



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE LOS COLECTORES PRINCIPALES PARA AGUAS RESIDUALES Y DE DRENAJE PARA LAS ZONAS COMPRENDIDAS DESDE MACO MACO HASTA CHALETS COUNTRY EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.**

**Autores:**

Blanco Torres Bárbara Nazareth

Furuya Espinoza Naoki

Urb. Yuma II, Calle Nro. 3 Municipio San Diego  
Teléfono: (0241)8714240 (máster) – Fax: (0241)8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE LOS COLECTORES PRINCIPALES PARA AGUAS  
RESIDUALES Y DE DRENAJE PARA LAS ZONAS COMPRENDIDAS DESDE MACO  
MACO HASTA CHALETS COUNTRY EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO  
CARABOBO.**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar el título de  
**INGENIERO CIVIL.**

**AUTORES:**

Blanco Torres Bárbara Nazareth

C.I. V-27.146.919

Furuya Espinoza Naoki

C.I. V- 27.311.237

**TUTOR:**

Ing. Manuel Figueira

C.I: V- 17.315.996

San Diego, Enero del 2023



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

**ACTA DE APROBACIÓN**

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Propuesta de diseño de los colectores principales para aguas Residuales y de drenaje para las zonas comprendidas desde Maco Maco hasta Chalets Country en el Municipio San Diego, Estado Carabobo Realizado por el (la) Br. Barbara N. Blanco T

C.I. N° 22196919 cursante de la carrera de Ingeniería Civil hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

[Signature]  
Cofundador Académico (Coordinador)  
Nombre: Alonso Figueroa  
C.I.: 17315796

[Signature]  
Jurado  
Nombre: Ane Bando  
C.I.: 11808932



[Signature]  
Jurado  
Nombre: Gerardo Huguet  
C.I.: 4859589

Fecha: 16/11/2023

16/11/23



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

**ACTA DE APROBACIÓN**

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO


El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Propuesta de diseño de los colectores principales para aguas Residuales y de drenaje para las zonas comprendidas desde Maco Maco hasta Charata Country en el Municipio San Diego Estado Carabobo Realizado por el (la) Br. Naoki Furuya E


C.I. N° 27311237 cursante de la carrera de Ingeniería Civil hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

  
Jurado Académico (Coordinador)  
Nombre: Juan Esteban  
C.I.: 17315796

  
Jurado  
Nombre: Anu Santo  
C.I.: 11808932



16/11/23

  
Jurado  
Nombre: Gerardo Huguet  
C.I.: 4859589

Fecha: 16/11/2023



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA

FI L 002 2022-3CR TG

Valencia, 14 de abril de 2023

Ciudadanos:

BLANCO TORRES, BARBARA NAZARETH

27.146.919

FURUYA ESPINOZA, NAOKI

27.311.237

Presente -

Cumplo con informarles que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 04-2023 de fecha 09/02/2023 aprobó el proyecto de grado titulado:

**Propuesta de diseño de los colectores principales para aguas residuales y de drenaje para las zonas comprendidas desde Maco Maco hasta Chalets Country en el municipio San Diego, estado Carabobo.**

Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:  
Ing. Manuel José Figueira Da Rocha, titular de la cédula de identidad V- 17.315.996

Atentamente

Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia  
Decana de la Facultad de Ingeniería



e.e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

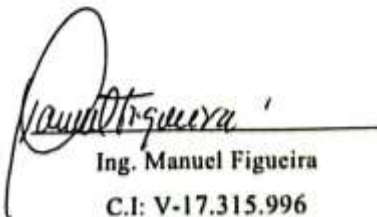


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN  
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ing. Manuel Figueira, portador de la cédula de identidad C.I: V-17.315.996, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos, Barbara Blanco, portador de la cédula de identidad N° V-27.146.919, Naoki Furuya portador de la cédula de identidad N° V-27.311.237, titulado **PROPUESTA DE DISEÑO DE LOS COLECTORES PRINCIPALES PARA AGUAS RESIDUALES Y DE DRENAJE PARA LAS ZONAS COMPRENDIDAS DESDE MACO MACO HASTA CHALETS COUNTRY EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.** presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniero civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los veintisiete (27) días del mes de octubre del año dos mil  
Veintitrés.

  
Ing. Manuel Figueira  
C.I: V-17.315.996



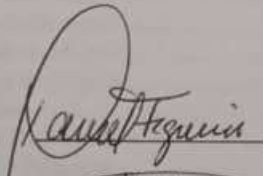
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quienes suscriben esta acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: "PROPUESTA DE DISEÑO DE LOS COLECTORES PRINCIPALES PARA AGUAS RESIDUALES Y DE DRENAJE PARA LAS ZONAS COMPRENDIDAS DESDE MACO MACO HASTA CHALETS COUNTRY EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO", ha sido revisado y cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Manuel Figuera

Tutor(a) Académico



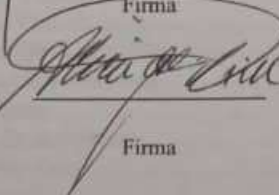
Firma

27-01-2023

Fecha

Ing. Alicia Yáñez de Pizzella

Tutor(a) Metodológico



Firma

1-2-23

Fecha

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a Dios por permitirme llegar a este momento tan importante para mí, por bendecirme con experiencias retadoras y gratificantes y por traer personas maravillosas a mi vida.

A mis padres Reina Torres y Miguel Blanco, quiero agradecerles por siempre creer en mí y por motivarme a seguir adelante, siempre recordándome que con determinación y constancia se pueden lograr las metas, estaré eternamente agradecida y feliz de ser su hija y espero poder hacer que se sientan orgullosos de la crianza que me dieron y que con su gran esfuerzo es que estoy hoy aquí. A mis hermanos Cindy y Gabriel, por ser ese apoyo emocional y por aportar risas a mi vida durante el tiempo que voy de visita, estoy feliz de ser su hermana mayor y siempre estaré con ustedes, aunque de vez en cuando existan pequeñas discusiones, tenerlos en mi vida es uno de los más grandes regalos que nuestros padres me dieron y que aprecio muchísimo.

Quiero agradecer a mi tutor, el Ing. Manuel Figueira quien siempre estuvo atento a nuestras dudas e inquietudes, por todas las correcciones y recomendaciones que nos dio durante el desarrollo de este trabajo, además por motivarnos a mantenernos enfocados en la meta cuando pensábamos que todo iba mal, muchas gracias profesor por toda su ayuda.

Estoy muy agradecida con la Ingeniera Zhandra López, porque gracias a todas sus enseñanzas pudimos realizar gran parte de este trabajo, muchas gracias por siempre recibirme cuando tenía dudas con respecto a las consideraciones que estaba tomando y una disculpa por ir tantísimas veces a hacerle preguntas, sin usted no lo hubiésemos logrado, es una excelente profesional.

A Diana Torres, quiero expresarle especialmente mis agradecimientos por ser esa amistad que me recordó en todo momento que podía lograr terminar este trabajo, por siempre escucharme en mis ataques de nervios y hacerme compañía en la mayoría de las horas de estudio, estoy inmensamente agradecida por tu apoyo y tu empatía, me siento feliz de poder decir que en poco tiempo te convertiste en una de mis mejores amigas.

Quiero expresar mis agradecimientos a mis compañeros de clase, por hacer de este último año de la universidad una experiencia más divertida y por hacerme sentir acompañada, en especial quiero mencionar a Diego Velásquez quien se convirtió en mi compañero de estudios en poco tiempo, realmente puedo decir que nuestros típicos lunes de acero y fundaciones serán lindos recuerdos. A Yoli Mora, Victoria Bakhos y Valeria Alcalá, las quiero mucho y muchas gracias por estar pendiente de mi en los momentos de estrés y por escucharme cuando necesitaba hablar para sentirme mejor, también estoy agradecida con Elías Kouefati por ser un gran amigo y siempre animarnos a todos, hiciste las últimas clases más entretenidas. Muchísimas gracias a todos por creer en mí y por sus lindas palabras de motivación que, aunque no lo crean fueron de gran ayuda para mí, que lindo tener compañeros y futuros colegas como ustedes. Las risas no faltaron.

Finalmente quiero agradecer a Manuel Rojas por llevarnos a realizar las inspecciones en el terreno, llevarnos a la alcaldía, al SINFRA y por ser un buen amigo durante la carrera.

Barbara Blanco.

Quiero expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a las personas que hicieron posible la culminación de este trabajo de grado:

A mis padres, Shuji Furuya y Miriam Espinoza, mis pilares fundamentales en la vida, por brindarme su apoyo incondicional y su amor a lo largo de toda mi existencia. Sin su esfuerzo constante y apoyo, nada de esto hubiera sido posible. Les agradezco de corazón por confiar y creer en mí siempre, por darme ánimos en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada logro. Este logro es dedicado para ti Papi, que a pesar de que no estas físicamente, sé que estas a mi lado guiándome en cada paso que dé, siempre estuviste para mí y por siempre serás mi mayor ejemplo a seguir y mi más gran admiración.

A mis hermanos, Yoichi, Yuuki y Hiroki, por apoyarme en este proceso y estar siempre presentes.

A mis tíos, Jannet Guerrero y Armando Díaz, y mi primo Miguel Díaz, quienes me acobijaron desde un primer momento, me aconsejaron, me apoyaron, me animaron a seguir adelante y sin ustedes esto no hubiese sido posible, gracias por ser tan incondicionales. Estaré eternamente agradecido con ustedes.

También quiero agradecer a todos aquellos compañeros y amigos que fueron un apoyo a lo largo de mi carrera y se volvieron una parte especial de mi vida: Daniel Rivero, Jesús Varela, Johnsen Escalante, Manuel Rojas y por último, no menos importante, Isidoro González (Meteryoki).

Finalmente, mi gratitud a todos los profesores que formaron parte de este largo recorrido académico, que compartieron sus conocimientos y nos formaron para ser buenos profesionales, en especial al Ing. Manuel Figueira, Ing. Ángel Medina, Ing. Daniel Zerpa y la Ing. Zhandra López.

A todas estas personas e instituciones les estaré eternamente agradecido. Este logro también les pertenece a ustedes.

Naoki Furuya.

## ÍNDICE

<b>INDICE DE CUADRO</b> .....	<b>x</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>INDICE DE GRAFICOS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>

### CAPÍTULO

#### **I EL PROBLEMA**

<b>1.1</b> Planteamiento del problema .....	<b>2</b>
<b>1.2</b> Formulación del Problema.....	<b>4</b>
<b>1.3</b> Objetivos de la Investigación .....	<b>4</b>
<b>1.3.1</b> Objetivo General .....	<b>4</b>
<b>1.3.2</b> Objetivos Específicos .....	<b>4</b>
<b>1.4</b> Justificación de la Investigación .....	<b>4</b>
<b>1.5</b> Alcances.....	<b>5</b>

#### **II MARCO TEÓRICO**

<b>2.1</b> Antecedentes de la investigación.....	<b>7</b>
<b>2.2</b> Bases Teóricas. ....	<b>9</b>
<b>2.2.1</b> Sistema de colectores de aguas residuales.....	<b>9</b>
<b>2.2.2</b> Mecánica de los suelos .....	<b>9</b>
<b>2.2.3</b> Ley de los Fluidos.....	<b>9</b>
<b>2.2.4</b> Teoría de Bernoulli .....	<b>10</b>
<b>2.2.5</b> Formula de Manning.....	<b>10</b>
<b>2.2.6</b> Formula de kirpich.....	<b>10</b>
<b>2.2.7</b> Dotación .....	<b>10</b>
<b>2.2.8</b> Cuenca Hidrográfica.....	<b>11</b>
<b>2.2.9</b> Colector Principal .....	<b>11</b>
<b>2.2.10</b> Alcantarillado sanitario.....	<b>11</b>
<b>2.2.10.1</b> Velocidades Mínimas .....	<b>12</b>
<b>2.2.10.2</b> Sumideros .....	<b>12</b>
<b>2.2.10.3</b> Tipos de sumideros .....	<b>12</b>
<b>2.2.10.4</b> Boca de visita.....	<b>13</b>
<b>2.2.10.5</b> Topografía.....	<b>13</b>
<b>2.3</b> Bases Legales.....	<b>13</b>
<b>2.4</b> Definición de Términos .....	<b>14</b>

#### **III MARCO METODOLÓGICO**

<b>3.1</b> Tipo de investigación.....	<b>17</b>
<b>3.2</b> Diseño de la investigación .....	<b>17</b>
<b>3.3</b> Nivel de investigación .....	<b>18</b>
<b>3.4</b> Población y muestra .....	<b>18</b>
<b>3.5</b> Técnicas de recolección de datos .....	<b>18</b>
<b>3.5.1</b> Observación directa .....	<b>19</b>
<b>3.5.2</b> Entrevista .....	<b>19</b>

	3.5.3	Revisión Documental.....	19
	3.5.4	Revisión bibliográfica.....	20
3.6		Instrumento de recolección de datos .....	20
	3.6.1	Registro Fotográfico .....	20
	3.6.2	Planilla de Inspección .....	20
	3.6.3	Guion de entrevista .....	20
	3.6.4	Fichas Documentales .....	21
3.7		Validación .....	21
3.8		Técnicas de Análisis de Datos .....	21
	3.8.1	Matriz FODA.....	21
	3.8.2	Cuadros comparativos .....	22
	3.8.3	Diagrama de Ishikawa .....	22
	3.8.4	Gráficos .....	22
3.9		Fases metodológicas .....	22
3.10		Cuadro de operacionalización de variables	23
<b>IV</b>		<b>RESULTADOS</b>	
4.1		Fase I “Diagnostico del estado del sistema de drenaje y estado del colector principal De aguas residuales para la zona de estudio” .....	25
	4.1.1	Ubicación de la zona.....	25
	4.1.2	Zonificación Urbana .....	32
	4.1.3	Levantamiento de la información hidráulica y topográfica .....	34
	4.1.3.1	Información topográfica de la zona .....	34
	4.1.3.2	información hidráulica .....	36
	4.1.4	Realizar inspecciones para determinar las condiciones actuales de la zona de estudio .....	37
	4.1.5	Ubicar los elementos estructurales de los sistemas de drenaje Y colector de aguas residuales .....	49
	4.1.6	Variables que obstruyen el sistema de drenaje .....	53
4.2		Fase II: Análisis de los factores que intervienen en el diseño de sistemas de Drenaje y del colector principal de aguas servidas .....	54
	4.2.1	Estudiar las condiciones observadas en la inspección .....	54
	4.2.2	Analizar y estudiar el Plan de Desarrollo Urbano (PDUL) .....	55
	4.2.3	Estudio del crecimiento poblacional .....	64
	4.2.4	Estimar la descarga y escorrentía de la zona .....	66
	4.2.4.1	Pendiente de las cuencas .....	68
	4.2.4.2	Tiempo de concentración .....	68
	4.2.4.3	Intensidad de la lluvia .....	69
	4.2.4.4	Caudal Máximo .....	72
	4.2.4.5	Hidrogramas .....	74
	4.2.4.6	Calculo del coeficiente de Muskingum .....	82
	4.2.4.7	Transito de caudales .....	82
	4.2.5	Realizar un cuadro comparativo para definir los factores que afectan la movilidad .....	87
	4.2.6	Utilizar instrumentos como diagrama de Ishikawa y gráficos Para evaluar necesidades .....	88

4.2.7	Entrevista a expertos.....	89
4.3	Fase III: Diseño del sistema de drenajes y del colector principal.....	90
4.3.1	Diseño del colector principal de drenaje.....	90
4.3.1.1	Velocidad mínima.....	92
4.3.1.2	Sumideros.....	94
4.3.2	Diseño del colector principal para aguas servidas.....	99
4.3.2.1	Estimación del caudal de aguas servidas.....	100
4.3.2.2	Coefficiente k.....	101
4.3.3	Cómputos métricos.....	107
4.3.4	Geometría Vial.....	110
4.3.4.1	Diseño de la carpeta asfáltica.....	111
4.3.4.1.1	Cálculo del Tránsito Promedio Diario (T.P.D).....	111
4.3.4.1.2	Condiciones y efecto de carga de la vialidad en estudio.....	112
4.3.4.1.3	Conteo Vehicular.....	112
4.3.4.1.4	Porcentaje total de vehículos pesados en el carril de diseño.....	114
4.3.4.1.5	Numero de Tránsito Inicial (N.T.I).....	115
4.3.4.1.6	Número de tránsito de diseño (N. T.D).....	115
4.3.4.1.7	Factor de CBR (California Bearing Ratio).....	116
4.3.4.1.8	Espesor del Pavimento en Pulgadas	
4.3.4.1.9	Espesor mínimo de la base.....	117
4.3.4.1.10	Espesor de la carpeta Asfáltica.....	118
4.3.4.1.11	Diseño del Pavimento.....	118
4.3.5	Plan de mantenimiento.....	119
4.4	<b>Fase IV: Realización de un estudio de factibilidad técnico y social</b>	
	<b>Evaluar las propuestas obtenidas para realizar un diseño de drenajes y colector de aguas servidas</b>	
4.4.1	Estudio Técnico.....	120
4.4.2	Estudio social.....	123
4.4.3	Estudio ambiental.....	123
	CONCLUSIONES.....	125
	RECOMENDACIONES.....	127
	REFERENCIAS.....	129
	APÉNDICES.....	131

## ÍNDICE DE FIGURAS

1	Situación actual de la zona entre Maco Maco hasta Chalets Country.....	3
2	Delimitación de la zona donde comenzará del tramo en estudio.....	5
3	Ubicación y Localización del área en estudio.....	25
4	área de estudio.....	26
5	zona de estudio con poligonales por áreas.....	26
6	Plano de zonificación del área de estudio. Comprendido desde Chalets Country hasta el conjunto residencial los Bachilleres.....	33
7	Plano de zonificación desde la Av. Don Julio Centeno hasta el conjunto residencial los Bachilleres.....	33
8	Plano de curvas de nivel. Poligonal abierta para el estudio de las aguas servidas comenzando en el terreno de Los Bachilleres hasta la descarga en el colector principal de la Av. Don Julio Centeno.....	35
9	Plano de curvas de nivel. Poligonal abierta para el estudio del colector de drenaje comenzando en el terreno de Los Bachilleres hasta la descarga en el río Cúpira.....	36
10	Diámetros comerciales de los colectores.....	37
11	Plano de ubicación de bocas de visita de acueducto en el terreno destinado para el conjunto residencial Los Bachilleres.....	50
12	Plano de ubicación de bocas de visita y sumideros en el conjunto residencial Villa Jardín.....	50
13	Plano de ubicación del colector de drenaje existente en la calle Valencia.....	51
14	Plano de ubicación de los elementos estructurales existentes en la poligonal de estudio completa.....	51
15	ubicación de las comunidades que están conectadas al colector de aguas servidas....	52
16	Plano de sección transversal en la calle Valencia, en la intersección de las entradas a los conjuntos residenciales Villa Jardín y Villas de las Caracara.....	53
17	Plano de segmentación de cuencas.....	68
18	plano de planta de ubicación del colector de drenaje desde Los Bachilleres hasta la descarga en el río Cúpira.....	94
19	plano de perfil longitudinal del colector de drenaje.....	95
20	secciones de canales.....	98

