICIOS Y A QUEBRADAS.

Se deberán mantener distancias mínimas suficientes entre las tuberías de aguas pluviales y otras redes de abastecimiento, como agua potable y aguas residuales, para evitar interferencias y asegurar el funcionamiento de cada sistema (Rey, 2013).

Estas distancias deberán ser de al menos 1 metro en sentido horizontal y 0,5 metros en sentido vertical entre las superficies externas de las tuberías, medidas entre el plano horizontal de la tubería de aguas pluviales y el nivel superior de las tuberías que dan servicio a otros servicios. La norma está diseñada para prevenir problemas como roturas, acceso limitado para mantenimiento y riesgo de contaminación (Rey, 2013).

Si las tuberías de agua de lluvia deben atravesar un cuerpo de agua y no existen puentes o estructuras adecuadas para este fin, se recomienda instalar las tuberías debajo del canal (Anguela, 2011).

El procedimiento requirió una evaluación cuidadosa de la estabilidad y erosión del fondo y las orillas del canal. En algunos casos, se pueden recomendar soluciones simplificadas, como enterrar la tubería a una profundidad mínima de 3 metros, garantizando al mismo tiempo que esté adecuadamente protegida contra la erosión y el desgaste natural provocado por el flujo de agua. Estas medidas no sólo protegen el oleoducto, sino que también contribuyen a la sostenibilidad medioambiental (Anguela, 2011).

En situaciones donde las alcantarillas pluviales corren paralelas a barrancos, se debe evaluar cuidadosamente la estabilidad de las pendientes adyacentes y las condiciones de erosión existentes (Conagua, 2019).

A través de esta evaluación se pueden identificar riesgos potenciales y desarrollar medidas preventivas, como fortalecer la estructura o ajustar la ubicación de las tuberías. Es importante garantizar que las tuberías de aguas pluviales no alteren el equilibrio natural del cañón para evitar daños estructurales y proteger el medio ambiente (Conagua, 2019).

2.7. DURACIÓN DE LA LLUVIA

El flujo máximo ocurre cuando la duración de la precipitación coincide con el tiempo de concentración de la cuenca. Este tiempo es el intervalo de tiempo necesario para que el agua se mueva desde el punto más alejado del área de drenaje hasta el colector principal. Es decir, es el tiempo entre el inicio de la precipitación y el momento en que toda la superficie contribuye al flujo hacia el colector (Henderson, 2024).

El tiempo de concentración varían dependiendo de las características del terreno como la pendiente y el tipo de superficie, oscilando los valores típicos entre 10 y 20 minutos. El tiempo de viaje dentro del colector solar depende del caudal y de la longitud del colector solar entre las trampas (Henderson, 2024).

Se han desarrollado varias ecuaciones empíricas para calcular el tiempo de concentración basándose en estudios específicos de drenaje y topografía. El tiempo de viaje en el colector se ve directamente afectado por su longitud y su caudal interno (Merino, Ramírez, & Peña, 2005).

2.8. ÁREA DE DRENAJE

El término "área de drenaje" se refiere a la superficie geográfica delimitada por los límites de aporte del escurrimiento superficial generado por la precipitación pluvial en un punto específico de una localidad. Estos límites pueden modificarse debido a obras humanas como caminos, calles, alcantarillas, bordos o vías férreas. Para facilitar el diseño hidráulico e hidrológico, los proyectistas suelen dividir el área total de drenaje en subáreas o subcuencas con características homogéneas, permitiendo así una planificación más eficiente de los componentes del sistema de drenaje pluvial (Emaap, 2009).

2.9. HIDROGRAMA DE DISEÑO, CAUDALES Y VOLÚMENES DE DISEÑO

La magnitud de las obras hidráulicas y las medidas no estructurales para protegerlas dependen de los hidrogramas a los que estarán expuestas, especialmente en relación con los caudales pico y volúmenes de escurrimiento.

El "hidrograma de diseño", asociado al período de retorno (T_r) seleccionado, permite determinar el caudal y volumen de diseño necesarios para dimensionar la estructura. La elección de un T_r mayor se asocia a estructuras más importantes o zonas de mayor relevancia, garantizando un mayor grado de protección para la población y los bienes en su área de influencia. Así, es posible diseñar elementos de un sistema para diferentes tiempos de recurrencia según sus requerimientos específicos (Emaap, 2009).

2.10. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

La capacidad de un terreno para manejar el agua producto de las precipitaciones depende de una combinación de factores ambientales, geológicos y temporales. Entre los aspectos principales se encuentra el tipo de precipitación, ya sea lluvia, nieve o granizo, que influye directamente en la dinámica de infiltración, acumulación y escorrentía. Además, la cantidad de agua caída, la intensidad del evento y su distribución en el tiempo determinan la rapidez con la que el agua alcanza las áreas bajas y los sistemas de drenaje (Walker, 2012).

Otro factor importante tiene que ver con las condiciones iniciales del suelo, particularmente la humedad. El suelo saturado tiene una capacidad limitada para absorber nueva precipitación, lo que puede aumentar significativamente la escorrentía superficial (Arauzo, 2023).

Las propiedades del suelo, como el tamaño de las partículas, la textura, la estructura, el contenido de materia orgánica y el grado de compactación, también

desempeñan un papel crucial en la infiltración del agua. A esto se suman la pendiente del terreno, la micro topografía y la rugosidad de la superficie, todo lo cual afecta la velocidad y dirección del agua superficial (Volonté, Gil, & Campo, 2018).

2.11. TIPOS DE ESCORRENTÍA

El proceso físico en cuestión es la evacuación de las aguas pluviales mediante sistemas de drenaje que las conducen a una red de colectores de aguas pluviales. Dentro de este proceso, el drenaje desempeña un papel esencial para garantizar una circulación suficiente y la eliminación del exceso de agua superficial, evitar inundaciones y facilitar su conducción a fuentes receptoras, como ríos o canales artificiales (Galeas, 2023).

La escorrentía se refiere al movimiento del agua que, al no ser absorbida por la superficie, se desplaza por la tierra. Este procedimiento es esencial en el ciclo del agua ya que simboliza la etapa en la que el agua, que se ha precipitado, se desplaza por la superficie y retorna a los cuerpos de agua como lagos, mares y océanos para ser nuevamente evaporada. (Sposob, 2024).

2.11.1. ESCORRENTÍA SUPERFICIAL

Son formaciones sedimentarias consiguen penetrar en el suelo, pasando a capas de profundidad variable bajo la superficie. Si encuentran un canal de drenaje, en lugar de continuar su camino, se convierten en escorrentía superficial en cuanto se producen precipitaciones (SANCHEZ, 2015).

2.11.2. ESCORRENTÍA SUBSUPERFICIAL

Aquellos tipos de sedimentos penetran en el suelo y se desplazan hacia capas subterráneas poco profundas. Una vez que han encontrado un canal de drenaje

adecuado, escapan bajo tierra y se escurren en forma de escorrentía superficial poco después de las precipitaciones (NARVÁEZ, 2023).

2.11.3. ESCORRENTÍA SUBTERRANEA

Ocurre cuando el agua infiltrada llega a una profundidad superior y se desplaza por las capas inferiores del terreno. Este tipo de escorrentía tiene la capacidad de almacenamiento en acuíferos subterráneos o circular debajo de la superficie hacia mares y mares. (Sposob, 2024).

2.12. INTENSIDAD DE LA LLUVIA

El nivel de precipitación se mide por la cantidad de agua que se precipita a la superficie durante un periodo de tiempo específico. Normalmente se mide en litros por metro cuadrado durante una hora o, en otras palabras, en milímetros por hora (mm/h), y se suele describir con las palabras débil, moderada, fuerte, muy fuerte y torrencial. (NUÑEZ, 2023).

2.13. DIÁMETRO MÍNIMO

En los alcantarillados pluviales, el diámetro mínimo será de 400 mm; esto se hace para prevenir obstrucciones en el colector ocasionadas por elementos externos que exceden el flujo de escorrentía transportado (basuras y otros). Para fases iniciales en sistemas de drenaje no muy sofisticados, donde el proyectista verifique las condiciones de velocidad mínima y máxima, se permitirán diámetros de 300 mm. (Emaap, 2009).

2.14. VELOCIDADES

2.14.1. VELOCIDAD MÁXIMA

La velocidad máxima permitida para prevenir la erosión en las tuberías depende del tipo de material empleado y de la cantidad y propiedades de las partículas sólidas arrastradas y suspendidas en el flujo de agua. Para su revisión, se emplea el caudal máximo extraordinario, teniendo en cuenta el que surja (una sección del tubo completa o parcialmente llena) (Emaap, 2009).

Tabla 4 Velocidad máxima en tuberías

TABLA N 5.3.15.1	
Material de la Tubería	Velocidad maxima (m/seg)
Tubería de Hormigon simple hasta 60 cm de diametro	4,5
Tubería de Hormigon armado hasta 60 cm, de diametro o mayores	6
Hormigon armado en obra para grandes conducciones 210/240 kg/cm ²	6,0 - 6,5
Hormigon armado en obra 280/350 kg/cm ² . Grandes conducciones	7,0 - 7,5
PEAD, PVC, PRFV	7,5
Acero	9,0 o mayor
Huerro ductil o fundido	9,0 o mayor
A ser utilizado en rapido y/o tramos cortos.	

Fuente: (Emaap-Q, 2009)

2.14.2. VELOCIDAD MÍNIMA

La velocidad mínima permitida es de 0.60 m/seg, teniendo en cuenta el caudal mínimo y su calado correspondiente, considerando que la tubería esté parcialmente llena. Además, es necesario garantizar que dicho calado tenga un tamaño mínimo de 5.0 cm en situaciones de pendientes intensas y de 7.5 cm en situaciones habituales. Estas limitaciones buscan prevenir la acumulación de sedimentos que generen obstrucciones y bloqueos en la tubería. (GABRIEL, 2012).

2.15. PENDIENTES

2.15.1. PENDIENTES MÍNIMAS

La inclinación de cada segmento de tubería tiene que ser tan parecida a la del suelo como sea posible, con el fin de minimizar las excavaciones. Sin embargo, se debe proyectar con una inclinación mínima del 0,5% (punto cinco por mil) para tuberías de Ø 40 cm (16") en la red de drenaje cuando las condiciones topográficas y las conexiones que se realicen lo permitan. Esto se debe hacer con el fin de asegurar que el sistema hidráulico que se genere no genere sedimentos (Emaap, 2009).

2.15.2. PENDIENTES MÁXIMAS

Al diseñar un sistema de drenaje de aguas pluviales, se deben considerar la pendiente y el caudal para garantizar su eficiencia y durabilidad, las velocidades máximas permitidas a lo largo de la ruta varían entre 4.5 y 5.0 m/s, pero es importante evaluar los posibles efectos de erosión que estas velocidades pueden tener en el ducto y el ambiente circundante (Cueva del Ingeniero Civil).

La pendiente de la tubería está directamente relacionada con estas velocidades. La pendiente mínima se fijó para alcanzar una velocidad mínima de 0,75 m/s en todo el tramo, y la pendiente máxima correspondió a la velocidad máxima permitida (2015). Para sistemas que manejan grandes insumos, la pendiente puede variar de 0,5 a 5 partes por mil (Volonté, Gil, & Campo, 2018).

2.16. PROFUNDIDAD

2.16.1. PROFUNDIDAD MÍNIMA A LA COTA CLAVE

Los sistemas de alcantarillado pluvial según (Emaap, 2009) deben instalarse a la profundidad adecuada para garantizar el drenaje por gravedad de las aguas lluvias

provenientes de su área tributaria. Esta profundidad se determina considerando la cota del extradós de la tubería.

Para profundidades menores a las anteriores, el diseñador deberá justificar el tipo de cimentación y las obras de protección a utilizar en la instalación de la tubería, que garantice el relleno (Emaap, 2009).

2.17.1. PROFUNDIDAD MÁXIMA A LA COTA CLAVE

Por lo general, la profundidad máxima de los conductos varía entre 5 m, aunque podría ser superior si se cumplen los requisitos geotécnicos de las bases y estructuras de los materiales durante y tras su instalación (Emaap, 2009).

2.18. SUMIDEROS

Se trata de una construcción creada para recolectar y desviar el sobrante de agua, particularmente durante intensas lluvias, de áreas como terrazas, tejados, calles y otros lugares urbanos hacia el sistema de drenaje subterráneo. Al realizar esto, evitan que el agua se acumula en zonas no deseadas, lo que podría provocar inundaciones, erosión y otras dificultades vinculadas con el agua. (Díaz, 2020).

2.18.1. SUMIDERO DE VENTANA

Consiste en una tanquilla de recolección situada directamente debajo de la acera, cuya captación se realiza a través de una abertura ubicada en su borde lateral. (Noels, 2018).

Normalmente, la ventana tiene una longitud de 1.50 m y una depresión mínima de 2.5 cm. El funcionamiento hidráulico de este sumidero es ineficaz, especialmente cuando no hay depresión o se ubica en calles con una inclinación marcada. Su mayor

beneficio se basa en su escasa interferencia con el tráfico vehicular, ya que son costosos y atraviesan con facilidad residuos que deterioran su operatividad. (Noels, 2018).

Figura 2 Sumideros de ventana



Fuente: (Arcadin, 2023)

2.18.2. SUMIDERO DE REJILLA

Se trata de construir una cámara en la que ingresan las aguas pluviales, la cual se cierra con una reja para prevenir la caída de vehículos, personas u objetos de determinada magnitud. Normalmente incluye una reja en sí, la cámara de desagüe y la tubería de conexión al colector. Hay una variedad de rejas, como las paralelas a la dirección del flujo en la calzada, las normales a esa dirección y también existen diversas formas de rejas, siendo las más habituales las rectangulares y las redondas, siendo las más habituales las rectangulares y las redondas. (Noels, 2018).

El principal beneficio de este sumidero radica en su superior capacidad hidráulica respecto al de ventana, especialmente en terrenos con inclinaciones significativas. Su principal inconveniente son las dificultades que genera el tráfico y la facilidad para acumular residuos que obstruye el espacio útil de la reja, además del ruido que genera cuando un vehículo transita por ella. (Noels, 2018).

Figura 3 Sumidero de reja

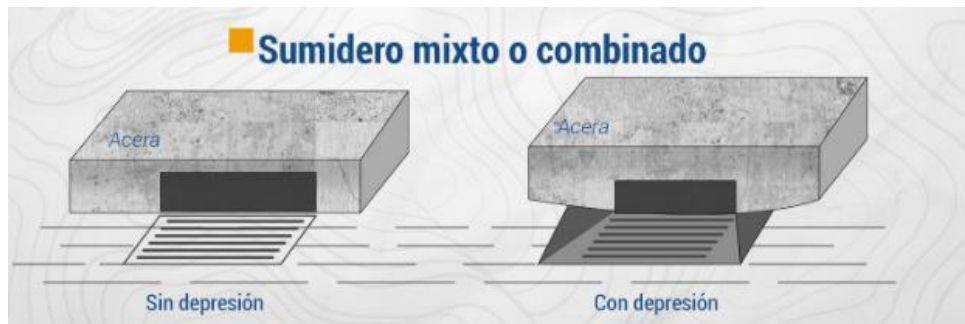


Fuente: (Arcadin, 2023)

2.18.3. SUMIDERO MIXTO

Es una mezcla de los dos primeros, intentando extraer lo más beneficioso de cada uno, optimizando la eficacia del sumidero de ventana y disminuyendo el espacio en la calzada para el sumidero de rejillas. (Noels, 2018).

Figura 4 Sumidero Mixto



Fuente: (Arcadin, 2023)

2.19. POZOS DE REVISIÓN

Un pozo de revisión es una estructura subterránea utilizada para facilitar el acceso y la inspección de sistemas de tuberías y alcantarillado. Estos pozos permiten a los técnicos realizar mantenimientos, reparaciones y limpiezas en los conductos sin necesidad de excavar todo el tramo de tuberías (Hidalgo, 2024).

2.20. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

El cálculo del coeficiente de rugosidad de Manning, que se define como la resistencia del lecho y los márgenes del río ante el paso del agua, es un procedimiento crucial para entender, modelar y calcular la rapidez del flujo en ríos y canales abiertos. (Intriago, Carranza, & Zambrano, 2024).

2.21. RÉGIMEN DE FLUJO EN LOS COLECTORES

El régimen de flujo de aguas pluviales depende en gran medida de la topografía del área de desarrollo del proyecto. Esto afecta directamente la pendiente del camino, lo que a su vez determina las características de flujo del canal. En general, los canales deben tener una pendiente moderada, lo que facilita la verificación y el diseño en condiciones de flujo subcrítico más estables hidráulicamente y predecibles (Anaya, y otros, 2017).

Para condiciones de caudal que corresponden a relaciones calado/diámetro (y/D) de 0.75, que representan el rango extremo de valores usualmente considerados en un proyecto. (Cevallos, 2018).

Para cada combinación de diámetro y caudal, se determina el calado crítico en un conducto circular utilizando la siguiente ecuación:

Donde:

Y_c = calado crítico en un conducto circular (m)

Q = caudal (m^3/s)

D = diámetro de la tubería Para el calado crítico, con la fórmula de Manning, se determina la correspondiente pendiente crítica, área mojada y velocidad (Cevallos, 2018).

2.22. RED DE TUBERÍAS Y COLECTORES

Las redes y colectores hacen referencia al conjunto de tuberías, pozos de inspección y demás estructuras indispensables para recolectar y evacuar el volumen de aguas residuales generadas en un área de servicio previamente definida, que abarca tanto las aguas residuales domésticas como las industriales. (GIPMocoa, 2024)

2.23. INUNDACIÓN

Una precipitación excesiva, el colapso de una presa o un dique, el rápido deshielo de la nieve o el hielo, o incluso una presa natural, como las construidas por castores, mal ubicadas, pueden provocar el desbordamiento de un río, el cual se extenderá por el terreno circundante, conocido como llanura de inundación. Las inundaciones costeras ocurren cuando una tormenta intensa o un tsunami causan que el mar se infiltre en la región (Nuñez, 2024).

2.24. AGUAS PLUVIALES

Las aguas de lluvia son las que se precipitan de manera natural. En zonas urbanas, los ríos urbanos son aguas pluviales que no se absorben en el suelo y se desplazan por edificaciones, calles, estacionamientos y otras áreas. Ingresan a las alcantarillas y al sistema de drenaje de aguas pluviales de cada ciudad. (Valdivieso, 2024).

La administración sostenible de las aguas pluviales busca disminuir la cantidad de áreas impermeables, recolectando y utilizando los depósitos de aguas pluviales, y reduciendo los efectos en la hidrología local. (Valdivieso, 2024).

2.25. ALCANTARILLADO PLUVIAL URBANO

Un sistema de drenaje pluvial es un conjunto de tuberías, colectores e infraestructuras adicionales que recogen agua de escorrentía de las precipitaciones pluviales, facilitando su recolección para su vertido y, de esta manera, previniendo daños materiales y humanos. (Valdivieso, 2024).

2.26. SIFONES INVERTIDOS

Los sifones equipados con cámaras de limpieza se utilizan en proyectos de intersección de caminos subterráneos. Es una obra de alto costo y tiene problemas de limpieza y fluidez, por lo que debe emplearse únicamente tras un análisis comparativo con otras opciones. (Villanueva, 2019).

Para prevenir posibles obstrucciones, los sifones invertidos deberán tener un diámetro mínimo de 200 mm para el alcantarillado de aguas residuales, y de 300 mm para el alcantarillado de lluvia. La velocidad del flujo dentro del sifón invertido debe exceder los 0,9 m/s para aguas residuales domésticas y los 1,25 m/s para aguas de precipitación. Se emplearán al menos dos tuberías paralelas instaladas a distintos niveles, de manera que se pueda conservar una velocidad adecuada en todas las circunstancias de flujo. (Inen, 1992, pag 194).

2.27. ALCANTARILLA CURVAS

Para las ciudades que cuenten con equipos apropiados para la limpieza de tuberías, se autorizará la utilización de alcantarillas que se ajusten a la curvatura de la calle. Así se simplifica el sistema al disminuir la cantidad de pozos de revisión que, de otra manera, serían requeridos. El proceso se lleva a cabo estableciendo el ángulo de deflexión máximo entre los ejes de las tuberías, tal como lo aconseja el fabricante de estas, para asegurar la total estanqueidad del sistema. (Inen , 1992, pag 195).

2.28. CUENCAS HIDROLÓGICAS

Se suele interpretar como una unidad de administración que se lleva a cabo dentro de la cuenca del río. Una cuenca abarca tanto ecosistemas terrestres (selvas, bosques, matorrales, pastizales, manglares, entre otros) como ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, humedales, entre otros). Sus fronteras se definen por el parteaguas, desde donde el agua se desprende. (Galvez, 2011).

En la cuenca del río, usualmente se identifican tres áreas distintivas: Alto, Medio y Bajo, que, dependiendo de las características geográficas del entorno, pueden afectar sus procesos hidrometeorológicos y la utilización de sus recursos (Galvez, 2011).

2.29. SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

2.29.1. ALCANTARILLADO PLUVIAL PARTICULAR

Este alcantarillado se define como la red de infraestructuras pluviales ubicadas en un terreno, propiedad o construcción que recoge y dirige los escurrimientos pluviales que surgen dentro de este, hasta ubicarlos en un sistema de infiltración y/o a otro cauce o tubería dentro de los confines de la propiedad. (Buchelli, 2011).

2.29.2. ALCANTARILLADO PLUVIAL GENERAL PARTICULAR

Este sistema de drenaje es la red que recoge y dirige los flujos de aguas pluviales que se producen en las zonas comunes de las viviendas, centros comerciales, fraccionamientos privados, entre otros, hasta ubicarlos en un sistema de infiltración y/u otro cauce o tubería dentro de las fronteras de la propiedad. (Buchelli, 2011).

2.29.3. ALCANTARILLADO MUNICIPAL

Es el sistema o red que recoge y transporta las aguas pluviales que se producen principalmente en las carreteras, de la región disponiéndolas en sistemas de infiltración y/o hasta las diversas descargas sobre los cuerpos de agua naturales presentes. (Buchelli, 2011).

2.30. COMPONENTES DE UNA RED DE ALCANTARILLADO MUNICIPAL

2.30.1. SUMIDEROS

Los sumideros son componentes del sistema de drenaje urbano creados para recoger y almacenar el agua pluvial acumulada en las superficies asfaltadas, tales como vías, aceras, terrazas y otros lugares urbanos. Estos drenajes constituyen un componente crucial de la infraestructura de administración de aguas pluviales en áreas urbanas y contribuyen a evitar inundaciones, optimizar el drenaje y preservar la seguridad en las vías. (Interagua, 2024).

2.30.2. TUBERÍAS DE RECOLECCIÓN

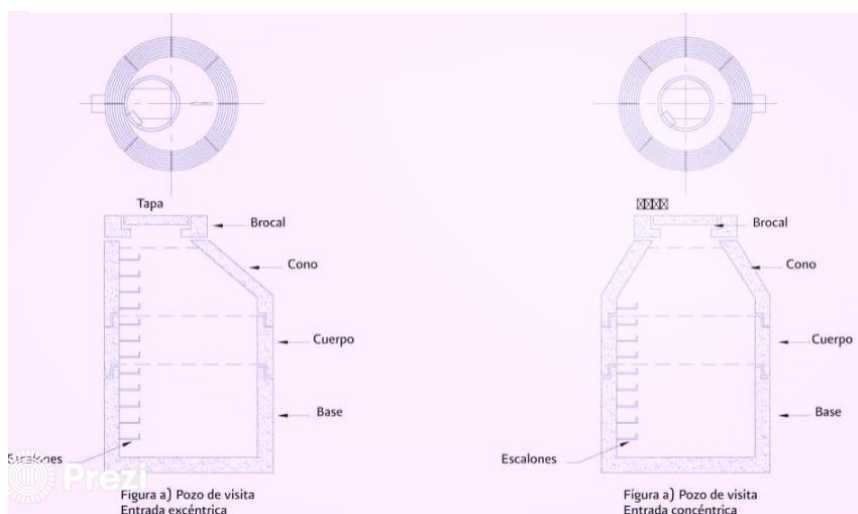
Normalmente, las tuberías de recolección poseen un diámetro reducido y una longitud breve. Esto ocurre porque es crucial reducir el intervalo entre la obtención de los recursos y los primeros pasos de procesamiento. En su mayoría, las tuberías de recolección iniciales suelen tener una longitud menor a 300 metros de longitud. (Gracon, 2024).

2.30.3. POZOS DE INSPECCIÓN

Los pozos de inspección son cámaras verticales que facilitan el acceso a las redes de drenaje y colectores, con el objetivo de simplificar su mantenimiento. El pozo

de inspección debe tener una profundidad mínima de 1 m sobre la cota clave del afluente más superficial del colector. (Prieto, 2014).

Figura 5 Dimensiones de un pozo



Fuente: (Romualdo, 2014)

2.30.4. COLECTORES PRINCIPALES

Son cauces contruidos por el hombre que transportan las aguas pluviales y que, en general, están conformados por conductos cerrados o abiertos, obras de almacenamiento, estructuras especiales, compuertas, derivadores, estaciones de monitoreo y medición et. (Emaap, 2009).

2.30.5. ESTANQUES DE RETENCIÓN Y DETENCIÓN

Un estanque de retención, o "cuenca de retención", es una gran depresión construida en un paisaje urbano que recibe y almacena el agua de lluvia que se escurre de grandes áreas de drenaje. Las cuencas de retención suelen contener un estanque de agua permanente y a veces se las denomina "cuencas húmedas" (Stormwater Management, 2024).

Los estanques de retención son una excelente manera de naturalizar los patrones de aguas pluviales de un área urbana más grande. Los jardines de lluvia, las zanjas de

infiltración y los bísales recogen la escorrentía de aguas pluviales de áreas más pequeñas y son más efectivos cuando se utilizan para tratar el agua de una parcela de tierra urbana. Sin embargo, los estanques de retención son tan grandes y retienen tanta agua que son más efectivos cuando se implementan a nivel comunitario (Stormwater Management, 2024).

2.30.6. CÁMARAS DE INSPECCIÓN

Las cámaras de inspección se situarán en la línea de drenaje para simplificar la limpieza y conservación de las redes y prevenir que se bloqueen debido a la una acumulación excesiva de sedimentos (Unatsabar, 2005) .

2.30.7. SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Los sistemas de tratamiento incluyen las operación o conjunto de operaciones que tienen por objetivo modificar las características físicas, químicas o biológicas de un residuo para reducir o neutralizar las sustancias peligrosas que contiene, recuperar materias o sustancias valorizables, facilitar el uso como fuente de energía o adecuar el rechazo para su posterior tratamiento finalista (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico , 2024).

2.30.8. ESTRUCTURAS DE DESCARGA

Es la obra final del emisor que permite el vertido de las aguas negras o pluviales a un cuerpo receptor, sus características dependen del lugar elegido para la disposición final, del gasto de descarga, del tipo de emisor (tubería o canal), entre otros (Santos, 2020).

2.30.9. SISTEMAS DE INFILTRACIÓN

Se conoce como sistema de infiltración pluvial, al grupo de elementos que facilitan la infiltración de las aguas pluviales recolectadas y transportadas por el sistema de drenaje o alcantarillado de aguas pluviales. Dado el desafío de llevar a cabo una infiltración de forma natural en la zona urbana (vasos de captación, arroyos, dispersión por terrenos, etc.), es necesario edificar estructuras hidráulicas que reemplacen el espacio requerido para llevar a cabo la infiltración. (Infiltracion Pluvial, 2014).

2.31. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI)

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) es la entidad técnica y científica encargada de monitorear, analizar y proporcionar información sobre las condiciones meteorológicas, climatológicas e hidrológicas en el Ecuador. Fundado en 1969, el INAMHI tiene como objetivo principal contribuir a la seguridad y bienestar de la población a través de estudios y pronósticos que permiten planificar actividades humanas, gestionar riesgos y proteger los recursos naturales frente a fenómenos climáticos (Inamhi, 2024).

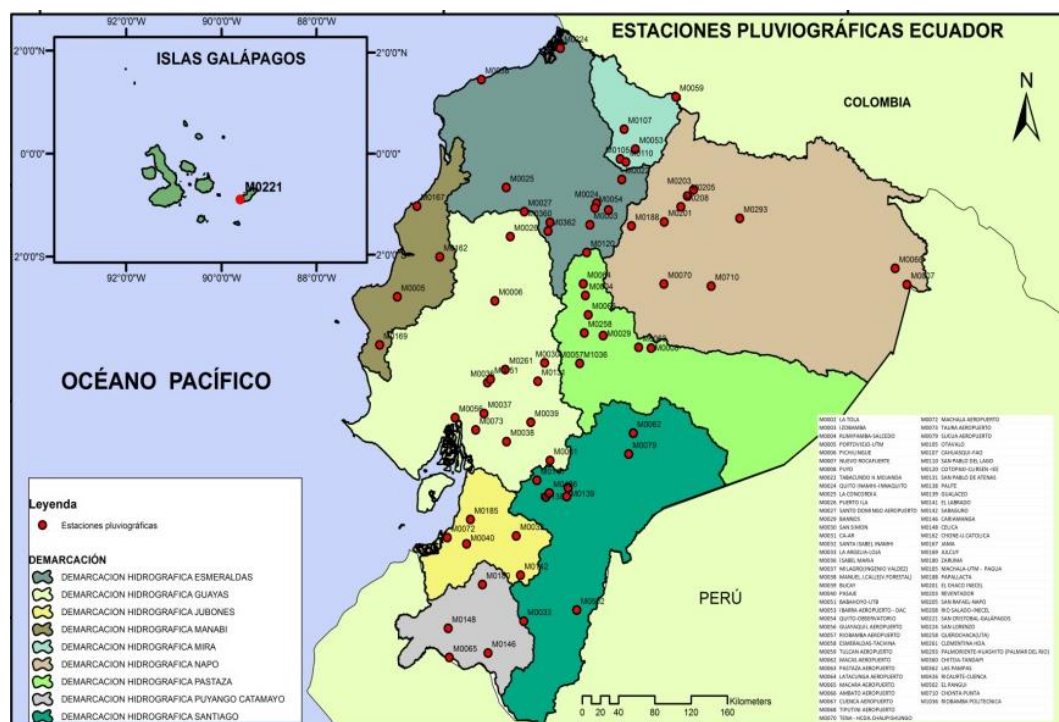
Esta institución opera una amplia red de estaciones meteorológicas distribuidas en todo el territorio nacional, incluyendo la región continental y las Islas Galápagos, lo que le permite realizar un monitoreo constante y preciso de variables como temperatura, precipitación, humedad, velocidad del viento, y niveles hídricos de ríos y embalses. La información generada por el INAMHI es utilizada por sectores estratégicos como la agricultura, el transporte aéreo y marítimo, la generación de energía, y la planificación urbana, además de ser clave en la formulación de políticas públicas relacionadas con el cambio climático y la gestión de recursos hídricos (Inamhi, 2024).

El INAMHI desarrolla investigaciones avanzadas y participa en proyectos nacionales e internacionales para mejorar las capacidades de adaptación y mitigación frente a fenómenos climáticos extremos. Su labor incluye la elaboración de pronósticos del tiempo a corto y largo plazo, análisis climatológicos históricos, estudios hidrológicos y asesoramiento técnico en gestión de riesgos de desastres. También cumple un rol educativo al promover la conciencia pública sobre temas relacionados con el clima, la meteorología y la sostenibilidad ambiental (Inamhi, 2024).

Gracias a sus esfuerzos, el Ecuador cuenta con herramientas clave para enfrentar desafíos como el cambio climático, la variabilidad climática y los desastres naturales, contribuyendo así al desarrollo sostenible del país. Su compromiso con la calidad y precisión de los datos climáticos ha consolidado al INAMHI como una institución de referencia en América Latina en el ámbito de la meteorología e hidrología (Inamhi, 2024).

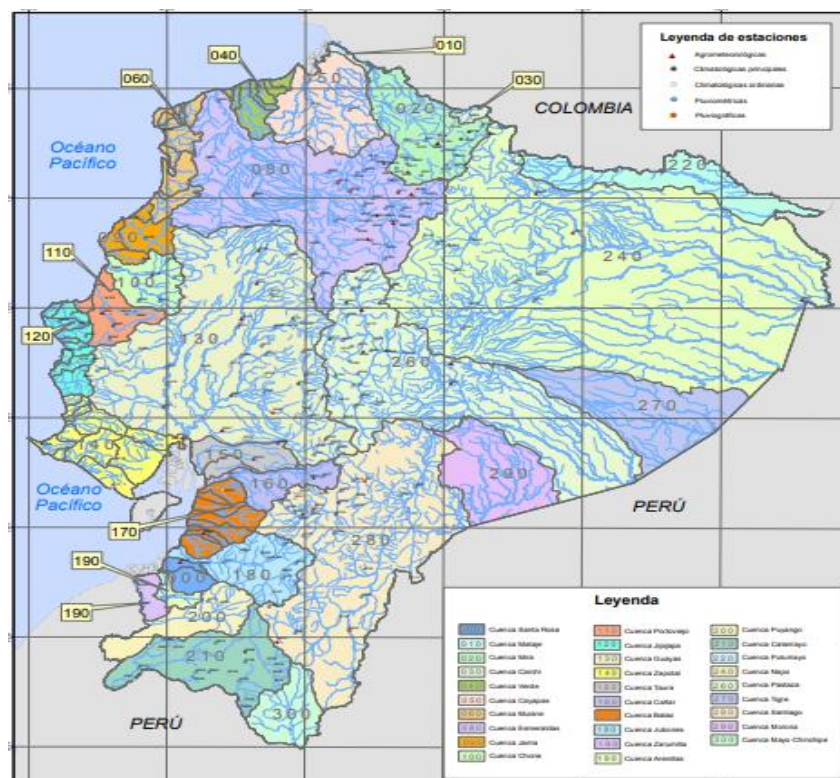
2.31.1. ESTACIONES METEOROLÓGICAS Y PLUVIOMÉTRICAS

Figura 6 Estaciones Pluviográficas Ecuador



Fuente: (Inamhi, 2024)

Figura 7 Mapa de Ubicación de la Red Actual de Estaciones Hidrometeoro lógicas



Fuente: (Inamhi, 2024)

2.32. MARCO LEGAL

2.32.1. NORMAS NACIONALES

2.32.1.1 NORMA INEN 5

✓ Diseño Hidráulico

Proporciona criterios técnicos para el diseño de las tuberías y otros componentes del sistema, teniendo en cuenta el caudal de aguas pluviales generado por las precipitaciones, las pendientes del terreno, la permeabilidad del suelo y las condiciones urbanísticas de la zona.