21	Desarenador. Plano de planta y corte longitudinal.....	99
22	Desarenador. Corte transversal, vista de la pared difusora.....	99
23	plano de planta del colector de aguas servidas desde el terreno de los Bachilleres hasta la descarga en el colector principal en la Av. Don Julio Centeno.....	105
24	Perfil longitudinal del colector de aguas servidas propuesto.....	106
25	Plano de corte del cajón propuesto para el tramo de tubería que recorre transversalmente el río.....	107
26	Plano de geometría vial de la calle Valencia hasta la vía lateral al conjunto residencial los Bachilleres.....	112
27	plano de ubicación del conteo vehicular realizado.....	114
28	Rangos estimados de vehículos pesados medios de pesos brutos.....	115
29	Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño.....	115
30	Gráfico de Tránsito Inicial.....	116
31	Factores de ajuste al número de Tránsito Inicial.....	117
32	Factor de CBR (California Bearin Ratio).....	117
33	Nomograma del Espesor del Pavimento (periodo de 20 años).....	118
34	Espesor mínimo de base.....	118
35	Espesor de la Carpeta Asfáltica.....	119
36	Diseño del Flexible.....	120

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de Variables .....	24
Tabla 2.	Coordenadas para la poligonal 1 .....	27
Tabla 3.	Coordenadas para la poligonal 2 .....	28
Tabla 4.	Coordenadas para la poligonal 3 .....	28
Tabla 5.	Coordenadas para la poligonal 4 .....	29
Tabla 6.	Coordenadas para la poligonal 5 .....	29
Tabla 7.	Coordenadas para la poligonal 6 .....	30
Tabla 8.	Coordenadas para la poligonal 7 .....	30
Tabla 9.	Coordenadas para la poligonal 8 .....	31
Tabla 10.	Áreas de las poligonales .....	32
Tabla 11.	Ubicación de acueducto transversal al río Cúpira .....	37
Tabla 12.	Ubicación de colector de drenaje de la comunidad Monte Sinaí .....	37
Tabla 13.	Ubicación de boca de visita en el conjunto residencial Villas de la Caracara	38
Tabla 14.	Ubicación de boca de visita en el conjunto residencial Villas de la Caracara	38
Tabla 15.	Ubicación de sumidero en el conjunto residencial Villas de la Caracara .....	39
Tabla 16.	Ubicación de boca de visita en el conjunto residencial Villa Jardín .....	39
Tabla 17.	Ubicación de sumidero en el conjunto residencial Villa Jardín .....	40
Tabla 18.	Ubicación de boca de visita en el conjunto residencial Villa Jardín .....	40
Tabla 19.	Ubicación de sumidero en el conjunto residencial Villa Jardín .....	41
Tabla 20.	Ubicación de colector de drenaje conjunto residencial Villa Jardín .....	41
Tabla 21.	Ubicación de colector de drenaje punto Inversiones Ferre San Diego.....	42
Tabla 22.	Ubicación de descarga del colector de drenaje en el conjunto residencial Villas de las Caracaras .....	42
Tabla 23.	Inspección en la intersección entre la calle Valencia y la calle Las Mercedes.....	43
Tabla 24.	Inspección en la intersección entre la calle Valencia y la calle Sucre .....	43
Tabla 25.	Inspección en la calle Los Cedros .....	44
Tabla 26.	Inspección en la intersección de la calle Los Cedros, cruce con la vía de acceso para las parcelas vecinas al conjunto residencial Los Bachilleres .....	44

Tabla 27. Inspección de la boca de visita existente en la calle Los Cedros .....	45
Tabla 28. Inspección de la boca de visita existente en la calle Los Cedros .....	45
Tabla 29. Inspección de la boca de visita existente en la calle Los Cedros .....	46
Tabla 30. Inspección de las condiciones actuales del puente en la calle Valencia .....	46
Tabla 31. Inspección del colector de aguas servidas .....	47
Tabla 32. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL.....	54
Tabla 33. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL.....	54
Tabla 34. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL.....	55
Tabla 35. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL.....	55
Tabla 36. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL.....	56
Tabla 37. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado PDUL .....	56
Tabla 38. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL.....	57
Tabla 39. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL.....	57
Tabla 40. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL.....	58
Tabla 41. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL.....	58
Tabla 42. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL.....	59
Tabla 43. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL.....	59
Tabla 44. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL.....	60

Tabla 45. . Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL.....	60
Tabla 46. Número de inmuebles y número de habitantes para las diferentes comunidades existentes en la zona de estudio .....	63
Tabla 47. tramos contribuyentes en la segmentación de cuencas .....	66
Tabla 48. Resultados de tiempos de concentración.....	67
Tabla 49. Intensidad de la lluvia en San Diego .....	67
Tabla 50. Intensidades para un periodo de retorno de 25 años .....	68
Tabla 51. Diferencia de intensidades para los hietogramas .....	68
Tabla 52. Resumen de datos de las cuencas .....	70
Tabla 53. Resumen de resultados de los caudales considerando el hietograma decreciente .....	71
Tabla 54. Resumen de resultados de los caudales considerando el hietograma creciente.....	71
Tabla 55. Resumen de resultados de los caudales considerando el hietograma intermedio.....	72
Tabla 56. Hidrograma decreciente para la cuenca.....	73
Tabla 57. Hidrograma decreciente para la cuenca 2.....	74
Tabla 58. Hidrograma decreciente para la cuenca 3.....	75
Tabla 59. Hidrograma decreciente para la cuenca 4.....	76
Tabla 60. Hidrograma decreciente para la cuenca 5.....	77
Tabla 61. Hidrograma decreciente para la cuenca 6.....	78
Tabla 62. Hidrograma decreciente para la cuenca 7.....	79
Tabla 63. resultados de la aplicación de las fórmulas de los coeficientes de Muskingum.....	80
Tabla 64. Tránsito para la cuenca 2.....	81
Tabla 65. Tránsito de caudales de la cuenca 4 .....	82
Tabla 66. Tránsito para la cuenca 7.....	83
Tabla 67. Resumen de caudales máximos en las cuencas principales .....	84
Tabla 68. División de tramos del colector entre las poligonales 8 y 7.....	89
Tabla 69. resultados del diámetro del colector.....	89

Tabla 70.	comparación entre el $Q_{\text{diseño}}$ y $Q_{\text{max}}$ .....	90
Tabla 71.	verificación de la velocidad del flujo en el colector.....	90
Tabla 72.	Información referente a la descarga del colector.....	92
Tabla 73.	resultados para cada tramo .....	92
Tabla 74.	Caudal por metro lineal en la calzada para cada tramo .....	93
Tabla 75.	. ubicación del primer sumidero .....	93
Tabla 76.	Dimensionado del canal .....	94
Tabla 77.	. extraída de la Gaceta 4.044 .....	97
Tabla 78.	Resumen de caudal de aguas servidas .....	99
Tabla 79.	Cálculos de diámetros comerciales .....	100
Tabla 80.	Conteo vehicular .....	109
Tabla 81.	Cronograma de plan de mantenimiento .....	117

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resumen de las variables que afectan al sistema de drenajes .....	52
Gráfico 2. Comparación entre los habitantes por hectárea establecidos en el PDUL y los datos obtenidos referentes a la población actual existente en los distintos urbanismos. ....	61
Gráfico 3. Hietograma de intensidades de lluvia en mm/hr con la intensidad mayor al inicio de los intervalos de tiempo .....	69
Gráfico 4. Hietograma de intensidades de lluvia en mm/hr con la intensidad mayor al finalizar los intervalos de tiempo .....	69
Gráfico 5. Hietograma de intensidades de lluvia en mm/hr con la intensidad mayor en el medio de los intervalos de tiempo .....	69
Gráfico 6. Análisis de necesidades mediante diagrama de Ishikawa .....	86
Gráfico 7. Conteo vehicular con porcentajes .....	111



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DE DISEÑO DE LOS COLECTORES PRINCIPALES PARA AGUAS RESIDUALES Y DE DRENAJE PARA LAS ZONAS COMPRENDIDAS DESDE MACO MACO HASTA CHALETS COUNTRY EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.**

**Autores:** Bárbara Blanco

Naoki Furuya

**Tutor(a):** Ing. Manuel Figueira

**Fecha:** Octubre, 2023.

**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo la propuesta de diseño de los colectores principales para aguas residuales y de drenaje para las zonas comprendidas desde Maco Maco hasta Chalets Country en el Municipio San Diego, Estado Carabobo, haciendo uso de entrevistas como técnica de recolección de información y siendo la línea de investigación de ciencias cognitivas y aplicadas. Los instrumentos de recolección de datos utilizados son el registro fotográfico, planilla de inspección, guion de entrevista y otros. El proceso de análisis para realizar la propuesta abordó en la primera fase, la ubicación de la zona en estudio, el levantamiento de la información hidráulica y topográfica de la zona y se realizó inspección para determinar las condiciones actuales del área en estudio. En la segunda fase se estudió el crecimiento poblacional de la zona para estimar las dotaciones de agua para las viviendas unifamiliares y zonas comerciales, desde el diagnóstico de la situación actual, pasando por un diseño técnico basado en información hidrológica y normativa, la tercera fase es el diseño de los sistemas de drenaje donde se realizaron los cálculos hidráulicos para la obtención de los caudales máximos en las cuencas hidrográficas para determinar los diámetros del colector de drenaje, donde se propone de acuerdo a las características y requerimientos la combinación entre un canal trapezoidal y un colector principal para solucionar las deficiencias encontradas y para aguas servidas se los calcularon las dotaciones de aguas para determinar los gastos de aguas servidas y conocer los diámetros del colector para presentar una propuesta que se adapte a las condiciones de la zona. Cuarta fase, se realizó la evaluación de factibilidad, logrando una propuesta viable para resolver la carencia actual de infraestructura hidráulica, con el fin de mejorar la calidad de vida de los residentes, el proyecto es de tipo factible sustentado en el diseño no experimental.

**Palabras claves:** Colectores de aguas residuales. Colector de aguas Pluviales. Proyecto factible.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE LOS COLECTORES PRINCIPALES PARA AGUAS RESIDUALES Y DE DRENAJE PARA LAS ZONAS COMPRENDIDAS DESDE MACO MACO HASTA CHALETS COUNTRY EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.**

**Autores:** Bárbara Blanco  
Naoki Furuya

**Tutor(a):** Ing. Manuel Figueira

**Fecha:** Octubre, 2023.

**ABSTRACT**

The objective of this research work is to design the main collectors for wastewater and drainage for the areas from Maco Maco to Chalets Country in the Municipality of San Diego, Carabobo State. This proposal addressed in the first phase, the location of the study area, the survey of the hydraulic and topographic information of the area and an inspection was carried out to determine the current conditions of the study area. In the second phase, the population growth of the area was studied to estimate the water supplies for single-family homes and commercial areas, from the diagnosis of the current situation, through a technical design based on hydrological and regulatory information, to the evaluation of feasibility, achieving a viable proposal to resolve the current lack of hydraulic infrastructure, in order to improve the quality of life of the residents, the third phase is the design of the drainage systems where the hydraulic calculations were carried out to obtain drainage. What are the maximum flows in the hydrographic basins to determine the diameters of the drainage collector and for wastewater, water allocation calculations are calculated to determine wastewater expenses and know the diameter of the collectors. Fourth phase, the feasibility study, the project is of a feasible type based on the non-experimental design and using interviews as an information collection technique and being the line of research of cognitive and applied sciences. The data collection instruments used are the photographic record, inspection form, interview guide and others.

**Keywords:** Wastewater collectors. Rainwater collector. Feasible projec

## INTRODUCCIÓN

A través de los años, las civilizaciones han optado por mejorar el desarrollo y el bienestar colectivo, se han empezado a crear necesidades públicas para la sociedad, bien sea el suministro de abastecimiento de agua, suministro eléctrico, entre otros. Pero uno de los servicios más importantes cabe destacar, es la necesidad de un sistema de recolección de aguas residuales. Donde dichas aguas negras deberán ser recolectadas y conducidas por un sistema de alcantarillado, que consiste en un sistema de tuberías subterráneo que conduce las aguas negras a su disposición final donde podrán ser tratadas. Sin embargo, otro aspecto a tomar en consideración es el de recolectar las aguas pluviales que tiene una vital importancia debido a los grandes volúmenes de agua, que pueden provocar inundaciones en las comunidades y el desgaste que pueda ocurrir en el sistema vial.

Tomando en consideración este orden de ideas, es importante la creación de estos sistemas de aguas residuales y de drenaje para poder tener un desarrollo óptimo en el crecimiento poblacional, y poder garantizar unas buenas condiciones sanitarias. En la presente investigación tiene como objetivo el diseño de los colectores principales para aguas residuales y de drenaje, identificando las problemáticas del sector y realizando un diagnóstico de la misma. Para poder determinar las posibles soluciones a los problemas del sistema de drenaje y de aguas residuales.

En el **Capítulo I**, se detalló el planteamiento del problema referente al objeto en estudio y la formulación del problema. Podemos detallar los objetivos de la investigación tanto general como específicos, seguido la justificación y el alcance que tendrá la investigación. **Capítulo II** se basó principalmente en antecedente de la investigación en relación con el presente trabajo en estudio, las teorías centrales de la investigación, definición de términos y la operacionalización de variables, **Capítulo III** se expuso el marco metodológico el cual presenta el tipo y diseño de la investigación, población y muestra y se indicaron las técnicas de análisis y de recolección de información. **Capítulo IV** En esta etapa se presentaron los resultados del trabajo de investigación con las actividades desarrolladas detalladamente.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del Problema

El agua es un recurso fundamental para la vida, así como también para el crecimiento de la población y de las economías de los países; en consecuencia, el aumento poblacional, provoca un mayor equipamiento e infraestructura para el consumo y desechos, de los recursos hídricos de la zona. A través de los años, los colectores de aguas residuales han ido evolucionando a medida que se han producido ciertas complejidades en las ciudades o poblaciones rurales, empezando a contaminar sistemáticamente los cursos de agua, por lo cual se impusieron leyes en los distintos países a la construcción de pozos negros debido a la alta insalubridad dando lugar a la creación de sistemas de alcantarillado permitiendo recolección y la disposición final de las aguas residuales.

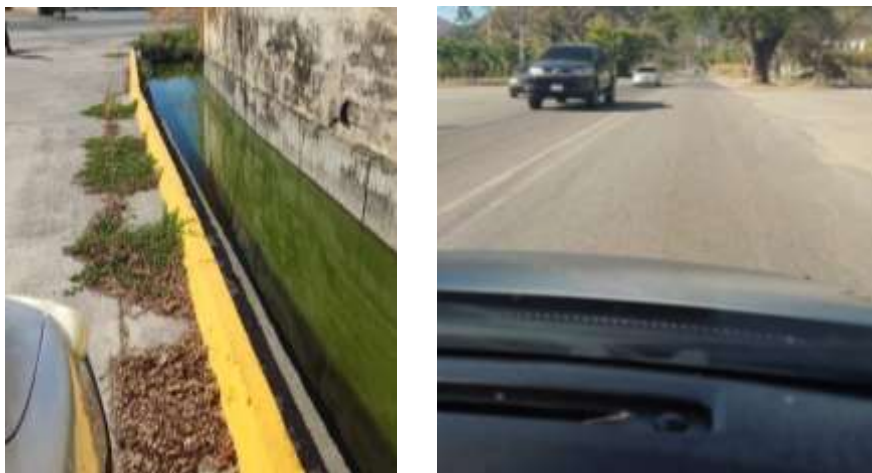
En la actualidad, se calcula que el 90% de las aguas negras se vierten directamente a los mantos acuíferos sin depurar. Por esta misma causa, cada año fallecen 1,8 millones de personas por la contaminación de esta. La disponibilidad del consumo del agua se ha visto afectada debido a las fuentes de Abastecimiento la extracción excesiva de agua de los pozos hace que aumente la contaminación de los mantos acuíferos y así como la creación de pozos sépticos para los desechos de las aguas residuales contamina de igual manera los cauces subterráneos acuíferos de agua potable.

En Venezuela, una de las problemáticas más influyentes en cuanto a los servicios básicos, es la falta de un servicio óptimo de las aguas servidas en las zonas rurales o en lugares de comunidades improvisadas, esto se ha visto afectado por las deficientes políticas públicas y por falta de mantenimiento de los sistemas de aguas residuales, afectando de manera negativa el auge de contaminación a sus alrededores generando así efectos de insalubridad que son perjudiciales para el ser humano. Un buen sistema de recolección de aguas pluviales favorece el crecimiento de poblacional y el buen desenvolvimiento de la vida urbana, a través de las mejoras que se puedan obtener haciendo uso de los distintos de los componentes de un sistema de drenaje como lo son los sumideros, las bocas de visita y los colectores, de esta manera logramos una buena optimización y evitar el colapso del sistema vial.

En el Municipio San Diego, Estado Carabobo específicamente en las zonas comprendidas desde Maco Maco hasta Chalets Country, se presenta como situación que no disponen de

colectores principales de aguas residuales y de drenaje. Para el año 2007, se proliferó la creación de comunidades improvisadas en el Municipio de San Diego, como se muestra en la evidencia fotográfica (Ver Figura 1) donde se tenía previsto la creación de un colector principal de aguas servidas que conectaba desde el Pueblo de San Diego hasta Chalets Country, a raíz de la proliferación de las comunidades no se concluyó la creación del colector principal, por lo que los habitantes de la zona se vieron en la obligación de diseñar unos pozos sépticos tipo Imhoff para los desechos de aguas residuales de la zona. Donde también surge otra problemática, debido a la falta de un sistema de drenaje para las aguas de lluvia, provocando así el deterioro de la vialidad, así como también el incremento de la dificultad para transitar, no solamente de forma peatonal y sino también de forma vehicular cuando hay precipitaciones, representan un peligro a los habitantes de la zona.

Por lo mencionado anteriormente en el problema, el estudio de este trabajo de grado se centrará en la “Propuesta de diseño de los colectores principales para aguas residuales y de drenaje, para las zonas comprendidas desde Maco Maco hasta Chalets Country en el Municipio San Diego, Estado Carabobo”, apoyado en los criterios de investigación y cumpliendo con las normas establecidas se aplicará una serie de soluciones tomando en cuenta los estudios y parámetros correspondientes para el diseño de los sistemas de drenaje y aguas residuales.



**Figura 1. Situación actual de la zona entre Maco Maco hasta Chalets Country.**

**Fuente:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

## **1.2 Formulación del problema**

¿De qué manera se pueden disponer las aguas residuales y de drenaje generadas en las zonas comprendidas desde Maco Maco hasta Chalets Country, en el Municipio de San Diego Estado Carabobo?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar la propuesta de los colectores principales para aguas residuales y de drenaje para las zonas comprendidas desde Maco Maco hasta Chalets Country en el Municipio San Diego, Estado Carabobo.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar el estado actual del área de estudio en cuanto a las condiciones hidráulicas y topográficas de las zonas desde Maco Maco hasta Chalets Country.

- Analizar los factores que intervienen en el diseño de los colectores principales para aguas residuales y de drenaje para las zonas desde Maco Maco hasta Chalets Country.

- Diseñar los colectores principales para aguas residuales y de drenaje para las zonas comprendidas desde Maco Maco hasta Chalets Country, en el Municipio de San Diego Estado Carabobo.

- Realizar un Estudio de factibilidad, técnico, social y operacional.

## **1.4 Justificación de la investigación**

En la actualidad el sector de Maco Maco no dispone de colectores principales para aguas residuales y de drenaje, generando incomodidad para la comunidad y convirtiendo la zona en un ambiente susceptible a la proliferación de agentes patógenos nocivos.