✓ Capacidad de Evacuación

Define los métodos para calcular los caudales máximos y mínimos, asegurando que las redes tengan la capacidad necesaria para evitar inundaciones o colapsos del sistema.

✓ Materiales

Especifica los materiales permitidos para tuberías, accesorios y estructuras complementarias, como concreto, PVC, hierro dúctil y otros, asegurando su durabilidad frente a condiciones químicas y mecánicas adversas.

✓ Mantenimiento

Establece recomendaciones para el mantenimiento periódico, incluyendo:

- Limpieza de tuberías para evitar obstrucciones.
- Revisión de pozos de inspección y sumideros.
- Reparación o reemplazo de componentes deteriorados.

CAPÍTULO III

2.17. METODOLOGÍA

2.18. DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

2.19. BASES DE DISEÑO GENERALES

2.19.1. PERÍODO DE RETORNO

$$p = \frac{1}{Tr}$$

Donde:

P= probabilidad

Tr= periodo de retorno

Por lo tanto, periodo de retorno Tr donde se ha superado a lo sumo una vez en N años, donde N normalmente es la vida útil o económica del proyecto.

$$A = 1 - (1 - p)^N = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^N$$

Donde:

P= probabilidad

Tr= periodo de retorno

N= número de años

2.20. MÉTODO DE CÁLCULO LLUVIA-CAUDALES

2.20.1. MÉTODO RACIONAL

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

Donde:

Q = caudal máximo (m^3/s)

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de la lluvia de diseño, con duración igual al tiempo de concentración de la cuneca y con frecuencia igual al periodo de retorno seleccionado para el diseño (mm/h)

A = área de la cuenca (ha)

2.20.2. FRECUENCIA DE LLUVIA

Tabla 5 Tabla 1 Frecuencia del diseño en función del tipo de la zona

Frecuencias de Diseño para los Canales de Aguas Lluvias.		
1.- Canales que drenen areas menores a 1000 Ha		
seccion revestida en concreto		10 años
capacidad total		25 años
2.- Canales que drenen areas mayores a 1000 Ha		
seccion revestida en concreto		10 años
capacidad total		25 años
Borde libre		100 años

Fuente: (Flores, 2011)

2.20.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

2.20.3.1. ECUACIÓN DE KIRPICH

$$T_c = 0.06628 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$$

Donde

T_c es el tiempo de concentración en horas.

L es la longitud del cauce principal en km.

S es la pendiente entre las elevaciones máximas y mínimas (pendiente total), en metro por metro.

2.20.3.2. ECUACIÓN DE CALIFORNIA

$$T_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde

T_c es el tiempo de concentración en minutos.

L es la longitud del cauce principal en m.

H es el desnivel en m.

2.20.4. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía puede tomar valores comprendidos entre cero y uno.

$$0 \leq C \leq 1$$

El coeficiente de escorrentía simboliza la proporción de agua del total de precipitaciones pluviales que verdaderamente produce escorrentía superficial una vez que el suelo ha sido totalmente saturado.

Su valor se basa en las propiedades específicas del suelo que establecen la infiltración del agua en el terreno. (Ibáñez, Moreno, & Gisbert).

$$C = \frac{\sum(C_i * A_i)}{A}$$

Donde:

C_i : coeficiente de escorrentía superficial de cada zona.

A_i : área de cada zona (ha)

A : área total de la cuenca hidrológica o área de drenaje.

2.20.4.1. TIPOS DE SUPERFICIES

Tabla 6 Tipos de Superficies

TIPOS DE SUPERFICIES	C
Cubierta metálica o tejada de vidrio	0,95
Cubierta con teja ordinaria	0,9
Pavimento asfáltico en buenas condiciones	0,85 a 0,9
Pavimento de Hormigón	0,8 a 0,85
Empedrado con juntas pequeñas	0,75 a 0,8
Empedrado con juntas ordinarias	0,4 a 0,5
Superficies afirmadas (tierra compactada)	0,25 a 0,6
Superficies no pavimentadas (suelo natural)	0,1 a 0,3
Parques y jardines	0,05 a 0,25

Fuente: (Emaap, 2009)

2.20.5. VELOCIDADES

2.20.5.1. VELOCIDAD MÁXIMA

Tabla 7 Velocidad Máxima en tuberías

Material de la Tubería	Velocidad Máxima (m/seg)
Tubería de Hormigón simple hasta de 60 cm. De diámetro	4,5
Tubería de hormigón armado de 60 cm. De diámetro o mayores	6
Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210/240	6,0 a 6,5
Hormigón armado en obra 280/350 kg/cm ² . Grandes conducciones	7,0 a 7,5
PEAD, PVC, PRFV	7,5
Acero	9,0 a mayor
Hierro dúctil o fundido	9,0 o mayor

Fuente: (Emaap-Q, 2009; Molina, 2012)

2.20.6. PROFUNDIDAD

2.20.6.1. PROFUNDIDAD MÍNIMA

Tabla 8 Profundidad de Alcantarillado

ZONA	PROFUNDIDAD (m)
Petonal o verde	1,5
Vehicular	1,5

Fuente: (Emaap-Q, 2009)

2.20.7. DIÁMETRO ADECUADO PARA POZOS DE REVISIÓN

Tabla 9 Diámetros recomendados de pozos de revisión

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA mm	DIÁMETRO DEL POZO m
Menor o igual a 550	0,9
Mayor a 550	Diseño especial

Fuente: (Normas Tecnicas, Parte 8, Pag 292.)

2.20.8. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Tabla 10 Coeficiente de Rugosidad

Material de la Revestimiento	Coeficiente n
Tubería de PVC/PED/PRFV	0,011
Tubería de Hormigon (con buen acabado)	0,013
Tubería de Hormigon con acabado regular.	0,014
Mampostería de piedra juntas con mortero de cemento.	0,02
Mampostería de piedra partida acomodada (sin juntas).	0,032
Ladrillo juntas con mortero de cemento.	0,015
Tierra (trazo recto y uniforme) sin vegetación.	0,025

Fuente: (Emaap-Q, 2009)

2.20.9. DURACIÓN DE LA LLUVIA

$$T_{cmin} = 0.1637 * A + 8.68$$

Donde:

T_{cmin} = Tiempo de concentración mínimo de la cuenca (minutos)

A = Área de drenaje de la cuenca en hectáreas.

La ecuación anterior muestra que el tiempo mínimo para un área de drenaje muy pequeña será de alrededor de nueve minutos.

- Se puede calcular el tiempo de recorrido en depresiones y zanjas si no se encuentran en la montaña utilizando la ecuación de Manning.

$$Td = \frac{Ln}{60 * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}$$

Donde:

Td = Tiempo de recorrido en minutos

L = Longitud de recorrido en metros.

N = Coeficiente de rugosidad de Manning.

R = Radio hidráulico de la selección del conducto natural (m).

S = Pendiente de la línea de energía.

2.20.10. RED DE TUBERÍAS Y COLECTORES

Tabla 11 Especificaciones para cálculo

MATERIAL	VELOCIDAD MAXIMA m/s	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
Hormigón simple:	4	0,013
Con uniones de mortero.	3,5 a 4	0,013
Con uniones de neopreno para nivel freático alto	4,5 a 5	0,011
Asbesto cemento Plástico	4,5	0,011

Fuente: (Normas Emaap-Q, 2008)

2.20.11. VELOCIDAD DE FLUJO

La ecuación de Manning es una herramienta fundamental en la hidráulica para calcular la velocidad del flujo en canales abiertos o tuberías parcialmente llenas. Se expresa como:

$$V = \frac{1,49}{n} * S^{0,5}$$

Donde:

V= Velocidad del flujo (ft/s si las unidades son en el sistema inglés).

N= Coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional), que depende del material y las condiciones de las paredes del canal o tubería.

S= Pendiente hidráulica o pendiente del canal (adimensional).

2.20.12. TIEMPO DE TRASLADO EN LOS COLECTORES

Para el cálculo de la capacidad hidráulica, se utiliza la fórmula de Manning.

$$Q = \frac{A^{\frac{5}{3}} * \sqrt{I}}{n * P^{\frac{2}{3}}}$$

Donde:

Q= Caudal conducido por el colector (m3/s).

A= Área de la sección transversal mojada m2.

I= Pendiente geométrica del colector (m/m).

N= Coeficiente de rugosidad.

P= Perímetro mojado (m).

Las tuberías se diseñarán a tubo parcialmente lleno con el 75 % en condiciones de flujo a gravedad, cuya expresión es (Cevallos, 2018):

$$V = \frac{J^{\frac{1}{2}} * R^{0,667}}{n}$$

Donde:

V = Caudal velocidad (m/s).

R = Radio Hidráulico (m).

J = Pendiente geométrica del colector (m/m).

N = Coeficiente de rugosidad.

$$Q = V * A$$

Donde:

Q = Caudal en m³/s

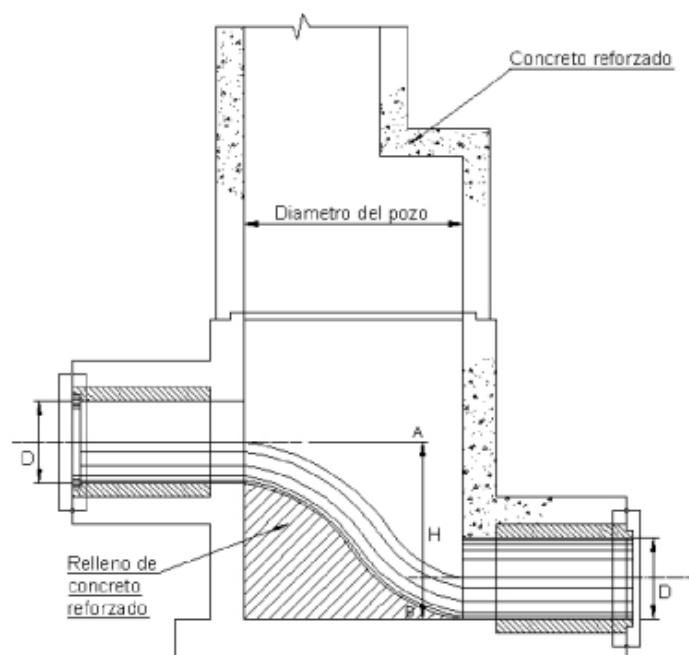
A = Área de la tubería en m²

V = Velocidad en m/s

2.20.13. DISEÑO DEL POZO

En el Esquema la **Figura 8** se presenta el pozo de caída Tipo I. Apto para saltos de altura máxima de 0,75 m y diámetros hidráulicos de la sección del conducto de entrada menores a 0,90 m (Emaap-Q, 2009).

Figura 8 Pozo Tipo I



Fuente: (Emaap-Q, 2009)

2.21. BASE DEL DISEÑO

2.21.1. TIPO DE ESTUDIO

En este proyecto, se llevará a cabo un estudio aplicado, descriptivo y cualitativo, con el objetivo de diseñar un sistema de drenaje que pretenda reducir las inundaciones y mejorar la movilidad y calidad de vida de los vecinos de la “Ciudadela El Modular”.

La investigación se centrará en la descripción, lo que requiere un análisis directo de la situación actual. Esto permitirá relacionar esta situación con los beneficiarios directos, así como identificar las principales mejoras previstas cuando se ejecute el proyecto.

El objetivo de la investigación cualitativa es captar las experiencias y percepciones utilizando datos descriptivos, como entrevistas y observaciones, con el fin de profundizar en los aspectos subjetivos del problema que se pretende abordar.

2.21.2. TOPOGRAFÍA

Para evitar la duplicación de datos, es necesario iniciar el levantamiento topográfico definiendo una poligonal principal, asegurándose de que los puntos de referencia estén numerados de forma continua. En esta fase inicial, es esencial recopilar los datos necesarios para garantizar la exactitud del plan del proyecto (Global, 2017).

A la hora de medir una red de alcantarillado, es importante tener en cuenta una serie de factores esenciales. Entre ellos, es esencial el diámetro mínimo requerido para las tuberías de alcantarillado sanitario, que vendrá determinado por la pendiente del terreno, el caudal de agua y la velocidad del flujo (Global, 2017).

El papel de la altimetría en este estudio también es crucial, ya que consiste en medir las variaciones de altura entre puntos concretos y la intersección de una superficie plana con ese punto. Ello permitirá medir las elevaciones y pendientes existentes, lo que tendrá una repercusión directa en el diseño y el mantenimiento de la red (Global, 2017).

La importancia de la planimetría también radica en la determinación exacta de la ubicación de la red de alcantarillado en las calles y la localización precisa de los pozos de registro (Global, 2017).

Por último, se llevarán a cabo análisis demográficos que ayudarán a evaluar adecuadamente el tamaño de la red, teniendo en cuenta elementos como la vida útil estimada y los materiales adecuados para su construcción. Es esencial tener en cuenta elementos como el desgaste, los posibles daños y el paso del tiempo en el diseño final para garantizar la durabilidad y eficacia del sistema (Global, 2017).

CAPÍTULO IV

4.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El estudio topográfico realizado en la ciudadela El Modular tuvo como objetivo principal obtener datos precisos sobre las características topográficas para crear un sistema eficiente de drenaje pluvial (Datum, 2022).

Este trabajo permitió determinar la elevación, pendiente y condiciones naturales de la zona, los elementos básicos de los análisis hidrológicos esenciales para reducir el riesgo de inundaciones en la zona (Datum, 2022).

Para brindar información confiable y detallada, durante el estudio se utilizaron equipos topográficos, como una estación total y GPS. Estos datos son esenciales para determinar el punto crítico donde el agua tiende a acumularse.

El análisis del terreno también puede identificar irregularidades del terreno, que pueden afectar significativamente el comportamiento de la escorrentía. Con esta información, es posible determinar la factibilidad de construir zanjas, canales y colectores para diseñar un sistema de drenaje que permita reducir el impacto de las precipitaciones en la movilidad de los residentes (Acero Estudio, 2025).

El levantamiento no solo proporciona una base técnica para diseñar un sistema de manejo de aguas pluviales, sino que también resalta la necesidad de una planificación integral, que tenga en cuenta las condiciones naturales de la ciudadela (Acero Estudio, 2025).

Los resultados servirán como base para diseñar un sistema sostenible que beneficien a los residentes y reduzcan los riesgos de inundaciones (Acero Estudio, 2025).

Teniendo como resultado las siguientes coordenadas principales y necesarias con sus respectivas elevaciones, estas mismas se mostrarán en la **Tabla 12**.

Tabla 12 Levantamiento Topográfico

COORDENADAS UTM			
P	X	Y	Z
1	632.245.284	9.760.980.398	25.190
2	632.123.040	9.760.943.373	24.904
3	632.245.742	9.760.977.370	25.121
4	632.118.268	9.760.943.371	24.936
5	632.117.841	9.760.953.381	24.964
6	632.122.290	9.760.953.594	24.927
7	632.112.633	9.760.953.152	24.904
8	632.112.008	9.760.963.841	24.921
9	632.116.994	9.760.964.118	24.998
10	632.121.564	9.760.964.917	24.935
11	632.120.843	9.760.975.524	24.957
12	632.115.856	9.760.974.969	25.040
13	632.111.347	9.760.974.590	24.946
14	632.111.359	9.760.974.570	24.945
15	632.110.677	9.760.985.521	24.957
16	632.115.079	9.760.985.763	25.092
17	632.119.858	9.760.988.369	25.001
18	632.119.142	9.760.998.874	25.053
19	632.114.673	9.760.998.546	25.051
20	632.110.029	9.760.998.279	24.987
21	632.109.372	9.761.008.475	25.008
22	632.113.551	9.761.008.525	25.056
23	632.118.458	9.761.008.835	25.013
24	632.113.256	9.761.018.572	25.110
25	632.108.815	9.761.018.310	25.047
26	632.108.219	9.761.027.716	25.040
27	632.112.474	9.761.028.060	25.105
28	632.117.041	9.761.028.466	25.060
29	632.112.274	9.761.038.678	25.129
30	632.107.546	9.761.038.455	25.085
31	632.116.331	9.761.039.060	25.095
32	632.111.321	9.761.056.884	25.159
33	632.115.728	9.761.055.432	25.301
34	632.106.445	9.761.054.495	25.186
35	632.106.241	9.761.048.737	25.152
36	632.115.637	9.761.049.346	25.139
37	632.111.773	9.761.048.031	25.170
38	632.106.926	9.761.049.642	25.144
39	632.110.569	9.761.060.345	25.187
40	632.114.768	9.761.060.367	25.146
41	632.106.351	9.761.059.846	25.137
42	632.105.704	9.761.070.229	25.140
43	632.109.913	9.761.070.508	25.221
44	632.114.325	9.761.070.150	25.215
45	632.112.600	9.761.078.781	25.184
46	632.109.387	9.761.078.448	25.194
47	632.105.395	9.761.078.116	25.204
48	632.121.931	9.760.968.105	25.002
49	632.121.782	9.760.970.821	24.991
50	632.130.865	9.760.971.615	25.166

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

51	632.131.001	9.760.968.787	25.148
52	632.139.317	9.760.969.262	25.265
53	632.139.143	9.760.971.908	25.380
54	632.146.308	9.760.972.715	25.267
55	632.146.731	9.760.969.893	25.371
56	632.154.854	9.760.970.648	25.395
57	632.154.839	9.760.973.287	25.317
58	632.163.342	9.760.973.904	25.338
59	632.163.685	9.760.970.911	25.353
60	632.171.569	9.760.971.930	25.319
61	632.171.430	9.760.974.548	25.319
62	632.179.591	9.760.974.235	25.387
63	632.179.815	9.760.972.273	25.389
64	632.188.944	9.760.973.030	25.371
65	632.188.873	9.760.975.863	25.349
66	632.197.660	9.760.973.782	25.369
67	632.119.395	9.760.996.162	24.998
68	632.197.681	9.760.976.434	25.344
69	632.119.179	9.760.999.613	25.051
70	632.206.016	9.760.976.964	25.400
71	632.129.932	9.760.999.765	25.326
72	632.205.968	9.760.976.986	25.400
73	632.130.215	9.760.997.157	25.417
74	632.213.028	9.760.977.505	25.377
75	632.139.719	9.760.997.623	25.289
76	632.220.412	9.760.978.218	25.311
77	632.139.723	9.760.999.907	25.324
78	632.124.143	9.760.943.453	25.105
79	632.148.996	9.761.000.596	25.345
80	632.112.125	9.760.942.385	25.174
81	632.150.245	9.760.998.307	25.341
82	632.122.469	9.760.967.258	25.264
83	632.160.077	9.760.999.003	25.358
84	632.122.148	9.760.971.736	25.068
85	632.160.066	9.761.000.950	25.307
86	632.120.562	9.760.995.622	25.175
87	632.169.084	9.761.002.206	25.479
88	632.120.189	9.761.000.136	25.265
89	632.168.984	9.760.999.800	25.377
90	632.118.615	9.761.024.093	25.271
91	632.178.773	9.761.000.850	25.318
92	632.118.157	9.761.028.698	25.152
93	632.155.424	9.761.082.319	25.235
94	632.178.530	9.761.003.030	25.351
95	632.116.484	9.761.052.727	25.314
96	632.188.492	9.761.004.111	25.420
97	632.166.130	9.761.083.204	25.247
98	632.116.179	9.761.055.432	25.324
99	632.155.309	9.761.078.208	25.275
100	632.198.702	9.761.002.042	25.438

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

101	632.115.227	9.761.069.286	25.440
102	632.166.293	9.761.079.065	25.277
103	632.198.639	9.761.004.736	25.375
104	632.188.801	9.761.084.932	25.238
105	632.208.316	9.761.005.971	25.308
106	632.200.767	9.761.085.776	25.215
107	632.208.561	9.761.002.798	25.322
108	632.212.732	9.761.086.620	25.193
109	632.217.175	9.761.003.283	25.262
110	632.224.698	9.761.087.464	25.170
111	632.217.218	9.761.006.772	25.313
112	632.236.664	9.761.088.308	25.148
113	632.226.016	9.761.007.399	25.342
114	632.189.262	9.761.080.706	25.256
115	632.226.518	9.761.004.058	25.248
116	632.201.248	9.761.081.489	25.234
117	632.235.748	9.761.008.031	25.174
118	632.213.234	9.761.082.273	25.212
119	632.236.014	9.761.005.273	25.345
120	632.225.220	9.761.083.056	25.189
121	632.252.642	9.761.006.115	25.125
122	632.252.530	9.761.009.375	25.143
123	632.245.441	9.761.008.732	25.185
124	632.245.633	9.761.005.780	25.178
125	632.237.206	9.761.083.840	25.167
126	632.117.376	9.761.024.225	25.068
127	632.237.844	9.761.079.344	25.156
128	632.117.198	9.761.027.436	25.048
129	632.225.823	9.761.078.495	25.177
130	632.126.652	9.761.028.161	25.332
131	632.213.803	9.761.077.646	25.199
132	632.126.764	9.761.025.056	25.385
133	632.201.782	9.761.076.796	25.221
134	632.135.894	9.761.028.806	25.278
135	632.189.761	9.761.075.947	25.242
136	632.136.185	9.761.026.810	25.338
137	632.145.135	9.761.029.371	25.410
138	632.145.527	9.761.026.565	25.284
139	632.154.126	9.761.030.021	25.335
140	632.123.306	9.761.079.666	25.197
141	632.154.423	9.761.027.059	25.390
142	632.134.012	9.761.080.550	25.209
143	632.163.529	9.761.027.129	25.342
144	632.144.718	9.761.081.435	25.222
145	632.162.878	9.761.030.607	25.358
146	632.122.358	9.761.075.637	25.271
147	632.172.787	9.761.028.118	25.357
148	632.133.342	9.761.076.494	25.273
149	632.173.098	9.761.031.307	25.327
150	632.144.325	9.761.077.351	25.274

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

151	632.183.049	9.761.032.442	25.331
152	632.167.171	9.761.074.296	25.293
153	632.183.338	9.761.029.142	25.372
154	632.156.602	9.761.073.494	25.323
155	632.192.962	9.761.029.841	25.339
156	632.146.033	9.761.072.692	25.352
157	632.191.669	9.761.032.452	25.321
158	632.135.463	9.761.071.890	25.381
159	632.203.585	9.761.033.589	25.313
160	632.124.894	9.761.071.088	25.411
161	632.203.831	9.761.030.820	25.369
162	632.213.605	9.761.034.877	25.307
163	632.213.832	9.761.031.940	25.353
164	632.234.394	9.761.033.730	25.298
165	632.223.793	9.761.032.859	25.304
166	632.223.531	9.761.035.836	25.277
167	632.234.135	9.761.036.355	25.286
168	632.243.807	9.761.037.100	25.187
169	632.244.382	9.761.034.356	25.150
170	632.251.969	9.761.037.984	25.061
171	632.252.202	9.761.035.788	25.061
172	632.115.478	9.761.053.873	25.301
173	632.239.526	9.761.061.976	25.278
174	632.248.214	9.761.062.686	25.269
175	632.230.401	9.761.061.462	25.309
176	632.221.560	9.761.060.924	25.347
177	632.212.473	9.761.060.121	25.378
178	632.203.930	9.761.059.385	25.369
179	632.194.762	9.761.058.820	25.367
180	632.185.745	9.761.058.080	25.418
181	632.168.464	9.761.056.768	25.368
182	632.159.294	9.761.056.113	25.309
183	632.150.987	9.761.055.497	25.419
184	632.142.110	9.761.054.747	25.457
185	632.133.670	9.761.054.150	25.374
186	632.124.229	9.761.053.460	25.367
187	632.124.031	9.761.055.767	25.381
188	632.133.396	9.761.056.596	25.381
189	632.141.836	9.761.057.422	25.465
190	632.150.743	9.761.058.061	25.405
191	632.159.116	9.761.058.806	25.293
192	632.168.250	9.761.059.531	25.372
193	632.177.227	9.761.060.166	25.400
194	632.185.472	9.761.060.955	25.403
195	632.194.501	9.761.061.696	25.359
196	632.203.597	9.761.062.564	25.364
197	632.212.155	9.761.063.287	25.349
198	632.221.319	9.761.064.014	25.324
199	632.230.091	9.761.064.694	25.298
200	632.239.111	9.761.065.449	25.260
201	632.247.946	9.761.066.138	25.246
202	632.250.544	9.761.064.063	25.216
203	632.176.836	9.761.084.088	25.260

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

204	632.177.276	9.761.079.922	25.278
205	632.177.740	9.761.075.098	25.264
206	632.178.398	9.761.065.998	25.458
207	632.179.062	9.761.057.435	25.365
208	632.180.103	9.761.048.520	25.356
209	632.180.755	9.761.039.745	25.338
210	632.181.455	9.761.031.241	25.322
211	632.182.971	9.760.999.205	25.374
212	632.186.093	9.760.982.046	25.433
213	632.186.970	9.760.972.928	25.354
214	632.187.208	9.760.964.553	25.294
215	632.179.794	9.761.074.154	25.285
216	632.176.018	9.761.073.902	25.293
217	632.180.426	9.761.067.095	25.448
218	632.176.650	9.761.066.842	25.447
219	632.180.858	9.761.061.512	25.391
220	632.177.082	9.761.061.259	25.395
221	632.181.253	9.761.057.261	25.352
222	632.177.476	9.761.057.009	25.358
223	632.181.593	9.761.053.384	25.348
224	632.177.817	9.761.053.132	25.347
225	632.182.054	9.761.047.570	25.351
226	632.178.278	9.761.047.317	25.347
227	632.182.589	9.761.041.682	25.347
228	632.178.812	9.761.041.429	25.334
229	632.183.093	9.761.034.121	25.336
230	632.179.316	9.761.033.869	25.327
231	632.186.090	9.761.000.562	25.408
232	632.182.314	9.761.000.310	25.409
233	632.186.591	9.760.993.244	25.397
234	632.182.815	9.760.992.992	25.387
235	632.187.401	9.760.983.629	25.450
236	632.183.625	9.760.983.377	25.431
237	632.187.880	9.760.977.190	25.317
238	632.184.104	9.760.976.938	25.327
239	632.188.385	9.760.971.754	25.283
240	632.184.609	9.760.971.502	25.302
241	632.188.740	9.760.967.424	25.151
242	632.184.964	9.760.967.172	25.143
243	632.189.299	9.760.961.269	25.151
244	632.185.522	9.760.961.016	25.126
245	632.189.865	9.760.954.850	25.127
246	632.186.089	9.760.954.598	25.148
247	632.190.250	9.760.948.758	25.153
248	632.186.474	9.760.948.506	25.152
249	632.187.947	9.760.953.175	25.145
250	632.258.418	9.761.090.937	25.292
251	632.258.897	9.761.090.910	25.324
252	632.259.134	9.761.084.956	25.280
253	632.256.545	9.761.085.509	25.176
254	632.256.545	9.761.089.706	25.158

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

255	632.248.629	9.761.089.152	25.125
256	632.249.192	9.761.084.623	25.145
257	632.249.865	9.761.080.193	25.134
258	632.253.960	9.761.080.533	25.187
259	632.258.274	9.761.082.825	25.144
260	632.254.892	9.761.071.154	25.179
261	632.258.917	9.761.071.395	25.107
262	632.250.251	9.761.071.494	25.099
263	632.255.070	9.761.062.173	25.170
264	632.259.381	9.761.062.313	25.088
265	632.250.826	9.761.061.958	25.104
266	632.251.466	9.761.052.458	25.072
267	632.255.409	9.761.052.911	25.152
268	632.260.023	9.761.052.938	25.077
269	632.259.984	9.761.053.042	25.076
270	632.256.269	9.761.043.455	25.127
271	632.260.523	9.761.043.692	25.049
272	632.251.957	9.761.043.013	25.032
273	632.256.938	9.761.033.663	25.110
274	632.261.109	9.761.033.840	25.045
275	632.252.586	9.761.033.565	25.012
276	632.257.126	9.761.023.867	25.112
277	632.261.182	9.761.024.056	25.061
278	632.253.138	9.761.023.486	25.034
279	632.257.385	9.761.014.884	25.007
280	632.261.471	9.761.015.204	25.020
281	632.253.633	9.761.014.817	25.006
282	632.258.222	9.761.005.681	25.076
283	632.261.962	9.761.005.905	25.012
284	632.254.276	9.761.005.581	24.988
285	632.258.653	9.760.997.610	25.065
286	632.262.444	9.760.997.915	24.985
287	632.254.706	9.760.997.221	24.976
288	632.259.550	9.760.987.952	25.044
289	632.262.993	9.760.988.009	24.975
290	632.255.300	9.760.987.608	24.961
291	632.260.058	9.760.978.273	25.030
292	632.253.575	9.760.981.124	25.150
293	632.253.756	9.760.977.968	25.080
294	632.263.723	9.760.978.512	24.941
295	632.255.951	9.760.978.155	24.934
296	632.124.629	9.760.932.898	25.219
297	632.260.410	9.760.968.877	24.987
298	632.263.951	9.760.969.047	24.922
299	632.256.511	9.760.968.562	24.914
300	632.260.932	9.760.959.133	24.946
301	632.264.753	9.760.959.266	24.902
302	632.257.093	9.760.958.954	24.891
303	632.261.814	9.760.952.327	24.949
304	632.257.498	9.760.952.149	24.873

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

305	632.254.283	9.760.977.252	25.060
306	632.254.095	9.760.981.517	25.222
307	632.251.489	9.761.034.097	25.094
308	632.250.650	9.761.038.363	25.105
309	632.249.734	9.761.062.441	25.203
310	632.249.530	9.761.066.699	25.233
311	632.248.838	9.761.079.328	25.258
312	632.262.219	9.760.941.507	25.445
313	632.262.842	9.760.934.214	25.389
314	632.227.814	9.760.931.211	25.282
315	632.236.994	9.760.979.671	25.231
316	632.226.903	9.760.938.608	25.328
317	632.228.703	9.760.978.945	25.271
318	632.191.281	9.760.935.598	25.391
319	632.237.729	9.760.976.772	25.163
320	632.192.063	9.760.928.230	25.397
321	632.154.604	9.760.925.143	25.376
322	632.153.891	9.760.932.397	25.276
323	632.123.157	9.760.929.946	25.283
324	632.123.518	9.760.922.473	25.286
325	632.088.009	9.760.919.205	25.218
326	632.087.946	9.760.919.482	25.259
327	632.087.555	9.760.927.494	25.213
328	632.053.349	9.760.924.880	25.268
329	632.054.358	9.760.917.499	25.315
330	632.019.471	9.760.915.552	25.300
331	632.018.873	9.760.923.349	25.191
332	631.986.601	9.760.921.460	25.127
333	631.986.429	9.760.913.825	25.302
334	631.948.400	9.760.910.849	25.259
335	631.947.792	9.760.918.955	25.344
336	631.910.597	9.760.917.095	25.220
337	631.910.970	9.760.909.619	25.284
338	631.873.527	9.760.907.482	25.233
339	631.872.924	9.760.914.921	25.169
340	631.834.738	9.760.912.776	25.156
341	631.834.548	9.760.905.452	25.157
342	631.798.398	9.760.903.379	25.078
343	631.798.035	9.760.910.800	25.079
344	631.762.431	9.760.909.015	24.839
345	631.762.328	9.760.901.362	24.938
346	631.743.743	9.760.903.403	25.237
347	631.738.903	9.760.906.855	25.264
348	631.735.552	9.760.912.418	25.265
349	631.744.875	9.760.913.096	24.823
350	631.750.642	9.760.910.228	24.863
351	631.719.334	9.760.956.569	20.850
352	631.727.320	9.760.957.044	20.800
353	631.715.351	9.760.956.175	25.267
354	631.718.746	9.760.899.100	25.129
355	631.731.313	9.760.957.282	25.265

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

356	631.734.708	9.760.900.207	24.980
357	631.723.293	9.760.890.012	20.020
358	631.731.279	9.760.890.487	20.050
359	631.719.310	9.760.889.618	24.806
360	631.735.272	9.760.890.725	24.836
361	632.229.715	9.760.976.174	25.204
362	632.221.701	9.760.975.576	25.245
363	632.213.687	9.760.974.978	25.286
364	632.205.674	9.760.974.380	25.328
365	631.731.798	9.760.949.128	25.224
366	631.732.283	9.760.940.975	25.184
367	631.732.768	9.760.932.821	25.143
368	631.733.253	9.760.924.668	25.102
369	631.733.738	9.760.916.514	25.061
370	631.734.223	9.760.908.361	25.021
371	631.715.836	9.760.948.022	25.249
372	631.716.321	9.760.939.868	25.163
373	631.716.806	9.760.931.714	25.129
374	631.717.291	9.760.923.561	25.067
375	631.717.776	9.760.915.407	25.109
376	631.718.261	9.760.907.254	25.097
377	631.727.815	9.760.948.725	20.706
378	631.728.310	9.760.940.405	20.613
379	631.728.805	9.760.932.086	20.519
380	631.729.300	9.760.923.766	20.425
381	631.729.794	9.760.915.446	20.331
382	631.730.289	9.760.907.127	20.238
383	631.730.784	9.760.898.807	20.144
384	631.719.829	9.760.948.250	20.746
385	631.720.324	9.760.939.930	20.643
386	631.720.819	9.760.931.610	20.539
387	631.721.314	9.760.923.291	20.435
388	631.721.809	9.760.914.971	20.331
389	631.722.303	9.760.906.652	20.228
390	631.722.798	9.760.898.332	20.124
A1	632.114.000	9.760.969.000	25.000
A2	632.111.374	9.761.074.780	25.270
A3	632.111.512	9.761.026.443	25.138
A4	632.109.207	9.761.053.486	25.177
A5	632.113.015	9.760.997.713	25.089
A6	632.113.345	9.761.011.589	25.105
A7	632.109.288	9.761.076.005	25.266
A8	632.110.158	9.761.056.138	25.186
A9	632.108.816	9.761.075.452	25.231
A10	632.118.500	9.760.939.840	25.028
A11	632.122.907	9.760.938.387	25.197
A12	632.113.624	9.760.937.450	25.217
A13	632.109.977	9.760.929.339	25.249
A14	632.113.420	9.760.931.693	25.232
A15	632.122.816	9.760.932.302	25.251

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

4.2. RESULTADO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

4.1.1. DATOS GENERALES DE LA CUENCA

Tabla 13 Área de la cuenca, Longitud

DATOS DE LA CUENCA	
Area	3,68 ha
Longitud	831,7564 m
Cota max	25.479 m
Cota min	20.850 m
Pendiente	0,01 m/m

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

4.1.2. DATOS GENERALES DEL CANAL

Tabla 14 Longitud, Pendiente del canal.

DATOS DEL CANAL	
Longitud	66,34 m
Cota max	25.110 m
Cota min	20.020 m
Pendiente	0,08 m/m

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

4.1.3. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Mediante la **Tabla 6** donde brinda los valores de C para cada tipo de superficie existente, se determinó que la ciudadela posee en su gran parte superficie cubierta metálica (corresponde a las manazas y/o cuadras de la ciudadela), siguiéndole el pavimento de hormigón (denominamos a los bordillos de las manzanas y/o cuadras de la ciudadela), así mismo consta con una calle principal en forma de U esta misma sería una superficie de empedrados con juntas pequeñas (porque es una calle adoquinada),

penúltimo se identificó que tiene callejones que se los determino como superficie no pavimentada (porque es suelo natural) y por último el parque.

Tabla 13 Cálculo de Coeficiente de escurrimiento

SUPERFICIE	C	AREA (m2)	CxA
Superficie no Pavimentada(Suelo Natural)	0,3	3208,08	962,42
Parque y Jardines	0,25	506,00	126,50
Pavimento de Hormigon	0,85	1198,54	1018,76
Cubierta Metalica	0,95	18357,02	17439,17
Empedrados con juntas pequeñas	0,8	3730,32	2984,26
	Σ	27000,0	22531,11

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

$$C = \frac{\Sigma(C * A)}{\Sigma A}$$

$$C = \frac{22531,15}{27000,00} = 0,83$$

El coeficiente de escurrimiento es de 0,85.

4.1.4. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración Tc, se determinará mediante las dos ecuaciones detalladas en el punto **2.20.3.1.** y **2.20.3.2.** Lo cual el resultado de las dos se promediará para hallar nuevo Tc.

Siendo las ecuaciones más utilizadas para determinar lo requerido.

Tabla 14 Cálculo de T_c

	Ecuacion	T_c (min)
TEMEZ	$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$	42,0
KIRPICH	$T_c = 0.06628 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$	25,5
CALIFORNIA	$T_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$	20,1
Promedio		29

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

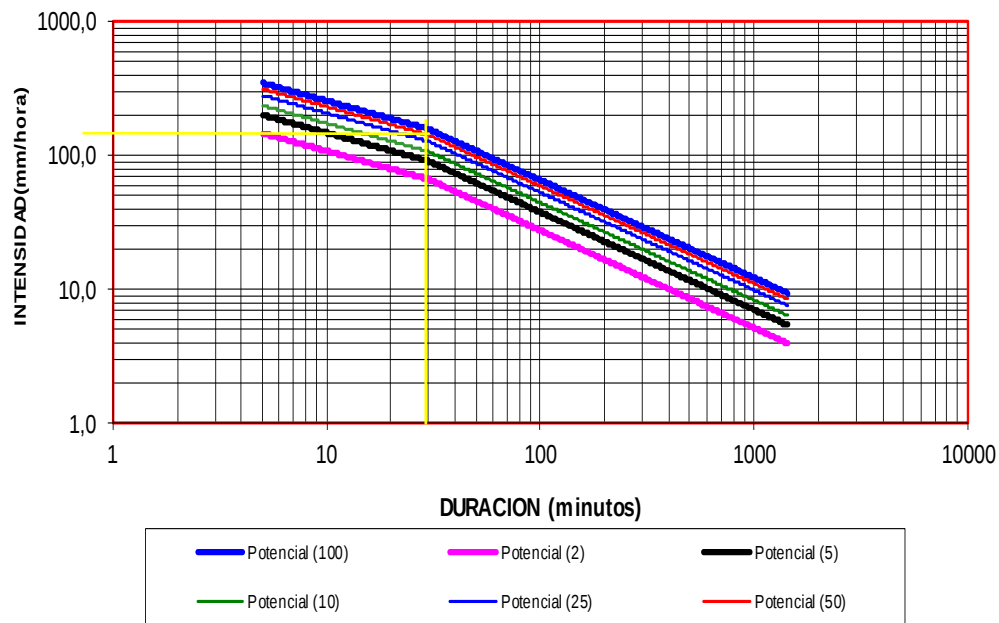
4.1.5. INTENSIDAD DE LLUVIA

4.1.5.1 MÉTODO 1

Para hallar la intensidad de lluvia en este método se usará la curva de intensidad – duración – frecuencia se toma en cuenta el tiempo de concentración en min y el periodo de retorno en años (Santana, 2024).

En el ítem anterior se calculó el tiempo de concentración la cual será minutos. Teniendo en cuenta que el proyecto va a tener una proyección de 25 años.

Figura 9 Curva Intensidad – Duración – Frecuencia de la Estación M0056



Fuente: (Inamhi, 2024)

En la curva intensidad-duración-frecuencia mostrada en la **Figura 9** da como resultado una intensidad de lluvia de 135 mm/h siendo un valor aproximado y no preciso.

4.1.5.2 MÉTODO 2

Mediante la **Figura 9** se determinaron que las curvas tienen una línea de tendencia que se ajusta a la forma, donde se obtuvieron valores de A esta misma serviría para reemplazar y calcular la intensidad de lluvia precisa. Utilizando la siguiente ecuación:

$$I = A \cdot t^b$$

Donde

I es la intensidad de la precipitación en mm

A es función del ajuste de la recta

B es también del ajuste de la recta

Figura 10 Ecuaciones para hallar Intensidad

	Tc en min	
	< 30 min	> 30 min
2	$I = 300,29 x^{-0,443}$	$I = 793,55 x^{-0,729}$
5	$I = 410,44 x^{-0,443}$	$I = 1084,6 x^{-0,729}$
10	$I = 483,37 x^{-0,443}$	$I = 1277,4 x^{-0,729}$
25	$I = 575,51 x^{-0,443}$	$I = 1520,9 x^{-0,729}$
50	$I = 643,87 x^{-0,443}$	$I = 1701,5 x^{-0,729}$
100	$I = 711,73 x^{-0,443}$	$I = 1880,8 x^{-0,729}$
1000	$I = 935,94 x^{-0,443}$	$I = 2473,3 x^{-0,729}$

Fuente: (Inamhi, 2024)

Donde se usó la ecuación perteneciente a la línea de tendencia para un periodo de retorno de 25 años, la cual es:

$$y = 575,51 tc^{-0,443}$$

$$I = y = 575,51 (29 \text{ min})^{-0,443}$$

$$I = 129,5 \text{ min}$$

4.1.5.3 MÉTODO 3

Tabla 15 ESTACION METEOROLOGICA: GUAYAQUIL

TR	INTENSIDADES MAXIMAS EN mm/hora								
AÑOS	MINUTOS								
	5	10	15	30	60	120	360	720	1440
2	143,5	110,8	93,4	64,8	41,0	24,6	10,9	6,6	3,9
5	196,2	151,4	127,7	88,6	56,0	33,6	14,9	9,0	5,4
10	231,1	178,3	150,4	104,3	66,0	39,6	17,5	10,6	6,3
25	275,1	212,3	179,1	124,2	78,5	47,1	20,8	12,6	7,5
50	307,8	237,5	200,3	138,9	87,9	52,7	23,3	14,1	8,4
100	340,2	262,5	221,5	153,6	97,1	58,3	25,8	15,6	9,3
1000	447,4	345,2	291,2	202,0	127,7	76,6	33,9	20,5	12,2

Fuente: (Inamhi, 2024)

La **Tabla 15** se realizó a base del método de relaciones universales, dando resultados intensidades máximas en mm/hora para cada uno de los Tr.

El Tc que se calculo fue de 29 min, este está en el rango de 15 y 30 min. Para calcular la intensidad se realizó una interpolación dando como resultado 127,87 mm/h.

4.1.6. ÁREAS DE APORTACIÓN

Tabla 14 Calculo de áreas de aportación

	AREAS DE APORTACION	
	m2	ha
A-1	352,157	0,0352
A-2	383,098	0,0383
A-3	383,270	0,0383
A-4	388,9803	0,0389
A-5	327,7617	0,0328
A-6	184,2419	0,0184
A-7	1.029,73	0,1030
A-8	1.022,59	0,1023
A-9	184,1226	0,0184
A-10	327,7618	0,0328
A-11	388,8989	0,0389
A-12	383,0719	0,0383
A-13	382,885	0,0383
A-14	353,1	0,0353
A-15	1.500,61	0,1501
A-16	1.497,02	0,1497
A-17	1.482,347	0,1482
A-18	1.464,11	0,1464
A-19	969,0525	0,0969
A-20	960,1717	0,0960
A-21	968,1725	0,0968
A-22	958,921	0,0959
A-23	917,2339	0,0917
A-24	845,033	0,0845
A-25	1002,4838	0,1002
A-26	924,2467	0,0924
A-27	1761,3392	0,1761
A-28	1928,4134	0,1928
TOTAL	23270,83	2,327

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

Tabla 15 Áreas de aportación de los sumideros

SUMIDERO 1		SUMIDERO 2		SUMIDERO 3		SUMIDERO 4		SUMIDERO 5	
A-8	0,102	A-16	0,150	A-10	0,016	A-18	0,073	A-11	0,019
A-9	0,018		0,073	A-11	0,019		0,096	A-12	0,019
A-10	0,016								
TOTAL	0,137	TOTAL	0,223	TOTAL	0,036	TOTAL	0,169	TOTAL	0,039

SUMIDERO 6		SUMIDERO 7		SUMIDERO 8		SUMIDERO 9		SUMIDERO 10	
A-22	0,096	A-12	0,019	A-25	0,050	A-13	0,019	A-26	0,046
A-25	0,050	A-13	0,019	A-26	0,046	A-14	0,018		
TOTAL	0,146	TOTAL	0,038	TOTAL	0,096	TOTAL	0,037	TOTAL	0,046

SUMIDERO 11		SUMIDERO 12		SUMIDERO 13		SUMIDERO 14		SUMIDERO 15	
A-14	0,018	A-27	0,176	A-7	0,103	A-15	0,150	A-5	0,016
		A-28	0,193	A-6	0,018	A-17	0,074	A-4	0,019
				A-5	0,016				
TOTAL	0,018	TOTAL	0,369	TOTAL	0,138	TOTAL	0,224	TOTAL	0,036

SUMIDERO 16		SUMIDERO 17		SUMIDERO 18		SUMIDERO 19		SUMIDERO 20	
A-4	0,019	A-17	0,074	A-3	0,019	A-21	0,097	A-2	0,019
A-3	0,019	A-19	0,097	A-2	0,019	A-23	0,046	A-1	0,018
TOTAL	0,039	TOTAL	0,171	TOTAL	0,038	TOTAL	0,143	TOTAL	0,037

SUMIDERO 21		SUMIDERO 22		SUMIDERO 23	
A-23	0,046	A-1	0,018	A-24	0,042
A-24	0,042				
TOTAL	0,088	TOTAL	0,018	TOTAL	0,042

Total areas	2,327
-------------	-------

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

Para calcular las áreas de aportación se tomaron en cuenta las cuadras de la ciudadela en hectáreas. Este mismo con un total de 2,327 ha para donde estará conectada la red de alcantarillado, se podrá observar en el **ANEXO 11** de los planos.

4.1.7. CAUDAL DE DISEÑO PLUVIAL EN M³/S

En el ítem anterior se determinó que la intensidad a utilizar seria la del método 2 ya que es la más precisa.

$$I = 129,5 \text{ min}$$

También, la cuenca se la dividió en 28 áreas de aportación, para el siguiente calculo se escogió el área de aportación del sumidero 1, para realizar el siguiente cálculo de demostración.

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

$$Q = \frac{(0,85) * 129,5 \frac{mm}{h} * 0,137ha}{360}$$

$$Q = 0,04 \text{ m}^3/s$$

4.1.7. CAUDAL DE DISEÑO PLUVIAL EN L/S

$$Q = 2,78 * C * I * A$$

$$Q = 2,78 * 0,85 * 129,5 \frac{mm}{h} * 0,137ha$$

$$Q = 41,94 \text{ L/s}$$

Este sería el caudal de diseño para el tramo de S1-C1, así mismo se calculará el caudal de áreas de las cuadras y/o manzanas de la ciudadela por donde pasaran los tramos de tuberías para el sistema de alcantarillado pluvial que se diseñara.

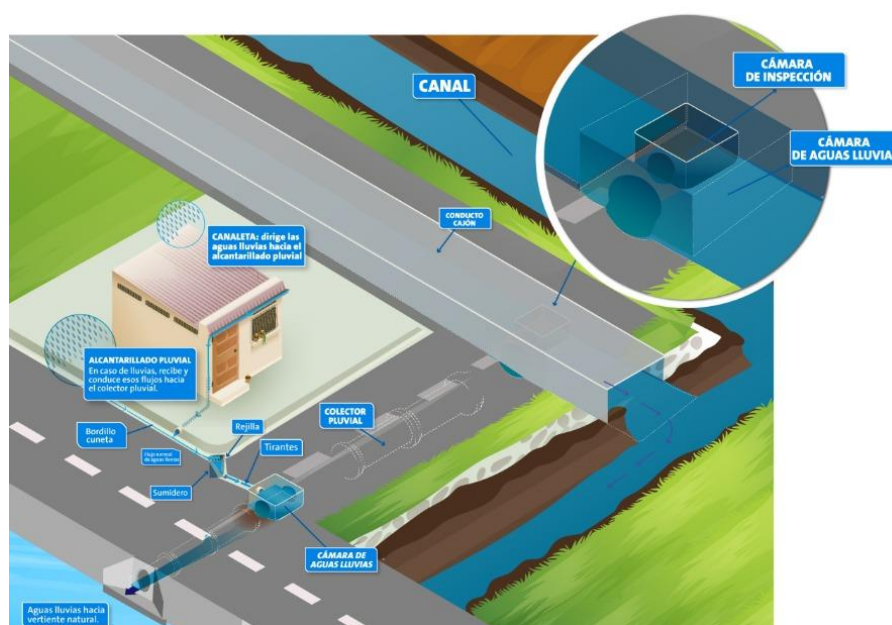
4.1.8. DISTANCIA MÁXIMA ENTRE POZOS Y/O CAMARAS DE INSPECCIÓN

En sistemas de alcantarillado, las distancias máximas entre los pozos se deben tomar en cuenta que el máximo será de 100 metros dependiente del diámetro de la misma.

Estas distancias pueden variar según el diseñador, pero el fin de la distancia mínima es para que el equipo de limpieza pueda trabajar bien sin ningún inconveniente si se requiere en un futuro, para este proyecto no excedieron de los 73 metros.

4.1.8. ELEMENTOS DE UN SISTEMA PLUVIAL

Figura 11 Elementos de un sistema de alcantarillado pluvial



Fuente: (Veolia, 2022)

4.1.8.1 CÁMARAS DE INSPECCIÓN

Tener en cuenta que los pozos y/o cámaras de inspección solo pueden recibir de 1 a 4 tuberías de entrada según Interagua. Así mismo la determinación de alturas totales de los pozos serán a base a diseños estándares de Interagua, estos son:

- Tipo 1: Alc-4213
- Tipo 2: Alc-4214

- Tipo 3: Alc-4215
- Tipo 4: Alc-4216
- Tipo 5: Alc-4217

En la siguiente tabla de detallar la base y el alto de cada pozo en metros:

Tabla 16 Diseños de Interagua

#DE POZO	H	B
Pozo de Inpeccion 1	2,7	1,6
Pozo de Inpeccion 2	2,7	1,7
Pozo de Inpeccion 3	3,9	2,5
Pozo de Inpeccion 4	4,9	3
Pozo de Inpeccion 5	5	4,5

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

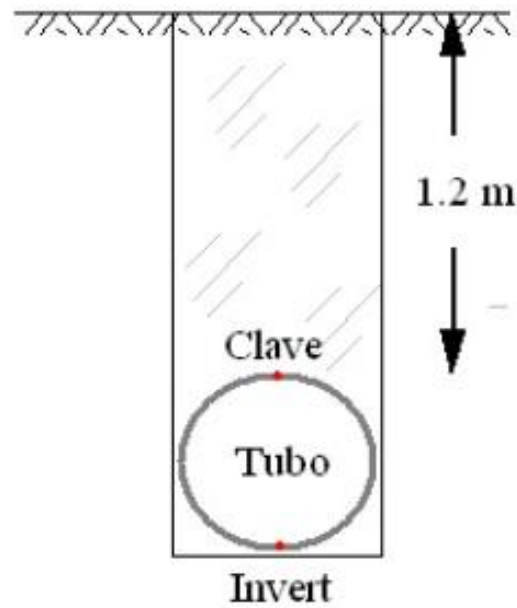
Cuyos planos estarán en el **ANEXO 16, 17, 18, 19 y 20.**

4.1.8.2 COLECTORES

Siendo las tuberías que permitirán la conducción del fluido de cámara a cámara, previamente producto de la captación de los sumideros que se encuentran en lugares esenciales para la perfecta captación de la precipitación que caerá en el área de drenaje.

Al diseñar un colector se toma en cuenta el área de aporte que llegara al sumidero para luego el caudal llegue al Pozo. Sin embargo, hay que tener en consideración a que la profundidad como mínimo deberá tener es de 1,20 mostrado en la **Figura 12.**

Figura 12 Profundidad mínima de las zanjas de las tuberías



Fuente: (Emaap-Q, 2009)

4.1.8.3 SUMIDEROS

Gracias a las pendientes de las calles y las cuentas realizadas en los costados de la misma será la información esencial para que el proyecto funcione sin ninguna obstrucción, es decir “estancamiento de agua”.

Pero eso no es todo, en el diseño también hay que tomar en cuenta el tipo de sumidero que dependerá de su ubicación con pendientes mínimas de 0,003 m/m en las cunetas.

La profundidad máxima según las normas de diseño de Interagua, menciona que será de 1,5 para los sumideros.

En la Tabla se mostrará los diseños encontrados. Siendo el simple 2 el que se usara en el proyecto.

Tabla 17 Diseños de Sumideros Interagua

TIPO DE SUMIDERO	H	B
Simple	1,2	0,55
Simple	1,5	0,55
Simple	1	0,55

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

Cuyos planos estarán en el **ANEXO 15**.

4.1.8.3 TIRANTES

Aquellas tuberías que permitirán la condición del agua desde la captación del sumidero hasta la cámara de inspección. En este proyecto se ha determinado que tengan una pendiente de 3 % y el material sea PVC con diámetro interior de 0,364 m.

Cuyo diámetro tomado fue de la **Figura 13**.

4.2. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS TUBERÍAS

4.2.1. DIÁMETROS INTERNOS MÍNIMOS

Según la Norma de Diseño de Sistema de Alcantarillado (Emaap-Q, 2009) el diámetro mínimo de las tuberías PVC para los alcantarillados pluviales será de 400 mm, esto para evadir obstáculos en los colectores producidos por escorrentías tomando en cuenta la basura y etc (Santana, 2024).

Para el respectivo diámetro a utilizar, se trabajó bajo los diámetros internos de las tuberías PVC de marca NOVAFORT PLUS.

Que se representara a continuación:

Figura 13 Diámetros de tuberías PVC

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS TUBERÍAS DE PVC PARED ESTRUCTURADA NOVAFORT PLUS						
Diámetro Nominal	Diámetro Interior	Longitud Útil (NO incluye campana)	RIGIDEZ			
			Rigidez Anular ISO 9969 kPa (kN/m ²)		Rigidez del Tubo ASTM D-2412 lb/plg ² (kN/m ²)	
			INEN 2059			
mm	mm	m	Serie 5	*Serie 6	Serie 5	*Serie 6
125	110,00	6	-	8	-	57 (394)
175	160,00	6	4	-	29 (199)	-
220	200,00	6	4	-	29 (199)	-
280	250,00	6	4	-	29 (199)	-
335	300,00	6	4	-	29 (199)	-
400	364,00	6	4	-	29 (199)	-
440	400,00	6	4	-	29 (199)	-
540	500,00	6	4	-	29 (199)	-
650	600,00	6	4	-	29 (199)	-
760	700,00	6	4	-	29 (199)	-
875	800,00	6	4	-	29 (199)	-
* 975	900,00	6	4	-	29 (199)	-

Fuente: (NOVAFORT, 2023)

4.2.2. MATERIAL DE LA TUBERÍA

El sistema está dividido en tuberías llamadas tirantes que estarán desde la captación del sumidero hasta llegar el pozo.

Segundo están los colectores principales y secundarios, esta denominación depende del diámetro y ubicación en el sistema. Los colectores conectasen las cámaras de inspección.

El material que se usará será PVC.

4.2.3. COEFICIENTE DE REGUDOSIDAD

El coeficiente “n” a utilizar será proporcionado por la empresa diseñadora de las tuberías, la cual tendrá un valor de 0,009.

4.2.4. PENDIENTE MÁXIMA Y MÍNIMA

Según la norma INEN y las normas de la secretaria del agua, las pendientes máxima y mínima de los tirantes será de 1% a 5%, pero todo depende del diseñador y si el material es de PVC.

Las pendientes de los colectores como mínimo 2 %, para permitir que tenga una auto limpieza y no retenga sedimentos. Así mismo que garanticen la facilidad de instalación de las tuberías.

4.2.5. CÁLCULO DE ÁREA

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde:

D= es el diámetro de la tubería en m.

A= área de la tubería en m²

- Cálculo de la tubería que parte del sumidero 1 a la cámara 1:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * (0,400m)^2}{4}$$

$$A = 0,126 m^2$$

4.2.6. CÁLCULO DEL PERÍMETRO

$$P = \frac{\pi * D}{2}$$

Donde:

D= es el diámetro de la tubería en m

P= perímetro de la tubería en m

- Cálculo de la tubería que parte del sumidero 1 a la cámara 1:

$$P = \frac{\pi * D}{2}$$

$$P = \frac{\pi * 0,400 \text{ m}}{2}$$

$$P = 0,628 \text{ m}$$

4.2.7. RADIO HIDRÁULICO

$$RH = \frac{A}{P}$$

Donde:

A= área de la tubería en m².

P= perímetro de la tubería en m.

RH en m.

- Cálculo de la tubería que parte del sumidero 1 a la cámara 1:

$$RH = \frac{A}{P}$$

$$RH = \frac{0,126 \text{ m}^2}{0,628 \text{ m}}$$

$$RH = 0,200 \text{ m}$$

4.2.8. FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO

Para el control de la velocidad hay que tener en cuenta las velocidades mínimas y máximas, también la relación del caudal de diseño Q del ítem 4.1.7. y el caudal Qll que se calcula con la condición de tubería llena.

4.2.8.1. VELOCIDAD EN CONDICIÓN DE TUBERÍA LLENA

Tabla 18 Velocidades mínimas y máximas con condición parcialmente llena

Velocidad maxima	Velocidad maxima
0,6 m/s	7,5 m/s

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

Estas velocidades son basadas en el material de la tubería cuyo valor sale de la **Tabla 4** y las normas de Interagua donde menciona que la velocidad mínima.

4.2.8.2. CALCULO VELOCIDAD EN CONDICIÓN DE TUBERÍA LLENA

$$V = \frac{1}{n} (RH)^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

N= coeficiente de rugosidad de Manning.

RH= radio hidráulico en m.

S= pendiente del conducto calculada en m/m.

- Cálculo de la tubería que parte del sumidero 1 a la cámara 1:

$$V = \frac{1}{n} (RH)^{2/3} * S^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0,009} (0,200m)^{2/3} * 0,015m/m^{1/2}$$

$$V = 4,65 \text{ m/s}$$

Nota: Si cumple con las velocidad mínima y máxima.

4.2.8.3. RELACIÓN DE CAUDAL EN CONDICIÓN DE TUBERÍA LLENA

Con el caudal real y/o de diseño calculado en el ítem 4.1.7 y el caudal en condición de tubería llena, se debe cumplir la relación:

$$\frac{Q}{Q_{LL}} \leq 0,85$$

4.2.8.3. CÁLCULO DE CAUDAL EN CONDICIÓN DE TUBERÍA LLENA

$$Q_{LL} = \frac{1}{n} (RH)^{2/3} * S^{1/2} * A$$

Donde:

Q_{LL}= caudal condición tubería llena en l/s.

N= coeficiente de rugosidad de Manning.

RH= radio hidráulico en m.

S= pendiente del conducto calculada en m/m.

A= área de la tubería en m²

$$Q_{LL} = \frac{1}{n} (RH)^{2/3} * S^{1/2} * A$$

$$Q_{LL} = \left(\frac{1}{0,009} (0,200\text{m})^{\frac{2}{3}} * 0,015^{\frac{1}{2}} * 0,126\text{m}^2 \right) * 1000$$

$$Q_{LL} = 584,834 \text{ l/s}$$

Relación,

$$\frac{Q}{QLL} \leq 0,85$$

$$\frac{41,94}{584,834} \leq 0,85$$

$$0,07 \leq 0,85$$

Nota: si cumple con la relación $Q/QLL \leq 0,85$ que presentan en la norma.

4.2.9. DATOS DE LAS CÁMARAS

Para el cálculo de la cota tapa superior e inferior y las cota invert superior e inferior se debe tener en cuenta las profundidades mínimas y máximas existentes. Donde hay que tener en cuenta al momento de escoger el tipo de pozo a utilizar en el diseño del sistema de alcantarillado pluvial.

4.2.9.1. PROFUNDIDAD MÍNIMA A LA COTA CLAVE

Un sistema de alcantarillado pluvial debe estar a cierta profundidad necesaria para poder así permitir que las aguas lluvias drenen por gravedad. Como se lo mencionó en el **ítem 4.1.8.2** la profundidad por normativa y como mínimo debe ser de 1,2m.

4.2.9.2. PROFUNDIDAD MÁXIMA A LA COTA CLAVE

Así como hay una cota mínima, también hay una máxima donde en muchos casos los conductos llegan a 5 metros de profundidad. Pero esto puede variar si se

garantiza los adecuados y exigidos requerimientos que nos pide las normas de los materiales antes de y después de, de su instalación.

4.2.9.3. COTA TAPA SUPERIOR

Con la altura de la superficie del terreno en este caso, se escogió como ejemplo el sumidero 1. Donde se le resto 0,15m a su altura real para determinar la cota de donde va empezar su estructura.

Los 0,15 m que se le restan son detalles de diseños que le dio. Denominando esto como un sumidero con depresión de 15cm facilitando así un mejor escurrimiento de las aguas lluvias hacia el sumidero.

$$\text{Cota Tapa Sup 1} = \text{Cota T.N.} - 0,15m.$$

$$\text{Cota Tapa Sup 1} = 25,049m - 0,15m.$$

$$\text{Cota Tapa Sup 1} = 24,899m.$$

4.2.9.3. COTA TAPA INFERIOR

Una vez calculado la **Cota Tapa Sup 1**, la cota Inf se halla restándole la altura total del tipo de sumidero que se escoge el diseñador.

En la **Tabla 17** se muestran los tipos de sumideros que se suelen usar, para este proyecto se usó el sumidero simple 2 con una altura de 1,5m.

$$\text{Cota Tapa Inf 1} = \text{Cota Tapa Sup 1} - H.$$

$$\text{Cota Tapa Inf 1} = 24,899\text{m} - 1,5\text{m}.$$

$$\text{Cota Tapa Inf 1} = 23,399\text{m}.$$

4.2.10.3. COTA TAPA INVERT SUPERIOR

$$\text{Cota Tapa Invert Sup} = \text{Cota Tapa Sup} - (D + h)$$

Donde:

Cota Tapa Sup= en m.

D= diámetro de la tubería escogida para el tramo en m.

h= es la profundidad mínima detallada en la **Figura 12** en m.

$$\text{Cota Tapa Invert Sup} = \text{Cota Tapa Sup} - (D + h)$$

$$\text{Cota Tapa Invert Sup} = 24,899\text{m} - (0,364\text{m} + 1,2\text{m})$$

$$\text{Cota Tapa Invert Sup} = 23,335\text{m}$$

4.2.10.3. COTA TAPA INVERT INFERIOR

$$\text{Cota Tapa Invert Sup} = \text{Cota Invert Sup} - (L * s)$$

Donde:

Cota Tapa Invert Sup= en m.

L= longitud del tramo del conducto en m.

S= pendiente del conducto calculada en m/m.

$$\textbf{\textit{Cota Tapa Invert Sup}} = \textbf{\textit{Cota Invert Sup}} - (\textbf{\textit{L}} * \textbf{\textit{s}})$$

$$\textbf{\textit{Cota Tapa Invert Sup}} = 23,335m - (6,01m * 0,03m/m)$$

$$\textbf{\textit{Cota Tapa Invert Sup}} = 23,155m.$$

Tabla 19 Cotas Sumideros

SUMIDERO 1		SUMIDERO 2		SUMIDERO 3		SUMIDERO 4		SUMIDERO 5	
TN	25,049	TN	25,232	TN	25,123	TN	25,091	TN	25,055
CTS	24,899	CTS	25,082	CTS	24,973	CTS	24,941	CTS	24,905
CTI	23,399	CTI	23,582	CTI	23,473	CTI	23,441	CTI	23,405

SUMIDERO 6		SUMIDERO 7		SUMIDERO 8		SUMIDERO 9		SUMIDERO 10	
TN	25,120	TN	25,015	TN	25,090	TN	24,019	TN	24,873
CTS	24,970	CTS	24,865	CTS	24,940	CTS	23,869	CTS	24,723
CTI	23,470	CTI	23,365	CTI	23,440	CTI	22,369	CTI	23,223

SUMIDERO 11		SUMIDERO 12		SUMIDERO 13		SUMIDERO 14		SUMIDERO 15	
TN	24,900	TN	25,250	TN	25,177	TN	25,215	TN	25,143
CTS	24,750	CTS	25,100	CTS	25,027	CTS	25,065	CTS	24,993
CTI	23,250	CTI	23,600	CTI	23,527	CTI	23,565	CTI	23,493

SUMIDERO 16		SUMIDERO 17		SUMIDERO 18		SUMIDERO 19		SUMIDERO 20	
TN	25,040	TN	25,048	TN	24,917	TN	25,028	TN	24,600
CTS	24,890	CTS	24,898	CTS	24,767	CTS	24,878	CTS	24,450
CTI	23,390	CTI	23,398	CTI	23,267	CTI	23,378	CTI	22,950

SUMIDERO 21		SUMIDERO 22		SUMIDERO 23	
TN	24,800	TN	25,103	TN	25,105
CTS	24,650	CTS	24,953	CTS	24,955
CTI	23,150	CTI	23,453	CTI	23,455

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

Tabla 20 Cotas Cámaras de Inspección

CAMARA 1		CAMARA 2		CAMARA 3		CAMARA 4		CAMARA 5	
TN	25,178	TN	25,173	TN	25,110	TN	25,057	TN	25,025
CTS	25,178	CTS	25,173	CTS	25,110	CTS	25,057	CTS	25,025
CTI	22,478	CTI	22,473	CTI	22,410	CTI	22,357	CTI	22,325

CAMARA 6		CAMARA 7		CAMARA 8		CAMARA 9		CAMARA 10	
TN	25,129	TN	25,465	TN	25,440	TN	25,215	TN	25,189
CTS	25,129	CTS	25,465	CTS	25,440	CTS	25,215	CTS	25,189
CTI	21,229	CTI	21,565	CTI	21,540	CTI	22,515	CTI	22,489

CAMARA 11		CAMARA 12		CAMARA 13		CAMARA 14		CAMARA 15	
TN	25,159	TN	25,124	TN	25,000	TN	25,080	TN	25,265
CTS	25,159	CTS	25,124	CTS	25,000	CTS	25,080	CTS	25,265
CTI	22,459	CTI	22,424	CTI	22,300	CTI	21,180	CTI	21,365

CAMARA 16		CAMARA 17		CAMARA 18		CAMARA 19		CAMARA 20	
TN	25,310	TN	25,295	TN	25,285	TN	25,195	TN	25,020
CTS	25,310	CTS	25,295	CTS	25,285	CTS	25,195	CTS	25,020
CTI	21,410	CTI	21,395	CTI	21,385	CTI	21,295	CTI	21,120

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

4.2.10. HOJA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

Tabla 21 Hoja de Cálculo Sistema de alcantarillado pluvial para la Ciudadela El Modular.