Como se muestra en la evidencia fotográfica (**Ver Figura 2**) Es por esto que la función de este proyecto, al realizar una propuesta diseño de los colectores principales para aguas residuales y de drenaje, la función de este proyecto es recopilar y organizar la información referente a las características de la zona para poder realizar un análisis y aplicando los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería civil, estudiar cuáles son los aspectos condicionantes para el diseño de la propuesta. Durante el proceso de estudio, este proyecto brindará a los autores la oportunidad de emplear métodos y conceptos relacionados a las ramas de hidráulica, vialidades, suelos, entre otras,

posibilitando profundizar en estos temas y mejorar el entendimiento de las materias cursadas, a su vez la Alcaldía Municipal de San Diego, podrá dotar a estas zonas de estos servicios, motivado a que la comunidad en estudio necesita mejorar la calidad de sus espacios, mejorando la calidad de vida y la salud para poder disfrutar cómodamente del urbanismo

Para finalizar con este proyecto la Universidad José Antonio Páez está contribuyendo al desarrollo de proyectos en búsqueda del bienestar social, mediante las buenas prácticas en la enseñanza y sirviendo como institución académica que facilita a los autores las herramientas necesarias para llevar a cabo la investigación. De esta manera el trabajo de investigación le funcionará a la universidad como referencia para futuros proyectos.



**Figura 2. Delimitación de la zona donde comenzará del tramo en estudio.**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

### **1.5 Alcances de la Investigación**

Con el diseño de los colectores principales para aguas residuales y de drenaje se estará beneficiando a la población de la zona desde Maco Maco hasta Chalets Country; al permitir la recogida de agua de lluvia y prevenir inundaciones, considerando que ese tipo de desastre tiene implicaciones negativas en las condiciones sociales y económicas de la población afectada,

pudiendo atrofiar el crecimiento de la zona y deteriorar el estilo de vida para la comunidad, por lo que el sistema de drenaje resulta en un incremento del valor añadido de las urbanizaciones gracias a la mejora del paisaje urbano así como también se traduce en una mejora para los residentes en cuanto a la comodidad de movilidad vehicular y peatonal durante las precipitaciones.

De esta manera el sistema de drenajes permite que también se impacte la cantidad de contaminantes que llegan al cuerpo de agua receptor, reduciendo la dosis de contaminantes y beneficiando al ambiente. Teniendo en cuenta que los servicios de saneamiento de agua son una parte fundamental para prevenir enfermedades y proteger la salud humana, se implementó el diseño de un sistema de aguas residuales para mantener a los agentes patógenos existentes en dichas aguas separados de las áreas de uso común del urbanismo y que la población no entre en contacto con las diferentes bacterias, virus y partículas que resultan perjudiciales para la salud. Además de esto las aguas residuales luego de ser tratadas pueden utilizarse para ciertas actividades como el riego o procesos industriales y así reducir el gasto de agua y administrar de una forma el uso de este recurso para mantener el ciclo hídrico que se ha visto afectado por años por el alto consumo de agua por parte del ser humano.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes**

Con referencia al desarrollo de esta investigación del diseño de los colectores principales para aguas residuales y de drenaje que se han realizado diferentes estudios acerca de este tema, exponiéndose algunos estudios previos sobre la temática

##### **2.1.1 Nacionales**

A nivel nacional se presenta la investigación realizada por Andrade Lourdes y Faria Rina (2007) que lleva de título **“Diseño De Un Sistema De Recolección De Aguas Servidas De Un Tramo De La Avenida El Milagro Del Municipio Maracaibo Estado Zulia”**, presentado ante la Universidad Rafael Urdaneta, para optar el título de Ingeniero Civil. Su objetivo general fue el diseño de un colector de aguas servidas con la finalidad de que se incorporen los nuevos servicios que se establezcan en la subcuenca de la parroquia Santa Lucia.

Esta investigación está orientada a un problema conocido, tomando en cuenta los diferentes factores que buscan mejorar y dar respuesta a la problemática planteada. Donde se hizo un diseño de campo experimental, y se determinó la situación de los servicios existentes y de la construcción futura a fin de que el diseño del sistema se realice de forma coordinada. Se aplicaron técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como también la observación, medición e identificación, cálculos matemáticos y estadísticos para la realización del Trabajo Investigación.

Como conclusión señalaron que el sistema de recolección de aguas servidas existente en la subcuenca de la parroquia Santa Lucía se halla en estado de colapso por lo que no cuentan con la capacidad de soportar los suministros generados por la población existente. Por lo que plantearon el diseño de los colectores tanto principal como secundario para incorporarlos en el sistema existente.

Esta Investigación, aportó un diseño de un sistema de recolección de aguas servidas donde fue de gran relevancia para el presente estudio donde se muestra los diferentes resultados y cálculos hidráulicos donde se determina la velocidad del caudal, los diferentes tipos de materiales de colectores y los diferentes parámetros para el diseño del colector.

Otro estudio que fue realizado por Martha Aponte y Wilfredo Weffe (2009), titulado **“Diseño Del Sistema de Aguas Servidas En El SUROESTE de Vidoño y Putucual, Entre las progresivas 0+000 y 1+500 de los Municipios Bolívar y Sotillo del Estado Anzoátegui”**

**presentado** ante la Universidad de Oriente, para optar el grado de Ingeniero Civil. El objetivo general fue diseñar el sistema de aguas servidas en el suroeste de Vidoño y Putucual, entre las progresivas 0+000 y 1+500 de los municipios Bolívar.

Se considera una Investigación de Campo de tipo Cuantitativa, donde se buscó recopilar información referente a la zona en estudio, donde se realizó el estudio del censo poblacional y socioeconómico de la zona para poder determinar una proyección de la población futura en cuanto a los caudales que se puedan generar. Se determinó los diferentes tipos de Gastos de Aguas Residuales que se puedan generar en la zona (Domiciliarias, Comerciales e Industriales) y así poder determinar los diferentes componentes del diseño del Sistema de Aguas residuales.

Con esta investigación donde se trazó ciertos criterios y cumpliendo normas establecidas, aportó un diseño de un sistema de aguas residuales en un sector donde no disponen de un sistema de recolección de aguas servidas. Además, este trabajo de grado aportó el desarrollo de técnicas y herramientas para darle solución a la problemática existente.

Del mismo modo, Dávila Angelica y Gonzales José (2017) en su trabajo de grado de Investigación denominado **“Propuesta de Diseño del Sistema de Drenaje para la Vialidad de Av. Paseo Valencia, Tramo Kayson-Av. Sesquicentenario (L=4KM), Municipio Valencia Edo. Carabobo”** en la Universidad José Antonio Páez. El presente trabajo tuvo como propósito el diseño del sistema de drenaje, a fin de evaluar las problemáticas existentes de la zona por causa de las inundaciones o precipitaciones ocurridas en la Av. Paseo Valencia, con la finalidad de dar solución a la problemática existente. Esta Investigación se considera una Investigación de campo y al mismo tiempo Cualitativa.

El aporte dado al presente fue la información sobre el análisis hidrológico, sobre la composición y funcionamiento de un sistema de drenaje, la importancia del drenaje en el sistema vial, periodo de retorno y tiempo de concentración y los dimensionamientos de los sumideros y colectores para darle solución a la problemática existente.

Por otra parte. Rincon Sandra (2021) en su Trabajo de grado presentado como requisito para optar al Título de Ingeniero Civil ante la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad José Antonio Páez, Titulado **“Diseño de Subdrenaje en la Autopista Rafael Urdaneta para el Tramo Distribuidor Guacara – Arturo Michelena”**. Proponen el diseño de subdrenes en la autopista Rafael Urdaneta para el Tramo Distribuidor Guacara – Arturo Michelena.

En el presente estudio se muestra el deterioro en el que se encuentra la vía, provocando el desgaste del suelo, y la carpeta asfáltica, a fin de mejorar la protección de los bordes y pavimentos, igualmente ampliar la vida útil de las vías, mejorando y optimizando el sistema de subdrenaje. La metodología utilizada fue la modalidad de proyecto factible que va dirigido a la elaboración de una propuesta para solución a un problema de tipo práctico, así como también las normas técnicas para la realización de la investigación, considerando también un análisis de factibilidad técnico-económico. El aporte del presente trabajo fue de gran relevancia, donde se mostró los procedimientos, técnicas y cálculos para dar solución a la problemática existente.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Sistema de colectores de aguas residuales**

Son conductos de alcantarillado público, en estos los urbanismos, comercios, y viviendas vierten generalmente por gravedad sus aguas residuales provenientes del uso diario de este recurso que es el agua y mediante una red son conducidas a un colector principal para su tratamiento y disposición final. En estos sistemas participan empalmes, trabajan con pendientes, tienen velocidades mínimas para poder trasvasar los sedimentos.

### **2.2.1 Mecánica de Suelos**

Involucra la teoría sobre el comportamiento de los suelos que se encuentren sujetos a cargas, con una investigación de las propiedades físicas de los suelos y la aplicación del conocimiento teórico de los problemas prácticos.

Bach. J, Bach. T. (2018) manifiestan que de acuerdo con Terzaghi; la mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o la descomposición química de la roca, independiente que tengan o no materia orgánica. (p. 11)

### **2.2.2 Ley de Fluidos**

El científico Blaise Pascal observó que la presión aplicada hacia un fluido, se va a extender sobre todo el volumen y de manera uniforme en todas las direcciones

Pascal B. (1653), “La presión ejercida sobre un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido”

### **2.2.3 Teoría de Bernoulli**

El principio de Bernoulli se centra en el estudiar el comportamiento de un fluido que va a estar en movimiento a través de un sistema cerrado, durante su movimiento no debe existir rozamiento ni viscosidad. La energía permanece constante durante todo el recorrido al encontrarse en un conducto cerrado.

### **2.2.4 Fórmula de Manning**

Desarrollada por Robert Manning en 1891, es una ecuación que define el flujo de agua que transita por gravedad en canales. Manning determinó que, para canales abiertos de agua corriente, las características de la velocidad del flujo están sujetas a varios factores como la pendiente del lecho del arroyo, la rugosidad de las paredes del canal o de las orillas del arroyo y el radio hidráulico del canal.

Entre los factores que afectan el coeficiente de rugosidad de Manning, se menciona que “La rugosidad de la superficie se representa por el tamaño y la forma de los granos del material que forma el perímetro mojado y que producen un efecto retardante sobre el flujo” (Pastora, 2010, p. 7)

### **2.2.5 Fórmula de Kirpich**

Calcula aproximadamente el tiempo de concentración partiendo de las características de la cuenca, la fórmula de Kirpich es aplicable a cuencas de mediano tamaño, con pendiente considerable, los parámetros que intervienen en la ecuación son la longitud del cauce más largo (medida en km), la pendiente media de la cuenca y dan como resultado un tiempo de concentración expresado en horas.

Batanero P. (2015) explica que esta fórmula fue desarrollada partiendo de los datos de cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes entre el 3 y el 10%; para flujo superficial en superficies de hormigón o asfalto se debe multiplicar el valor resultante por 0,4; para canales en hormigón se debe multiplicar por 0,2. (p. 37)

### **2.2.6 Dotación**

Es la cantidad de agua que se le asigna a una edificación para cumplir con las necesidades diarias de sus ocupantes y se estima estudiando las necesidades de agua de una población.

Según Pinto G. J y Rada G. A (2009) para la definición de la dotación en cualquier edificación se facilita el utilizar los valores establecidos en normas existentes y en combinación con los consumos específicos de los equipos que se encuentren instalados.

En la Gaceta Extraordinaria N° 4.044 de 1988 se encuentran las Normas para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificaciones en la que se encuentran los requerimientos para y dotaciones para edificaciones considerando su uso y su extensión, tomando en cuenta las actividades que allí se realicen.

### **2.2.7 Cuenca Hidrográfica**

Es un área de terreno de donde provienen las aguas de un río, quebrada, lago u otro cuerpo de agua, contribuyen al flujo hídrico de una zona. Constituyen un sistema natural de drenaje y en el caso de un conjunto de cuencas hidrográficas que se encuentren desembocando en un mismo lugar se conocen como vertientes hidrográficas.

### **2.2.8 Colector Principal**

“Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final” (Taco, 2012, p. 58)

En el fondo de la zanja se instala la tubería y posteriormente se cubre con material de relleno compactado. La profundidad de los colectores no debe interferir con otros servicios públicos que se encuentren transversalmente a ellos, sin embargo, esta profundidad no puede representar dificultades constructivas y está relacionada igualmente al tipo de suelo.

Para evitar la deposición de materiales en suspensión, la velocidad mínima a sección llena en colectores de aguas servidas será de 0,6 m/s y la velocidad máxima dependerá del material que se emplee en ellos. Para tuberías de PVC la velocidad máxima es de 4,5m/s. (Durán., Valera., 2011, p. 24)

### **2.2.9 Drenaje Vial**

Es el conjunto de obras destinadas a evitar los daños que las aguas pluviales puedan causar a la vía. Se encuentra compuesto por una red de canales encargados de recolectar y conducir dichas aguas a su disposición final y de esta forma reduce la inaccesibilidad de una vialidad provocada por el agua, disminuyendo igualmente el deterioro de la calzada.

### **2.2.10 Alcantarillado Sanitario**

Es un sistema que está integrado por colectores, subcolectores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, entre otros y que satisface la necesidad de desalojar las aguas residuales producto de los habitantes de una zona urbana.

### **2.2.10.1 Velocidades Mínimas**

Se proyectará el alcantarillado utilizando una pendiente que pueda asegurar una velocidad mínima de 0,60 m/s, en los casos en los que el flujo de diseño se produce a sección llena (75% del diámetro de la tubería) o semillena.

Esto para asegurar el correcto funcionamiento de la red sanitaria, de manera que circule el flujo de agua sin inconveniente, reduciendo la generación de sedimentos que podrían atrofiar el sistema.

### **2.2.10.2 Sumideros**

Los sumideros deben recolectar la escorrentía superficial de las áreas de drenaje para lograr conducirla al colector con un margen de seguridad para los vehículos y los peatones; esto es posible gracias a un diseño en el que inicialmente se debe analizar el esquema geométrico de la vía, en especial su sección transversal, con la finalidad de decidir si es prudente o posible construir un sumidero a cada lateral, o solamente en el lado de cota más baja.

De acuerdo con (PAVCO S.A., Universidad de los Andes. 2009, p. 7) estas estructuras permiten mantener un control en cuanto al nivel máximo de la lámina de flujo en zonas urbanas. La capacidad de recolección de las aguas pluviales del sistema de sumideros debe estar relacionado con la capacidad de evacuación de la red de colectores.

La separación de los sumideros está determinada según la intensidad de la precipitación, del tipo de calzada y del área de aporte. La norma COVENIN MINDUR 1750-87 establece que cuando se emplee un sumidero, éste deberá ubicarse en sitio donde no ofrezca riesgo de contaminación a las fuentes de abastecimiento de agua para uso humano; estimulándose como mínimo las siguientes distancias:

- 30,00 m. a la fuente de abastecimiento de agua;
- 20,00 m. a un estanque subterráneo de almacenamiento de agua;
- 5,00 m. de cualquier lindero o construcción

### **2.2.10.3 Tipos de Sumideros**

- **Sumideros de ventana:** poseen una abertura en el lateral del brocal de la acera, gracias a su ubicación, no interfiere con el tráfico vehicular. Se construyen en zonas de flujo lento o subcrítico en vías de poca pendiente, hasta un máximo de 3% y se debe incluir una viga reforzada sobre la ventana para la captación lateral

- **Sumideros de reja:** son estructuras que consisten en una abertura con una rejilla ubicada sobre el piso de la cuneta de la vía. Se menciona que “los sumideros de rejilla pueden llegar a perder área efectiva de captación por efecto de acumulación de sedimentos, basura o escombros, adicionalmente estos elementos pueden llegar a generar obstrucciones en las tuberías” (NORMA DE CONSTRUCCIÓN SUMIDEROS, 2017, p 10).
- **Sumideros mixtos:** es una combinación de los sumideros de rejilla y los de ventana, con la finalidad de aumentar su área de captación.

#### **2.2.10.4 Bocas de Visita**

Estarán ubicadas en todas las intersecciones de colectores, en el comienzo del colector, igualmente deben estar en los tramos rectos de los colectores con una distancia máxima entre ellos de 100 metros, en los cambios de dirección, cambios de pendiente o diámetro, cambios de material y en aquellos colectores cuya alineación sea en curva al comienzo y fin de la misma a una distancia no mayor de 30 m.

Las bocas de visita permiten el acceso a los colectores para realizar las inspecciones del sistema, mantenimiento y reparaciones que sean necesarias, a su vez le proporciona ventilación a la red de alcantarillado lo que resulta favorecedor para evitar la acumulación de gases en los colectores.

#### **2.2.10.5 Topografía**

Es la ciencia y la técnica de realizar mediciones de ángulos y distancias en extensiones de terreno lo suficientemente reducidas como para poder despreciar el efecto de la curvatura terrestre, para después procesarlas y obtener así coordenadas de puntos, direcciones, elevaciones, áreas o volúmenes, en forma gráfica y/o numérica, según los requerimientos del trabajo. (Jauregui., SF, p. 1)

El trabajo de campo se refiere a la recopilación de los datos y consiste en medir ángulos horizontales y/o verticales e igualmente distancias horizontales o verticales. La propuesta del diseño del colector debe adecuarse a la topografía de la zona.

### **2.3 Teorías Centrales**

#### **2.3.1 Teoría hidrológica**

Esta teoría se basa en el estudio de los recursos hídricos, la cantidad y calidad del agua, así como en el análisis de las precipitaciones, caudales y balances hídricos. Ayuda a determinar la

capacidad y dimensionamiento de los colectores para gestionar adecuadamente las aguas residuales y los flujos de drenaje.

### **2.3.2 Teoría de hidráulica de redes**

Esta teoría se centra en el estudio del flujo y la presión del agua en las redes de tuberías. Ayuda a determinar los diámetros de los tubos, las velocidades de flujo y los gradientes de presión adecuados para el diseño eficiente de los colectores principales. También considera la dirección y la distribución del flujo para evitar problemas de obstrucción y garantizar un funcionamiento óptimo del sistema.

### **2.3.4 Teoría de costos y economía**

Esta teoría se enfoca en el análisis de los costos asociados con el diseño, construcción y mantenimiento de los colectores principales. Ayuda a evaluar la viabilidad económica del proyecto, considerando los beneficios a largo plazo y los costos operativos. Además, se utiliza para optimizar el diseño, minimizando los gastos relacionados con la inversión y operación del sistema.

### **2.3.5 Teoría de gestión de proyectos**

Esta teoría se refiere a la planificación, organización y control de los distintos aspectos del proyecto de diseño de colectores principales. Ayuda a establecer una estructura de trabajo eficiente, determinar los roles y responsabilidades de los participantes, establecer hitos y plazos, y realizar un seguimiento y control adecuado del avance del proyecto.

## **2.3 Bases Legales**

La Ley Orgánica de Ordenación Urbanística (1987), expresa en el artículo 1:

“La presente ley tiene por objeto la ordenación del desarrollo urbanístico en todo el territorio nacional con el fin de procurar el crecimiento armónico de los centros poblados. El desarrollo urbanístico salvaguarda los recursos ambientales y la calidad de vida en los centros urbanos”.

En el artículo 2 comprende “La ordenación urbanística comprende el conjunto de acciones y regulaciones tendentes a la planificación, desarrollo, conservación y renovación de los centros poblados”.