DISEÑOS DE AALL

Coeficiente de escorrentia	0,85
Intensidad de la lluvia	129,5
Coef. Rug. N	0,009

Proporcionado por la empresa

Profundidad cota clave (tubería)
Norma 1,2

Tramo			Áreas de drenaje (ha)		Caudal de diseño				Características tubería										Funcionamiento hidráulico							DATOS DE CÁMARAS DE INSPECCIÓN			
De	A	Longitud (m)			C	I (mm/h)	A (Ha)	Q (m3/s)	Q Diseño (l/s)	Longitud (m)	Diametro Interno (m)	Material	Pendiente (m/m)	J ^{1/2}	Área (m2) Tubo lleno	Perímetro (m)	Radio hidráulico (m)	R ^{2/3}	Coef. Rug. N	Tubo lleno			Q / Q ₀	Relacion Q / Q ₀	Cota Tapa		Cota Invert		
																				V ₀ (m/s)	V ₀ (m/s)	Q ₀ (l/s)			Sup	Inf	Sup	Inf	
S-1	C-1	6,01	0,137	0,137	0,85	129,50	0,14	0,04	41,94	6,01	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,07	SI CUMPLE	24,899	23,399	23,299	23,209	
S-2	C-1	7,806	0,223	0,223	0,85	129,50	0,22	0,07	68,21	7,81	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,12	SI CUMPLE	25,082	23,582	23,482	23,365	
C-1	C-2	19,817		0,360	0,85	129,50	0,36	0,11	110,15	19,82	0,400	PVC	0,02	0,141	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	5,37	SI CUMPLE	675,309	0,16	SI CUMPLE	25,178	22,478	23,578	23,182	
S-3	C-2	4,262	0,036	0,036	0,85	129,50	0,04	0,01	10,97	4,26	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,02	SI CUMPLE	24,973	23,473	23,373	23,309	
C-2	C-3	28,934	0,036	0,396	0,85	129,50	0,40	0,12	121,12	28,93	0,400	PVC	0,02	0,141	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	5,37	SI CUMPLE	675,309	0,18	SI CUMPLE	25,173	22,473	23,573	22,994	
S-4	C-3	4,269	0,169	0,169	0,85	129,50	0,17	0,05	51,78	4,27	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,09	SI CUMPLE	24,941	23,441	23,341	23,277	
S-5	C-3	4,257	0,039	0,039	0,85	129,50	0,04	0,01	11,81	4,26	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,02	SI CUMPLE	24,905	23,405	23,305	23,241	
C-3	C-4	28,500		0,604	0,85	129,50	0,60	0,18	184,71	28,50	0,400	PVC	0,02	0,141	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	5,37	SI CUMPLE	675,309	0,27	SI CUMPLE	25,110	22,410	23,510	22,940	
S-6	C-4	4,266	0,146	0,146	0,85	129,50	0,15	0,04	44,68	4,27	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,08	SI CUMPLE	24,970	23,470	23,370	23,306	
S-7	C-4	4,256	0,038	0,038	0,85	129,50	0,04	0,01	11,72	4,26	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,02	SI CUMPLE	24,865	23,365	23,265	23,201	
C-4	C-5	28,50		0,788	0,85	129,50	0,79	0,24	241,11	28,50	0,400	PVC	0,02	0,141	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	5,37	SI CUMPLE	675,309	0,36	SI CUMPLE	25,057	22,357	23,457	22,887	
S-8	C-5	4,27	0,096	0,096	0,85	129,50	0,10	0,03	29,48	4,27	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,05	SI CUMPLE	24,940	23,440	23,340	23,276	
S-9	C-5	4,25	0,037	0,037	0,85	129,50	0,04	0,01	11,26	4,25	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,02	SI CUMPLE	23,869	22,369	22,269	22,205	
C-5	C-6	30,00		0,921	0,85	129,50	0,92	0,28	281,86	30,00	0,400	PVC	0,02	0,141	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	5,37	SI CUMPLE	675,309	0,42	SI CUMPLE	25,025	22,325	23,425	22,825	
S-10	C-6	5,89	0,046	0,046	0,85	129,50	0,05	0,01	14,14	5,89	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,02	SI CUMPLE	24,723	23,223	23,123	23,035	
S-11	C-6	5,94	0,018	0,018	0,85	129,50	0,02	0,01	5,40	5,94	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,01	SI CUMPLE	24,750	23,250	23,150	23,061	
C-6	C-7	11,49		0,985	0,85	129,50	0,98	0,30	301,40	11,49	0,400	PVC	0,02	0,141	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	5,37	SI CUMPLE	675,309	0,45	SI CUMPLE	25,129	21,229	23,529	23,299	
S-12	C-8	15,75	0,369	0,369	0,85	129,50	0,37	0,11	112,91	15,75	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,19	SI CUMPLE	25,100	23,600	23,500	23,264	
C-7	C-8	78,00	0,369	1,354	0,85	129,50	1,35	0,41	414,31	78,00	0,500	PVC	0,02	0,141	0,196	0,785	0,250	0,397	0,009	6,24	SI CUMPLE	1224,416	0,34	SI CUMPLE	25,465	21,565	23,765	22,205	

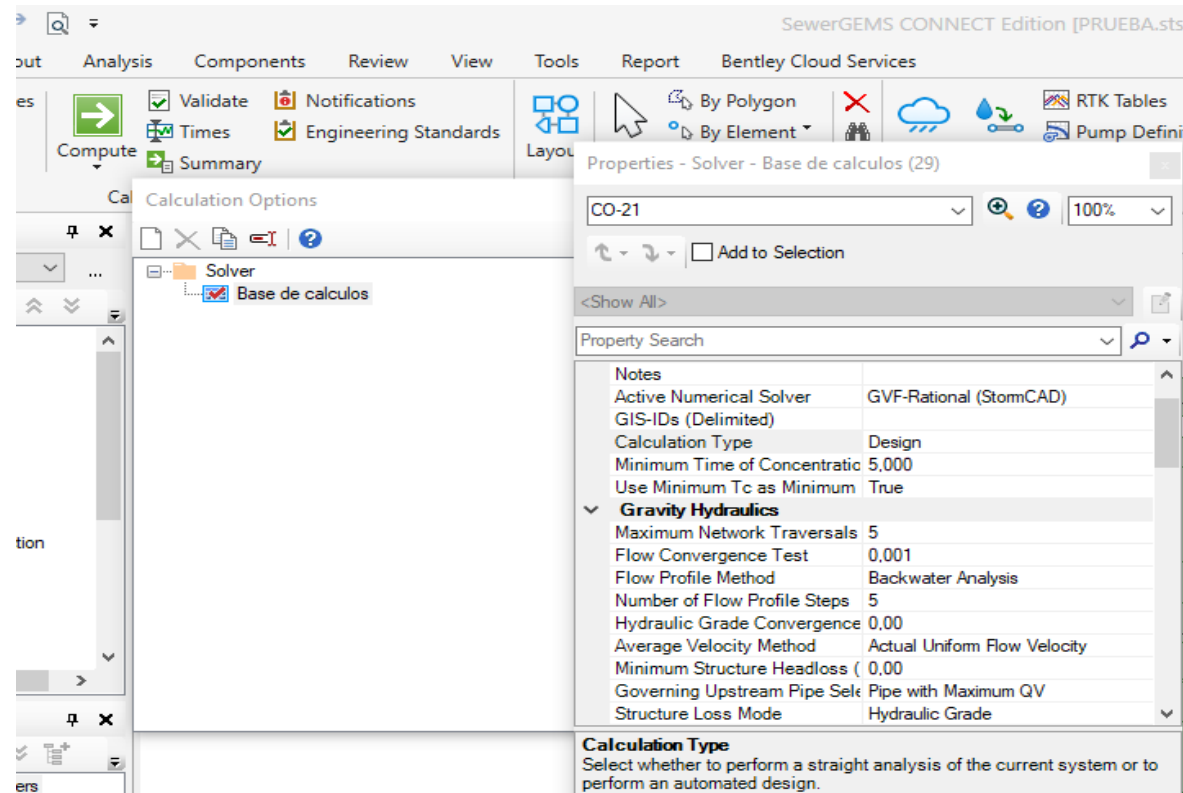
S-13	C-9	6,02	0,138	0,138	0,85	129,50	0,14	0,04	42,16	6,02	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,07	SI CUMPLE	25,027	23,527	23,427	23,337
S-14	C-9	8,51	0,224	0,224	0,85	129,50	0,22	0,07	68,60	8,51	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,12	SI CUMPLE	25,065	23,565	23,465	23,337
C-9	C-10	19,82		0,362	0,85	129,50	0,36	0,11	110,76	19,82	0,400	PVC	0,02	0,141	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	5,37	SI CUMPLE	675,309	0,16	SI CUMPLE	25,215	22,515	23,615	23,219
S-15	C-10	4,27	0,036	0,036	0,85	129,50	0,04	0,01	10,97	4,27	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,02	SI CUMPLE	24,993	23,493	23,393	23,329
C-10	C-11	28,93		0,398	0,85	129,50	0,40	0,12	121,73	28,93	0,400	PVC	0,02	0,141	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	5,37	SI CUMPLE	675,309	0,18	SI CUMPLE	25,189	22,489	23,589	23,010
S-16	C-11	4,27	0,039	0,039	0,85	129,50	0,04	0,01	11,82	4,27	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,02	SI CUMPLE	24,890	23,390	23,290	23,226
S-17	C-11	4,26	0,171	0,171	0,85	129,50	0,17	0,05	52,33	4,26	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,09	SI CUMPLE	24,898	23,398	23,298	23,234
C-11	C-12	28,50		0,607	0,85	129,50	0,61	0,19	185,88	28,50	0,400	PVC	0,02	0,141	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	5,37	SI CUMPLE	675,309	0,28	SI CUMPLE	25,159	22,459	23,559	22,989
S-18	C-12	4,27	0,038	0,038	0,85	129,50	0,04	0,01	11,73	4,27	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,02	SI CUMPLE	24,767	23,267	23,167	23,103
S-19	C-12	4,26	0,143	0,143	0,85	129,50	0,14	0,04	43,66	4,26	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,07	SI CUMPLE	24,878	23,378	23,278	23,214
C-12	C-13	28,50		0,788	0,85	129,50	0,79	0,24	241,27	28,50	0,400	PVC	0,02	0,141	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	5,37	SI CUMPLE	675,309	0,36	SI CUMPLE	25,124	22,424	23,524	22,954
S-20	C-13	4,27	0,037	0,037	0,85	129,50	0,04	0,01	11,25	4,27	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,02	SI CUMPLE	24,450	22,950	22,850	22,786
S-21	C-13	4,26	0,088	0,088	0,85	129,50	0,09	0,03	26,96	4,26	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,05	SI CUMPLE	24,650	23,150	23,050	22,986
C-13	C-14	29,95		0,913	0,85	129,50	0,91	0,28	279,48	29,95	0,400	PVC	0,01	0,100	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	3,80	SI CUMPLE	477,515	0,59	SI CUMPLE	25,000	22,300	23,400	23,101
S-22	C-14	5,83	0,018	0,018	0,85	129,50	0,02	0,01	5,39	5,83	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,01	SI CUMPLE	24,953	23,453	23,353	23,266
S-23	C-14	6,83	0,042	0,042	0,85	129,50	0,04	0,01	12,93	6,83	0,400	PVC	0,015	0,122	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	4,65	SI CUMPLE	584,834	0,02	SI CUMPLE	24,955	23,455	23,355	23,253
C-14	C-15	14,32		0,973	0,85	129,50	0,97	0,30	297,80	14,32	0,400	PVC	0,01	0,100	0,126	0,628	0,200	0,342	0,009	3,80	SI CUMPLE	477,515	0,62	SI CUMPLE	25,080	21,180	23,480	23,337
C-8	C-15	69,36		2,327	0,85	129,50	2,33	0,71	712,11	69,36	0,500	PVC	0,01	0,100	0,196	0,785	0,250	0,397	0,009	4,41	SI CUMPLE	865,793	0,82	SI CUMPLE	25,440	21,540	23,740	23,046
C-15	C-16	73,73		2,327	0,85	129,50	2,33	0,71	712,11	73,73	0,600	PVC	0,01	0,100	0,283	0,942	0,300	0,448	0,009	4,98	SI CUMPLE	1407,875	0,51	SI CUMPLE	25,265	21,365	23,465	22,728
C-16	C-17	73,70		2,327	0,85	129,50	2,33	0,71	712,11	73,70	0,600	PVC	0,01	0,100	0,283	0,942	0,300	0,448	0,009	4,98	SI CUMPLE	1407,875	0,51	SI CUMPLE	25,310	21,410	23,510	22,773
C-17	C-18	73,76		2,327	0,85	129,50	2,33	0,71	712,11	73,76	0,600	PVC	0,01	0,100	0,283	0,942	0,300	0,448	0,009	4,98	SI CUMPLE	1407,875	0,51	SI CUMPLE	25,295	21,395	23,495	22,757
C-18	C-19	69,18		2,327	0,85	129,50	2,33	0,71	712,11	69,18	0,600	PVC	0,01	0,100	0,283	0,942	0,300	0,448	0,009	4,98	SI CUMPLE	1407,875	0,51	SI CUMPLE	25,285	21,385	23,485	22,793
C-19	C-20	73,76		2,327	0,85	129,50	2,33	0,71	712,11	73,76	0,600	PVC	0,01	0,100	0,283	0,942	0,300	0,448	0,009	4,98	SI CUMPLE	1407,875	0,51	SI CUMPLE	25,195	21,295	23,395	22,657
C-20	CANAL	50,56		2,327	0,85	129,50	2,33	0,71	712,11	50,56	0,600	PVC	0,01	0,100	0,283	0,942	0,300	0,448	0,009	4,98	SI CUMPLE	1407,875	0,51	SI CUMPLE	25,020	21,120	23,220	22,714

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

CAPÍTULO V

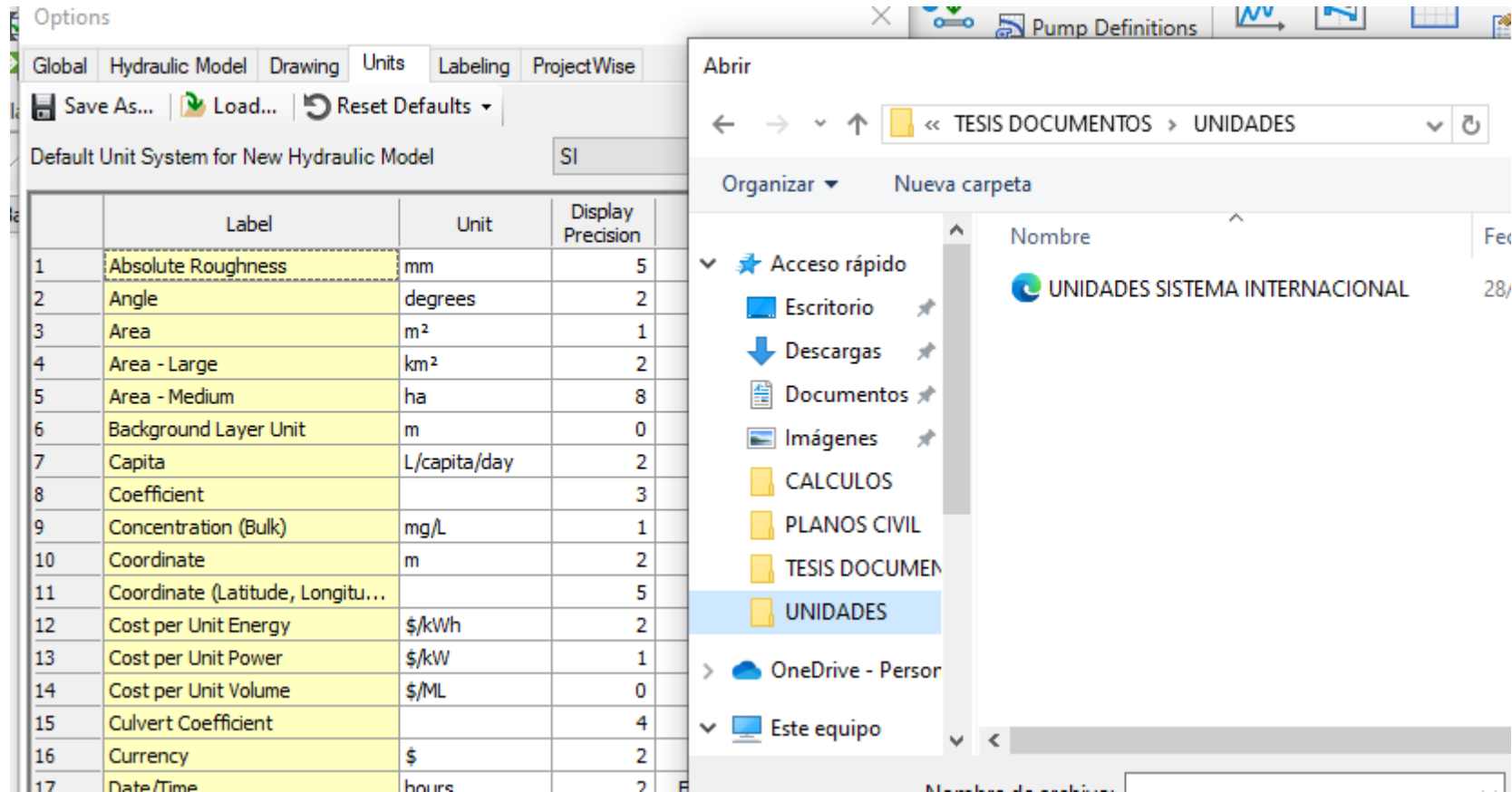
5.1. MODELACIÓN HIDRÁULICA EN SEWERGEMS

Figura 14 Paso 1 opciones de calculo



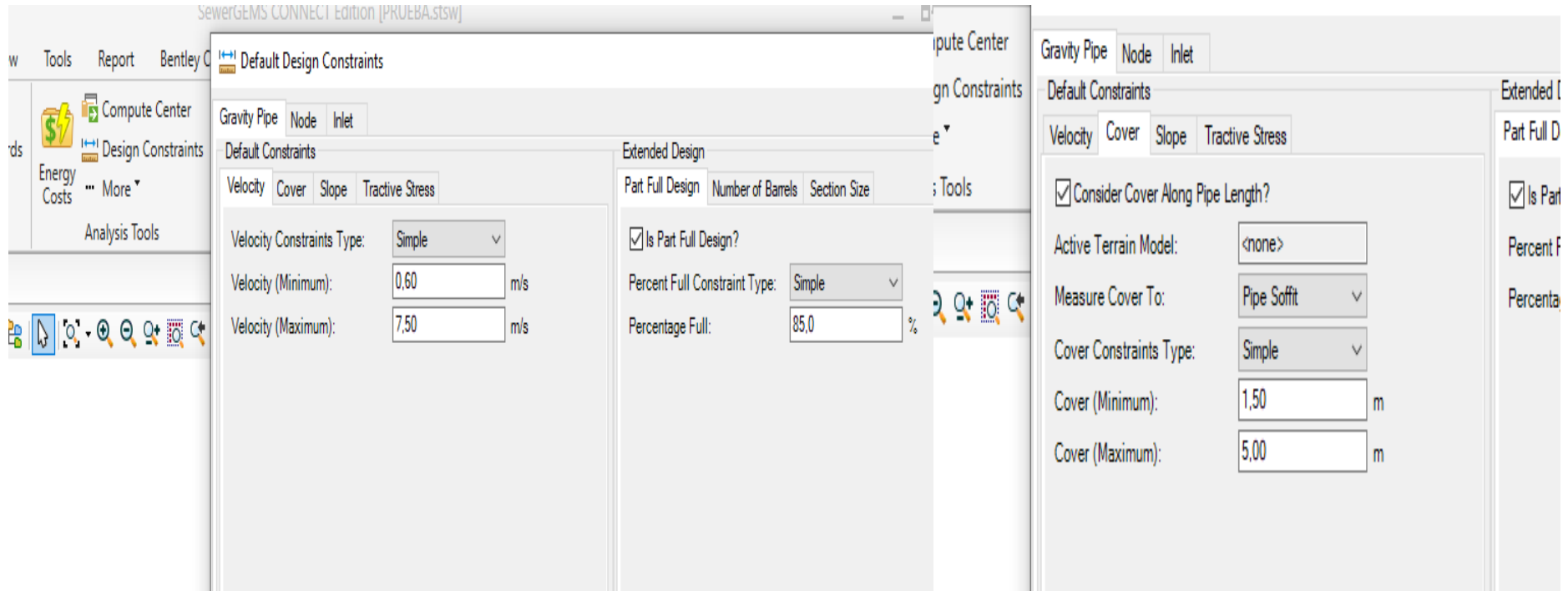
Nota: Escoger método racional y dejar en designar (es decir el software designara los diámetros y cota invert, etc). Cambiar el Tc.

Figura 15 Paso 2 Cambiar unidades



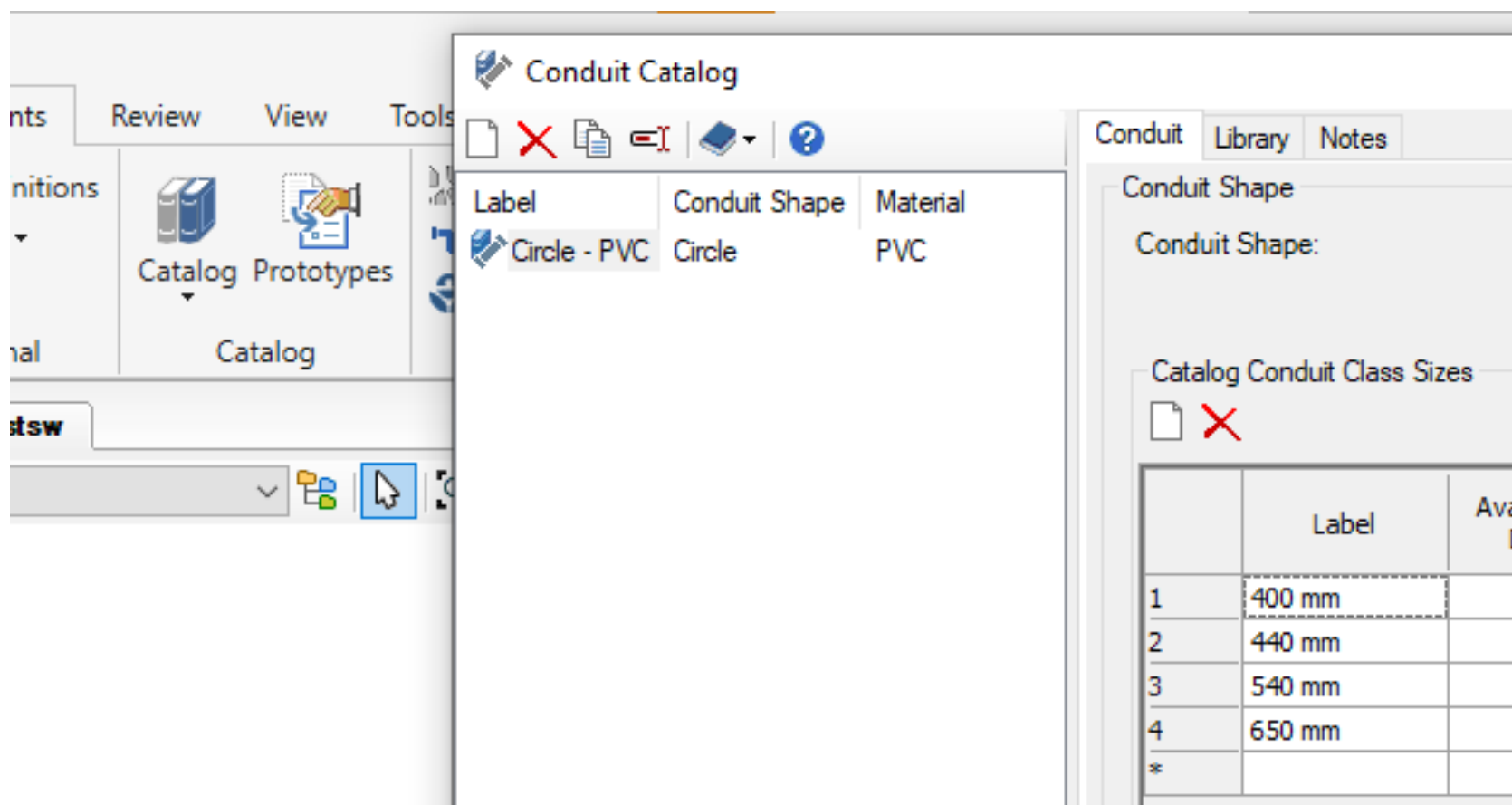
Nota: Cambiar a unidades internacionales.

Figura 16 Paso 3, configuración de las condiciones de diseño

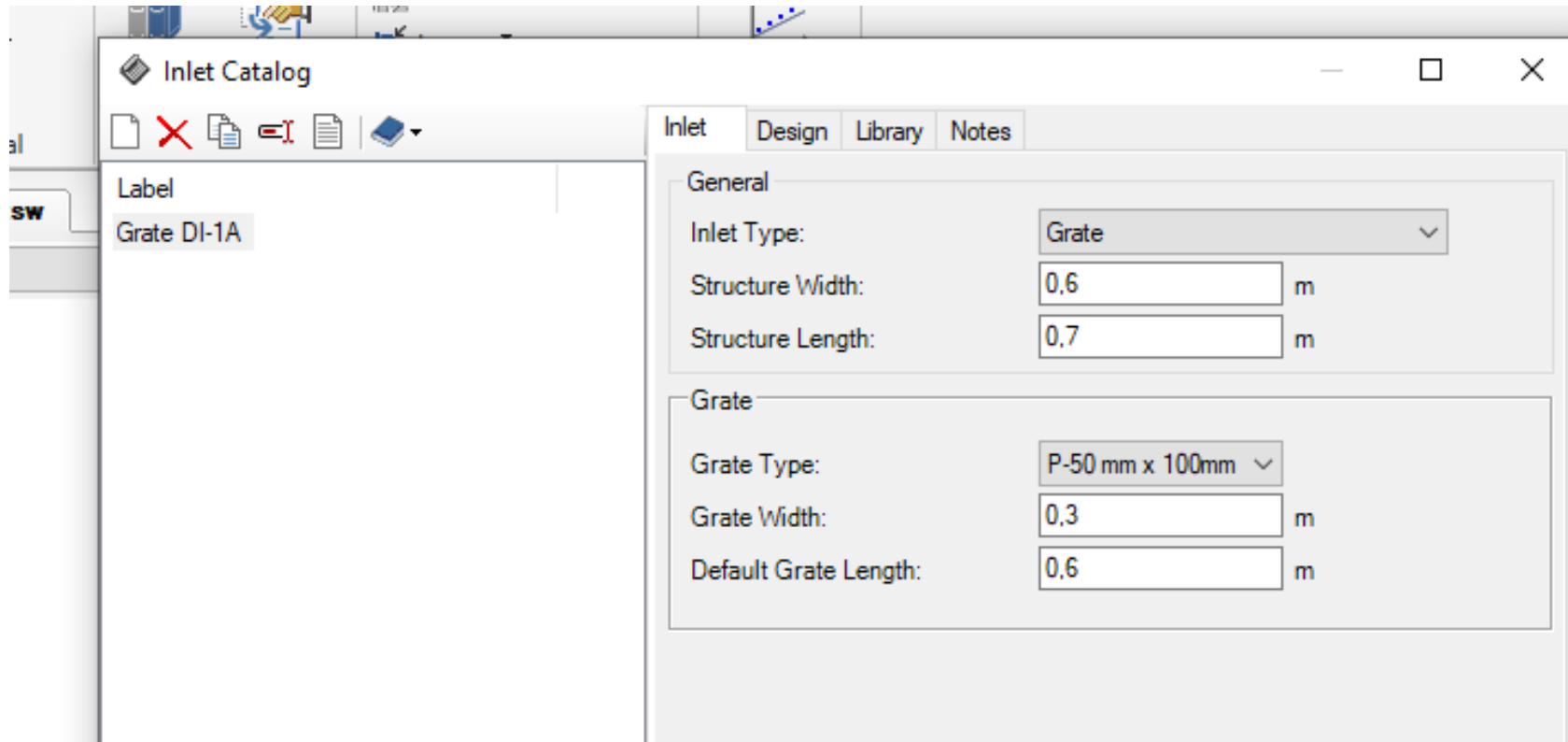


Nota: Condiciones de diseño.

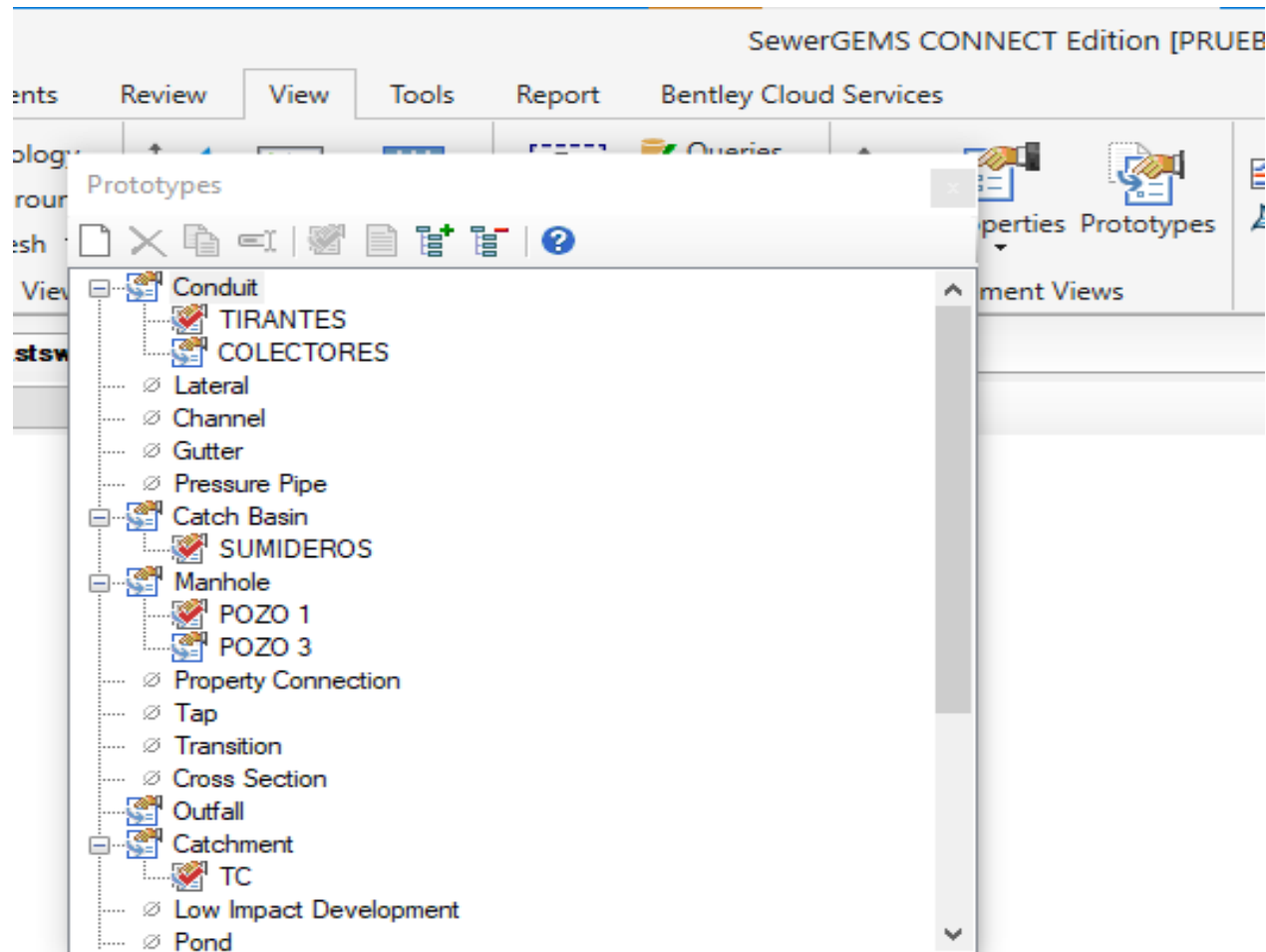
Figura 17 Paso 4. Cargar catálogos de tuberías y sumideros



Nota: Establecer tuberías y sumideros, subiendo los catálogos necesarios.

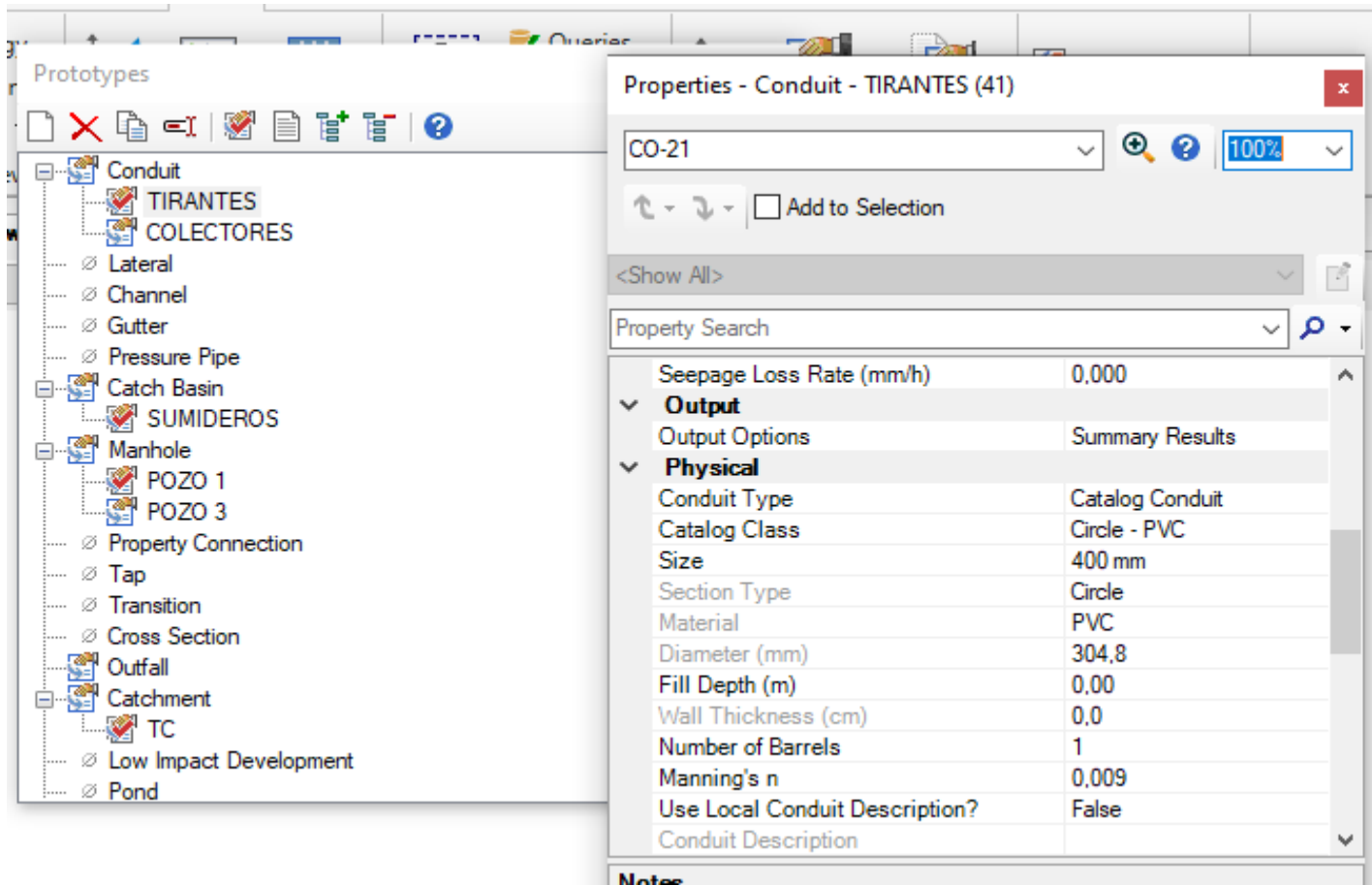
Figura 18 Paso 5 Modificar sumideros

Nota: Configurar los sumideros depende a la necesidad del diseñador.

Figura 19 Paso 6 Crear prototipos

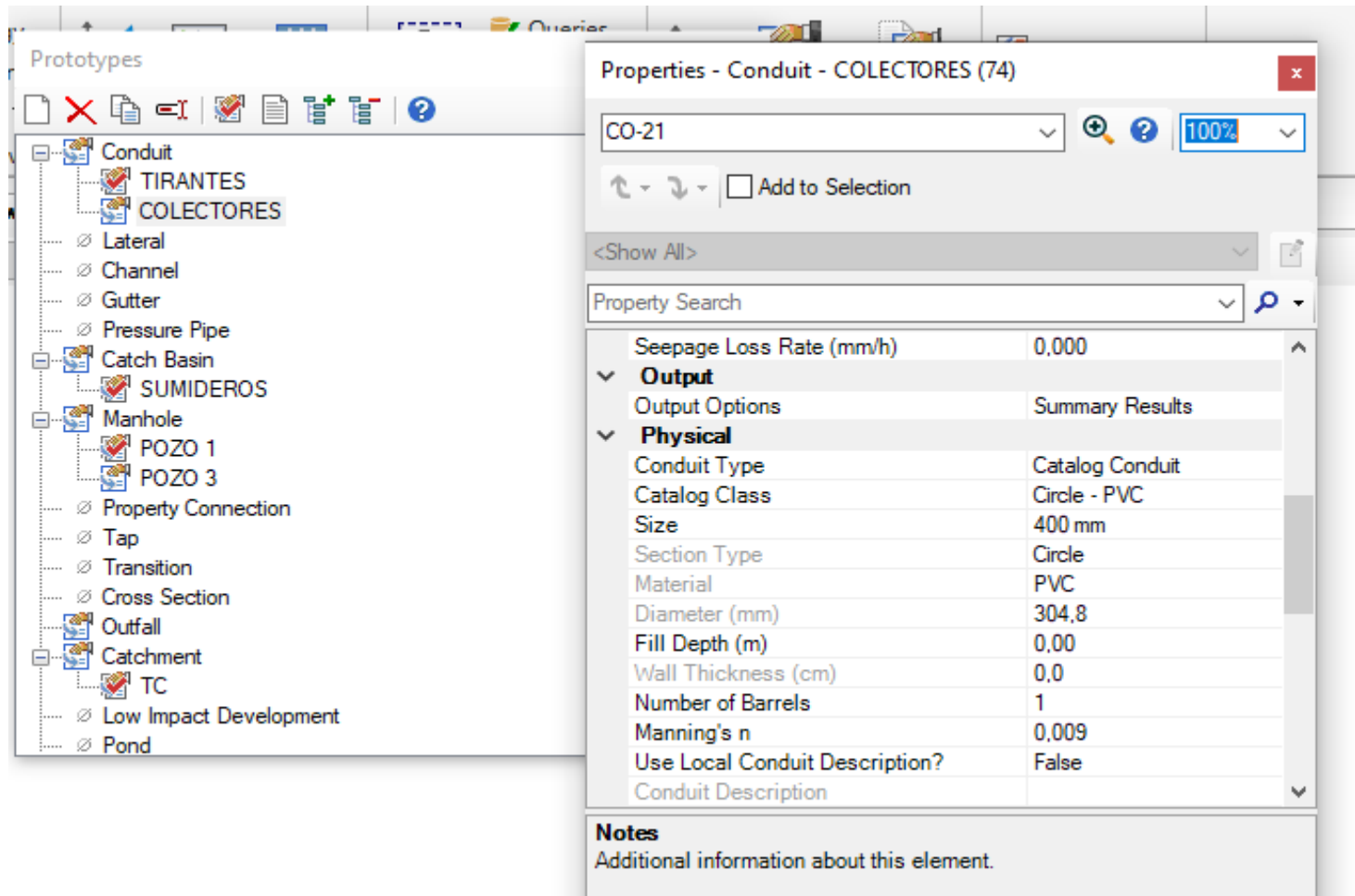
Nota: Crear prototipos de tuberías, sumideros y pozos para agilizar el proceso de designar diámetros y medidas.

Figura 20 Paso 7 Prototipo de los tirantes



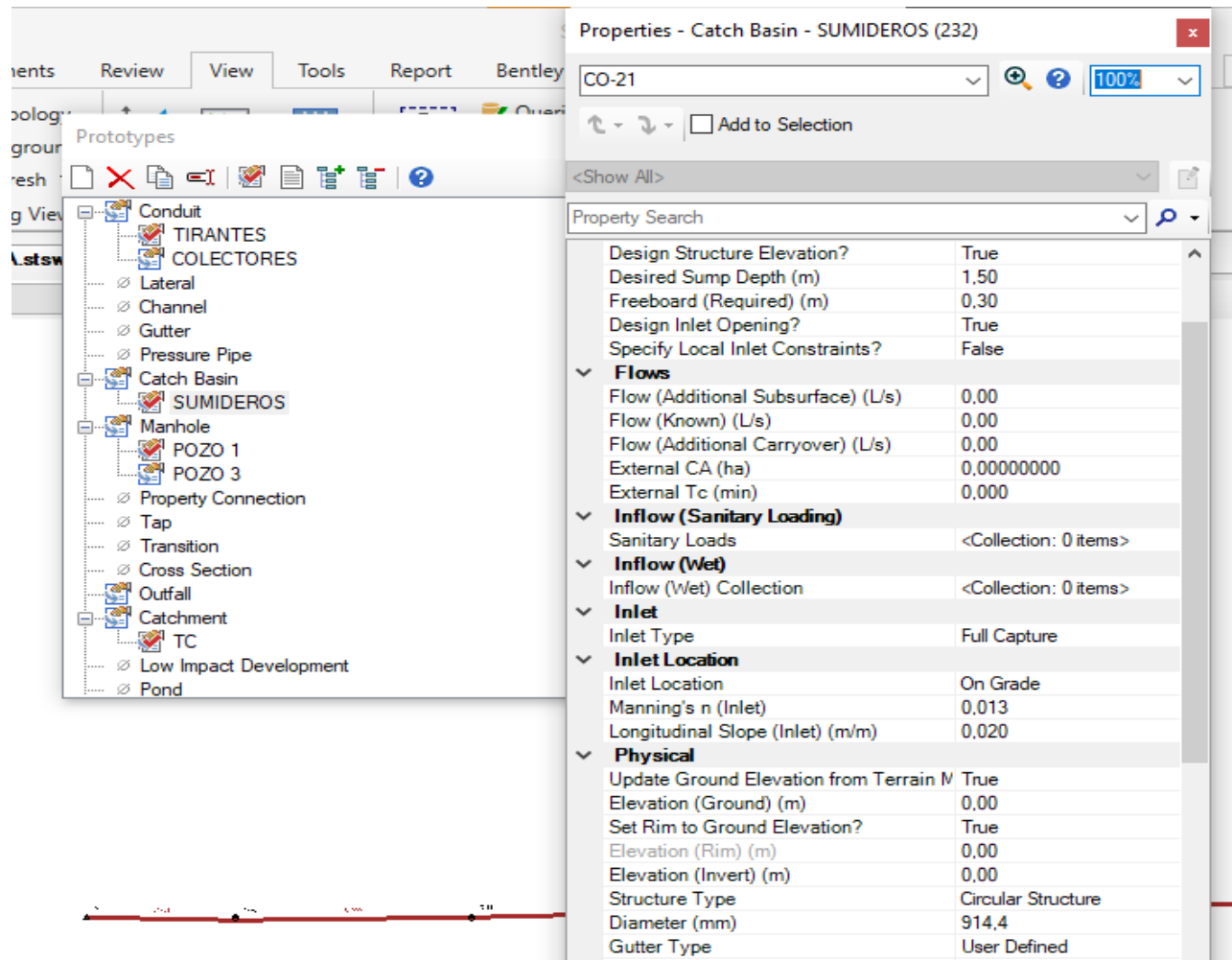
Nota: Prototipo de los tirantes.

Figura 21 Paso 8 Prototipo de los colectores



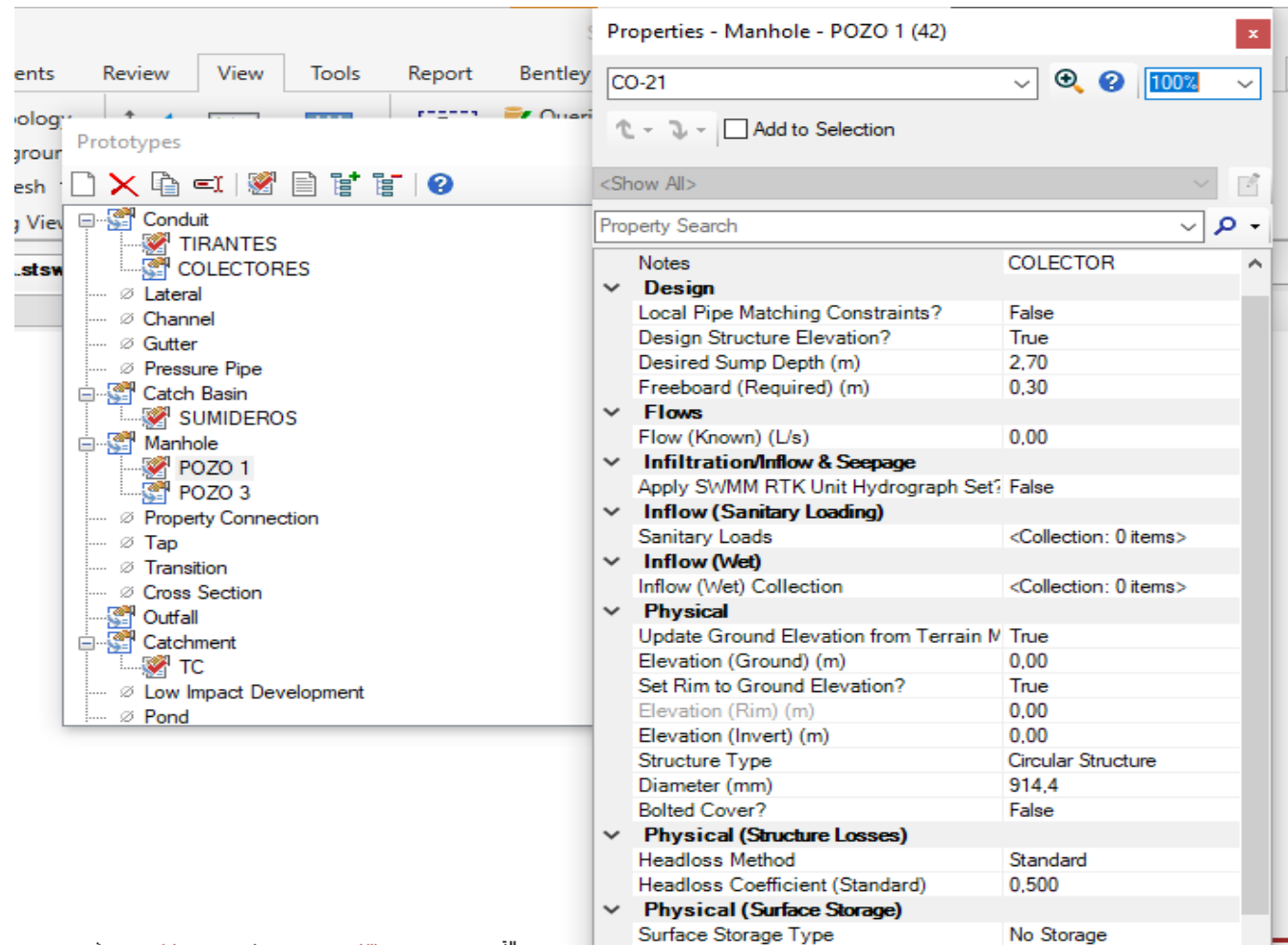
Nota: Prototipo de los colectores.

Figura 22 Paso 9 Prototipo de los sumideros



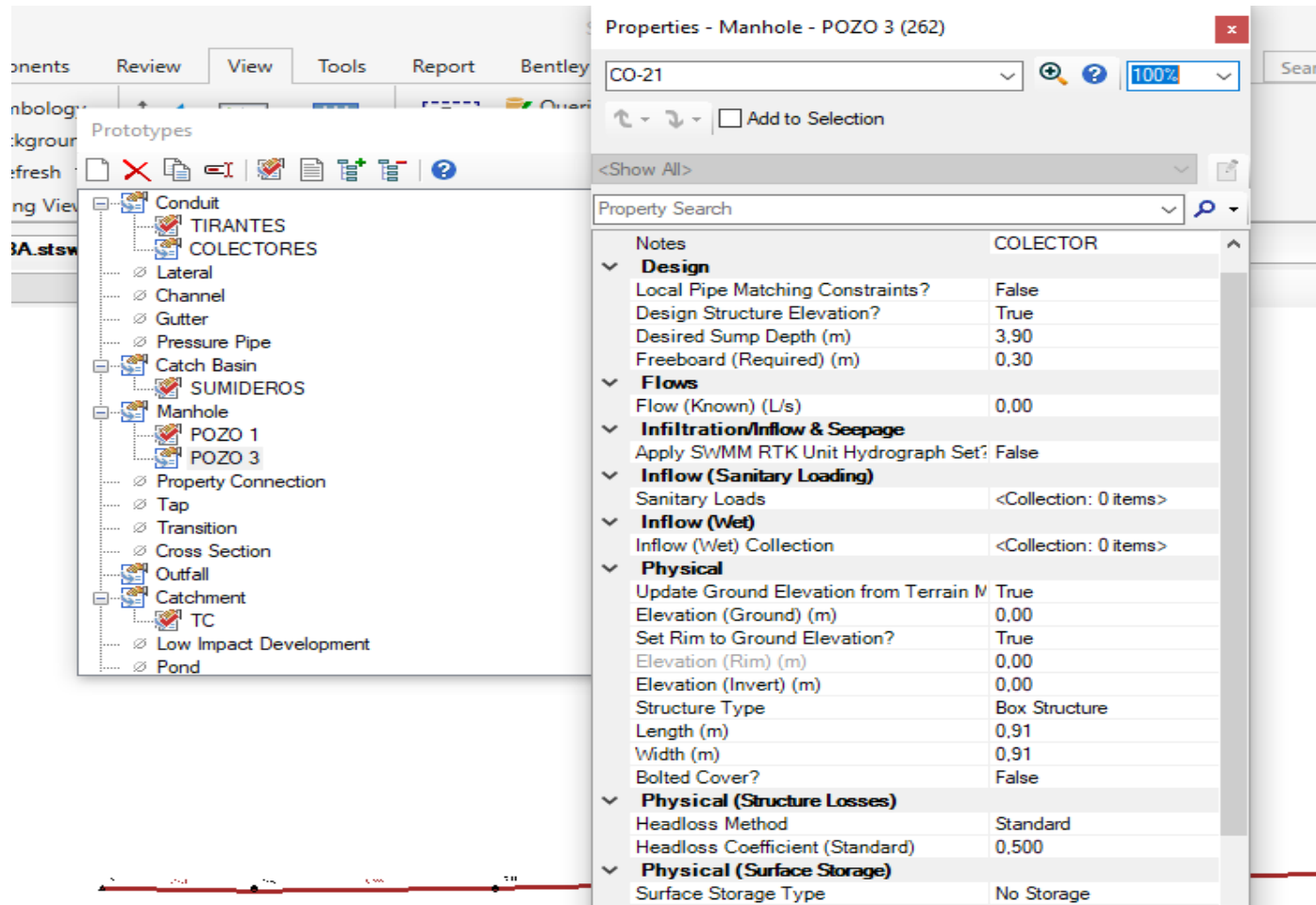
Nota: Prototipo de los sumideros.

Figura 23 Paso 10 Prototipo de Pozo 1



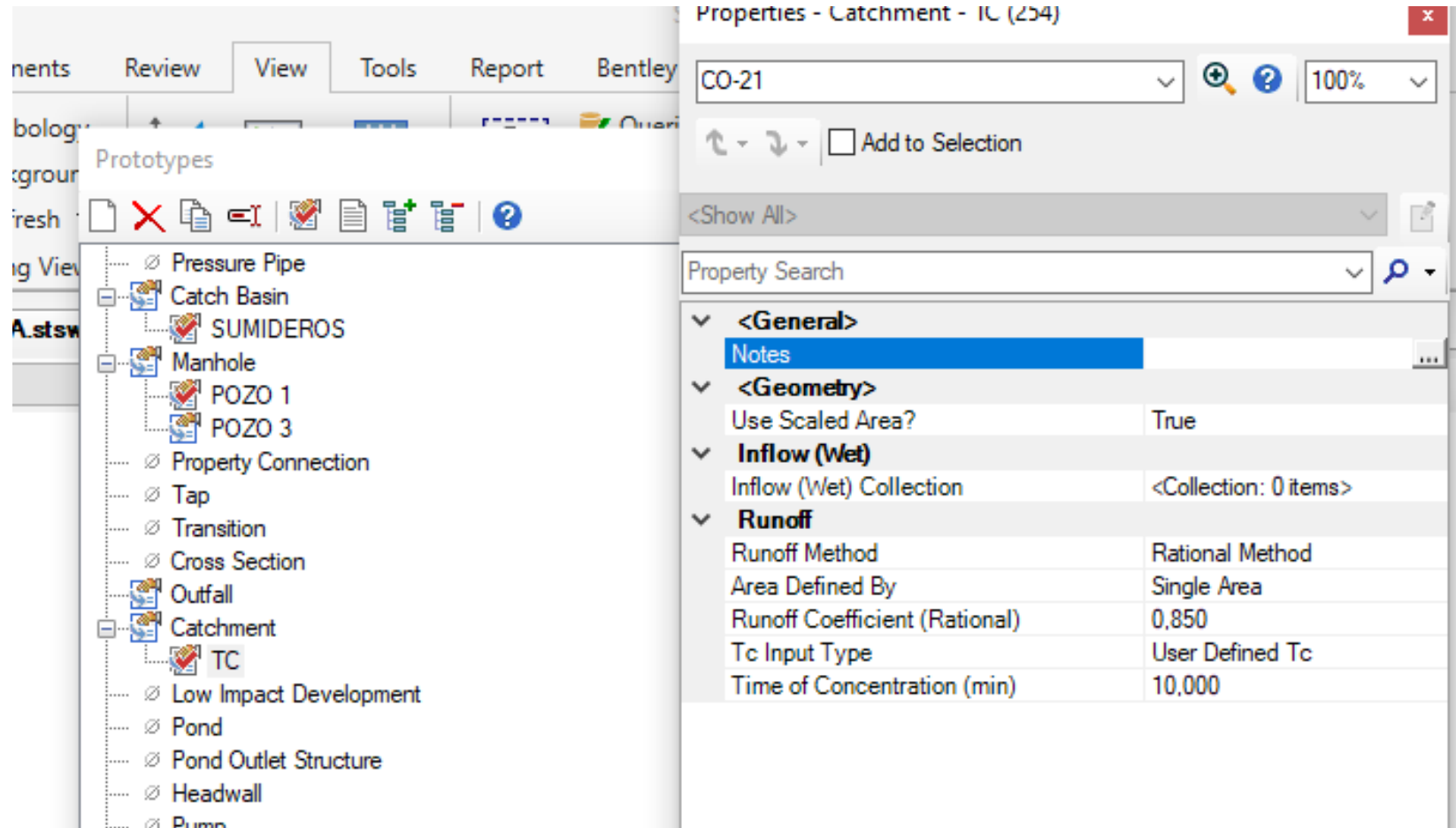
Nota: Prototipo del Pozo 1

Figura 24 Paso 11 Prototipo de los Pozo 3



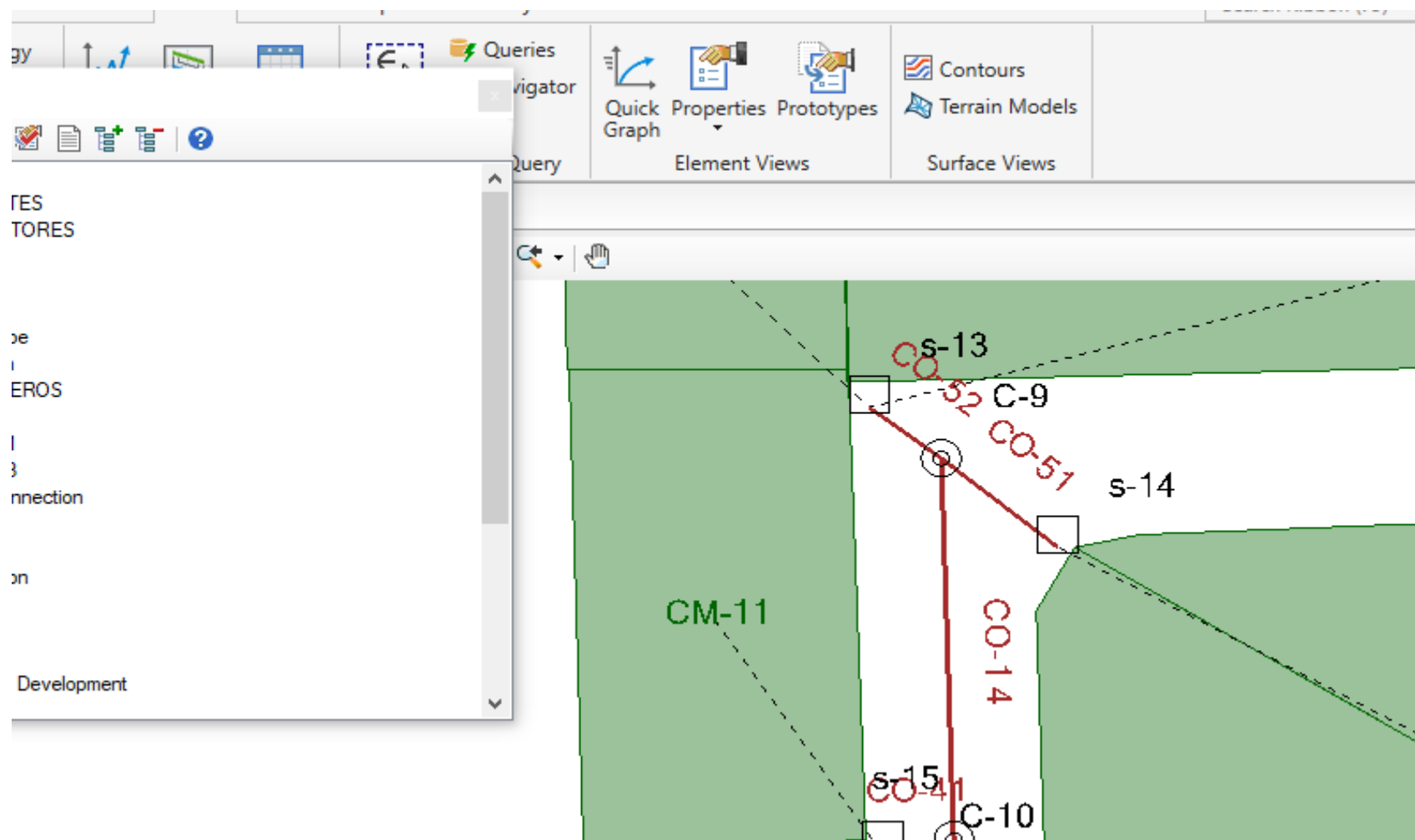
Nota: Prototipo de los Pozo 3.

Figura 25 Paso 12 Prototipo de Tc



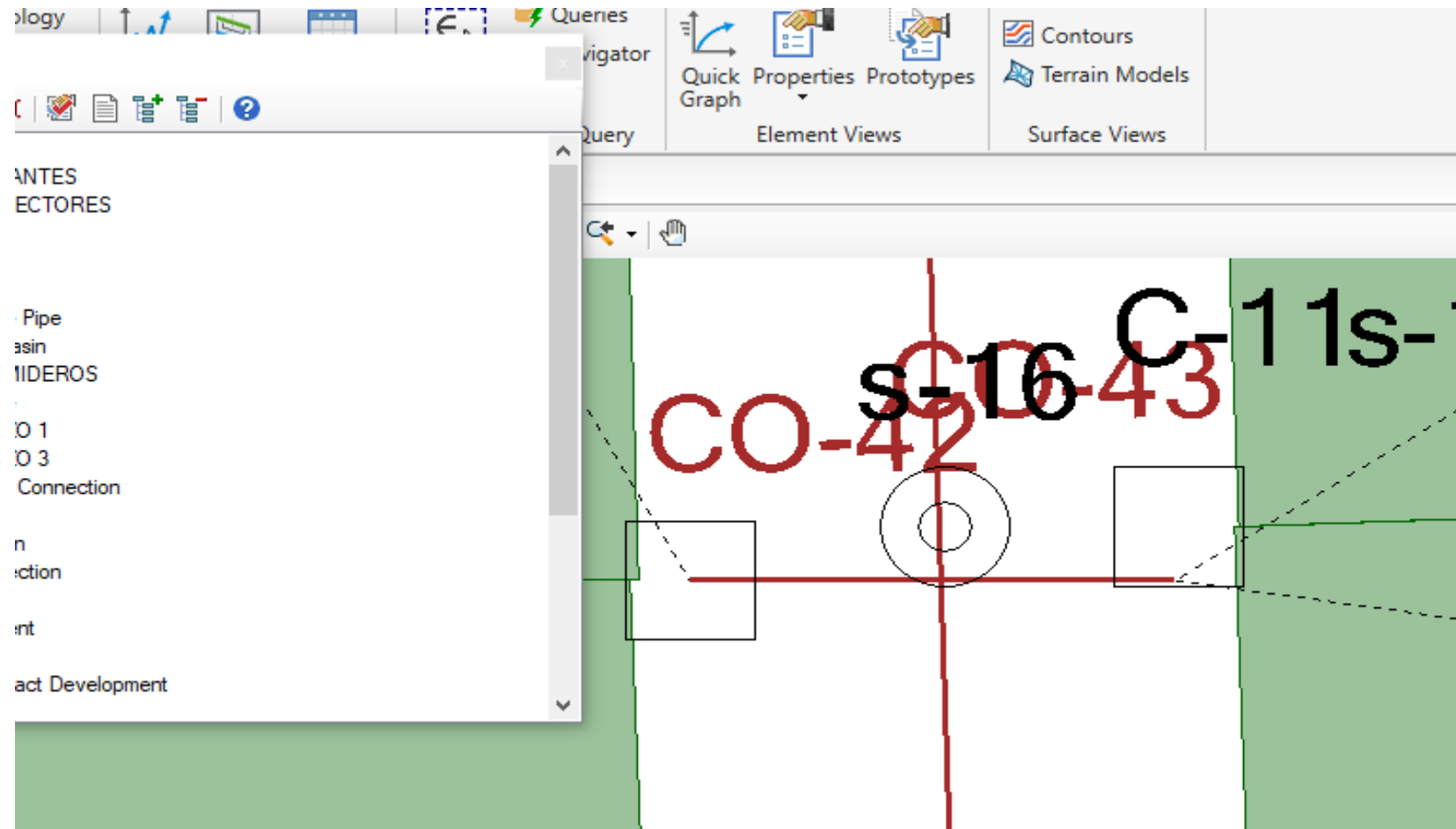
Nota: Prototipo de Tc

Figura 26 Paso 13 Colocación de sumideros



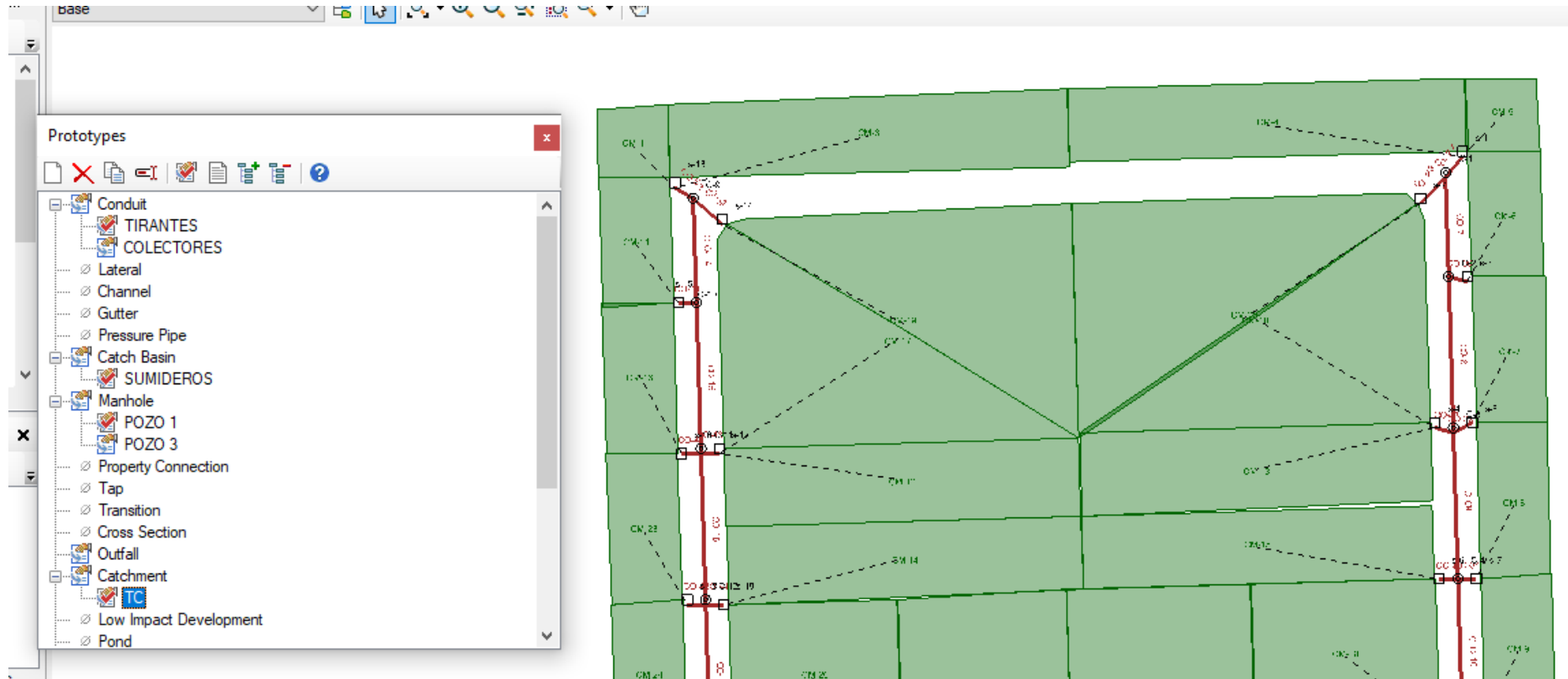
Nota: Colocación del sumidero.

Figura 27 Paso 14 Colocación de los pozos



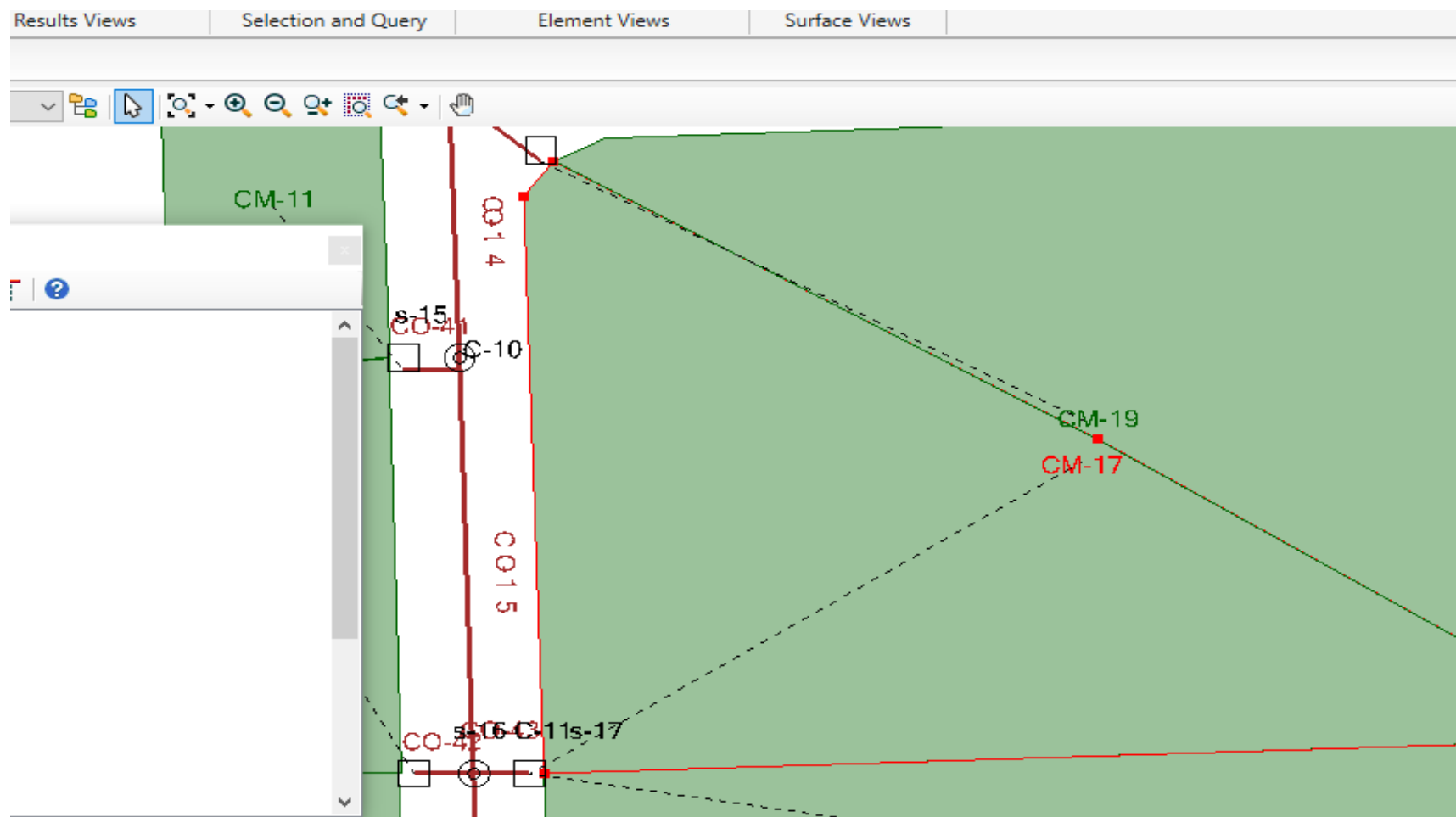
Nota: Colocación de los pozos.