La ley que hace referencia en cuanto al uso, al manejo y conservación del agua es a la Ley de Aguas (2007) que tiene como artículo 1 “Establecer las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas, como elemento indispensable para la vida, el bienestar humano y el desarrollo sustentable del país y es de carácter estratégico e interés de Estado”. se hace mención a una correcta

gestión del agua, y es un recurso indispensable para el desarrollo de un país, donde se toma en cuenta una correcta captación, transporte y evacuación del mismo. }

El artículo 3

La gestión integral de las aguas comprende, entre otras, el conjunto de actividades de índole técnica, científica, económica, financiera, institucional, gerencial, jurídica y operativa, dirigidas a la conservación y aprovechamiento del agua en beneficio colectivo, considerando las aguas en todas sus formas y los ecosistemas naturales asociados, las cuencas hidrográficas que las contienen, los actores e interés de los usuarios o usuarias, los diferentes niveles territoriales de gobierno y la política ambiental, de ordenación del territorio y de desarrollo socioeconómico del país” donde se resalta la importancia y la necesidad de conservar y preservar las aguas generando un bien común en la sociedad.

Por último, también están las Normas sanitarias para el proyecto, construcción, ampliación, reforma y Mantenimiento de las instalaciones sanitarias para desarrollos urbanísticos donde especifica en el Capítulo VIII de las disposiciones generales sobre la recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales de origen doméstico e industrial y sobre la recolección y disposición de las aguas de lluvia que lo indican en los artículos 104 hasta el artículo 115. En el capítulo IX, indican sobre el trazado e instalación de colectores y otras obras para la captación y la conducción de las aguas residuales de origen doméstico e industrial y de lluvia, desde los artículos 116 hasta el 132.

#### **2.4 Definición de Términos Básicos**

- **Aguas Residuales:** Proviene de actividades tanto domésticas, como industriales, comerciales, agrícolas o de cualquier otra actividad en la que se utilice materia orgánica y otras sustancias químicas que alteran la calidad original del agua.
- **Caudal:** cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, por unidad de tiempo.
- **Consumo:** Consumo de agua que se produce gracias a las actividades diarias.
- **Cuneta:** Estructura longitudinal hidráulica descubierta, estrecha destinada al transporte de aguas de lluvia, generalmente situada al borde de la vialidad.
- **Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF):** Relaciona la intensidad de la lluvia, la duración de esta y la frecuencia con la que se puede presentar.

- **Drenaje Pluvial:** El sistema de drenaje pluvial es la red que se encargará de captar y conducir a las aguas pluviales llevándolas hasta los cuerpos receptores de agua.
- **Drenaje Sanitario:** Aquél que lleva los desechos líquidos de las viviendas o industrias hacia plantas depuradoras.
- **Drenaje Transversal:** Son aquellos que dan paso al agua que cruza transversalmente el camino mediante estructuras viales.
- **Hidrograma:** Representación gráfica de las variaciones del caudal en relación con el tiempo.
- **Hietograma:** Es la distribución temporal de la lluvia expresada de forma gráfica. En el eje de las abscisas se representa el tiempo y en el eje de las ordenadas la intensidad de la lluvia.
- **Pendiente:** Medida de inclinación del terreno.
- **Sedimentos:** Materia que, luego de haber estado en suspensión en un medio líquido, finalmente es depositado en el fondo por su mayor gravedad.
- **Tiempo de Concentración:** Es el tiempo que se demora una gota de agua en recorrer el trayecto comenzando desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio de estudio.

## **CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO**

En el presente capítulo, se indicarán el conjunto de técnicas y procedimientos que se emplearán para formular la hipótesis, analizar los problemas planteados con la finalidad de lograr los objetivos de la investigación. Según Arias (2006) define que el marco metodológico: “incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “cómo” se realizará el estudio para responder al problema planteado”

### **3.1 Tipo de Investigación.**

Se considera un proyecto factible, en este sentido, la UPEL (2003) define el proyecto factible como “Un estudio que consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales” Donde esta investigación se plantea el diseño de los colectores principales de aguas residuales y de drenaje trazando primero ciertos parámetros, donde se evalúa un diagnóstico del problema y luego de acuerdo a los fundamentos teóricos, matemáticos y procedimientos metodológicos, llevar a cabo la elaboración y la ejecución de la misma.

Esta investigación es un proyecto factible porque busca una propuesta viable, destinada a mejorar las condiciones del área en estudio y resolver una problemática de necesidades específicas mediante un análisis de investigación.

### **3.2 Diseño de la investigación.**

El Diseño de Investigación se refiere a la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño se clasifica en: documental y de campo.

Por otra parte, esta investigación está orientada en un diseño de campo y documental, de acuerdo con Arias (2012 p.27): “La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.”

Siguiendo el orden de ideas, la investigación de campo, según Arias, (2012 p.31): “La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o

controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental.”

Bajo esta premisa, el presente proyecto se rige por un diseño de campo y documental, ya que se efectuará el análisis sistemático y la recogida de datos mediante observaciones directas y se obtienen informaciones a través de medios impresos, audiovisuales para el desarrollo de esta.

### **3.3 Nivel de Investigación.**

Para Arias (2012 p.23) el nivel de investigación: “se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio”.

La Investigación descriptiva se refiere a la caracterización de un hecho o fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. Por lo que la presente investigación se basa en un trabajo descriptivo.

### **3.4 Población y Muestra.**

Tamayo y Tamayo (2007), define la población como: “La totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación”. (p. 176),

Siguiendo este orden de ideas tenemos lo que se refiere a Muestra, según Tamayo y Tamayo (2007): “el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada”. En algunos casos, tanto población y muestra pueden ser lo mismo, esto ocurre por ser un objeto único de estudio. Con lo mencionado anteriormente, se abarcó que la población son todas las edificaciones que se encuentran dentro del sector Maco Maco hasta Chalets Country en el Municipio San Diego, Estado Carabobo, y la muestra es censal, donde la población es igual a la muestra.

### **3.5 Técnicas de Recolección de Datos**

Según, Arias: (2006), “Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información”. Son recursos o mecanismos que funcionan como apoyo para el investigador para aproximarse a los hechos y se respaldan con instrumentos para almacenar la información que den respuesta a las preguntas de la investigación.

Según Muñoz Giraldo et al. (2001) “la investigación cuantitativa utiliza generalmente la encuesta, entrevista, observación sistemática, análisis de contenidos, fichas de cotejo.” Las técnicas son un conjunto de reglas y procedimientos que hacen posible al investigador establecer la relación con el objeto de la investigación.

### **3.5.1 Observación Directa**

De acuerdo con los autores Hernández, Fernández y Baptista (2006, p. 316), manifiestan que: “la observación directa consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta”. Mediante la observación directa se recolectan datos de características y condiciones de la zona de estudio, es un proceso en el cual se perciben estos rasgos en base a objetivos definidos para la investigación. Se utilizará esta técnica al momento de realizar la inspección de los colectores de aguas residuales y de drenaje, en el área comprendida desde Maco Maco hasta Chalets Country en el Municipio San Diego, Estado Carabobo.

### **3.5.3 Entrevista**

La entrevista “es la relación establecida entre el investigador y su objeto de estudio a través de individuos o grupos con el fin de obtener testimonios orales” (Tamayo y Tamayo 2008, p. 123).

Algunos autores consideran que es más eficaz que el cuestionario porque puede alcanzar información más completa y profunda, posibilitando aclarar interrogantes durante el proceso. En el presente trabajo de grado se utiliza esta técnica de recolección de datos con la intención de obtener la información necesaria de forma precisa considerando los factores requeridos para cumplir con los objetivos de la investigación.

### **3.5.2 Revisión Documental**

En el proceso de investigación “la revisión documental permite identificar las investigaciones elaboradas con anterioridad, las autorías y sus discusiones; delinear el objeto de estudio; construir premisas de partida; consolidar autores para elaborar una base teórica; hacer relaciones entre trabajos” (Valencia, S.F. p. 2)

Jiménez y Carrera (2002, p. 37) la señalan como observación documental refiriéndose a la utilización de los documentos para obtener datos y/o para analizarlos como objeto de estudio, pudiéndose decir, que existen dos tipos de documentos, aquellos que muestran los datos y los que en sí mismos son vistos como hechos.

### **3.5.4 Revisión Bibliográfica**

La revisión bibliográfica es la selección de los documentos disponibles sobre el tema de estudio, que pueden contener información, datos y evidencias para cumplir con los objetivos de la investigación. Consideran que incluir todo el texto que se ha leído es un error común a la hora de realizar una revisión bibliográfica y que deben intervenir únicamente los textos que sean más relevantes. Debe comprender características que permitan un acercamiento al tema de estudio, esta técnica para ser adecuada debe ser una revisión sintética cuyos trabajos consultados necesitan ser actuales.

## **3.6 Instrumento de Recolección de Datos**

### **3.6.1 Registro Fotográfico**

Funciona durante el trabajo de campo como medio para la recolección de información, de esta forma se documenta aspectos y características que, de ser registradas únicamente de forma escrita resultaría en evidencia insuficiente para la investigación. Augustowsky (2007) señala en su trabajo sobre el registro fotográfico en la investigación educativa que “El resultante de las tomas, las fotos, conforman un corpus de datos que posteriormente deberán ser analizados atendiendo a las categorías elaboradas en el marco de la investigación” (p.16)

### **3.6.2 Planilla de Inspección**

Es de gran utilidad para recopilar la información en tiempo real, se trabaja con una tabla la cual debe llevar en cada columna el título de la actividad a controlar, nombre de los investigadores, la fecha y todos los datos que son necesarios y pertinentes para la investigación. Para el presente trabajo se emplea este instrumento para registrar aquellos componentes de la red de alcantarillado que existan en el área.

### **3.6.3 Guion de entrevista**

En este instrumento las variables están establecidas como preguntas y deben tomar en cuenta el problema que se investiga, al igual que la población que las contestará y los diversos métodos de recolección de información. El cuestionario debe proporcionar información al entrevistado, como el objetivo del estudio, la institución que está realizando la investigación. En el presente trabajo de investigación el cuestionario se emplea de tal forma que el flujo de las preguntas tenga una secuencia lógica permitiendo recordar datos básicos que posteriormente serán relevantes para a temas más complejos.

### 3.6.4 Fichas Documentales

Según Alazraki (2007) “Una ficha bibliográfica corresponde a un documento breve que contiene la información clave de un texto utilizado en una investigación. Puede referirse a un artículo, libro o capítulos de este”.

En este instrumento se registra la información necesaria para recuperar y distinguir algún texto que se haya consultado durante el proceso de investigación, especificando en su estructura característica el título, autor y año de publicación.

### 3.7 Validación del instrumento

La validez en la investigación se determinó con la revisión de la presentación del contenido y se compone de dos diferentes fases, la interna y la externa. Es el grado en que una prueba mide lo que busca medir. Es decir, entonces que “Una investigación tiene un alto nivel de validez si al observar, medir o apreciar una realidad, se observa, mide o aprecia esa realidad y no otra” (Hayes, 2002, p. 182). El instrumento fue validado por tres expertos, el ingeniero Rafael Mieres, la ingeniera Zhandra López y la ingeniera Alicia de Pizzella (**Ver apéndice A**)

### 3.8 Técnicas de Análisis de Datos

#### 3.8.1 MATRIZ FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)

El análisis FODA representa realizar una evaluación de aquellos factores fuertes y débiles que diagnostican la situación interna de un escenario, así como su evaluación externa; siendo estas, las oportunidades y amenazas.

- **Fortaleza:** Una fortaleza es alguna función que se realiza de manera correcta, igual que los recursos considerados valiosos. Estos atributos y recursos respaldan los resultados exitosos.
- **Oportunidades:** Son los factores externos que la entidad puede capitalizar o utilizar en su beneficio, son el resultado de las fortalezas y las debilidades. Estos factores que resultan positivos se deben descubrir en el entorno, y permiten obtener ventajas competitivas.
- **Debilidades:** Son todos los factores que proporcionan una posición desfavorable frente a la competencia, pueden ser recursos de los que se carece o actividades que no se desarrollan positivamente. La identificación de las debilidades internas permite un punto del cual mejorar en los proyectos.
- **Amenazas:** Son situaciones que derivan del entorno, como áreas que tienen el potencial de causar problemas.

### **3.8.2 Cuadros Comparativos**

Se estructuran en forma de columnas y permiten organizar la información de acuerdo con unos criterios. La finalidad de este método es establecer las diferencias entre los conceptos que se tratan. Hacen posible identificar los elementos que se pretenden comparar, caracterizando cada objeto.

### **3.8.3 Diagrama de Ishikawa**

De forma gráfica se empleó esta técnica que permitió identificar las causas de un acontecimiento, pudiendo ser un problema o resultado mediante una relación jerárquica entre las causas. Esta herramienta examina aquellos inconvenientes en otros ámbitos y a partir de esto se construye el diagrama.

“A partir del eje horizontal, es decir, va en líneas sesgadas; lo que permitirá encontrar las causas principales, elegidas mediante técnicas permitiendo que todas se enfoquen en el problema principal del diagrama” (Gutiérrez, 2010)

### **3.8.4 Gráficos**

Es una herramienta visual que funcionó para representar un conjunto de datos, ilustrando la relación entre variables estadísticas o incluso relacionarlas con la evolución del tiempo. Mediante los gráficos se hizo un resumen de la información recolectada quedando plasmada en una imagen para complementar el análisis, facilitando entender mejor las conclusiones.

## **3.9 Fases Metodológicas**

La metodología de la investigación proporcionó una serie de herramientas teórico-prácticas útiles para la resolución de problemas mediante el método científico.

### **Fase I: “Diagnóstico del estado del sistema de drenaje y estado del colector principal de aguas residuales para la zona de estudio”**

Actividades:

- Ubicación de la zona en estudio.
- Zonificación urbana
- Levantamiento de la información hidráulica y topográfica de la zona
- Realizar inspecciones para determinar las condiciones actuales de la zona de estudio.

- Ubicar los elementos estructurales de los sistemas de drenaje y colector de aguas residuales
- Variables que obstruyen el sistema de drenajes.

## **Fase II: “Análisis de los factores que intervienen en el diseño de sistemas de drenaje y del colector principal de aguas servidas”**

Actividades:

- Estudiar las condiciones observadas en la inspección
- Analizar y estudiar el Plan de Desarrollo Urbano (PDUL) para la zona.
- Estudio del crecimiento poblacional.
- Estimar la descarga y escorrentía de la zona
- Realizar un cuadro comparativo para definir los factores que afectan la movilidad.
- Utilizar instrumentos como matriz FODA, diagrama de Ishikawa y gráficos para evaluar las necesidades.
- Entrevista a expertos

## **Fase III: “Diseño del sistema de drenajes y del colector principal”**

Actividades:

- Diseño del sistema de drenaje y del colector principal.
- Diseño de colector principal para aguas servidas
- Plan de mantenimiento

## **Fase IV: “Realización de un estudio de factibilidad técnico, social, económico, operacional y ambiental”.**

Actividades:

- Evaluar las propuestas obtenidas para realizar un diseño de drenajes y del colector principal de aguas servidas
- Analizar los recursos para llevar a cabo un diseño de drenajes y del colector principal de la zona en estudio que sea factible y sostenible.

**Tabla 1. Operacionalización de Variables**

Objetivos Específicos	VARIABLES	Dimensión	Indicadores	Ítems	Instrumento
Diagnosticar el estado actual de la zona de estudio en cuanto a las condiciones hidráulicas y topográficas de las zonas comprendidas entre Maco Maco hasta Chalets Country, en el Municipio de San Diego Estado Carabobo.	Condiciones Naturales	Hidráulica	Precipitación	1	Entrevista estructurada
			Escorrentía superficial	1,5	
			Recolección de aguas pluviales	10	
			Disposición final de las aguas	10	
		Topográfica	Pendiente del terreno	1,9	
			Curvas de nivel	1	
	Condiciones Urbanas	Vialidad	Pavimento	5,10,7	
			Flujo vehicular	2,3,4,6	
			Sumidero	7,9	
		PDUL	Geometría vial	4,8	

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

## CAPÍTULO IV RESULTADOS

### 4.1 Fase I: “Diagnóstico del estado del sistema de drenaje y estado del colector principal de aguas residuales para la zona de estudio”

#### 4.1.1 Ubicación de la zona

El presente trabajo de grado se está realizando en Venezuela, edo. Carabobo, en el municipio San Diego. En la zona de Maco maco en el pueblo de San Diego. (ver figuras 3-5)



**Figura 3. Ubicación y Localización del área en estudio**

Autores: Barbara Blanco y Naoki Furuya (2023)




**Figura 4. área de estudio.**  
Fuente: Google earth



**Figura 5. zona de estudio con poligonales por áreas**  
Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)

Primeramente, se seleccionaron las parcelas en las que se requerían realizar los estudios y se separaron en poligonales de acuerdo a aquellas parcelas que se van a conectar a los colectores a diseñar (**ver figura 5**). La poligonal de estudio se conforma por segmentos de línea recta que se utilizan como base para realizar mediciones y levantamientos en terreno, mediante la clasificación por poligonales se obtuvo la información para el diseño de los colectores principales de aguas servidas y de drenaje determinando la ubicación, elevaciones, posición de los puntos de interés y sus distancias. A continuación, se presentan las tablas de las poligonales de interés para el presente trabajo con la finalidad de conocer sus coordenadas de ubicación (**ver tablas 3-10**) y sus áreas (**ver tabla 11**), estas mismas son aquellas que se encuentran a lo largo del recorrido de la calle Valencia (**ver figura 5**) iniciando en la coordenada 10° 14' 49" N 67° 57' 43" O correspondiente a la comunidad Monte Sinaí (**ver tabla 3**) hasta llegar a la coordenada 10° 15' 16" N 67° 57' 01" O correspondiente al terreno de Los Bachilleres (**ver tabla 10**).


**Tabla 2. Coordenadas para la poligonal 1**

Imágen	Nombre	Vértice	Norte	Oeste
	Poligonal 1 Comunidad Monte Sinaí	A	10° 14' 49"	67° 57' 43"
		B	10° 14' 52"	67° 57' 37"
		C	10° 14' 44"	67° 57' 34"
		D	10° 14' 42"	67° 57' 41"

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se observaron las coordenadas de un porcentaje de la comunidad Monte Sinaí, conociendo su ubicación y orientación, esta delimitación fue necesaria para obtener el área de este conjunto residencial, se utilizó la ubicación del conjunto para estimar el punto en el que descargaría en el colector de aguas residuales. Esta comunidad no se encuentra actualmente conectada a un colector de aguas servidas, el sistema que emplean para depositarlas es mediante pozo séptico.


**Tabla 3. Coordenadas para la poligonal 2**

Imágen	Nombre	Vértice	Norte	Oeste
	Poligonal 2 Conjunto residencial Villa Jardín	A	10° 15' 11"	67° 57' 42"
		B	10° 15' 11"	67° 57' 39"
		C	10° 14' 56"	67° 57' 36"
		D	10° 14' 55"	67° 57' 38"

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se detallan las coordenadas del conjunto residencial Villa Jardín, conociendo su ubicación y orientación, con esta delimitación se determinó el área del conjunto residencial. Se encuentra conectado al colector principal de aguas residuales existente ubicado en la calle Valencia.


**Tabla 4. Coordenadas para la poligonal 3**

Imágen	Nombre	Vértice	Norte	Oeste
	Poligonal 3 Conjunto residencial Villas de la Caracara	A	10° 14' 53"	67° 57' 37"
		B	10° 14' 55"	67° 57' 34"
		C	10° 14' 46"	67° 57' 29"
		D	10° 14' 45"	67° 57' 34"

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se detallan las coordenadas del conjunto residencial Villas de la Caracara para conocer su ubicación y orientación, además determinar el área que la compone para comparar la cantidad de habitantes que existen en ella y el aporte de caudal de aguas residuales que descargará en el colector principal. Actualmente se encuentra conectado al colector principal de aguas residuales existente.