Figura 28 Paso 15 Colocación de los colectores



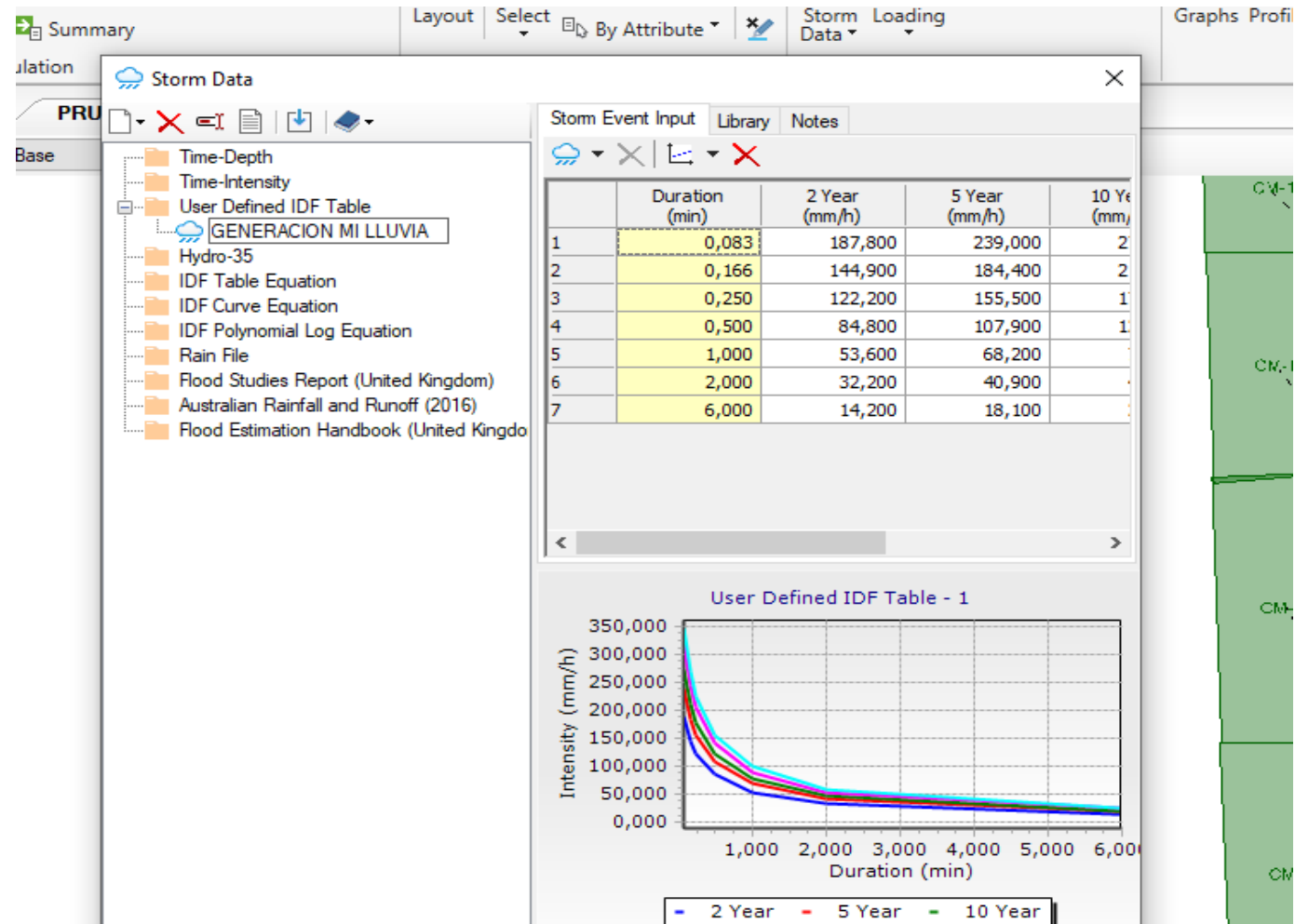
Nota: Colocación de los colectores.

Figura 29 Paso 16 Delimitación de las cuencas



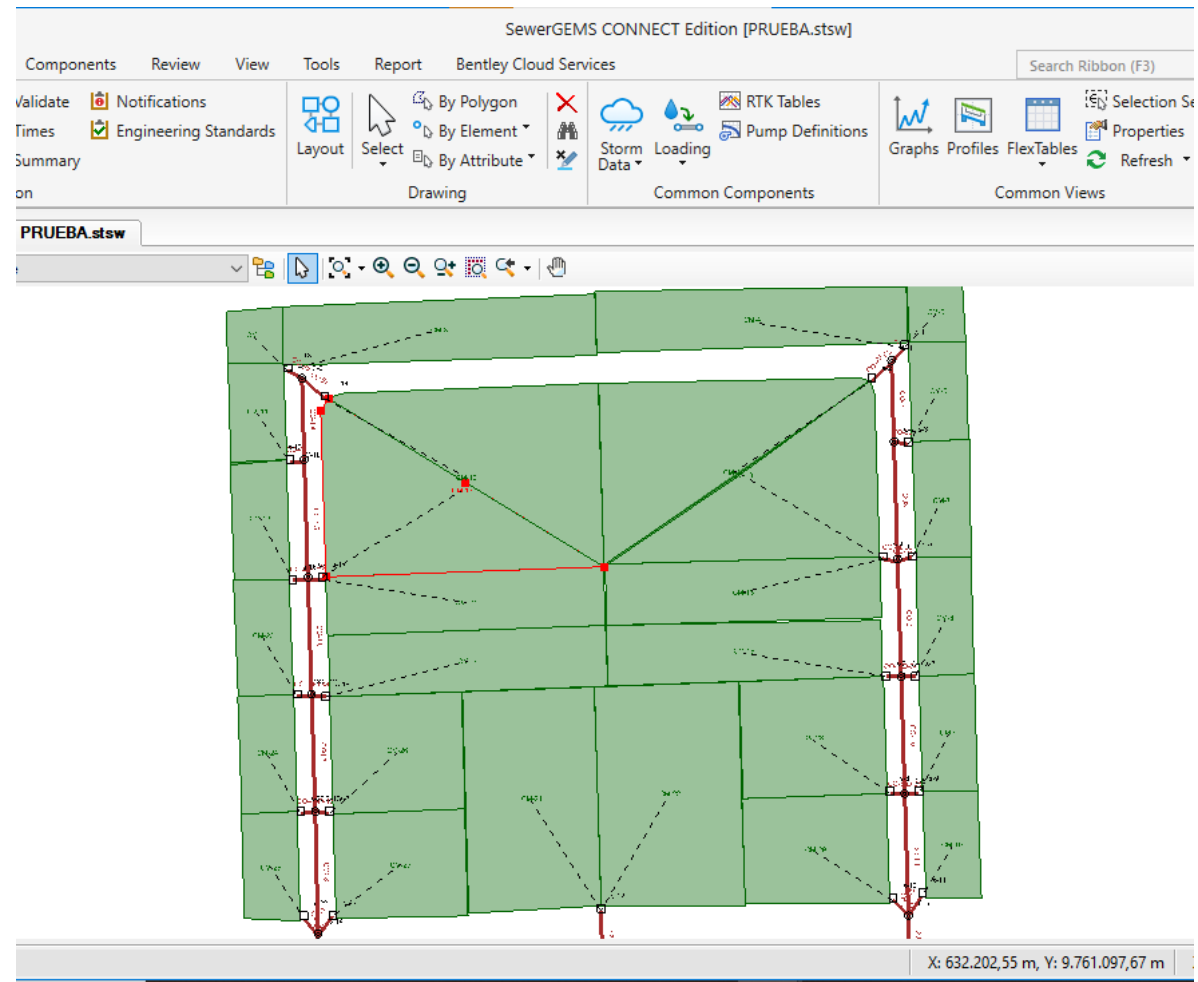
Nota: Delimitación de las cuencas.

Figura 30 Paso 17 Generación de lluvia



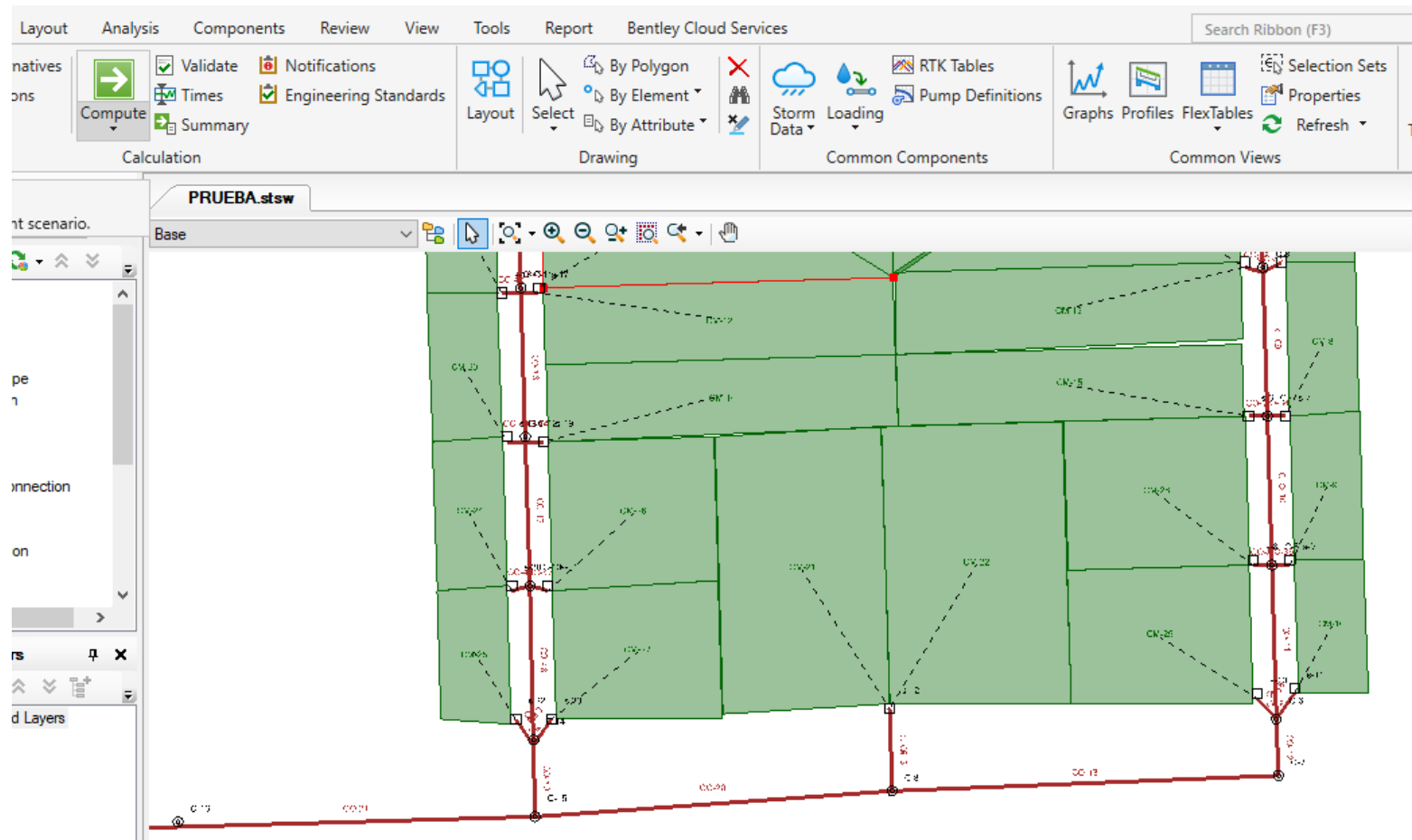
Nota: Generación de lluvia a partir de los datos proporcionados por el método.

Figura 31 Paso 18 Diseño final



Nota: Diseño final del sistema pluvial.

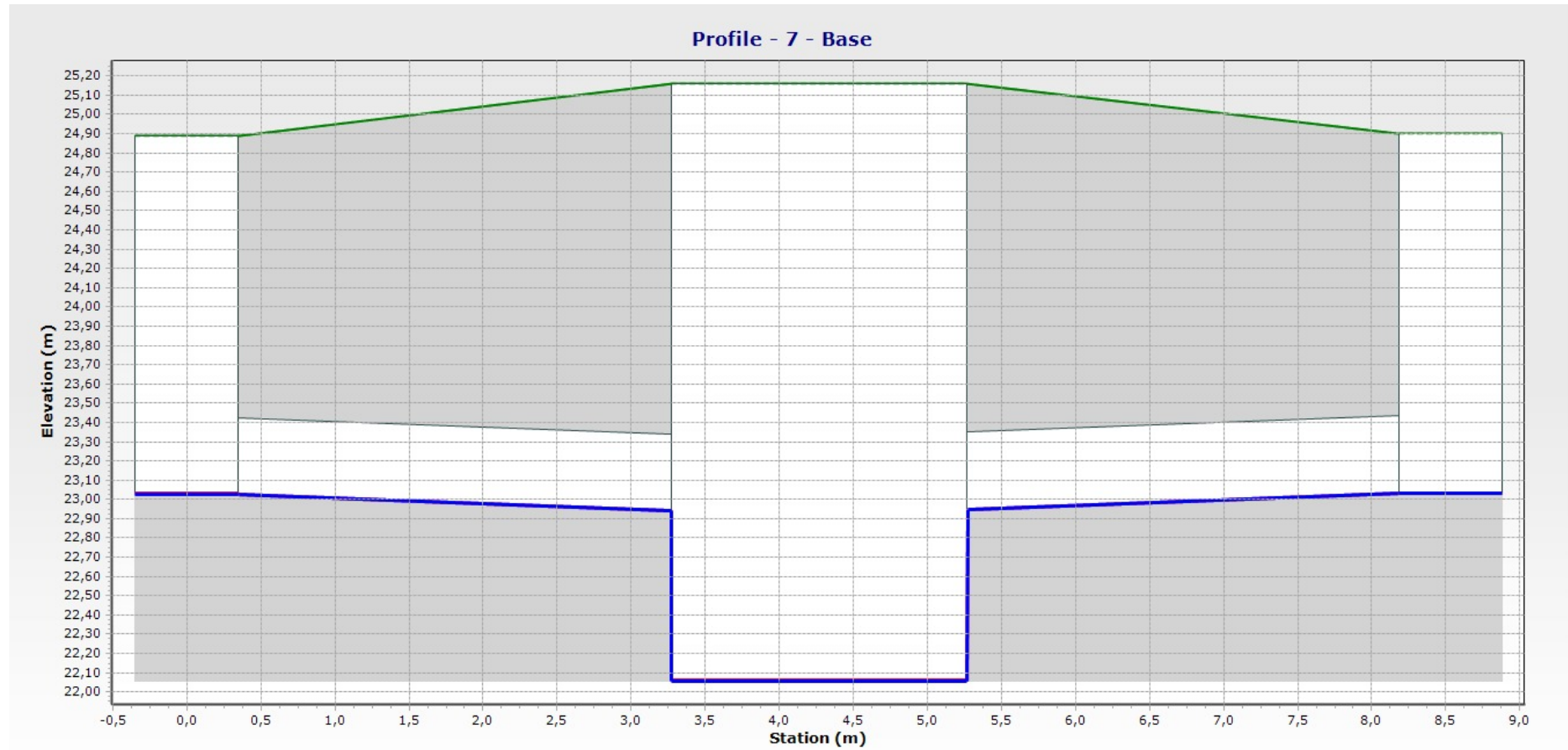
Figura 32 Paso 19 Se pone a correr el programa



Nota: Diseño de alcantarillado pluvial

5.2. PERFILES DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA PLUVIAL

Figura 33 Perfil 2 del modelado hidráulico del sistema



5.3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA ENCUESTA

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a diferentes personas de la ciudadela Modular, cantón Duran durante el mes de diciembre de 2024. Con el fin de realizar un análisis más claro y organizado, se elaboró un archivo en Microsoft Excel, donde se registraron todos los datos recopilados.

Posteriormente, estos fueron analizados utilizando tablas y gráficos.

La encuesta fue dirigida a personas adultas para así tener respuestas sinceras, cabe recalcar que solo se encuestaron 50 personas (mujeres y hombres) debido a que el día que se realizó dicha actividad algunas personas se encontraban en su trabajo, otras habían salido y en otras cosas solo se encontraron menores de edad.

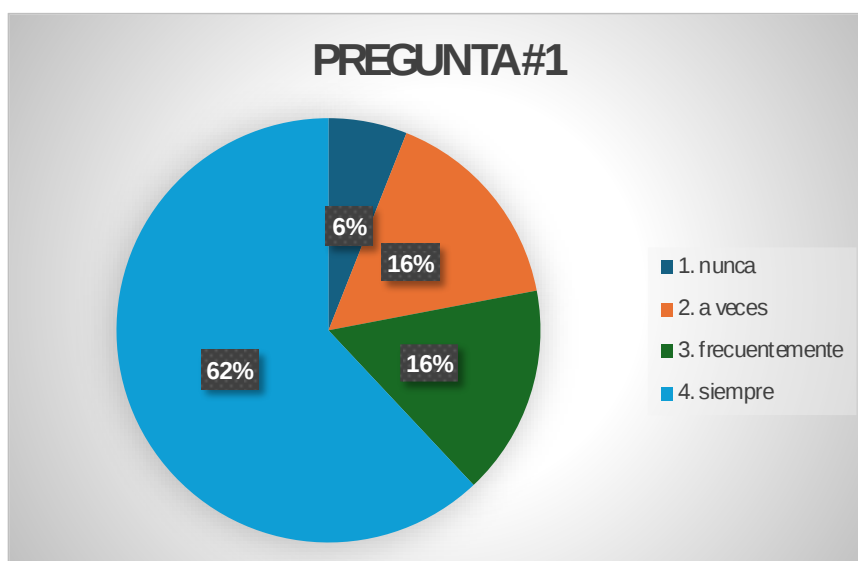
5.4. VARIABLES DEMOGRÁFICAS DE LA MUESTRA

En la primera pregunta “Con qué frecuencia se inunda un sector durante la temporada de lluvia”. En donde pudimos obtener los siguientes resultados:

Los encuestados fueron consultados sobre la frecuencia con la que se inundan sus sectores durante la temporada de lluvias.

Los resultados evidenciaron que una parte significativa de los participantes reporta inundaciones recurrentes, lo que sugiere un problema persistente debido a la ausencia de un sistema de drenaje adecuado.

Figura 34 Resultados de la pregunta 1

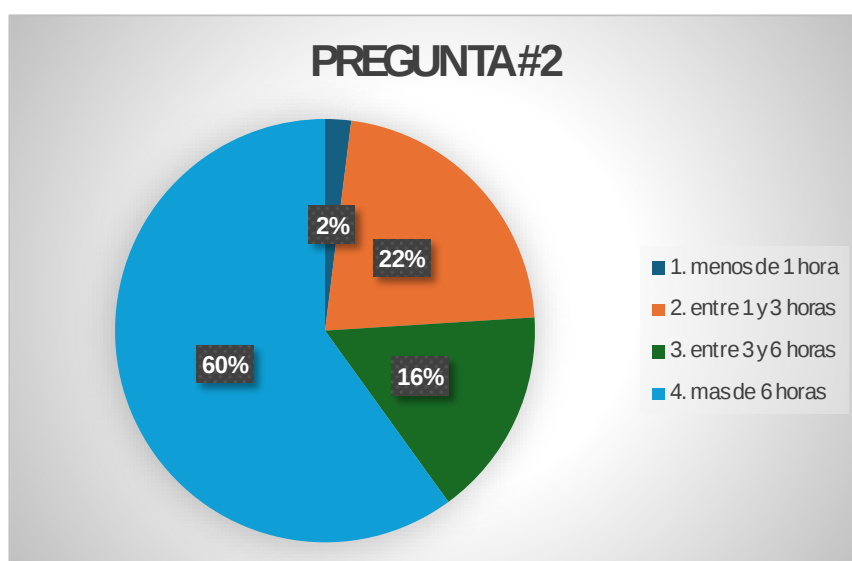


Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

En la segunda pregunta, que se realizó a los encuestados “Cuanto tiempo tarde en drenar el agua en su sector después de una lluvia intensa”.

Se indago sobre cuánto tiempo toma para que el agua estancada se drene después de una lluvia intensa. La mayoría de los encuestados indicó que el agua permanece estancada por largos periodos, con tiempos superiores a 24 horas en algunos casos, lo que incrementa los riesgos de salud y movilidad.

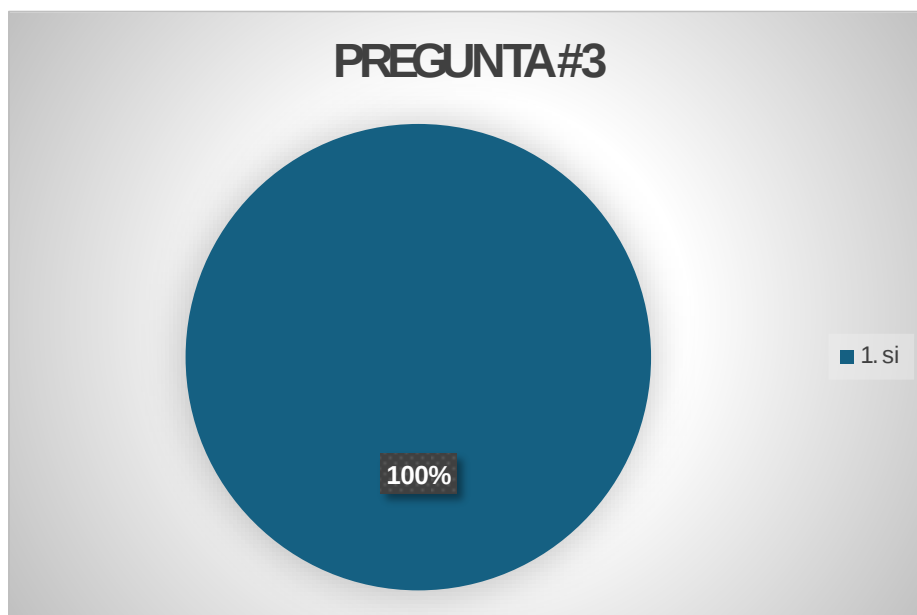
Figura 35 Resultados de la pregunta 2



Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

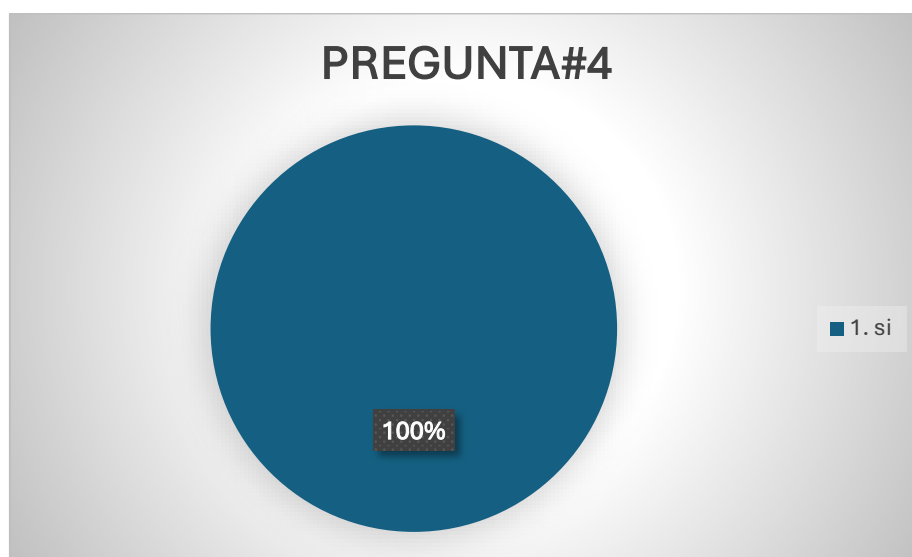
En la tercera pregunta a los encuestados se le realizó la siguiente pregunta “Considera usted que el agua estancada afecta la movilidad en su comunidad” una proporción considerable de participantes afirmó que el agua estancada afecta negativamente la movilidad dentro de su comunidad, limitando actividades cotidianas y el acceso a servicios esenciales.

Figura 36 Resultado de la pregunta 3



Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

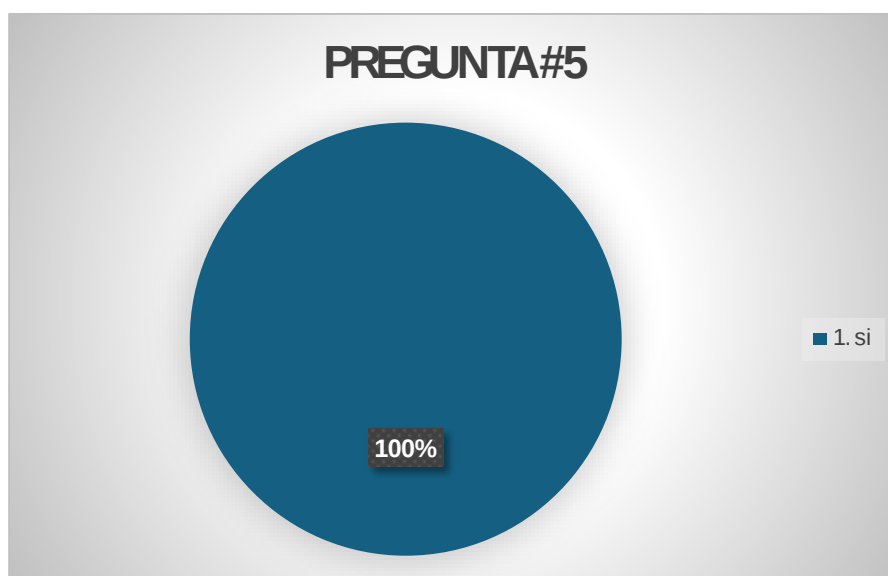
En la cuarta pregunta tuvimos los siguientes resultados para “Ha experimentado problemas de salud relacionados con el agua estancada en su comunidad” una parte de los encuestados reconoció haber experimentado problemas de salud, lo que refuerza la necesidad de abordar el tema del estancamiento de agua desde una perspectiva de salud pública.

Figura 37 Resultados de la pregunta 4

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

En la quinta pregunta se obtuvieron los siguientes resultados respecto a “Ha notado el aparecimiento de insectos o reptiles durante la temporada de lluvias”.

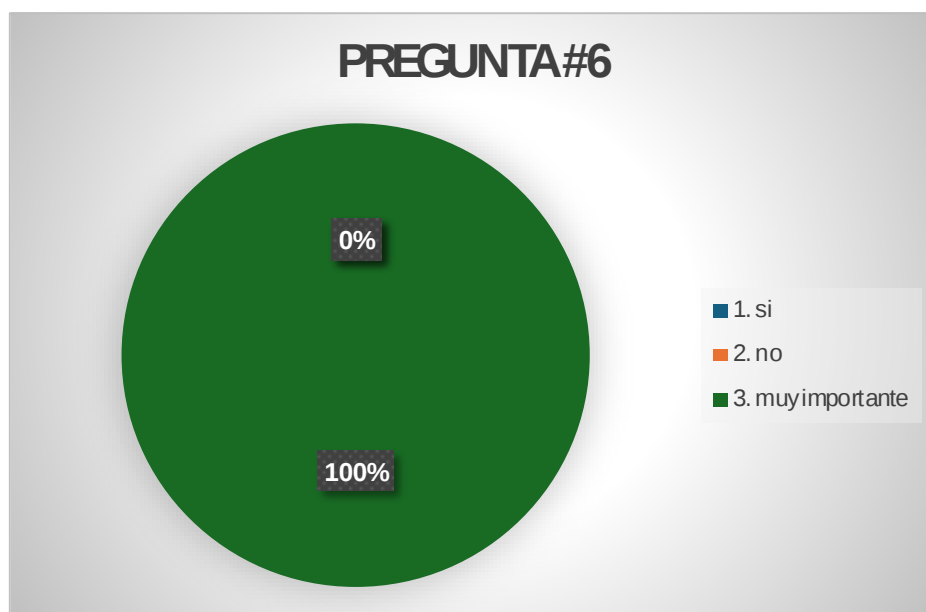
La presencia de insectos y reptiles durante las lluvias fue un tema destacado, con moradores señalando específicamente la aparición de ranas y culebras. Esto subraya no solo un problema de incomodidad, sino también un potencial riesgo sanitario.

Figura 38 Resultado de la pregunta 5

Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

En la última pregunta “Que tan importante considera la implementación de un sistema de drenaje pluvial en su comunidad” los encuestados estuvieron de acuerdo en que la implementación de un sistema de drenaje pluvial es fundamental para mejorar las condiciones de vida en la ciudadela.

Figura 39 Resultados de la pregunta 8



Elaborado por: Lenin Alcivar y Scarlet Mindiolaza.

Los datos recabados indican que la falta de infraestructura para el manejo de aguas lluvias no solo afecta la calidad de vida de los habitantes, sino que también genera problemas de salud pública, incrementa la exposición a riesgos ambientales y limita la movilidad. Estos hallazgos refuerzan la urgencia de implementar un sistema de alcantarillado pluvial en la ciudadela El Modular para mitigar estos impactos negativos y mejorar el bienestar general de la comunidad.

CAPÍTULO VI

6.1. CONCLUSIONES

- El uso de la estación total permitió obtener datos precisos del terreno, lo cual fue fundamental para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial. Los resultados obtenidos facilitaron la correcta identificación de los puntos de drenaje y las pendientes necesarias para asegurar un flujo adecuado.
- El análisis estadístico de los registros de precipitación realizado mediante Excel permitió establecer la lluvia de diseño para la ciudadela, basándose en datos históricos. Este paso es crucial para dimensionar adecuadamente el sistema de alcantarillado y prever posibles escenarios de inundaciones durante eventos de lluvia intensa.
- El uso de SewerGEMS permitió modelar el comportamiento hidráulico del sistema de alcantarillado pluvial de manera precisa, considerando las características topográficas y de precipitación. Esto resultó en un diseño eficiente que contribuye a reducir los riesgos de inundaciones y daños para los residentes de la ciudadela modular.

6.2. RECOMENDACIONES

- Realizar los levantamientos topográficos con equipos técnicos capacitados para garantizar el registro preciso de elevaciones, pendientes y detalles topográficos.
- Profundizar en las capacidades avanzadas de SewerGEMS, como la modelación de escenarios con distintas intensidades de lluvia y tiempos de retorno, para obtener una visión más completa del comportamiento del sistema.
- Asegurarse de que el software que se esté utilizando para realizar el diseño, cumpla con las especificaciones necesarias para poder realizar el mismo. Debido a que si no se indaga antes pueden presentarse problemas con la ejecución del diseño debido a la falta de funciones.

CAPÍTULO VII

7.1. BIBLIOGRAFÍA

(10 de 06 de 2015). Obtenido de <https://www.ingenieracivil.com/2015/06/velocidades-y-pendientes-maximas-y.html>?

Acero Estudio. (2025). Obtenido de <https://aceroestudio.com/el-rol-de-la-topografia-para-lograr-un-urbanismo-sostenible/>?

Alvia, I. (22 de 11 de 2023). Obtenido de <https://camdesa.es/blog/alcantarillado-origenes-y-ejemplos/>

Anaya, Cogollo, Hernandez, Mendoza, Miele, & Moreno. (07 de 03 de 2017).

www.studocu.com. Obtenido de

[https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-](https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-cartagena/hidraulica/determinacion-del-regimen-de-flujo-en-un-canal/6671080?)

[cartagena/hidraulica/determinacion-del-regimen-de-flujo-en-un-canal/6671080?](https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-cartagena/hidraulica/determinacion-del-regimen-de-flujo-en-un-canal/6671080?)

Andres, S. (2022). *UTMACH*. Obtenido de <file:///C:/Users/ferna/Downloads/ECFIC-2022-IC-DE00041.pdf>

Anguela, A. (11 de 2011). *miteco.gob.es*. Obtenido de

[https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental/TECNICAS%20DE%20CRUCES%20POR%20INFRAESTRUCTU)

[ambiental/TECNICAS%20DE%20CRUCES%20POR%20INFRAESTRUCTU](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/TECNICAS%20DE%20CRUCES%20POR%20INFRAESTRUCTU)
[RAS_tcm30-190651.pdf?](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/TECNICAS%20DE%20CRUCES%20POR%20INFRAESTRUCTU)

Arauzo, M. (2023). Obtenido de www.lab-ferrer.com: <https://www.lab-ferrer.com/hidrologia-de-suelos-y-geotecnia/>?

Arcadin. (2023). Obtenido de

<https://www.youtube.com/channel/UCXkwZu3Of68y2Cl0RG0OTcg>

- Barrios, Y. A., Borge, O. M., & Lira, L. A. (13 de 03 de 2009). *LIBRARY*. Obtenido de <https://1library.co/article/m%C3%A9todo-racional-estudio-hidrolico-e-hidrolico.z15d33ey?>
- Buchelli, M. E. (2011). *Universidad Tecnica de Ambato*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/582ff57a-cdb6-41f5-a0fa-2dff914d5cf5/content>
- Cano, T. (26 de 06 de 2016). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/yhavy1yygp22/metodo-racional/>
- Castillo, J. (2005). *Cd-0330*. Obtenido de bibdigital.epn.edu.ec: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/367/1/CD-0330.pdf>
- Censo. (2022). Obtenido de <https://www.censoecuador.gob.ec/ecuadormap/>
- Cevallos, M. (2018). *UNESUM*. Obtenido de [file:///C:/Users/edisn/Downloads/UNESUM-ECUADOR-ING.CIVIL-2019-93%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/edisn/Downloads/UNESUM-ECUADOR-ING.CIVIL-2019-93%20(1).pdf)
- Conagua. (2007). Obtenido de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA%20s.f.%20Tecnologias%20saneamiento.pdf
- Conagua. (2015). Obtenido de <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>
- Conagua. (02 de 01 de 2019). Obtenido de https://sarreplec.caib.es/pluginfile.php/23679/mod_resource/content/3/610_estructuras_de_cruce.html?
- Coy, O. (23 de 09 de 2019). *SCRIBD*. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/427116665/Precipitacion-pluvial>

Cueva del Ingeniero Civil. (s.f.). Obtenido de

<https://www.cuevadelcivil.com/2013/03/velocidades-pendientes-maximas-y.html?>

Cueva, J. (2015). *Fórmula de Kirpich*. Obtenido de CivilWeb Spreadsheets:

<https://civilweb-spreadsheets.com/drainage-design-spreadsheets/runoff-and-rainfall-intensity-calculator-spreadsheet/kirpich-formula/>

Datum. (2022). Obtenido de <https://datum-sl.com/importancia-de-la-topografia-en-la-planificacion-y-diseno-de-urbanizaciones/>

Díaz, G. (2020). Obtenido de <https://limcor-cordoba.es/sumidero-que-es/>

Emaap. (2009). Obtenido de

https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCED/ANEXO%20%20NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf

Emaap-Q. (2009). Obtenido de

https://www.aguaquito.gob.ec/Alojamientos/PROYECTO%20LA%20MERCED/ANEXO%20%20NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf

Empaps. (2023). Obtenido de

https://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Administraci%C3%B3n%202019-2023/Proyectos%20ordenanzas/300.%20Reforma%20PMDOT-PUGS-001-2021/Exp.%20do%20Debate/Expediente/12.%20GADDMQ-SGCM-2023-1954-O/Anexos/final_estandar_recolecci%C3%B3n_y_reutilizaci%C3%B3n

Española, R. A. (2024). Obtenido de <https://dle.rae.es/acre?>

Flores, S. A. (01 de 2011). Obtenido de

https://www.academia.edu/82666859/Dise%C3%B1o_del_alcantarillado_sanitario_pluvial_y_tratamiento_de_aguas_servidas_de_la_Urbanizaci%C3%B3n_San_Emilio?uc-g-sw=44942566

- GABRIEL, G. (2012). *T-UIDE-1185*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2057/1/T-UIDE-1185.pdf>
- Galeas, L. F. (27 de FEBRERO de 2023). *UPS*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24416/1/TTS1190.pdf>
- Galvez, J. J. (2011). *Global Water*. Obtenido de Partnership: https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf
- Garcia, J. (15 de 02 de 2016). *Iagua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/jose-diego-garcia/cloaca-maxima-roma>
- GIPMocoa*. (2024). Obtenido de <https://www.gipmocoa.com/redes-y-colectores/#:~:text=Las%20redes%20y%20colectores%20corresponden,residual es%20de%20origen%20dom%C3%A9stico%2C%20industrial%2C>
- Global. (31 de 10 de 2017). *globalmediterranea.es*. Obtenido de <https://www.globalmediterranea.es/levantamiento-topografico-una-red-alcantarillado/>
- Gracon*. (2024). Obtenido de <https://graconllc.com/types-of-pipelines/>
- Gsc. (2021). *poceriasinzanja.es*. Obtenido de <https://www.poceriasinzanja.es/historia-del-alcantarillado/>
- Guiuseppe, F. (10 de 2014). Obtenido de https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/MONROY%202014.%20Problem%C3%A1tica%20de%20los%20sistemas%20de%20alcantar.PDF
- Guzman, I. (22 de 11 de 2023). Obtenido de <https://camdesa.es/blog/alcantarillado-origenes-y-ejemplos/#:~:text=Primeros%20pasos%3A%20civilizaciones%20antiguas&text>

=Los%20primeros%20ejemplos%20conocidos%20los,y%20gestionar%20las%20aguas%20pluviales.

Henderson, F. M. (01 de 07 de 2024). *drophidraulicaaplicada.com*.

Hidalgo, M. (2024). *Construex*. Obtenido de

https://www.construex.com.ec/exhibidores/predelca_prefabricados/producto/pozo_de_revision_de_hormigon_cuenca

Hidrotec. (10 de 2024). Obtenido de [https://www.hidrotec.com/blog/componentes-](https://www.hidrotec.com/blog/componentes-sistema-alcantarillado/#:~:text=de%20los%20ciudadanos,-,%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20sistema%20de%20alcantarillado?,tener%20una%20red%20de%20alcantarillado)

[sistema-alcantarillado/#:~:text=de%20los%20ciudadanos.-](https://www.hidrotec.com/blog/componentes-sistema-alcantarillado/#:~:text=de%20los%20ciudadanos,-,%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20sistema%20de%20alcantarillado?,tener%20una%20red%20de%20alcantarillado)

[,%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20sistema%20de%20alcantarillado?,tener%20una%20red%20de%20alcantarillado.](https://www.hidrotec.com/blog/componentes-sistema-alcantarillado/#:~:text=de%20los%20ciudadanos,-,%C2%BFQu%C3%A9%20es%20un%20sistema%20de%20alcantarillado?,tener%20una%20red%20de%20alcantarillado)

Ibáñez, A., Moreno, R., & Gisbert, B. (s.f.). *Ruinet*. Obtenido de

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10781/Coeficiente%20de%20escorrent%C3%ADa.pdf>

Inamhi. (2024). Obtenido de <https://www.inamhi.gob.ec/>

Inen . (1992, pag 195). Obtenido de [https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-](https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/normas_disec3blo_cpe_inen_5_parte_9-1_1992-mas-de-1000-hab.pdf)

[content/uploads/2016/09/normas_disec3blo_cpe_inen_5_parte_9-1_1992-mas-de-1000-hab.pdf](https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/normas_disec3blo_cpe_inen_5_parte_9-1_1992-mas-de-1000-hab.pdf)

Inen. (1992, pag 194). Obtenido de [https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-](https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/normas_disec3blo_cpe_inen_5_parte_9-1_1992-mas-de-1000-hab.pdf)

[content/uploads/2016/09/normas_disec3blo_cpe_inen_5_parte_9-1_1992-mas-de-1000-hab.pdf](https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/normas_disec3blo_cpe_inen_5_parte_9-1_1992-mas-de-1000-hab.pdf)

Infiltracion Pluvial. (2014). Obtenido de

https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SIAPA%202014.%20Criterios%20y%20lineamientos%20t%C3%A9cnicos%20para%20%20Infiltraci%C3%B3n%20pluvial..pdf

- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.* (2019). Obtenido de <https://www.gob.mx/imta/articulos/la-importancia-de-la-medicion-del-agua-de-lluvia>
- Interagua.* (2024). Obtenido de <https://www.interagua.com.ec/servicios/sistema-de-alcantarillado-pluvial>
- Intriago, S. D., Carranza, D. A., & Zambrano, X. H. (2024). *Polo del Conocimiento.* Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6890>
- Marcus, R. M. (2019). *Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) de la estación meteorológica del CIM–FICH. Serie 1986 – 2016.* Obtenido de https://portal.amelica.org/ameli/journal/242/2421204007/html/#redalyc_2421204007_ref13
- MERCHAN, G. T. (31 de 05 de 2007). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/405569888/223097198-Normas-Emaap-q-Agua-Potable-31-07-2007-pdf>
- Merino, P. C., Ramírez, R. A., & Peña, M. V. (01 de 03 de 2005). *TERRA Latinoamericana.* Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57311093001.pdf>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico .* (2024). Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/sistema-tratamiento.html#:~:text=Los%20sistemas%20de%20tratamiento%20incluyen,el%20uso%20como%20fuente%20de>
- Molina, A. (2012). Obtenido de https://www.transportes.gob.es/recursos_mfom/anejo_11_drenaje.pdf?

Moreira, L., Jiménez, J., & Pinela, R. (29 de 05 de 2020). *Articulo Cientifico*. Obtenido de

file:///C:/Users/ferna/Downloads/jurado,+7.+Sistema+de+alcantarillado+y+aguas+residuales+en+Guayaquil.pdf

Noels, N. (28 de 10 de 2018). *SCRIBD*. Obtenido de

<https://www.scribd.com/document/391766509/Tipos-de-sumideros-docx>

Normas Emaap-Q. (2008). Obtenido de

<https://es.scribd.com/document/446994717/NORMAS-EMAAP-pdf>

Normas Tecnicas, Parte 8, Pag 292. (s.f.). Obtenido de

<https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/001-normas-ieos.pdf>

NOVAFORT. (2023). Obtenido de [https://www.ditecna.com.ec/wp-](https://www.ditecna.com.ec/wp-content/uploads/2020/08/PGI-9-Cat%C3%A1logo-de-Novafort-Plus-Plastigama.pdf)

[content/uploads/2020/08/PGI-9-Cat%C3%A1logo-de-Novafort-Plus-Plastigama.pdf](https://www.ditecna.com.ec/wp-content/uploads/2020/08/PGI-9-Cat%C3%A1logo-de-Novafort-Plus-Plastigama.pdf)

Núñez, C. (26 de 12 de 2024). *National Geographic*. Obtenido de

<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/inundaciones>

NUÑEZ, S. (01 de 12 de 2023). *Ecologia Verde*. Obtenido de

[https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-precipitaciones-](https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-precipitaciones-3086.html#:~:text=para%20descubrirlos%20todos!-,Tipos%20de%20precipitaciones%20seg%C3%BAAn%20su%20intensidad,superan%20los%2060%20mm/h.)

[3086.html#:~:text=para%20descubrirlos%20todos!-](https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-precipitaciones-3086.html#:~:text=para%20descubrirlos%20todos!-,Tipos%20de%20precipitaciones%20seg%C3%BAAn%20su%20intensidad,superan%20los%2060%20mm/h.)

[,Tipos%20de%20precipitaciones%20seg%C3%BAAn%20su%20intensidad,superan%20los%2060%20mm/h.](https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-precipitaciones-3086.html#:~:text=para%20descubrirlos%20todos!-,Tipos%20de%20precipitaciones%20seg%C3%BAAn%20su%20intensidad,superan%20los%2060%20mm/h.)

Piedra. (25 de 09 de 2024). *GKbeca*. Obtenido de [https://gk.city/2024/09/20/cuarenta-](https://gk.city/2024/09/20/cuarenta-anos-sin-alcantarillado-en-duran/)

[anos-sin-alcantarillado-en-duran/](https://gk.city/2024/09/20/cuarenta-anos-sin-alcantarillado-en-duran/)

Prieto, B. L. (28 de 02 de 2014). *Prezi*. Obtenido de

<https://prezi.com/akxqqfxydm9p/pozos-de-inspeccion/>

- Quispe, J. (19 de Octubre de 2021). *kinenergy.internacional*. Obtenido de <https://www.kin.energy/blogs/post/Importancia-de-los-sistemas-de-captaci%C3%B3n-pluvial>
- Rey, H. A. (2013). *Ilibrary.co*. Obtenido de <https://1library.co/document/yen5lo0y-manual-tecnico-constructores-urbanizadores-empresa-acueducto-alcantarillado-villavicencio.html>
- Reyes, J. (09 de 02 de 2021). *SCRIBD*. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/493845123/Document-1>
- Romualdo, J. L. (01 de 2014). Obtenido de https://es.slideshare.net/slideshow/drenaje_pluvial_urbano-ingenieria-civil/273366798
- Sabadell, M. Á. (13 de 02 de 2023). *Muy interesante*. Obtenido de <https://www.muyinteresante.com/historia/59596.html>
- SANCHEZ, J. (2015). *http://hidrologia.usal.es*. Obtenido de HIDROLOGÍA I: CICLO HIDROLÓGICO: https://hidrologia.usal.es/temas/Ciclo_hidrol.pdf
- Sandoval, W. (16 de 04 de 2022). *www.researchgate.net*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/361347844_TIEMPO_DE_CONCENTRACION_DE_UNA_CUENCA
- Santana, D. (2024). *dspace.ups*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28720/1/UPS-GT005595.pdf>
- Santos, C. S. (05 de 11 de 2020). *SCRIBD*. Obtenido de Estructuras de Descarga: <https://www.scribd.com/presentation/483048951/2-7-ESTRUCTURAS-DE-DESCARGA>

Sposob, G. (2024). *concepto*. Obtenido de

<https://concepto.de/escorrentia/#:~:text=La%20escorrent%C3%ADa%20subterr%C3%A1nea,superficie%20hacia%20mares%20y%20oc%C3%A9anos.>

Stormwater Management. (2024). Obtenido de

<https://www.esf.edu/ere/endreny/GICalculator/DetentionIntro.html>

Structuralia. (25 de 01 de 2017). Obtenido de <https://blog.structuralia.com/aplicacion-del-metodo-racional-en-el-calculo-de-caudales-maximos?>

Unatsabar. (2005). Obtenido de

https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CEPISO~1.PDF

Valdivieso, A. (2024). *Iagua*. Obtenido de [https://www.iagua.es/respuestas/sistema-drenaje-](https://www.iagua.es/respuestas/sistema-drenaje-pluvial#:~:text=1%20.,evitar%20da%C3%B1os%20materiales%20y%20humanos.)

[pluvial#:~:text=1%20.,evitar%20da%C3%B1os%20materiales%20y%20humanos.](https://www.iagua.es/respuestas/sistema-drenaje-pluvial#:~:text=1%20.,evitar%20da%C3%B1os%20materiales%20y%20humanos.)

Valle, M. d. (09 de 09 de 2019). *Cuadernos del Curiham* . Obtenido de

<https://portal.amelica.org/ameli/journal/242/2421204007/html/#:~:text=T%C3%A9mez%2C%20J.,25%2C%2041%2D57.>

Vallejo, G. (2016). Obtenido de <https://procivilnet.blogspot.com/2016/07/metodos-para-el-calculo-del-tiempo-de.html?>

Vargas, L., & Contreras, S. (s.f.). *Espol*. Obtenido de

<https://idear.espol.edu.ec/sites/default/files/posters/6.%20VARGAS%20LUIS%20-%20CONTRERAS%20STEVEN.pdf>

Veolia. (09 de 10 de 2022). Obtenido de

<https://www.interagua.com.ec/servicios/sistema-de-alcantarillado-pluvial>

Villanueva, A. (2019). *Sarreplec*. Obtenido de

https://sarreplec.caib.es/pluginfile.php/23679/mod_resource/content/3/77_sifone

s_invertidos.html#:~:text=Los%20sifones%20invertidos%20con%20c%C3%A1
 maras,estudio%20comparativo%20con%20otras%20alternativas.&text=En%20e
 l%20dise%C3%B1o%20de%20los,por%20su%20f

Volonté, A., Gil, V., & Campo, A. M. (15 de 06 de 2018). Obtenido de

<https://www.redalyc.org/journal/3477/347760473009/html/>

Walker, S. (2012). Obtenido de www.sciencedirect.com:

[https://www.sciencedirect.com/topics/nursing-and-health-
 professions/precipitation](https://www.sciencedirect.com/topics/nursing-and-health-professions/precipitation)

7.2. ANEXOS

ANEXO 1 Modelo de encuesta.

Modelo de Encuesta

Encuesta dirigida a la comunidad de la ciudadela Modular del cantón Durán

1. ¿Con qué frecuencia se inunda el sector durante la temporada de lluvias?
 - a) nunca
 - b) a veces
 - c) frecuentemente
 - d) siempre
2. ¿Cuánto tiempo tarde en drenar el agua en su sector después de una lluvia intensa?
 - a) Menos de 1 hora
 - b) Entre 1 y 3 horas
 - c) Entre 3 y 6 horas
 - d) Mas de 6 horas
3. ¿Considera que el agua estancada afecta la movilidad en su comunidad?
 - a) Si
 - b) No
4. ¿Ha experimentado problemas de salud relacionados con el agua estancada en su comunidad?
 - a) Si
 - b) No
5. ¿Ha notado el aparecimiento de insectos o reptiles durante la temporada de lluvia?
 - a) Si
 - b) No
6. ¿Qué tan importante considera la implementación de un sistema de drenaje pluvial en su comunidad?
 - a) Si
 - b) No
 - c) Muy importante

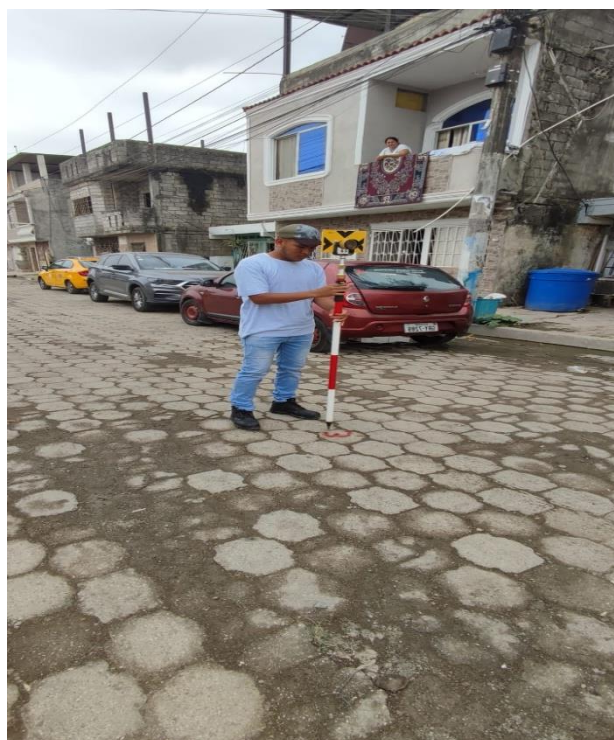
ANEXO 2 Realización de la encuesta a los ciudadanos.



ANEXO 3 Entrada de la Ciudadela El Modular



ANEXO 4 Levantamiento Topográfico de la Ciudadela El Modular



ANEXO 5 Levantamiento Topográfico dentro de la Ciudadela El Modular



ANEXO 6 Levantamiento Topográfico de la entrada principal 1 de la Ciudadela El Modular.



ANEXO 7 Levantamiento Topográfico del Canal de Descarga para el AALL de la Ciudadela El Modular.





DATOS DEL TERRENO		
	ÁREA(ha)	
CIUDADELA EL MODULAR	2.3270	
COORDENADAS UTM		
PUNTO	ESTE	NORTE
1	632278,6959	9760950,4031
2	632274,0865	9761100,3322
3	632094,1715	9761094,8009
4	632098,7809	9760944,8718

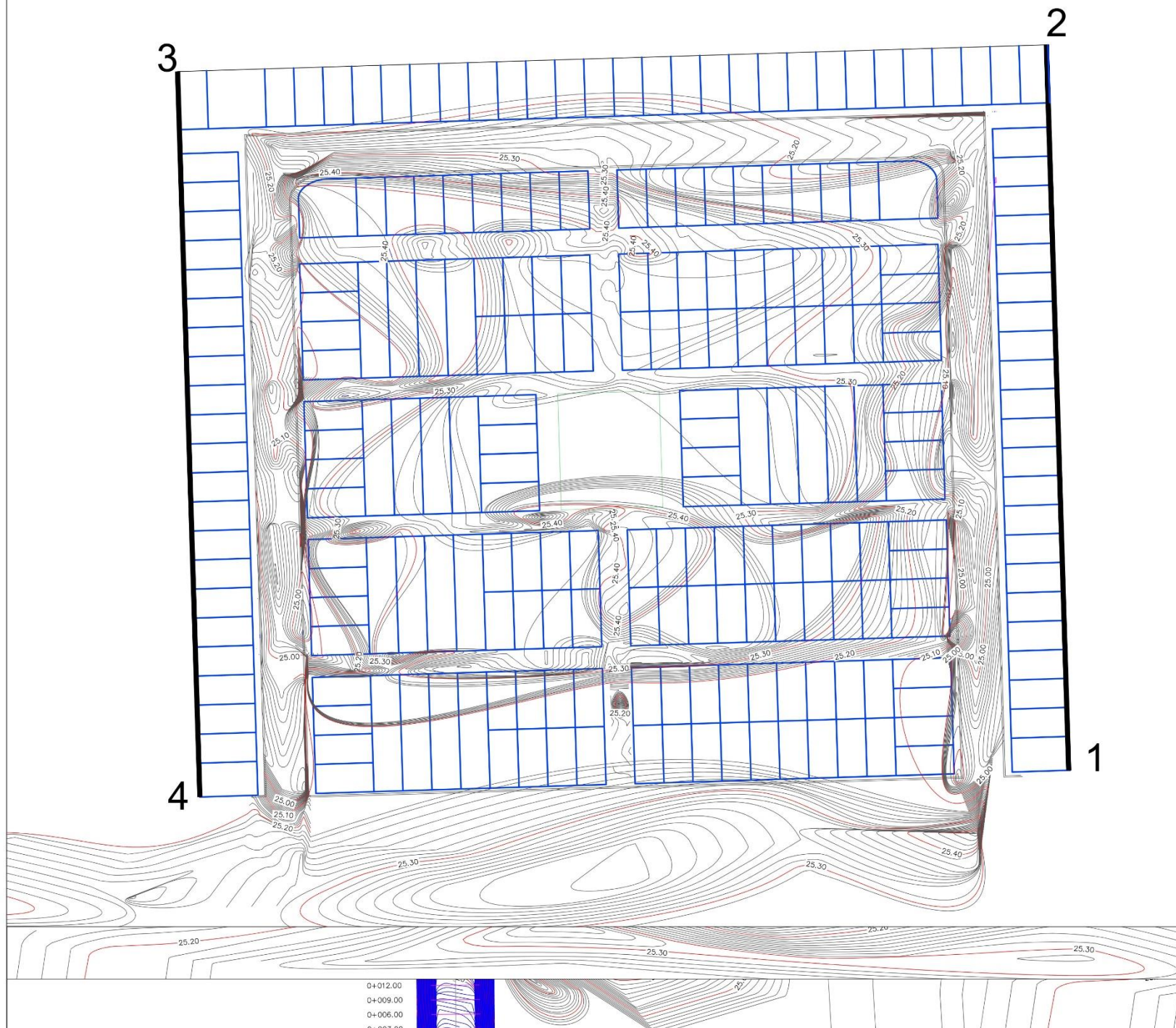


PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA CIUDADELA EL MODULAR, UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN

ELABORADO POR: LENIN BRYAN ALCIVAR ESPINOZA SCARLET FERNANDA MINDIOLA JIMENEZ.	FECHA: 10/01/25. ESCALA: 1:400 LAMINA: A1
--	--

CONTIENE:
 Plano Georeferenciado de la ciudadela El Modular, para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial.

UBICACIÓN: CIUDADELA EL MODULAR PROVINCIA: GUAYAS CANTÓN: DURÁN	ANEXO: N° 8
---	-------------



DATOS DEL TERRENO		
	ÁREA(ha)	
CIUDADELA EL MODULAR	2.3270	
COORDENADAS UTM		
PUNTO	ESTE	NORTE
1	632278,6959	9760950,4031
2	632274,0885	9761100,3322
3	632094,1715	9761094,8009
4	632098,7809	9760944,8718

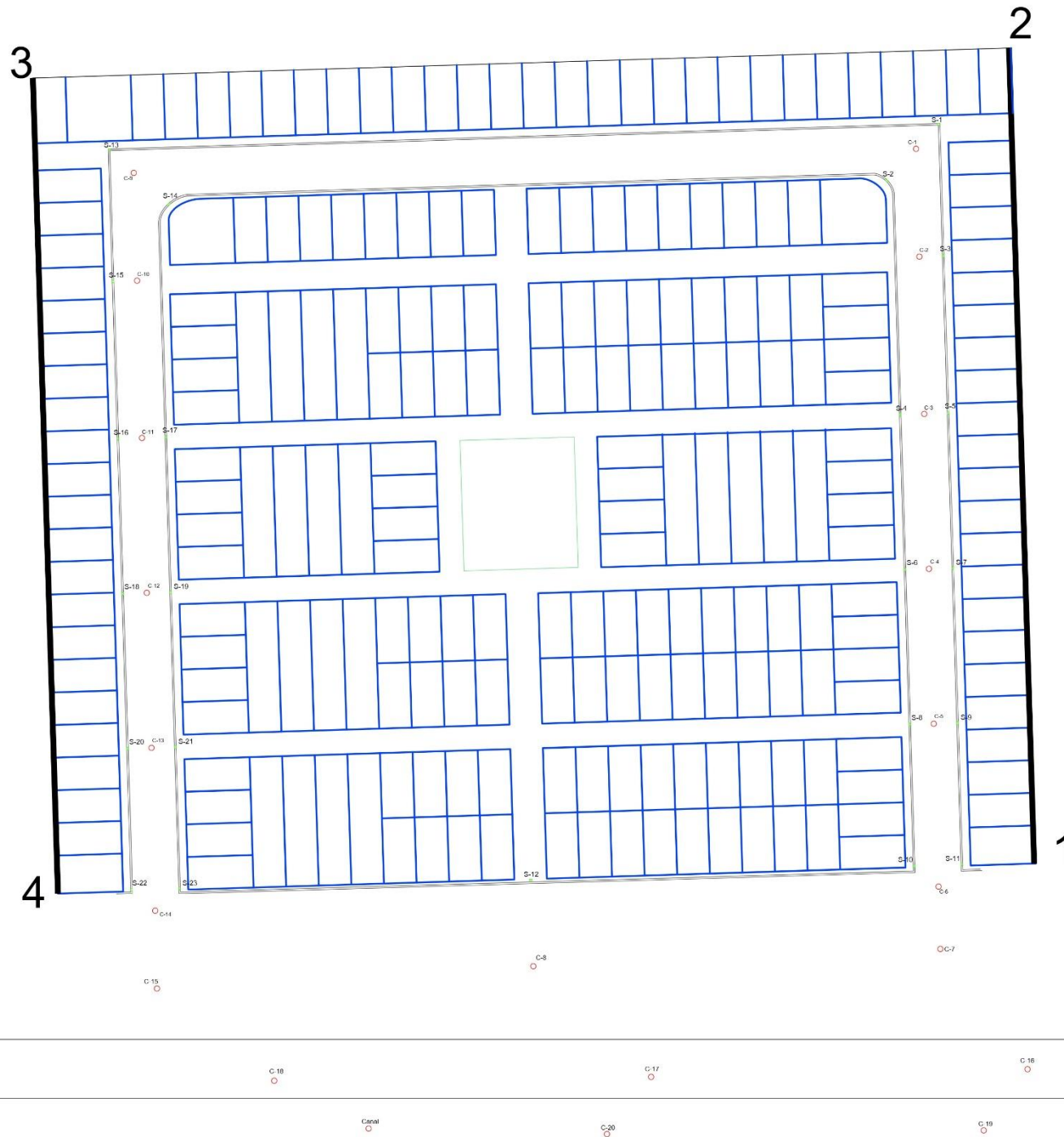


PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA CIUDADELA EL MODULAR, UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN

ELABORADO POR:	FECHA:
LENIN BRYAN ALCIVAR ESPINOZA	10/01/25.
SCARLET FERNANDA MINDIOLA JIMENEZ.	ESCALA: 1:400
	LAMINA: A1

CONTIENE:
 Curvas de nivel de la ciudadela El Modular y se representa mediante la línea azul la longitud de recorrido del sistema de alcantarillado pluvial.

UBICACIÓN: CIUDADELA EL MODULAR PROVINCIA: GUAYAS CANTÓN: DURÁN	ANEXO: N° 9
---	-------------



DATOS DEL TERRENO		
		ÁREA(ha)
CIUDADELA EL MODULAR		2,3270
COORDENADAS UTM		
PUNTO	ESTE	NORTE
1	632278,6959	9760950,4031
2	632274,0865	9761100,3322
3	632094,1715	9761094,8009
4	632088,7809	9760944,8718

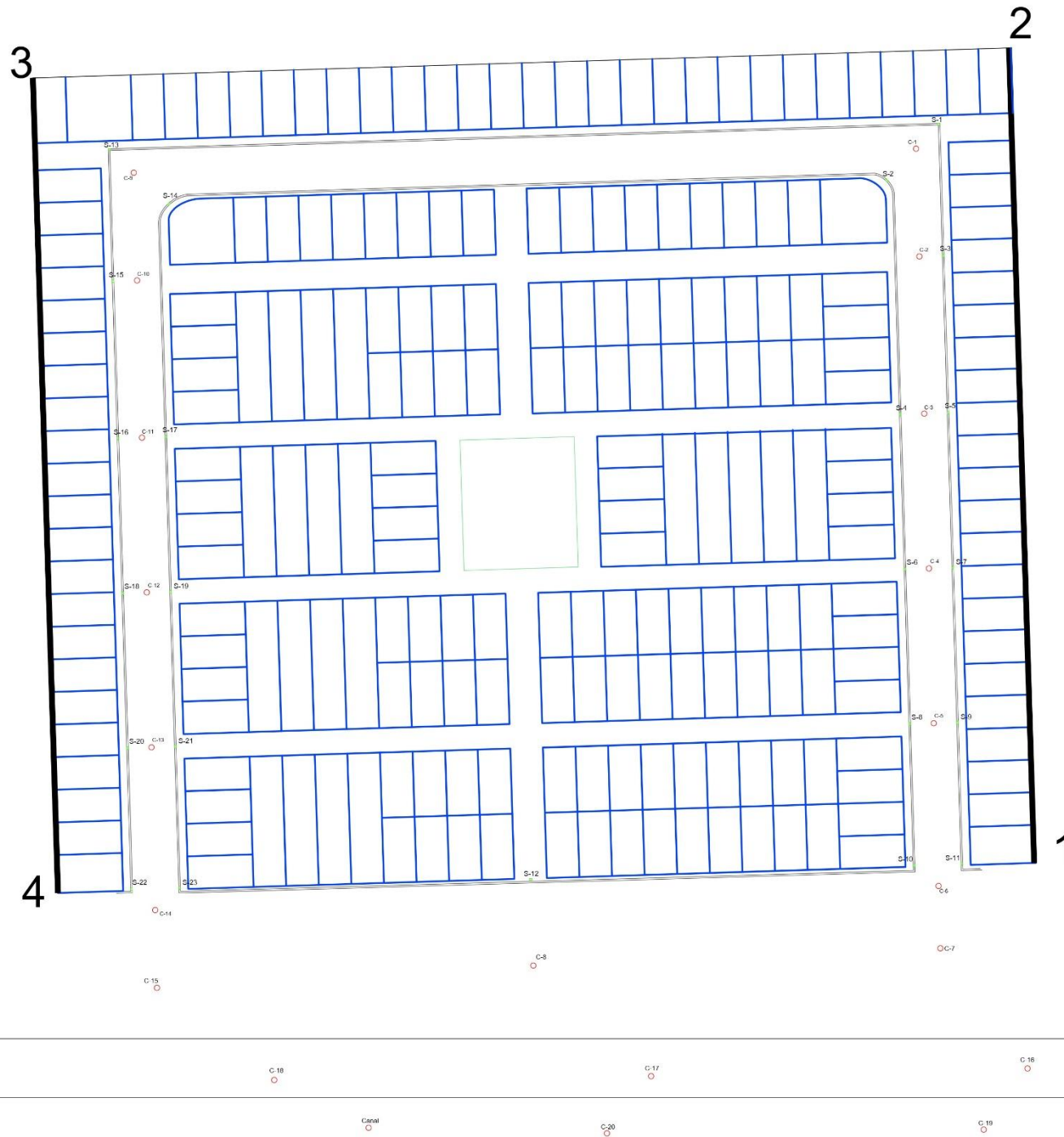


PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA CIUDADELA EL MODULAR, UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN

ELABORADO POR: LENIN BRYAN ALCIVAR ESPINOZA SCARLET FERNANDA MINDIOLA JIMENEZ.	FECHA: 10/01/25. ESCALA: 1:400 LAMINA: A1
--	--

CONTIENE:
 Ubicación de los Sumideros y cámaras de inspección en la ciudadela El Modular, para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial.

UBICACIÓN: CIUDADELA EL MODULAR PROVINCIA: GUAYAS CANTÓN: DURÁN	ANEXO: N°10 y 11
---	------------------



DATOS DEL TERRENO		
	ÁREA(ha)	
CIUDADELA EL MODULAR	2.3270	
COORDENADAS UTM		
PUNTO	ESTE	NORTE
1	632278,6959	9760950,4031
2	632274,0865	9761100,3322
3	632094,1715	9761094,8009
4	632098,7809	9760944,8718

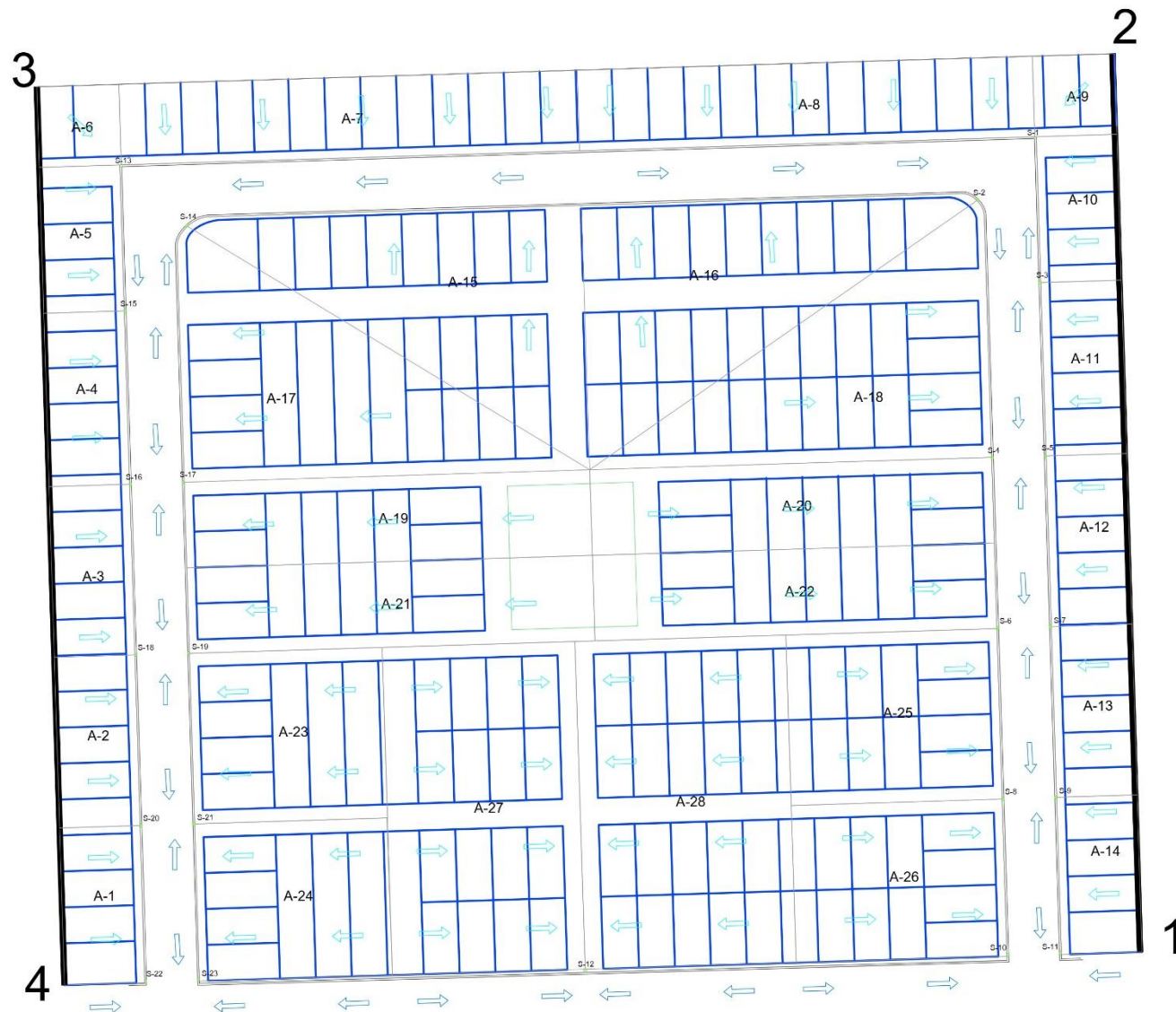


PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA CIUADELA EL MODULAR, UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN

ELABORADO POR: LENIN BRYAN ALCIVAR ESPINOZA SCARLET FERNANDA MINDIOLA JIMENEZ.	FECHA: 10/01/25. ESCALA: 1:400 LAMINA: A1
--	--

CONTIENE:
 Ubicación de los Sumideros y cámaras de inspección en la ciudadela El Modular, para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial.