**Tabla 5. Coordenadas para la poligonal 4**

Imágen	Nombre	Vértice	Norte	Oeste
	Poligonal 4 Conjunto residencial Terranostra	A	10° 14' 56"	67° 57' 34"
		B	10° 14' 57"	67° 57' 32"
		C	10° 14' 47"	67° 57' 27"
		D	10° 14' 46"	67° 57' 29"

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

La poligonal resultante del conjunto residencial Terranostra fue de cuatro vértices y se detallan en la tabla las coordenadas de cada uno, con esto se conoció su ubicación y orientación, para posteriormente obtener el área de la parcela, se utilizó la ubicación del conjunto para estimar el punto en el que descargaría en el colector de aguas residuales. Este conjunto actualmente se encuentra conectado al colector principal de aguas residuales existente.


**Tabla 6. Coordenadas para la poligonal 5**

Imágen	Nombre	Vértice	Norte	Oeste
	Poligonal 5 Conjunto residencial Trigal de San Diego	A	10° 15' 05"	67° 57' 34"
		B	10° 15' 06"	67° 57' 30"
		C	10° 15' 02"	67° 57' 29"
		D	10° 15' 01"	67° 57' 33"

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En la tabla 7 se tabularon las coordenadas del conjunto residencial El Trigal de San Diego para conocer su ubicación y orientación, se determinó con esta poligonal el área de la parcela.


**Tabla 7. Coordenadas para la poligonal 6**

Imágen	Nombre	Vértice	Norte	Oeste
	Poligonal 6 Comunidad Maco Maco	A	10° 14' 58"	67° 57' 32"
		B	10° 15' 04"	67° 57' 25"
		C	10° 15' 04"	67° 57' 20"
		D	10° 15' 03"	67° 57' 19"
		E	10° 14' 58"	67° 57' 20"
		F	10° 14' 51"	67° 57' 29"

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se presentaron en esta tabla las coordenadas de la zona determinada por el PDUL como comunidad Maco Maco, en la que se encuentran viviendas improvisadas y con esto se conoció su ubicación y orientación, esta área resultó conformada por una poligonal cerrada de seis vértices. Esta comunidad no se encuentra actualmente conectada a un colector de aguas servidas y disponen sus aguas residuales mediante pozo séptico.


**Tabla 8. Coordenadas para la poligonal 7**

Imágen	Nombre	Vértice	Norte	Oeste
	Poligonal 7	A	10° 15' 20"	67° 57' 16"
		B	10° 15' 18"	67° 57' 10"
		C	10° 15' 02"	67° 57' 14"
		D	10° 15' 03"	67° 57' 19"

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Para esta poligonal cerrada de cuatro vértices se detallaron sus coordenadas para conocer su ubicación y orientación, ella particularmente no pertenece a un solo conjunto residencial, si no que abarca un área que está conformada por varias parcelas, incluyendo a los conjuntos residenciales Valle Arriba y Valle del Sol, con esta delimitación se determinó el área de la poligonal que fue necesaria para cálculos posteriores.

**Tabla 9. Coordenadas para la poligonal 8**

Imágen	Nombre	Vértice	Norte	Oeste
	Poligonal 8 Proyecto de conjunto residencial Los Bachilleres	A	10° 15' 18"	67° 57' 10"
		B	10° 15' 16"	67° 57' 01"
		C	10° 15' 08"	67° 57' 04"
		D	10° 15' 05"	67° 57' 06"
		E	10° 15' 06"	67° 57' 13"

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Finalmente, las coordenadas del terreno que está destinado al proyecto del conjunto residencial Los Bachilleres se presentan en tabla 9, resultó en una poligonal cerrada de cinco vértices y con esta delimitación se determinó su ubicación, orientación, y su área. Esta poligonal corresponde a la primera cuenca hidrológica en el cálculo del caudal de drenaje, por lo tanto, la determinación del área fue de utilidad y tiene influencia directa en el diámetro del colector de drenaje. Este terreno se encuentra actualmente vacío, por los momentos no se ha dado inicio a la construcción del conjunto residencial.

**Tabla 10. Áreas de las poligonales**

Poligonal	Área	
	m2	hectáreas
1	51.575,07	5,1575
2	36.404,25	3,6404
3	42.038,03	4,2038
4	22.208,55	2,2209
5	15.926,48	1,5926
6	85.692,74	8,5693
7	87.587,71	8,7588
8	72.081,00	7,2081
Total	413.513,83	41,3514

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Para finalizar con el estudio de las poligonales (**ver tablas 3-10**) se hizo una tabla de resumen con las áreas en metros cuadrados y en hectáreas con la finalidad de organizar los datos obtenidos.

#### 4.1.2 Zonificación urbana

De acuerdo con el PDUL de San Diego, la zonificación es la subdivisión del área urbana, esto con la intención de establecer cuál será el uso del suelo, cuáles serán los equipamientos urbanos para las determinadas zonas, altura y volúmenes de las edificaciones, la densidad de población y otras características necesarias para establecer el orden territorial.

Para las zonas de estudio del presente trabajo, la ordenanza establece que las áreas están destinadas para el uso R-1, R-3, R-4, R-7, C-2, ND3-E y ND-4



**Figura 6. Plano de zonificación del área de estudio. Comprendido desde Chalets Country hasta el conjunto residencial los Bachilleres**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)



**Figura 7. zonificación desde la Av. Don Julio Centeno hasta el conjunto residencial los Bachilleres**

**Fuente:** PDUL de San Diego

R-1: Se refiere a las parcelas que están tipificadas para el uso residencial unifamiliar, bifamiliar aislada y en desarrollo de conjuntos para una densidad neta de 99 hab/Ha.

R-3: Estas áreas están reglamentadas para el uso residencial con parcelas unifamiliares aisladas, pareadas, continuas y en desarrollos de conjunto. Se establece igualmente que las densidades netas varíen entre 125 hab/Ha y 174 hab/Ha.

R-4: Son aquellas áreas cuyo uso está reglamentado para fines residenciales con parcelas unifamiliares aisladas, continuas, pareadas. Igualmente incluye viviendas unifamiliares o multifamiliares en desarrollo de conjunto, bifamiliar y tetrafamiliar aisladas. Las densidades netas para estas zonas están entre 175 hab/Ha y 249 hab/Ha.

R-7: Su uso está destinado para viviendas unifamiliares continuas y unifamiliares o multifamiliar en desarrollo de conjunto. Las densidades netas en este grupo se encuentran entre 400 hab/Ha y 700 hab/Ha.

C-2: Se encuentra definido en el PDUL como comercio intermedio, se permiten las construcciones de las instalaciones necesarias para la prestación de servicios y la venta de artículos al detalle de abastecimiento periódico en zonas residenciales a escala vehicular.

ND3-E: Zonas de uso residencial, se encuentran permitidas las construcciones de viviendas unifamiliares, bifamiliares o tetrafamiliares aislada o pareada y unifamiliares o multifamiliares en desarrollo de conjunto. Con una densidad bruta de 200 hab/Ha.

De igual forma el PDUL indica que en la zona de estudio se encuentra un área que se clasifica como ND-4 que son áreas de zonas urbanizables de nuevos desarrollos residenciales para 250 hab/Ha.

#### **4.1.3 Levantamiento de la información hidráulica y topográfica**

##### **4.1.3.1 Información topográfica de la zona**

El plano de curvas de nivel (**ver figura 8**) proporcionó la información necesaria de manera detallada sobre las características del terreno en el que se está trabajando, siendo una de ellas las pendientes de la vialidad, que fue fundamental conocerlas para poder realizar el diseño de los colectores principales de drenaje y de aguas servidas, teniendo ya esta información se trazó la poligonal de estudio que resultó en una poligonal abierta, en el caso del presente trabajo se analizaron dos poligonales abiertas, una para el estudio de las aguas servidas teniendo inicio en la avenida Don Julio Centeno y finalizando en el terreno de Los Bachilleres (**ver figura 8**). La otra poligonal abierta estudiada comenzó desde el río Cúpira hasta llegar hasta el terreno de Los Bachilleres (**ver figura 9**), ambas poligonales hacen el recorrido por medio de la calle Valencia.



**Figura 8. Plano de curvas de nivel. Poligonal abierta para el estudio de las aguas servidas comenzando en el terreno de Los Bachilleres hasta la descarga en el colector principal de la Av. Don Julio Centeno**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)



**Figura 9. Plano de curvas de nivel. Poligonal abierta para el estudio del colector de drenaje comenzando en el terreno de Los Bachilleres hasta la descarga en el río Cúpira**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

#### **4.1.3.2 Información hidráulica**

Las obras hidráulicas son las estructuras que cumplen con la función de modificar el curso natural de agua de cierta forma con la finalidad de aprovechar este recurso, como también para disminuir los efectos de las grandes precipitaciones en los urbanismos o zonas de riesgo. De esta manera, algunos del tipo de obras hidráulicas que pertenecen a este trabajo son las obras de almacenamiento, las cuales son presas, embalses y otros, obras de transporte de aguas; que son canales, túneles y tuberías y las obras para el suministro de agua, que se conocen como acueductos que abastecen a la población con la dotación de agua.


En la zona delimitada (**ver figura 9**) entre el puente del río Cúpira en la Calle Valencia hasta el terreno del proyecto del conjunto residencial Los Bachilleres se encuentran actualmente los siguientes elementos hidráulicos

1. Tubería de acueducto (**ver Tabla 12**)
2. Presa de gaviones en el río Cúpira (**ver Tabla 12**)
3. Torrentera con descarga en el río Cúpira (**ver Tabla 31**)
4. Colectores de drenaje pluvial (**ver Tabla 13, Tabla 21 y Tabla 22, Tabla 23**)



no hay la cantidad suficiente de sumideros, se encontraron solamente tres sumideros, lo cual contribuye a la acumulación de agua en ciertos puntos durante precipitaciones intensas. La finalidad de la inspección es obtener la información necesaria referente a las condiciones en las que se encuentra la zona y la posible causa de los problemas presentes. A continuación, se presentan las tablas en las que se organizó la información observada con recursos fotográficos captados durante el trabajo de campo.

**Tabla 11. Ubicación de acueducto transversal al río Cúpira**

Imagen	Ubicación	Observación
	<p>Paralelo al puente entre Chalets country y Villa Jardín</p>	<p>-</p>
<p>Acueducto</p>		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En esta tabla se observa el acueducto que se encuentra paralelo a la calle Valencia y atraviesa el río Cúpira, en esta misma imagen se observa el muro de gaviones que es útil para proteger la vialidad y sus alrededores. Se puede observar la caída del agua y la diferencia de altura entre el río y el cajón que se encuentra debajo del puente.


**Tabla 12. Ubicación de colector de drenaje de la comunidad Monte Sinaí**

Imagen	Ubicación	Observación
	<p>Comunidad monte Sinaí</p>	<p>Diámetro medido: 27 pulgadas</p>
<p>Colector de drenaje</p>		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En esta tabla se detalla el colector de drenaje de concreto ubicado en la comunidad Monte Sinaí, se procedió a medirle el diámetro y resultó en un diámetro de 27 pulgadas, este colector fue instalado por la misma comunidad y descarga el flujo en un canal natural rodeado por maleza. Fue el último colector de drenaje observado en la inspección en la calle Valencia con sentido hacia la avenida Don Julio Centeno.

**Tabla 13. Ubicación de boca de visita en el conjunto residencial Villas de la Caracara**

Imagen	Ubicación	Observación
	<p>Conjunto residencial Villas de La Caracara</p>	<p>Se encuentra obstruido superficialmente por maleza</p>
<p>Tapa de cloaca</p>		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En las proximidades del conjunto residencial Villas de la Caracara se observó la boca de visita del colector de aguas servidas, se encuentra a un lado de la vialidad en un terreno rodeado por maleza.


**Tabla 14. Ubicación de boca de visita en el conjunto residencial Villas de la Caracara**

Imagen	Ubicación	Observación
	<p>Conjunto residencial La Caracaras</p>	<p>Se encuentra obstruida</p>
<p>Boca de visita 3</p>		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En la entrada al conjunto residencial Villas de la Caracara se observó una tapa de boca de visita en estado de deterioro, durante la inspección se encontró la tapa obstruida superficialmente por escombros y desechos, se detalla en la tabla la ubicación de este elemento y la referencia fotográfica


**Tabla 15. Ubicación de sumidero en el conjunto residencial Villas de la Caracara**

Imagen	Ubicación	Observación
	Conjunto residencial Villas de La Caracara	Medidas: 1,24 m x 0,74 m
Sumidero de rejilla 3		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En esta tabla se representa la ubicación del sumidero de rejilla existente en la entrada del conjunto residencial Villas de la Caracara, se detallan las medidas del sumidero y se observa la referencia fotográfica tomada durante la inspección, en la que se puede visualizar el deterioro en el que se encontró dicho elemento.


**Tabla 16. Ubicación de boca de visita en el conjunto residencial Villa Jardín**

Imagen	Ubicación	Observación
	Conjunto residencial Villa Jardín	Se encuentra en buen estado
Boca de visita 2		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En esta tabla se presentaron la ubicación y el estado en el que se encuentra la boca de visita observada en la entrada del conjunto residencial Villa Jardín, durante la inspección se visualizó que la boca de visita se encuentra en buen estado y tiene su tapa.


**Tabla 17. Ubicación de sumidero en el conjunto residencial Villa Jardín**

Imagen	Ubicación	Observación
	Conjunto residencial Villa Jardín	Medidas: 1,24 m x 0,74 m
Sumidero de rejilla 1		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Continuando en Villa Jardín, se observó el sumidero de rejilla representado en la imagen de la tabla, el cual se encuentra en buen estado necesitando solamente limpieza superficial. En esta tabla quedaron expresados la ubicación y las medidas del mismo.

**Tabla 18. Ubicación de boca de visita en el conjunto residencial Villa Jardín**

Imagen	Ubicación	Observación
	Conjunto residencial Villa Jardín	Se encuentra en buen estado
Boca de visita 1		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Otra de las bocas de visita observadas se encuentra en Villa Jardín igualmente, se visualiza en la imagen representada en la tabla que se encuentra en buen estado y posee su tapa


**Tabla 19. Ubicación de sumidero en el conjunto residencial Villa Jardín**

Imagen	Ubicación	Observación
	Conjunto residencial Villa Jardín	Medidas: 1,24 m x 0,74 m
Sumidero de rejilla 2		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se representó en esta tabla la ubicación del sumidero de rejilla que se encuentra en el conjunto residencial Villa Jardín con sus medidas que fueron tomadas durante la inspección, el sumidero se encuentra en buen estado y las rejillas no se encuentran deterioradas.


**Tabla 20. Ubicación de colector de drenaje conjunto residencial Villa Jardín**

Imagen	Ubicación	Observación
	Conjunto residencial Villa Jardín	Diámetro medido: 39,37 pulgadas Diámetro comercial: 42 pulgadas
Colector de drenaje		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En el conjunto residencial Villa Jardín se observó durante la inspección un colector de drenaje el cual fue medido su diámetro y resultó de 42 pulgadas, este colector capta el caudal que le llega directamente desde un canal natural que presenta maleza y desechos domésticos, en la tabla se pueden observar el diámetro, la ubicación y la referencia fotográfica tomada durante la inspección.

**Tabla 21. Ubicación de colector de drenaje punto Inversiones Ferre San Diego**

Imagen	Ubicación	Observación
	Inversiones ferre San Diego	Diámetro medido: 30 pulgadas. Descarga en un canal natural
Colector de drenaje		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se representaron en esta tabla la ubicación de uno de los colectores observados, en este caso el colector que se encuentra a un lado de la calle Valencia a la altura del establecimiento comercial inversiones ferre San Diego, se aprecia en la imagen de referencia que es una zona que presenta maleza alta, dificultando visualizar el colector, de igual forma quedó expresado en la tabla el diámetro medido el día de la inspección, este colector descarga las aguas en un canal natural y en este canal se transporta el flujo hasta llegar al colector representado anteriormente (**ver tabla 21**).

**Tabla 22. Ubicación de descarga del colector de drenaje en el conjunto residencial Villas de las Caracaras**


Imagen	Ubicación	Observación
	Conjunto residencial Las Caracaras	En este punto se encuentra la descarga del colector de drenaje. Se encuentra funcionando pero obstruido por vegetación
Colector de drenaje		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Cercano al conjunto residencial Villas de la Caracara se encontró durante la inspección, la descarga del colector que comienza en el conjunto residencial Villa Jardín (**ver tabla 21**). Este colector representado en la tabla 23 se encontró obstruido superficialmente por vegetación,

igualmente descarga en un canal natural que posee maleza y durante la inspección no pudo ser medido su diámetro debido a la vegetación que lo rodea.


**Tabla 23. Inspección en la intersección entre la calle Valencia y la calle Las Mercedes**

Imagen	Ubicación	Observación
	Calle Valencia	Se realizó la inspección a lo largo de la calle Valencia y en los tramos entre Ferre San Diego hasta la calle las Mercedes no se observaron sumideros
Esquina entre calle Valencia y calle Las Mercedes. Sentido Sur-Oeste		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Dando continuidad a la inspección, se realizó el recorrido a lo largo de la calle Valencia sentido hacia el pueblo de San Diego y no se observaron sumideros ni bocas de visita, en la tabla se puede visualizar una imagen tomada durante el trabajo de campo, la ubicación del punto de referencia y las observaciones realizadas.


**Tabla 24. Inspección en la intersección entre la calle Valencia y la calle Sucre**

Imagen	Ubicación	Observación
	Calle Valencia y calle Sucre	No se observaron sumideros ni otros elementos estructurales de drenaje. Es el segundo cruce para llegar al terreno del proyecto de conjunto residencial Los Bachilleres contando desde la entrada de la Av. Don Julio Centeno
Cruce entre calle Valencia con calle Sucre. Sentido Nor-Eeste		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En la tabla se representaron la ubicación de la intersección de la calle Valencia con la calle Sucre, este es el cruce hacia el terreno de Los Bachilleres, se observó una acumulación de agua con sedimentos en dicha intersección y que no posee sumideros ni bocas de visita.


**Tabla 25. Inspección en la calle Los Cedros**

Imagen	Ubicación	Observación
	Calle Los Cedros	No se observaron sumideros ni otros elementos estructurales de drenaje, no posee aceras, cunetas, brocales ni está terminada de pavimentar. Es la vía de acceso al proyecto del conjunto residencial Los Bachilleres
Calle los Cedros. Sentido Nor-Este		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En la calle los cedros se observaron sedimentos en la vialidad y falta de pavimentación adecuada, en la imagen referenciada en la tabla se visualiza que no posee sumideros ni bocas de visita, igualmente no posee una calzada definida ni caminerías, ni brocales.

**Tabla 26. Inspección en la intersección de la calle Los Cedros, cruce con la vía de acceso para las parcelas vecinas al conjunto residencial Los Bachilleres**

Imagen	Ubicación	Observación
	Vía de acceso a parcelas vecinas al proyecto del conjunto residencial Los Bachilleres	No se observaron sumideros ni otros elementos estructurales de drenaje, no posee aceras, cunetas, brocales ni está terminada de pavimentar.
Intersección entre calle los Cedros con vía de acceso a parcelas vecinas		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En esta tabla igualmente se aprecia la calle Los Cedros y se observa en la imagen tomada el día de la inspección los lodos que se encuentran en la vía, no está diseñada la vialidad y no se observaron sumideros.


**Tabla 27. Inspección de la boca de visita existente en la calle Los Cedros**

Imagen	Ubicación	Observación
	<p>Calle Los Cedros</p>	<p>Intersección entre calle los Cedros con via de acceso a parcelas vecinas</p>
<p>Boca de visita 4. Acueducto</p>		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En esta tabla se organizaron la imagen de referencia tomada y la ubicación de la boca de visita de acueducto encontrada durante la inspección en la calle Los Cedros, se encuentra abierta con la tapa a un lado y rodeada de sedimentos de lodo.


**Tabla 28. Inspección de la boca de visita existente en la calle Los Cedros**

Imagen	Ubicación	Observación
	<p>Vía de acceso a parcelas vecinas al proyecto del conjunto residencial Los Bachilleres</p>	<p>En esta boca de visita se observó un flujo de agua, el cual un habitante de la zona explicó que se trata de un desperdicio de la dotación de aguas claras que son descargadas diariamente a una quebrada del Río San Diego debido a que la cantidad de agua que entra excede la capacidad de almacenamiento del pozo existente en las parcelas</p>
<p>Boca de visita 5. Acueducto</p>		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En esta tabla se presentó la ubicación de la boca de visita observada justo al lado del terreno de Los Bachilleres, igualmente se expresó que se trata de una boca de visita de acueductos y se encontró abierta con la tapa a un lado, está en una zona rodeada de áreas verdes, sin embargo, no se visualizaron sedimentos de lodos ni otros.


**Tabla 29. Inspección de la boca de visita existente en la calle Los Cedros**

Imagen	Ubicación	Observación
	<p>Vía de acceso a parcelas vecinas al proyecto del conjunto residencial Los Bachilleres</p>	<p>El sistema de aguas claras se encuentra ubicado al sur del terreno del conjunto residencial Los Bachilleres</p>
<p>Boca de visita 5. Acueducto</p>		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se tomó esta fotografía para que quedara representada la vía de acceso a las parcelas que colindan con Los Bachilleres.


**Tabla 30. Inspección de las condiciones actuales del puente en la calle Valencia**

Imagen	Ubicación	Observación
	<p>Calle Valencia, puente sobre el río Cúpira</p>	<p>Descarga la escorrentía en el río</p>
<p>Torratera</p>		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En el puente que se encuentra sobre el río Cúpira, aguas arriba del río, se encontró una torrentera que funciona para descargar la escorrentía en el río, en la presente tabla se agruparon la ubicación, la descarga y se visualiza la imagen tomada durante la inspección realizada.

**Tabla 31. Inspección del colector de aguas servidas**

Imagen	Ubicación	Observación
	<p>Río Cúpira, puente de la calle Valencia</p>	<p>Se observó un colector de aguas residuales de diámetro 12 pulgadas dentro del río (donde está parado el señor de la imagen)</p>
<p>Colector de aguas servidas</p>		

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

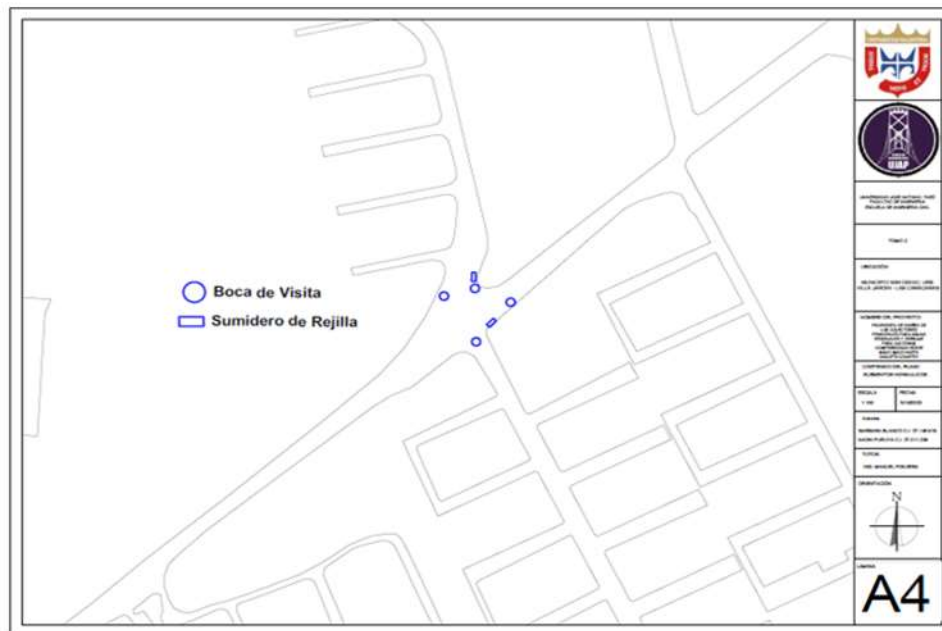
Para finalizar, se observó durante la inspección una tubería que pasa por debajo del nivel del agua del río, para la cual se consultó con los entes gubernamentales y confirmaron que se trata del colector de aguas servidas.

#### **4.1.5 Ubicar los elementos estructurales de los sistemas de drenaje y colector de aguas residuales**

Mediante la inspección realizada, se obtuvo conocimiento sobre los elementos hidráulicos existentes a lo largo de la poligonal abierta (**ver figura 9**). Además de esto, se consultó con los habitantes de la zona que explicaron dónde ocurría el cambio de diámetro del colector de drenaje y proporcionaron información sobre las descargas de dichos colectores, con esta información se procedió a realizar los planos de la ubicación del sistema de drenaje en los planos ya existentes de la vialidad de estudio (**ver figuras 12-13**). Durante la visita al terreno de Los Bachilleres se observaron dos bocas de visita (**ver tablas 27-28-29**). Con esta información y con la explicación de uno de los habitantes de la zona, se realizó el plano de los elementos existentes para esa zona (**ver figura 12**). Finalmente se realizó un plano con todo el recorrido y todos los elementos encontrados (**ver figura 11**).



**Figura 11. Plano de ubicación de bocas de visita de acueducto en el terreno destinado para el conjunto residencial Los Bachilleres**  
**Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)**





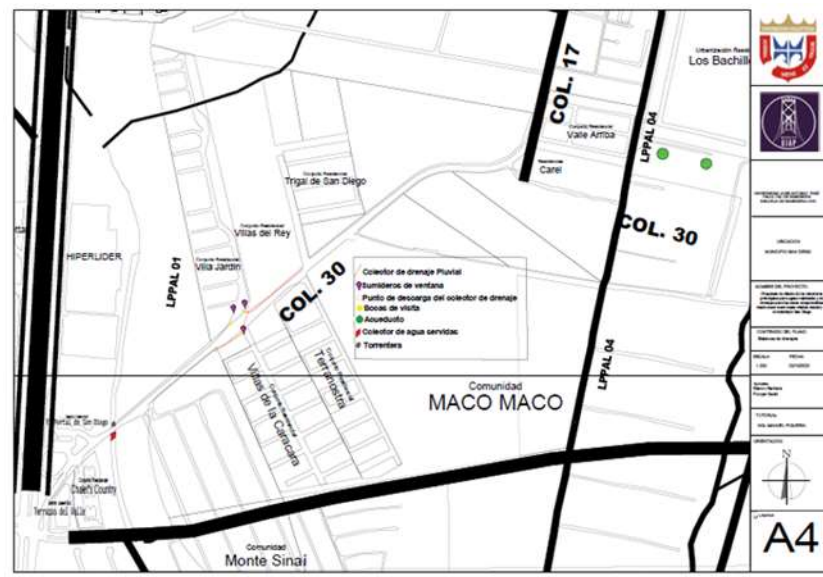
**Figura 12. Plano de ubicación de bocas de visita y sumideros en el conjunto residencial Villa Jardín**  
**Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)**



**Figura 13. Representación de ubicación del colector de drenaje existente en la calle Valencia**

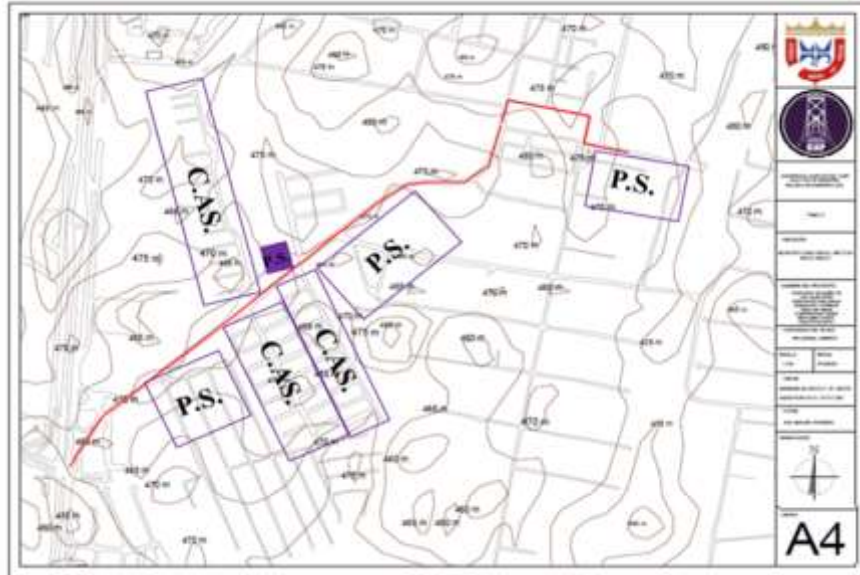
**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Leyenda	
	Descarga del colector
	Colector de drenaje



**Figura 14. Plano de ubicación de los elementos estructurales existentes en la poligonal de estudio completa**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

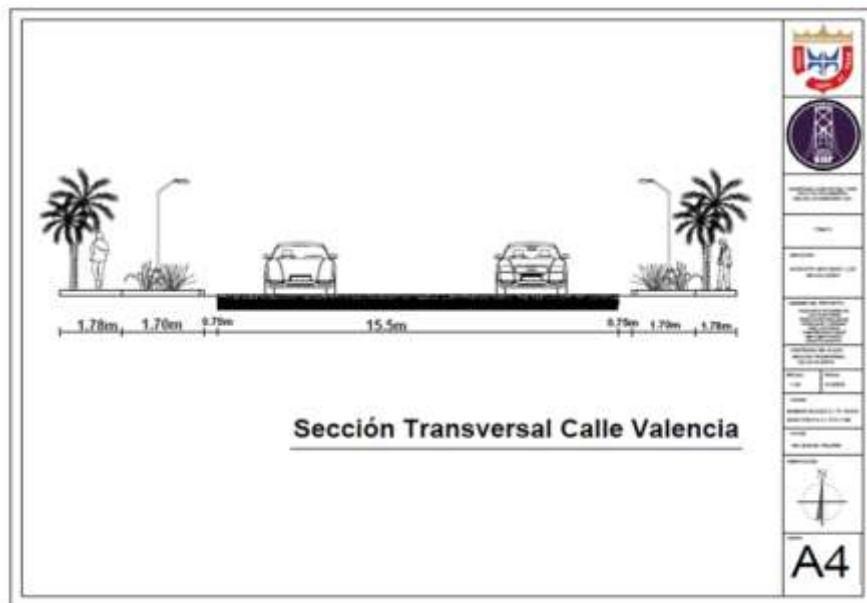


**Figura 15. Ubicación de las comunidades que están conectadas al colector de aguas servidas.**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

P.S.: Pozo séptico

C.A.S.: conectado al colector de aguas servidas



**Figura 16. Plano de sección transversal en la calle Valencia, en la intersección de las entradas a los conjuntos residenciales Villa Jardín y Villas de las Caracara**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

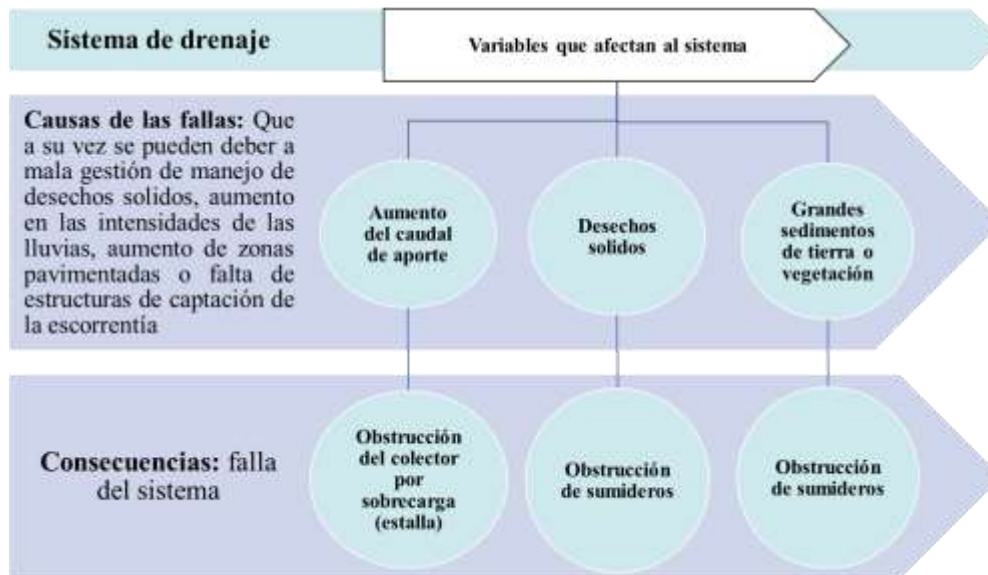
#### **4.1.6 Variables que obstruyen el sistema de drenaje**

Los procesos que atraviesa el agua proveniente de las precipitaciones en las ciudades son, en primer lugar, las estructuras de drenaje superficial, denominados sumideros los cuales controlan la escorrentía, estas son las estructuras de captación de agua inicial para luego llevarla a las estructuras subterráneas que son aquellas tuberías que trasvasan el agua captada por los sumideros hasta el destino final de desagüe.

Los colectores de drenaje pueden presentar obstrucciones por razones mecánicas, esto se debe a que están hechos para trabajar con cierta cantidad de agua y cuando se encuentran sobrecargados estallan por no estar diseñados para trasvasar agua a presión. En este sentido un colector de drenaje o bien sea un cajón se puede encontrar ahogado por un aumento en el volumen del caudal, que se puede deber por ejemplo, a una modificación de algún terreno adyacente en el cual se reduzca el porcentaje de áreas verdes existentes y en su lugar se pavimente la zona, esto disminuirá la posibilidad de infiltración del agua que tiene el terreno natural y se aumentaría la escorrentía, resultando en un mayor aporte de agua que debe captar el sumidero y finalmente sobrecargando el colector, es así como pueden ocurrir las inundaciones en las vías de acceso.

Igualmente es fundamental recordar que los desechos sólidos que se encuentren circulando en las calles al momento de comenzar las lluvias, inevitablemente van a terminar siendo arrastradas por el flujo del agua en dirección a los sumideros causando obstrucciones en estos, por lo que el manejo adecuado de estos desechos sólidos es de suma importancia para el buen funcionamiento del sistema de drenaje y a todo esto se le debe tomar en cuenta la zona y el tipo de parcelas que se encuentren en ella, puesto que en áreas donde exista una gran cantidad de vegetación y terreno sin compactar puede ocurrir que en lluvias de gran intensidad por periodos largos, la fuerza del agua arrastre las capas superficiales de tierra; movilizándose y de esta forma se generan sedimentos que van a obstruir igualmente a los sumideros.

Para resumir las variables que se consideran que puedan afectar el sistema de drenajes se realizó el siguiente esquema.



**Grafico 1. Resumen de las variables que afectan al sistema de drenajes**

## **4.2 Fase II: Análisis de los factores que intervienen en el diseño de sistemas de drenaje y del colector principal de aguas servidas**

### **4.2.1 Estudiar las condiciones observadas en la inspección**

La inspección de la polygonal de estudio, que inició en el puente sobre el río Cúpira de la calle Valencia aproximadamente entre las coordenadas  $10^{\circ} 14' 49''$  N  $67^{\circ} 57' 43''$  W y finalizó en el terreno del proyecto del conjunto residencial Los Bachilleres en la coordenada  $10^{\circ} 15' 05''$  N  $67^{\circ} 57' 06''$  W. Sirvió como herramienta para entender las causas de la falla del sistema de drenajes a lo largo del trayecto.

Durante la inspección se observaron únicamente 3 sumideros de rejilla ubicados entre las entradas de los conjuntos residenciales Villa Jardín y Villas de la Caracara, los sumideros ubicados en el extremo de Villa Jardín se encuentran relativamente en buen estado, mientras que los que se observaron en Villa de la Caracara se encuentran obstruidos con maleza y desechos sólidos, deteriorados y le faltan rejillas (**ver tabla 16**).

En la zona mencionada anteriormente, existen tapas de bocas de visita, igualmente las que se encuentran en el extremo de Villa Jardín no presentan fallas a simple vista y las que están ubicadas en el extremo de Villas de la Caracara (**ver tabla 17, tabla 19**) están obstruidas por sedimentos y desechos sólidos.

Referente a los colectores de drenaje, se encontró que la red de drenaje presenta una discontinuidad en los tramos del sistema (**ver figura 12**), presentando cambios de diámetro entre los colectores y cambios de dirección. Inicialmente el colector principal de 30 pulgadas de diámetro descarga en un canal natural a la altura de ferre San Diego (**ver tabla 22**), el flujo se desplaza por el canal hasta ser captado por otro colector de 40 pulgadas de diámetro ubicado cerca de Villa Jardín (**ver tabla 21**), este colector posteriormente hace un cruce y cambia de dirección hacia el carril derecho sentido al pueblo de San Diego para descargar en un canal natural entre el conjunto residencial Villas de la Caracara y Monte Sinaí. En este punto de descarga el colector se encontró obstruido exteriormente debido a la presencia de maleza, finalmente se ubicó el colector que drena el área de la comunidad Monte Sinaí y cuenta con un diámetro de 27 pulgadas (**ver tabla 13**), igualmente descarga en un canal natural justamente al lado de la entrada de la comunidad, los habitantes de la zona explicaron que desean continuar el recorrido del colector conectándolo hasta descargar en el río.

En todo el recorrido de la poligonal abierta de estudio no se observaron sumideros de ventana, en los tramos que se encuentran después de Villa Jardín en sentido hacia el pueblo de San Diego no se observaron sumideros ni de ventana ni de rejilla.

Referente al sistema de aguas residuales, se observó desde el puente de la calle Valencia (**ver tabla 32**) el colector de aguas servidas que se encuentra transversal al río Cúpira, este es de 12 pulgadas y se presume que descarga en el colector principal de la Av. Don Julio Centeno.

#### **4.2.2 Analizar y estudiar el Plan de Desarrollo Urbano (PDUL) para la zona**

Con el Plan de Desarrollo Urbano Local se define el desarrollo urbano esperado para el municipio, tomando en consideración la población y es un plan que regula las acciones privadas y públicas. Para proceder con la comparación entre los usos permitidos establecidos por el PDUL y el uso actual del terreno, se realizaron las siguientes tablas comparativas (**ver tablas 33 hasta la 46**) y con información proporcionada por la alcaldía de San Diego (**ver tabla 47**) se obtuvieron los datos de los habitantes por hectárea.