UBICACIÓN: CIUADELA EL MODULAR PROVINCIA: GUAYAS CANTÓN: DURÁN	 ANEXO: N°10 y 11
--	----------------------



DATOS DEL TERRENO		
	ÁREA(ha)	
CIUDADELA EL MODULAR	2.3270	
COORDENADAS UTM		
PUNTO	ESTE	NORTE
1	632278,6959	9760950,4031
2	632274,0865	9761100,3322
3	632094,1715	9761094,8009
4	632098,7809	9760944,8718

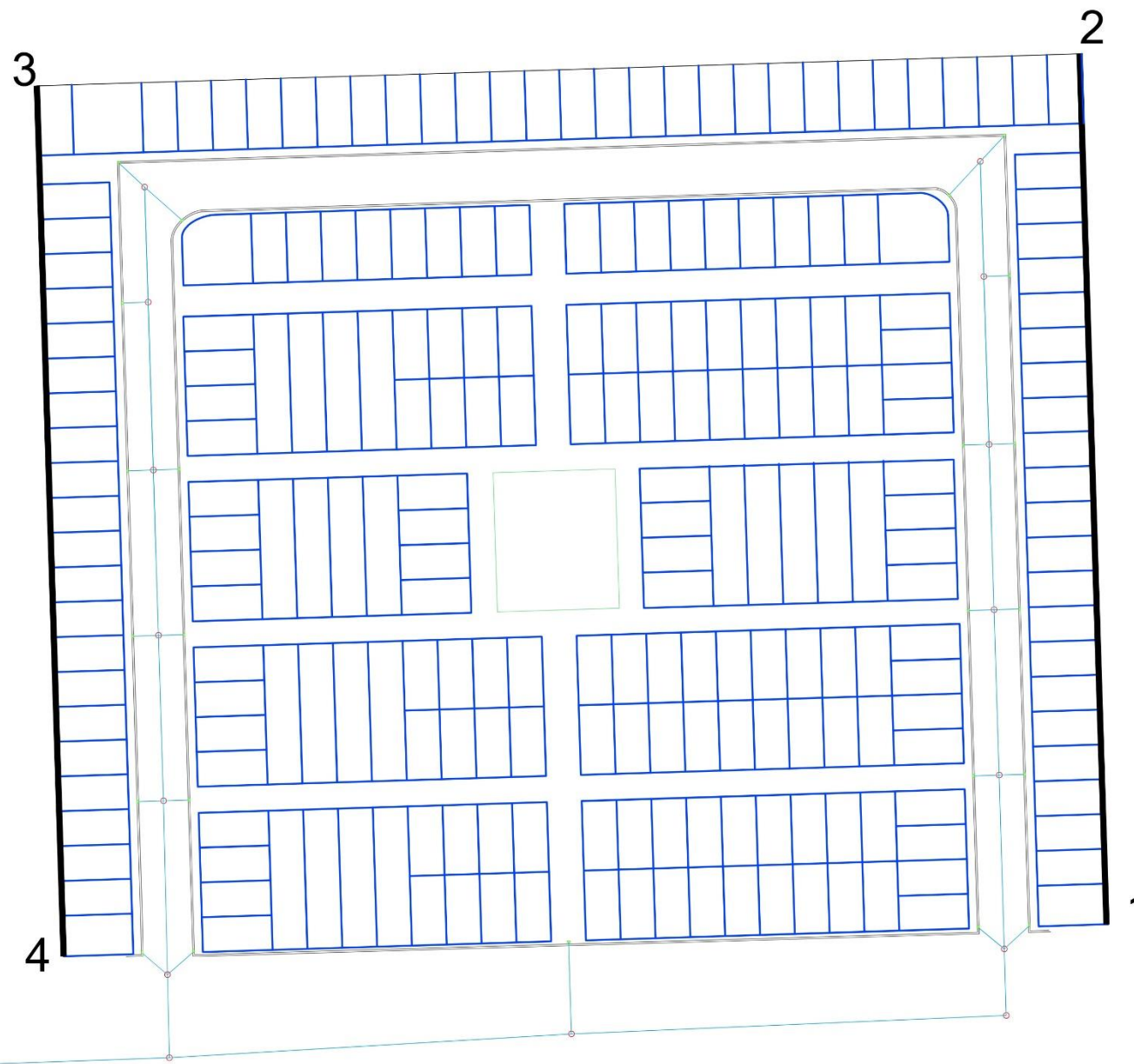


PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA CIUDADELA EL MODULAR, UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN

ELABORADO POR: LENIN BRYAN ALCIVAR ESPINOZA SCARLET FERNANDA MINDIOLA JIMENEZ.	FECHA: 10/01/25. ESCALA: 1:400 LAMINA: A1
--	--

CONTIENE:
Áreas de aportación con su respectivo Sumideros donde escurrirá las aguas lluvias en la ciudadela El Modular, para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial.

UBICACIÓN: CIUDADELA EL MODULAR PROVINCIA: GUAYAS CANTÓN: DURÁN	ANEXO: N° 12
---	--------------



DATOS DEL TERRENO		
	ÁREA(ha)	
CIUDADELA EL MODULAR	2.3270	
COORDENADAS UTM		
PUNTO	ESTE	NORTE
1	632278,6959	9760950,4031
2	632274,0865	9761100,3322
3	632094,1715	9761094,8009
4	632098,7809	9760944,8718

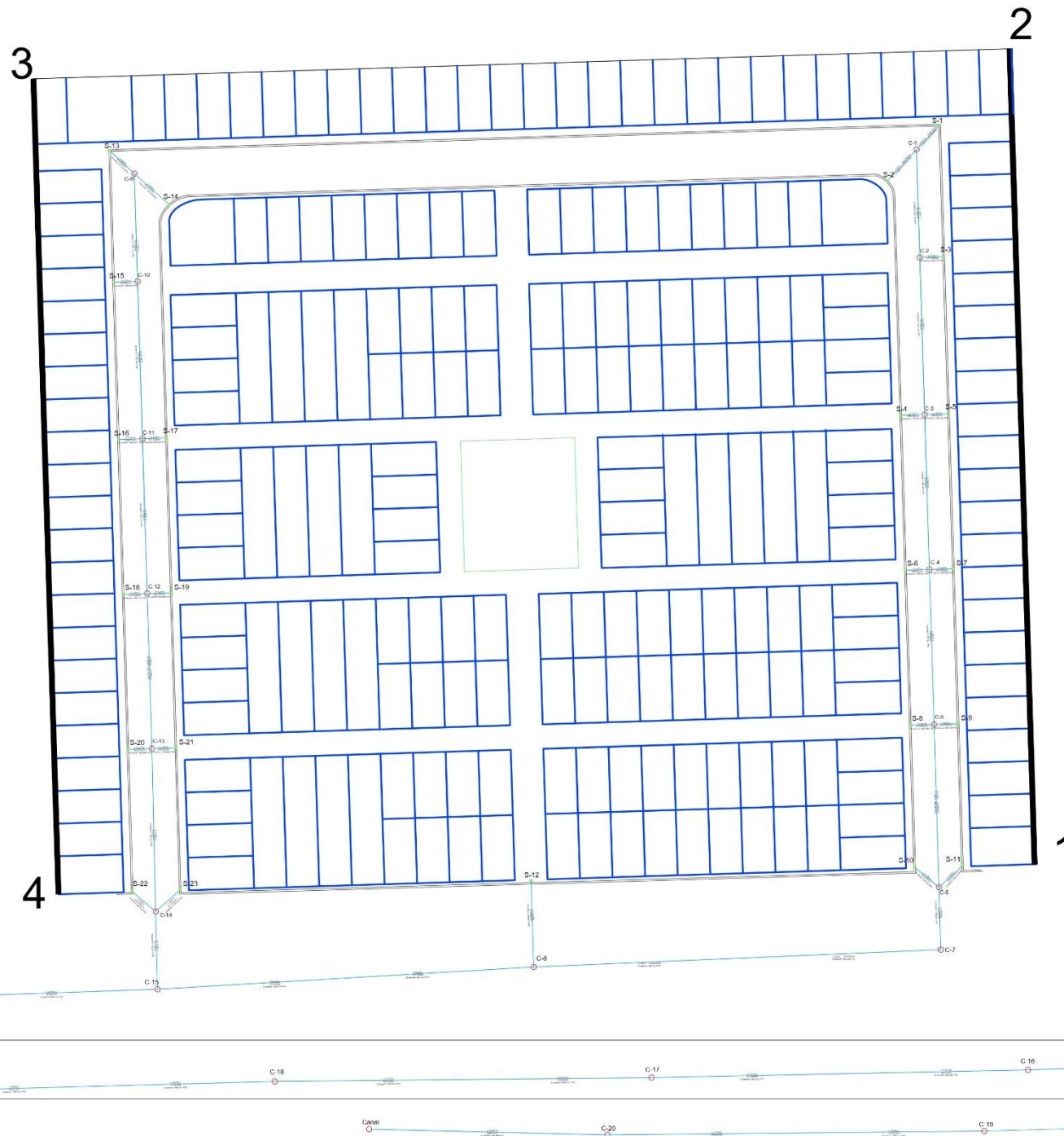


PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA CIUADELA EL MODULAR, UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN

ELABORADO POR: LENIN BRYAN ALCIVAR ESPINOZA . SCARLET FERNANDA MINDIOLA JIMENEZ.	FECHA: 10/01/25. ESCALA: 1:400 LAMINA: A1
--	--

CONTIENE:
 Ubicación de los colectores y tirantes en la ciudadela El Modular, para el diseño del sistema de alcantarillado pluvial.

UBICACIÓN: CIUADELA EL MODULAR PROVINCIA: GUAYAS CANTÓN: DURÁN		ANEXO: N° 13
--	---	--------------



DATOS DEL TERRENO		
	ÁREA(ha)	
CIUDADELA EL MODULAR	2.3270	
COORDENADAS UTM		
PUNTO	ESTE	NORTE
1	632278,6959	9760950,4031
2	632274,0865	9761100,3322
3	632094,1715	9761094,8009
4	632098,7809	9760944,8718



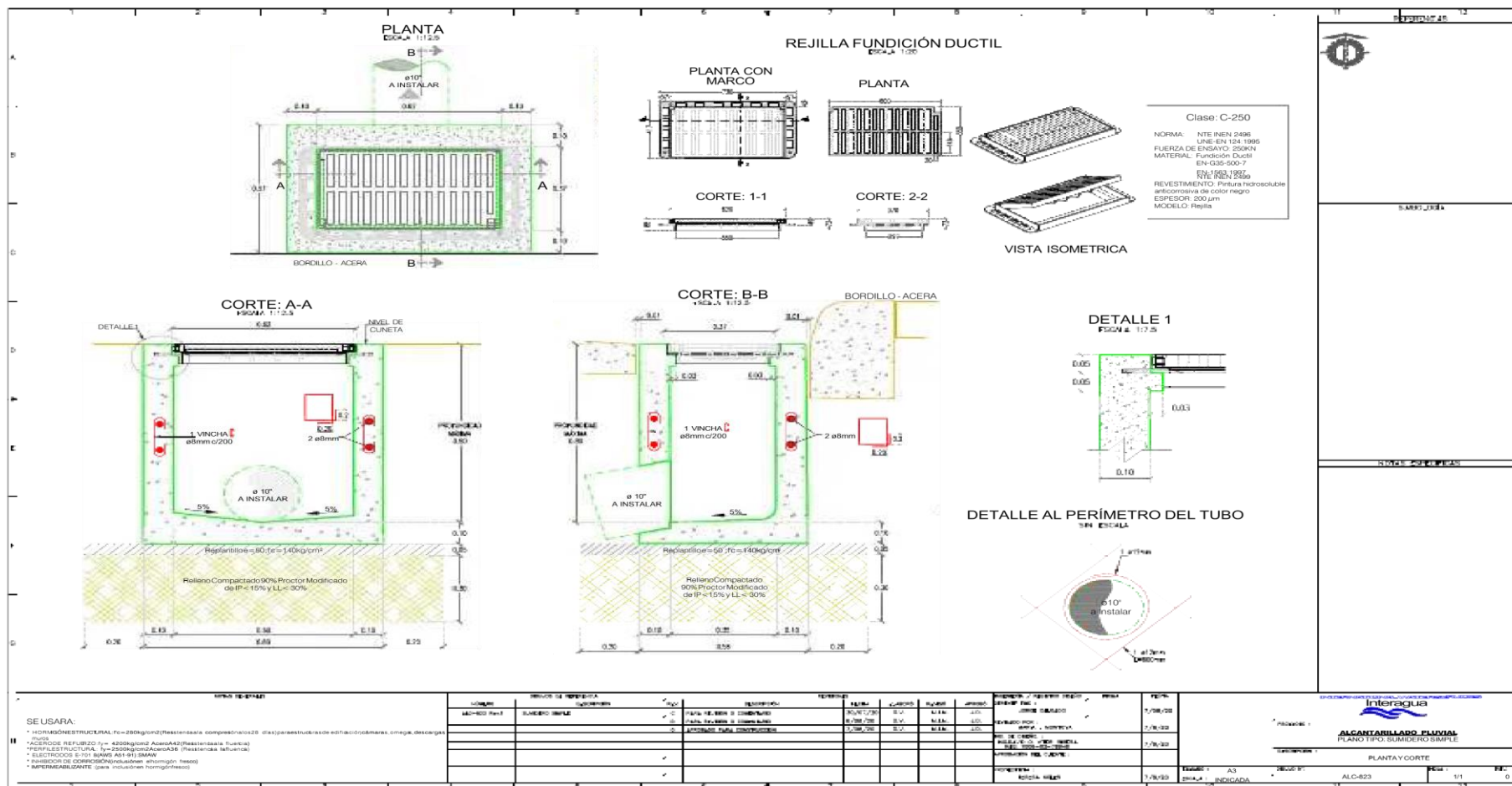
PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA CIUDADELA EL MODULAR, UBICADA EN EL CANTÓN DURÁN

ELABORADO POR: LENIN BRYAN ALCIVAR ESPINOZA . SCARLET FERNANDA MINDIOLAZA JIMENEZ.	FECHA: 10/01/25. ESCALA: 1:400 LAMINA: A1
--	--

CONTIENE:
Diseño final del sistema de alcantarillado pluvial en la ciudadela El Modular.

UBICACIÓN: CIUDADELA EL MODULAR PROVINCIA: GUAYAS CANTÓN: DURÁN	ANEXO: N° 14
---	--------------

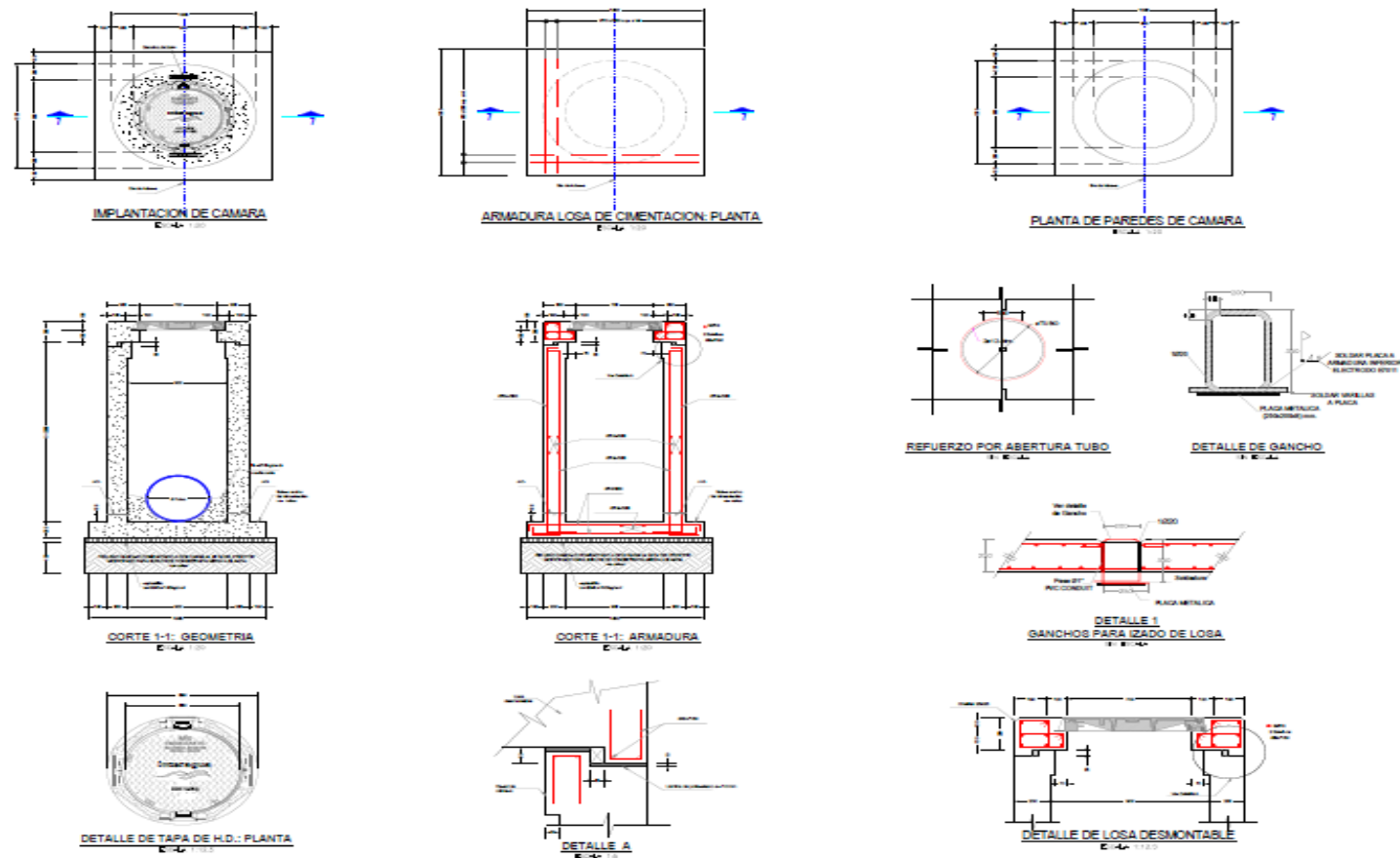
ANEXO 15 Detalles y cortes de un Sumidero Simple, Diseño realizado por Interagua.



Fuente: (Interagua, 2024).

Nota: Estos planos no son de nuestra pertenencia, son diseños realizados por Interagua.

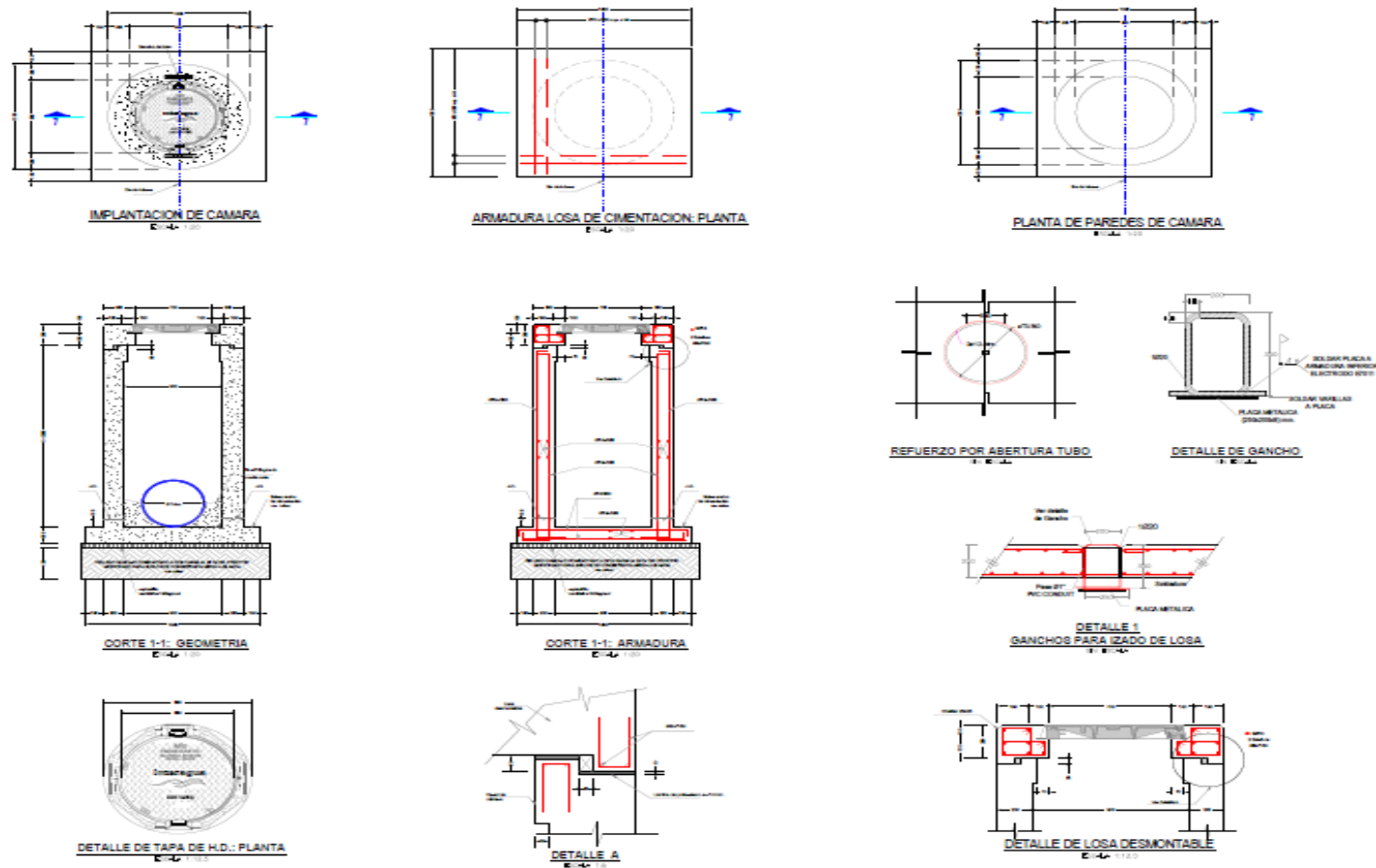
ANEXO 16 Detalles y cortes de una Cámara Tipo I, Diseño realizado por Interagua.



Fuente: (Interagua, 2024).

Nota: Estos planos no son de nuestra pertenencia, son diseños realizados por Interagua.

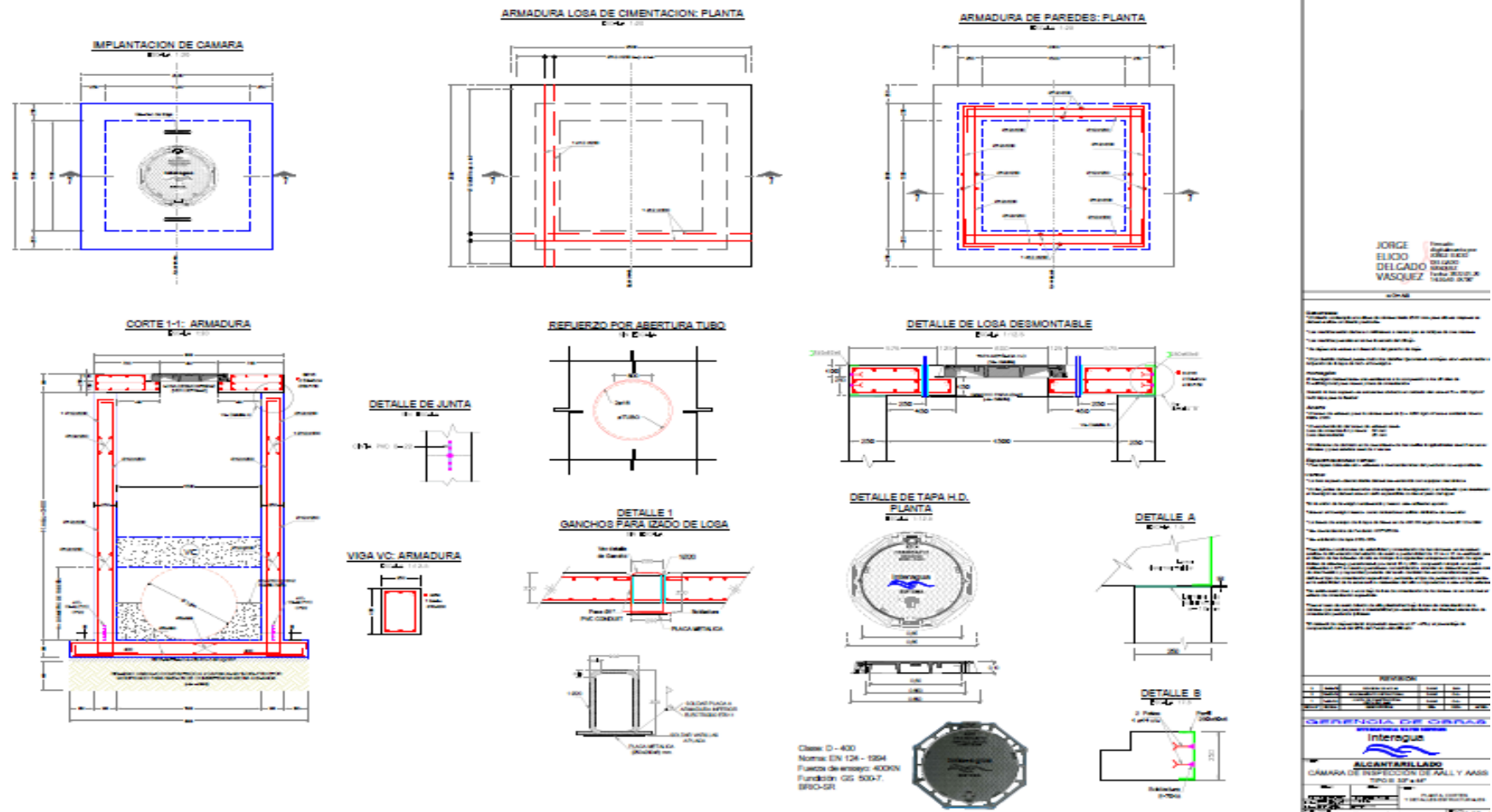
ANEXO 17 Detalles y cortes de una Cámara Tipo II, Diseño realizado por Interagua.



Fuente: (Interagua, 2024).

Nota: Estos planos no son de nuestra pertenencia, son diseños realizados por Interagua.

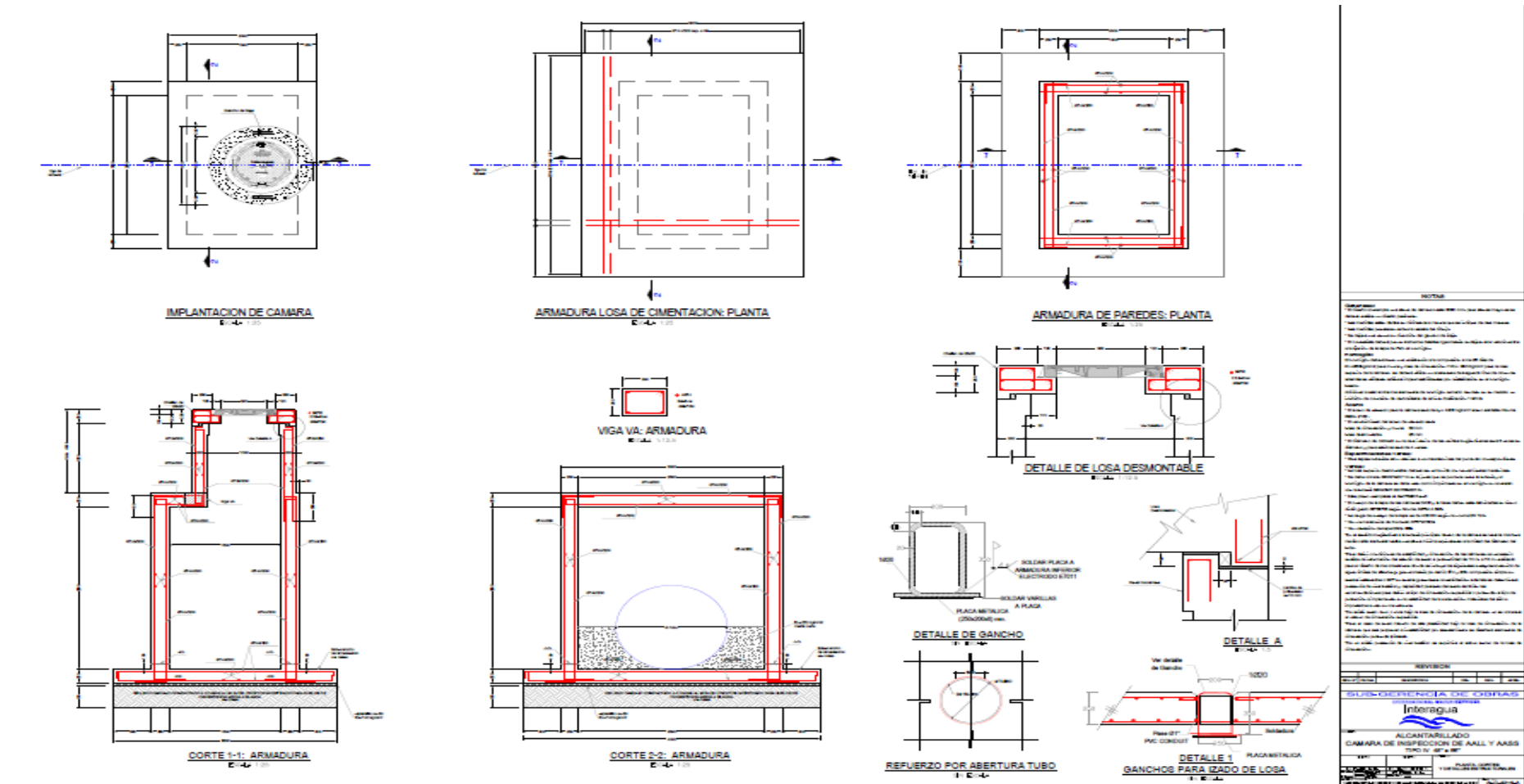
ANEXO 18 Detalles y cortes de una Cámara Tipo III, Diseño realizado por Interagua.



Fuente: (Interagua, 2024).

Nota: Estos planos no son de nuestra pertenencia, son diseños realizados por Interagua.

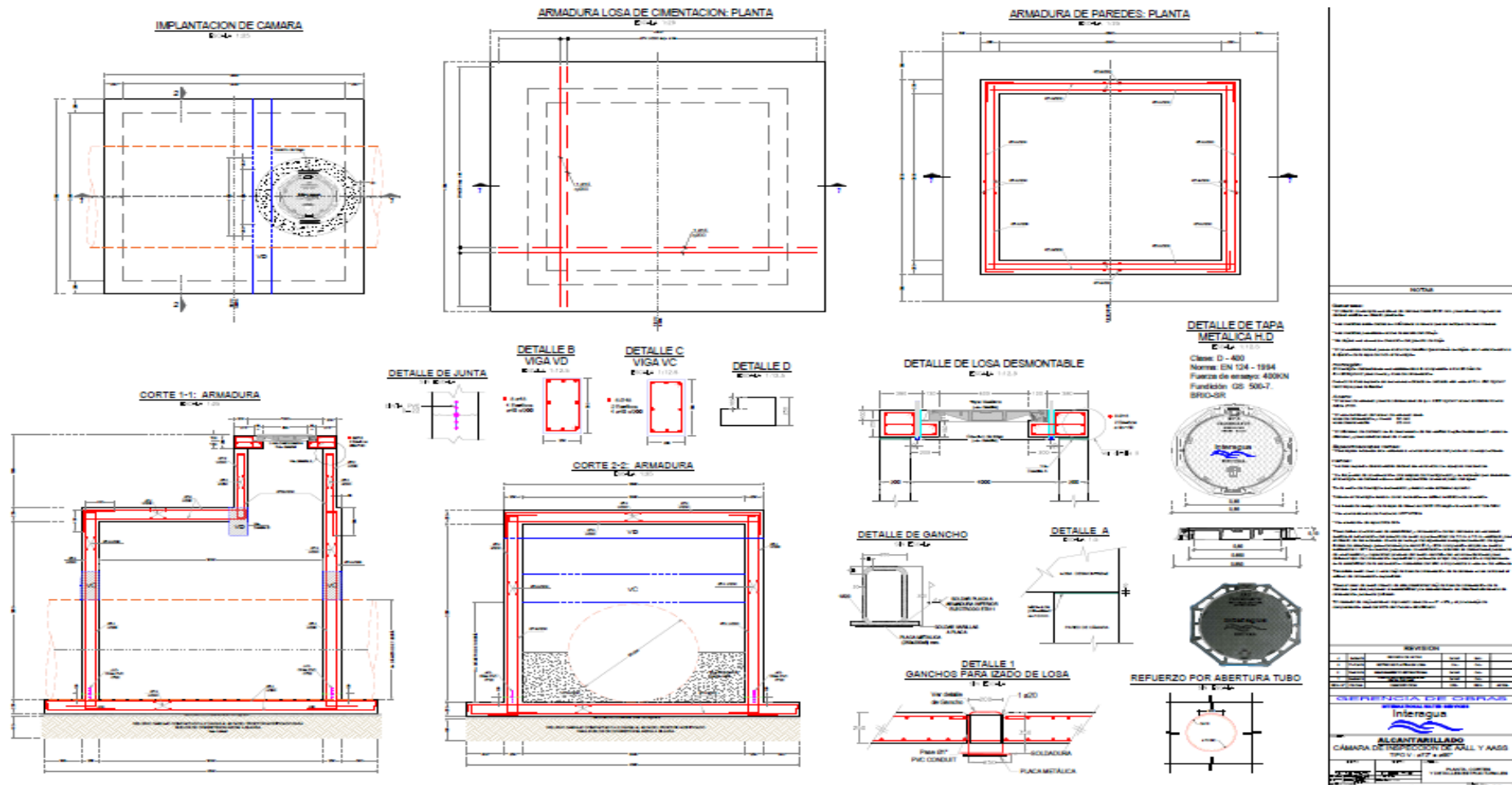
ANEXO 19 Detalles y cortes de una Cámara Tipo IV, Diseño realizado por Interagua.



Fuente: (Interagua, 2024).

Nota: Estos planos no son de nuestra pertenencia, son diseños realizados por Interagua.

ANEXO 20 Detalles y cortes de una Cámara Tipo V, Diseño realizado por Interagua.



Fuente: (Interagua, 2024).

Nota: Estos planos no son de nuestra pertenencia, son diseños realizados por Interagua.

ANEXO 21 Situación actual de la ciudadela El Modular con las últimas lluvias registradas. Foto tomada el jueves 16 de enero del presente año.



ANEXO 22 Entrada principal 1 de la ciudadela El Modular con las últimas lluvias registradas. Foto tomada el jueves 16 de enero del presente año.