**Tabla 32. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL**

Zona	Referencia	Zonificación según el PDUL	Plano PDUL	Parcelamiento existente	Qaservidas (m3/seg)
Comunidad Monte Sinaí		<b>ND-4:</b> Zonas urbanizables de nuevos desarrollos residenciales. <b>250 hab/Ha.</b>		Urbanismo residencial. <b>140 hab/Ha.</b>	0,002688492
	Área				
	51.575,07 m2 15,15 Ha				
					<b>Autores:</b> Blanco B. y

Furuya N. (2023)

Esta tabla 33 detalla las características de la Zona de Monte Sinaí. Indica un área de 51.575,07 m2, una densidad de 250 habitantes/hectárea según el PDUL, un urbanismo residencial y un gasto estimado de aguas servidas de 0,00268 metros cúbicos/segundo.

**Tabla 33. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL**

Zona	Referencia	Zonificación según el PDUL	Plano PDUL	Parcelamiento existente	Qaservidas (m3/seg)
Conjunto residencial Villa de Las Caracaras		<b>R-3:</b> Uso residencial. entre <b>125 hab/Ha</b> y <b>175 hab/Ha.</b>		Urbanismo residencial. <b>56 hab/Ha.</b>	0,034535619
	Área				
	42.992,39 m2 4,299 Ha				

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se detalla en la tabla la zona del conjunto residencial Villa de las Caracaras. La cual cubre un área de 42.992,39 m2, con una densidad de 125 habitantes/hectárea y 175 habitantes/hectárea de acuerdo al PDUL, un urbanismo residencial y un gasto de aguas servidas equivalente a 0,03453 metros cúbicos/segundos.



**Tabla 34. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL**

Zona	Referencia	Zonificación según el PDUL	Plano PDUL	Parcelamiento existente	Qaservidas (m3/seg)
Conjunto residencial Villa Jardín		R-4: Zonas de uso residencial. 175 hab/Ha y 249 hab/Ha.		Urbanismo residencial. 215 hab/Ha.	0,034535619
	Área				
	36.404,25 m2 3,6404 Ha				

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se presentaron los datos de la zona residencial Villa Jardín. Con un área de 36.404,25 m<sup>2</sup>, densidad de 175 habitantes/hectárea y 249 habitantes/hectárea según el PDUL, un urbanismo residencial y un gasto estimado de aguas servidas de 0,03453 metros cúbicos/segundo.

**Tabla 35. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL**

Zona	Referencia	Zonificación según el PDUL	Plano PDUL	Parcelamiento existente	Qaservidas (m3/seg)
Inversiones ferre San Diego		C-2: Comercio intermedio		Uso comercial. Ferretería	0,032197656
	Área				
	1.481,41 m2 0,1481 Ha				

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Muestra las especificaciones de la zona de Ferre San Diego. Esta zona tiene un área de 1.481,41 m<sup>2</sup>, con una zonificación de comercio intermedio según el PDUL y tiene un gasto de aguas servidas proyectado de 0,03219 metros cúbicos/segundo.

**Tabla 36. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL**

Zona	Referencia	Zonificación según el PDUL	Plano PDUL	Parcelamiento existente	Qaservidas (m3/seg)
Conjunto residencial Terranostra		<b>R-3: Uso residencial, entre 125 hab/Ha y 175 hab/Ha.</b>		Urbanismo residencial.	0,032197656
	Área				
	24.391,68 m2 2,4392 Ha				

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se presentó la información de la zona del conjunto residencial Terranostra. El área es de 24.391,68 m2, con una densidad de 125 habitantes/hectárea y 175 habitantes/hectárea de acuerdo al PDUL, es un urbanismo residencial y con gasto estimado de aguas servidas de 0,03219 metros cúbicos/segundos.

**Tabla 37. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado PDUL**

Zona	Referencia	Zonificación según el PDUL	Plano PDUL	Parcelamiento existente	Qaservidas (m3/seg)
Conjunto residencial Trigal de San Diego		<b>R-7: Uso residencial para viviendas unifamiliares continuas y viviendas unifamiliares y multifamiliares en desarrollo de conjunto 400 hab/Ha y 700 hab/Ha.</b>		Uso residencial. <b>245 hab/Ha</b>	0,030890238
	Área				
	15.926,48 m2 1,5926 Ha				

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Detalla los parámetros de la zona del conjunto residencial Trigal de San Diego. En esta zona el área es 15.926,48 m2, la densidad 400 habitantes/hectárea y 700 habitantes/hectárea según el PDUL, tipo de parcelamiento de uso residencial y un gasto de aguas servidas equivalente a 0,03089 metros cúbicos.

**Tabla 38. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL**

Zona	Referencia	Zonificación según el PDUL	Plano PDUL	Parcelamiento existente	Qaservidas (m3/seg)
Zona comercial adyacente al conjunto residencial el Trigal de San Diego		C-2: Comercio intermedio		Actualmente no se encuentra en uso el terreno	
	Área				
	3.791,12 m2 0,3971 Ha				

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Esta tabla detalla las características de la zona comercial adyacente del conjunto residencial Trigal de San Diego. Indica un área de 3.791,12 m<sup>2</sup>, comercio intermedio según el PDUL, actualmente no se encuentra en uso el terreno.

**Tabla 39. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL**

Zona	Referencia	Zonificación según el PDUL	Plano PDUL	Parcelamiento existente	Qaservidas (m3/seg)
Comunidad Maco Maco		ND-4: Zonas urbanizables de nuevos desarrollos residenciales. <b>250 hab/Ha.</b>		Urbanismo residencial. <b>213 hab/Ha.</b>	0,028384731
	Área				
	86.317,41 m2 8,6317 Ha				

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se detallan las características de la zona de Maco Maco. Indica un área de 86.317,41 m<sup>2</sup>, una densidad de 250 habitantes/hectárea según el PDUL, un urbanismo residencial y un gasto estimado de aguas servidas de 0,002838 metros cúbicos/segundo.

**Tabla 40. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL**

Residencias Carel		<b>ND-4:</b> Zonas urbanizables de nuevos desarrollos residenciales. <b>250 hab/Ha.</b>		-	0,020868211
	Área				
	9.713,04 m <sup>2</sup> 0,9713 Ha				

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se detallan las características de la zona de residencia Carel. Indica un área de 9.713,04 m<sup>2</sup>, una densidad de 250 habitantes/hectárea según el PDUL, y un gasto estimado de aguas servidas de 0,002086 metros cúbicos/segundo.



**Tabla 41. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL**

Zona	Referencia	Zonificación según el PDUL	Plano PDUL	Parcelamiento existente	Qaservidas (m3/seg)
Conjunto residencial Valle Arriba		<b>R-4:</b> Zonas de uso residencial. <b>175 hab/Ha y 249 hab/Ha.</b>		Urbanismo residencial. <b>253 hab/Ha.</b>	0,015704469
	Área				
	18.700,38 m <sup>2</sup> 1,87004 Ha				

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Muestra las especificaciones de la zona del conjunto residencial Valle Arriba. Esta zona tiene un área de 18.700,38 metros cuadrados, una densidad de 175 habitantes/hectárea y 249 habitantes/hectárea según el PDUL, es de uso residencial y tiene un gasto de aguas servidas proyectado de 0,01570 metros cúbicos/segundo.

**Tabla 42. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL**

Zona	Referencia	Zonificación según el PDUL	Plano PDUL	Parcelamiento existente	Qaservidas (m3/seg)
Conjunto residencial Valle del sol		<b>R-1:</b> Zonas de uso residencial, unifamiliar, bifamiliar aislada en desarrollos de conjunto. Densidad neta de <b>99 hab/Ha.</b>		Urbanismo residencial <b>174 hab/Ha.</b>	0,007958856
	Área				
	6.518 m2 0,6518 Ha.				

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se muestra las especificaciones de la zona del conjunto residencial Valle del Sol. Esta zona tiene un área de 6.518 metros cuadrados, una densidad de 99 habitantes/hectárea según el PDUL, es de Uso residencial y tiene un gasto de aguas servidas proyectado de 0,00795 metros cúbicos/segundo.

**Tabla 43. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL**

Zona	Referencia	Zonificación según el PDUL	Plano PDUL	Parcelamiento existente	Qaservidas (m3/seg)
Casco del pueblo de San Diego		<b>ZCP:</b> zona del casco del pueblo de San Diego		-	0,010540727
	Área				
	37.619,24 m2 3,7619 Ha				

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En esta tabla se presentó la información referente a la zona del casco del Pueblo de San Diego, el área que cubre y cómo lo presentan en los planos de zonificación del PDUL. En esta poligonal cerrada se abarcan diversos comercios y viviendas.



**Tabla 44. Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL**

Zona	Referencia	Zonificación según el PDUL	Plano PDUL	Parcelamiento existente	Qaservidas (m3/seg)
Zona residencial		<b>ND3-E:</b> Zona residencial para viviendas unifamiliares, bifamiliares o tetrafamiliar aislada o pareada, multifamiliares o unifamiliares en desarrollo de conjunto. <b>200 hab/Ha.</b>		-	0,007958856
	Área				
	16.851,97 m2 1,6852 Ha.				

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se detalla en la tabla un área de 16.851,97 m<sup>2</sup>, con una densidad de 200 habitantes/hectárea de acuerdo al PDUL, un gasto de aguas servidas equivalente a 0,00795 metros cúbicos/segundos.

**Tabla 45. . Comparación entre los usos actuales de las áreas y el uso reglamentado en el PDUL**

Zona	Zonificación según el PDUL	Plano PDUL	Parcelamiento existente	Referencia
Conjunto residencial Los Bachilleres	<b>R-4:</b> Zonas de uso residencial. <b>175 hab/Ha y 249 hab/Ha.</b>		Actualmente no se encuentra desarrollado el proyecto del conjunto residencial. La cantidad de habitantes se proyecta para <b>143 hab/Ha.</b>	
				Área
				72081 m2 7,2081 Ha

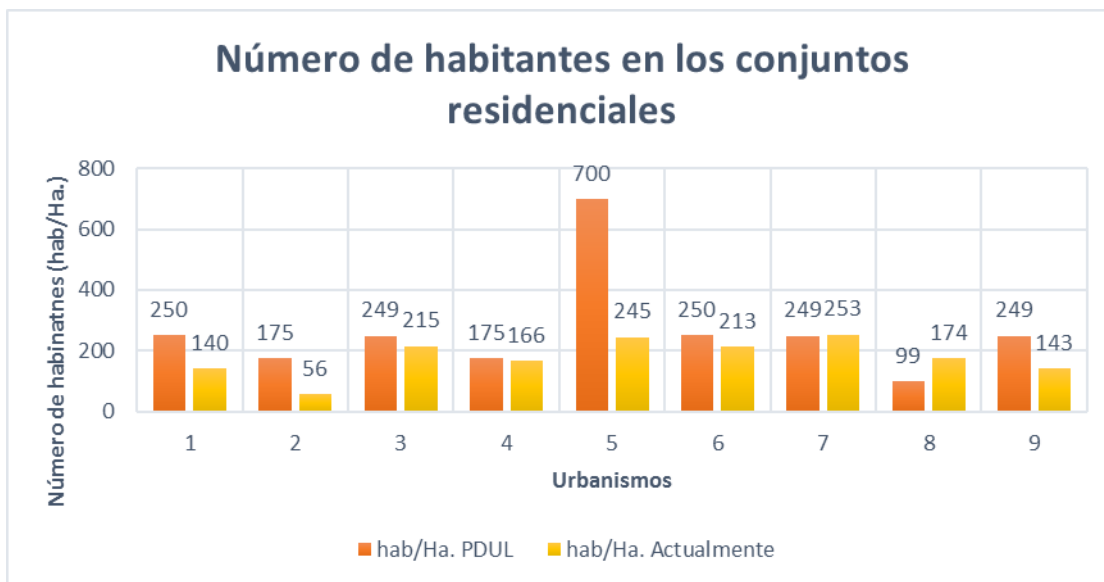
**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se detalla en la tabla la zona de conjunto residencial Los Bachilleres. Cubre un área de 91.319,45 m<sup>2</sup>, con una densidad de 175 habitantes/hectárea y 249 habitantes/hectárea de acuerdo al PDUL, un urbanismo residencial y un gasto de aguas servidas equivalente a 0,00268 metros cúbicos/segundos.

Finalmente, con todas las poligonales definidas, el estudio del PDUL y la densidad poblacional permitida por el plan de ordenanza, así como con la información proporcionada por la

alcaldía en cuanto a la cantidad de habitantes que tienen en su base de datos censados (**ver tabla 47**). Realizó un gráfico (**ver gráfico 2**) con las cantidades de habitantes para comparar la densidad permitida con la población que se encuentra en la zona actualmente, esto con la finalidad de poder observar de mejor forma cuales son aquellas parcelas que se encuentran dentro de los límites permitidos y cuáles son las parcelas que no cumplen con la cantidad de habitantes permitidos.

En el siguiente gráfico (**ver gráfico 2**) se vaciaron los datos antes mencionados, en el eje vertical se encuentran el número de habitantes por hectárea y en el eje horizontal se ubicaron los urbanismos para los cuales se tiene información sobre la densidad poblacional.



**Grafico 2. Comparación entre los habitantes por hectárea establecidos en el PDUL y los datos obtenidos referentes a la población actual existente en los distintos urbanismos.**

Autores: Blanco B y Furuya N. (2023)

Los conjuntos residenciales quedaron representados en el gráfico de la siguiente manera.

1: Representa a la comunidad Monte Sinaí y se encuentra dentro del rango para el cual está planificada la zona en el PDUL.

2: Conjunto residencial Villas de la Caracara, se encuentra dentro del rango de habitantes permitido por el PDUL.

3: Conjunto residencial Villa Jardín, está dentro del rango de habitantes por hectáreas permitidos en el PDUL

4: Conjunto residencial Terranostra, este urbanismo posee una cantidad de habitantes permitida por la planificación del PDUL

5: Conjunto residencial El Trigal de San Diego, este conjunto está dentro de los límites de habitantes máximos permitidos por la ordenanza del PDUL.

6: Comunidad Maco Maco, esta zona que, conformada por grupos de viviendas independientes, no pertenece a un conjunto residencial cerrado, sin embargo, se encuentra dentro de los rangos de habitantes permitidos por el PDUL.

7: Conjunto residencial Valle Arriba, esta urbanización se encuentra ligeramente por encima del máximo de habitantes establecido en el PDUL para el área que abarca.

8: Conjunto residencial Valles del Sol, para el uso establecido por el PDUL, esta urbanización tiene un máximo de habitantes permitidos de 99 hab/Ha. Y actualmente se encuentran 113 habitantes en un área de 0,6518 hectáreas por lo tanto se encuentra fuera del rango permitido.

9: Conjunto residencial Los Bachilleres. En esta área se espera la construcción de una urbanización y se está tomando en consideración una estimación de la población para la cual está siendo diseñado el proyecto (**ver Tabla 46**), sin embargo, actualmente no se encuentra habitada ni se han comenzado las obras pertenecientes al inicio de la construcción. De acuerdo a los datos proporcionados referentes al número de habitantes se observa que está siendo planificada para cumplir con los límites de habitantes requeridos por el PDUL.

#### **4.2.3 Estudio del crecimiento poblacional**

Se entiende por crecimiento poblacional a la variación en la cantidad de pobladores de una región geográfica en un cierto plazo de tiempo. Esta variación en el número de habitantes puede tener diversas causas, como pueden ser mejor movilidad peatonal en ciertas partes de una ciudad que en otras, mejores oportunidades de empleo, mayor accesibilidad a servicios o por motivos de seguridad y comodidad para las personas, independientemente de cuál sea la motivación que lleve al aumento o disminución en la población de una zona, esto trae consecuencias que pueden resultar positivas como el intercambio y enriquecimiento cultural de los ciudadanos al convivir entre personas con diversas costumbres e ideas. Igualmente, entre los efectos de la fluctuación en la cantidad de habitantes se encuentra el aumento de la demanda de bienes y servicios, si la zona no estaba diseñada para abarcar cierta cantidad de pobladores, esto va a resultar en que los servicios existentes se queden cortos para cumplir con los requerimientos nuevos de la zona, deteriorando

entonces la calidad de vida para la población ya existente y para los nuevos habitantes que deseen integrarse al área.

La alcaldía del municipio San Diego proporcionó información referente a la cantidad de habitantes que existen en las comunidades correspondientes a la zona de estudio. Para el conjunto residencial Los Bachilleres se trabaja con la población estimada esperada para la cual se está diseñando el conjunto.

**Tabla 46. Número de inmuebles y número de habitantes para las diferentes comunidades existentes en la zona de estudio**

<b>Comunidad</b>	<b>N° Inmueble</b>	<b>N° Habitantes</b>
Monte Sinaí	545	2.126
Conjunto resid. Villas de la Caracara	61	238
Conjunto resid. Villa Jardín	200	780
Conjunto resid. Terranostra	81	-
Conjunto resid. El Trigal de San Diego		390
Comunidad Maco Maco	470	1.833
Conjunto resid. Valle Arriba	-	437
Conjunto resid. Valles del Sol	-	113
Conjunto resid. Los Bachilleres	-	1.041

En el transcurso de los años, la zona ha presentado un aumento en la población, se han construido nuevos conjuntos residenciales y comercios a lo largo de la poligonal de estudio, esto derivó en un aumento en el flujo vehicular, flujo peatonal, aumento de las demandas de servicios y debido a la construcción de comunidades improvisadas, así como a la falta de información accesible a la población, se comenzaron a generar sistemas de drenaje diseñados para cada organismo independiente, sin considerar; por diversas razones; que la red de recolección debe ser continua y mantener coherencia en la secuencia de los diámetros de los colectores.

En el caso particular de la comunidad Monte Sinaí, no contaban con una red de drenaje pluvial y conectaron el flujo de aguas a un colector que se encuentra a un lado de la vialidad para que descargue en un canal natural mucho antes del río, este colector es el de menor diámetro de los colectores encontrados en los tramos de estudio, y se espera que se le dé continuidad hasta descargar en el río. En este orden de ideas, es necesario recordar que dicho colector de Monte Sinaí no sólo capta el caudal proveniente de esa comunidad, sino que debe considerar el caudal que le

aporta la vialidad y las áreas colindantes, es aquí donde se analizó el caso del proyecto del conjunto residencial Los Bachilleres (**ver tabla 46**) que se encuentra aguas arriba, cuando se complete la obra el pavimento de los estacionamientos y calles del urbanismo va a aumentar la escorrentía, por lo tanto el caudal de aporte a la vialidad se ve incrementado, al final del tramo cuando este caudal llegue a este colector, no podrá ser canalizado y descargado correctamente.

Una gran cantidad de las áreas que fueron estudiadas no posee una conexión al colector principal de aguas residuales, así como no se obtuvo información sobre el inicio del colector, por lo que descargan sus efluentes residuales en pozos sépticos actualmente, la disposición de áreas de terreno para el uso de pozo séptico es algo que la planificación del municipio no tenía contemplado, sin embargo, es el método utilizado actualmente para la disposición de aguas residuales en algunas comunidades y es el método que utilizan en el comercio Inversiones Ferre San Diego .

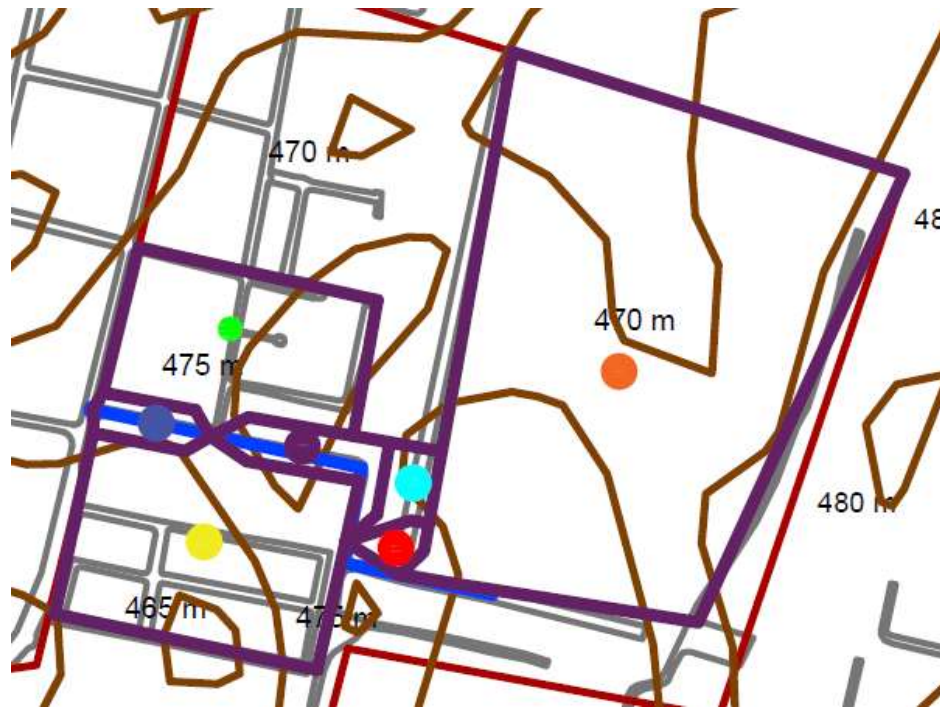
#### **4.2.4 Estimar la descarga y escorrentía de la zona**

Considerando que la escorrentía superficial es el resultado de la precipitación de la lluvia que recorre la superficie del terreno mediante la acción de la gravedad y sin infiltrarse en el suelo, se tiene una relación entre el agua que es depositada en una zona determinada y el agua que escurre y esto se conoce como coeficiente de escorrentía, que es un valor que varía dependiendo de las condiciones del terreno y es un parámetro importante para el cálculo del caudal máximo que aporta una cuenca.

Se delimitaron las cuencas a trabajar mediante una segmentación (**ver figura 17**) para definir los límites en los que se debían calcular las áreas de estas y para estudiar su comportamiento, cuáles serían las cuencas principales, se definieron cuales cuencas descargan en otras cuencas (**ver figura 17**), (**ver tabla 48**) para llevar el tránsito del flujo del agua hacia la dirección del colector principal. Esta segmentación de cuencas mencionada se realizó ente las poligonales 7 y 8 (**ver figura 5**) que se encuentran en un área que carece por completo de sistema de drenaje y los habitantes de la zona reportan fuertes inundaciones durante los periodos de lluvia.




En el caso de la poligonal 8 (**ver figura 5**) que se refiere al terreno del proyecto del conjunto residencial Los Bachilleres, se consideró la posibilidad de que en un futuro o durante el desarrollo de la obra se tome la decisión de modificar la pendiente del terreno y esto altere el flujo natural de la escorrentía resultando en que el flujo se dirija hacia el oeste, direccionándose a la calle Valencia. Tomando esta consideración el colector diseñado tendrá la capacidad de captar los caudales provenientes de las cuencas que ya se encuentran aportándole escorrentía y tendrá capacidad de

canalizar este posible caudal de forma que no se ahogue en el caso de la alteración de la pendiente del terreno.



**Figura 17:** segmentación de cuencas

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Leyenda	
	Cuenca 1
	Cuenca 2
	Cuenca 3
	Cuenca 4
	Cuenca 5
	Cuenca 6
	Cuenca 7
	Colector de drenaje

**Tabla 47. tramos contribuyentes en la segmentación de cuencas**

Tramo contribuyente	Cuenca	Área (ha)	Tc (min)	Tc (min) redondeado
0	1	7,2081	17,5026	15
1	2	0,09996	2,3601	5
0	3	0,1810	3,2668	5
2	4	0,0157	6,7059	10
3				
0	5	1,4925	5,6952	10
0	6	2,1025	7,1841	10
4	7	0,1912	2,4917	5
5				
6				

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

#### 4.2.4.1 Pendiente de las cuencas

$$S = \frac{\text{Cota mayor} - \text{Cota menor}}{\text{Longitud del cauce}}$$

#### 4.2.4.2 Tiempo de concentración

Se calculó mediante la fórmula de Kirpich

$$Tc = 0,0195 \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77}$$

Los parámetros para esta fórmula son:

L: longitud de escurrimiento en metros, esta se mide desde el punto más alejado en la cuenca hasta la descarga de dicha cuenca, en el sentido de la esorrentía

S: es la pendiente del cauce, medida en el sentido del escurrimiento

**Tabla 48. Resultados de tiempos de concentración**

Cuenca	Tc (min) calculado	Tc (min) redondeado
1	17,5026	15
2	2,3601	5
3	3,2668	5
4	6,7059	10
5	5,6952	10
6	7,1841	10
7	2,2304	5
Tbase = 15 min		

#### 4.2.4.3 Intensidad de la lluvia

Para iniciar el cálculo del caudal máximo para cada cuenca, se utilizaron los datos proporcionados por la secretaria de infraestructura (SINFRA) (ver tabla 49) referentes a las intensidades de las lluvias en San Diego, que se encuentran en la siguiente tabla

**Tabla 49. Intensidad de la lluvia en San Diego**

Duración (Minutos)	Estación San Diego Intensidad en mm/h						
	Periodo de Retorno en Años						
	2.33	5	10	25	50	100	200
5	150.0	160.0	177.0	192.0	202.0	212.0	240.0
10	130.0	140.0	152.0	167.0	178.0	190.0	220.0
15	109.9	124.3	135.6	150.3	161.7	173.0	183.4
20	92.6	104.7	114.8	127.4	136.5	145.5	155.0
25	81.0	92.0	101.4	112.9	121.1	129.1	138.0
30	72.6	83.1	92.0	102.8	110.5	118.1	126.5
35	66.2	76.3	84.8	95.2	102.7	110.0	118.0
40	61.1	70.9	79.1	89.2	96.5	103.7	111.4
45	57.0	66.6	74.5	84.4	91.6	98.7	106.1
50	53.5	62.9	70.7	80.4	87.5	94.6	101.7
55	50.5	59.8	67.4	76.9	84.0	91.1	98.1
60	47.9	57.2	64.6	74.0	81.0	88.1	94.9
120	31.8	40.0	45.0	50.0	60.0	65.0	70.0
180	22.0	28.2	33.2	39.5	44.3	48.9	53.6
360	11.7	14.5	16.8	19.7	21.9	24.0	26.2
540	7.9	9.8	11.3	13.2	14.6	16.0	17.4
720	6.1	7.4	8.4	9.8	10.8	11.8	12.8
1440	3.3	4.0	4.6	5.3	5.8	6.4	6.9

Consortio Grupo CONTUY  
 Estudio Hidrológico Ferrocarril La Encrucijada (Cagua)-Puerto Cabello  
 Ing. Luis Miguel Suarez Villar - Proyecto y Supervisión de Obras Hidráulicas

**Tabla 50. Intensidades para un periodo de retorno de 25 años**

Tiempo (min)	TR= 25 años
	Intensidad (mm/hr)
15	150,3
30	102,8
45	84,4
60	74

Se trabajó con un periodo de retorno de 25 años y un tiempo base de 15 minutos, de acuerdo con lo obtenido en los cálculos del tiempo de concentración (ver tabla 49), los valores de las intensidades para los hietogramas se calcularon de la siguiente manera.

$$Intensidad = Intensidad\ del\ intervalo\ anterior - Intensidad\ del\ intervalo$$

$$I_{15\ min} = 167\ mm/hr - 150,3\ mm/hr$$

$$I_{15\ min} = 16,87\ mm/hr$$

Se obtuvo de esta forma la diferencia de intensidades para cada intervalo de estudio y se realizaron los hietogramas (**ver gráficos**), considerando de forma creciente, decreciente e intermedio, como queda expresado en la siguiente tabla de datos.

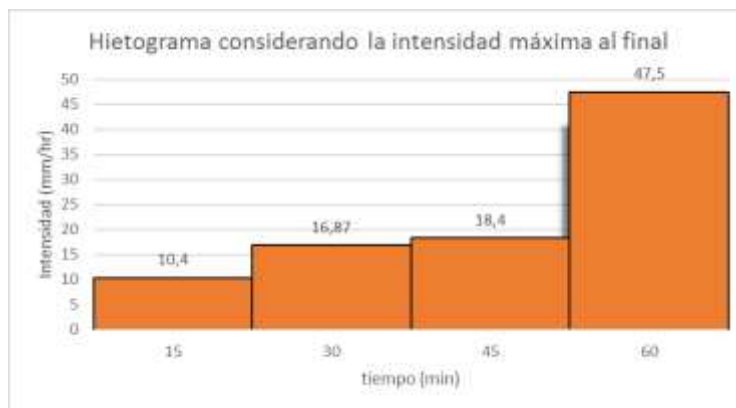
**Tabla 51. Diferencia de intensidades para los hietogramas**

Tiempo (min)	INTENSIDADES			
	Intensidad	Decreciente	Creciente	Intermedio
15	16,87	47,5	10,4	16,87
30	47,5	18,4	16,87	47,5
45	18,4	16,87	18,4	18,4
60	10,4	10,4	47,5	10,4

**Grafico 3. Hietograma de intensidades de lluvia en mm/hr con la intensidad mayor al inicio de los intervalos de tiempo**



**Grafico 4. Hietograma de intensidades de lluvia en mm/hr con la intensidad mayor al finalizar los intervalos de tiempo**



**Grafico 5. Hietograma de intensidades de lluvia en mm/hr con la intensidad mayor en el medio de los intervalos de tiempo**



#### 4.2.4.4 Caudal máximo

$$Q = \frac{(C)(I)(A)}{360}$$

Los parámetros para esta fórmula son:

C: coeficiente de escorrentía, se utilizó 0,85 para el terreno del proyecto del conjunto residencial Los Bachilleres, es decir, para la cuenca 1 debido a que no se conoce el porcentaje de áreas verdes y área pavimentada que finalmente va a tener el conjunto, para el resto de las cuencas de utilizó 0,95 considerando que serán pavimentadas las vías de acceso con pavimento flexible

I: Intensidad de la lluvia en mm/hr (**ver Tabla 51**)

A: área de la cuenca en hectáreas (ha)

**Tabla 52. resumen de datos de las cuencas**

Cuenca	Área (m <sup>2</sup> )	Long. (m)	Cota mayor (m)	Cota menor (m)	ΔH (m)	Pendiente S
1	72080,59	412,54	470	468,5	1,5	0,0036
2	999,62	50,47	475	474,5	0,5	0,0099
3	1809,77	84,26	474,5	473,5	1	0,0119
4	3299,11	157,05	471,5	470,5	1	0,0064
5	14924,83	108,21	472,5	472	0,5	0,0046
6	21024,85	132,31	465	464,5	0,5	0,0038
7	1911,96	76,29	472	470	2	0,0262

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

#### Cálculos de caudales máximos

##### Cuenca 1 (decreciente)

$$Q_{max1} = \frac{(0,85)(18,4 \text{ mm/hr})(7,20 \text{ ha})}{360}$$

##### Cuenca 2 (decreciente)

$$Q_{max2} = \frac{(0,85)(18,4 \text{ mm/hr})(0,1 \text{ ha})}{360}$$

##### Cuenca 3 (decreciente)

$$Q_{max3} = \frac{(0,85)(18,4 \text{ mm/hr})(0,181 \text{ ha})}{360}$$

##### Cuenca 4 (decreciente)

$$Q_{max4} = \frac{(0,85)(18,4 \text{ mm/hr})(0,33 \text{ ha})}{360}$$

**Cuenca 5 (decreciente)**

$$Q_{max5} = \frac{(0,85)(18,4 \text{ mm/hr})(1,492 \text{ ha})}{360}$$

**Cuenca 6 (decreciente)**

$$Q_{max6} = \frac{(0,85)(18,4 \text{ mm/hr})(2,102 \text{ ha})}{360}$$

**Cuenca 7 (decreciente)**

$$Q_{max7} = \frac{(0,85)(18,4 \text{ mm/hr})(0,191 \text{ ha})}{360}$$

**Tabla 53. resumen de resultados de los caudales (m3/s) considerando el hietograma decreciente**

DECRECIENTE				
Cuenca	Qmax (m3/s) (0-15 min)	Qmax (15-30min)	Qmax (30-45min)	Qmax (45-60min)
1	0,8084	0,3132	0,2871	0,1770
2	0,0125	0,0049	0,0045	0,0027
3	0,0227	0,0088	0,0081	0,0050
4	0,0414	0,0160	0,0147	0,0091
5	0,1871	0,0725	0,0664	0,0410
6	0,2635	0,1021	0,0936	0,0516
7	0,0240	0,0093	0,0085	0,0047

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

**Tabla 54. resumen de resultados de los caudales (m3/s) considerando el hietograma creciente**

CRECIENTE				
Cuenca	Qmax (0 -15min)	Qmax (15-30min)	Qmax (30-45min)	Qmax (45-60min)
1	0,1770	0,2871	0,3132	0,8084
2	0,0027	0,0045	0,0049	0,0125
3	0,0050	0,0081	0,0088	0,0227
4	0,0091	0,0147	0,0160	0,0414
5	0,0410	0,0664	0,0725	0,1871
6	0,0577	0,0936	0,1021	0,2635
7	0,0052	0,0085	0,0093	0,0240

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

**Tabla 55. resumen de resultados de los caudales (m<sup>3</sup>/s) considerando el hietograma intermedio**

INTERMEDIO				
Cuenca	Qmax (0-15min)	Qmax (15-30min)	Qmax (30-45min)	Qmax (45-60min)
1	0,2871	0,8084	0,31315	0,1770
2	0,0045	0,0125	0,00485	0,0027
3	0,0081	0,0227	0,00879	0,0050
4	0,0147	0,0414	0,01602	0,0091
5	0,0664	0,1871	0,07247	0,0410
6	0,0936	0,2635	0,10209	0,0577
7	0,0085	0,0240	0,00928	0,0052

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

#### **4.2.4.5 Hidrogramas**

Se realizaron los hidrogramas para cada cuenca (ver tabla 56-62) minuto a minuto, considerando las intensidades de la lluvia de forma creciente, decreciente e intermedio. A continuación, se presentan los hidrogramas de las intensidades decrecientes

**Tabla 56. Hidrograma decreciente para la cuenca**

Cuenca I Decreciente					
Tiempo (m)	Q (0-15)	Q (15-30)	Q (30-45)	Q (45-60)	Qt
0	0	0	0	0	0,000
1	0,054	0	0	0	0,054
2	0,108	0	0	0	0,108
3	0,162	0	0	0	0,162
4	0,216	0	0	0	0,216
5	0,269	0	0	0	0,269
6	0,323	0	0	0	0,323
7	0,377	0	0	0	0,377
8	0,431	0	0	0	0,431
9	0,485	0	0	0	0,485
10	0,539	0	0	0	0,539
11	0,593	0	0	0	0,593
12	0,647	0	0	0	0,647
13	0,701	0	0	0	0,701
14	0,755	0	0	0	0,755
15	0,808	0,000	0,000	0,000	0,808
16	0,755	0,021	0,000	0,000	0,021
17	0,701	0,042	0,000	0,000	0,042
18	0,647	0,063	0,000	0,000	0,063
19	0,593	0,084	0,000	0,000	0,084
20	0,539	0,104	0,000	0,000	0,104
21	0,485	0,125	0,000	0,000	0,125
22	0,431	0,146	0,000	0,000	0,146
23	0,377	0,167	0,000	0,000	0,167
24	0,323	0,188	0,000	0,000	0,188
25	0,269	0,209	0,000	0,000	0,209
26	0,216	0,230	0,000	0,000	0,230
27	0,162	0,251	0,000	0,000	0,251
28	0,108	0,271	0,000	0,000	0,271
29	0,054	0,292	0,000	0,000	0,292
30	0,000	0,313	0,000	0,000	0,313
31	0,000	0,292	0,019	0,000	0,311
32	0,000	0,271	0,038	0,000	0,310
33	0,000	0,251	0,057	0,000	0,308
34	0,000	0,230	0,077	0,000	0,306
35	0,000	0,209	0,096	0,000	0,304
36	0,000	0,188	0,115	0,000	0,303
37	0,000	0,167	0,134	0,000	0,301
38	0,000	0,146	0,153	0,000	0,299
39	0,000	0,125	0,172	0,000	0,298
40	0,000	0,104	0,191	0,000	0,296
41	0,000	0,084	0,211	0,000	0,294
42	0,000	0,063	0,230	0,000	0,292
43	0,000	0,042	0,249	0,000	0,291
44	0,000	0,021	0,268	0,000	0,289
45	0,000	0,000	0,287	0,000	0,287
46	0,000	0,000	0,268	0,012	0,280
47	0,000	0,000	0,249	0,024	0,272
48	0,000	0,000	0,230	0,035	0,265
49	0,000	0,000	0,211	0,047	0,258
50	0,000	0,000	0,191	0,059	0,250
51	0,000	0,000	0,172	0,071	0,243
52	0,000	0,000	0,153	0,083	0,236
53	0,000	0,000	0,134	0,094	0,228
54	0,000	0,000	0,115	0,106	0,221
55	0,000	0,000	0,096	0,118	0,214
56	0,000	0,000	0,077	0,130	0,206
57	0,000	0,000	0,057	0,142	0,199
58	0,000	0,000	0,038	0,153	0,192
59	0,000	0,000	0,019	0,165	0,184
60	0,000	0,000	0,000	0,177	0,177
61	0	0	0	0,165	0,165
62	0	0	0	0,153	0,153
63	0	0	0	0,142	0,142
64	0	0	0	0,130	0,130
65	0	0	0	0,118	0,118
66	0	0	0	0,106	0,106
67	0	0	0	0,094	0,094
68	0	0	0	0,083	0,083
69	0	0	0	0,071	0,071
70	0	0	0	0,059	0,059
71	0	0	0	0,047	0,047
72	0	0	0	0,035	0,035
73	0	0	0	0,024	0,024
74	0	0	0	0,012	0,012
75	0	0	0	0,000	0,000
76	0	0	0	0,000	0,000

**Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)**

**Tabla 57. Hidrograma decreciente para la cuenca 2**

Cuenca 2 Decreciente					
Tiempo (m)	Q (0-15)	Q (15-30)	Q (30-45)	Q (45-60)	Qt
0	0	0	0	0	0,0000
1	0,0025	0	0	0	0,0025
2	0,0050	0	0	0	0,0050
3	0,0075	0	0	0	0,0075
4	0,0100	0	0	0	0,0100
5	0,0125	0	0	0	0,0125
6	0,0125	0	0	0	0,0125
7	0,0125	0	0	0	0,0125
8	0,0125	0	0	0	0,0125
9	0,0125	0	0	0	0,0125
10	0,0125	0	0	0	0,0125
11	0,0125	0	0	0	0,0125
12	0,0125	0	0	0	0,0125
13	0,0125	0	0	0	0,0125
14	0,0125	0	0	0	0,0125
15	0,0125	0,0000	0,0000	0,0000	0,0125
16	0,0100	0,0010	0,0000	0,0000	0,0010
17	0,0075	0,0019	0,0000	0,0000	0,0019
18	0,0050	0,0029	0,0000	0,0000	0,0029
19	0,0025	0,0039	0,0000	0,0000	0,0039
20	0,0000	0,0049	0,0000	0,0000	0,0049
21	0,0000	0,0049	0,0000	0,0000	0,0049
22	0,0000	0,0049	0,0000	0,0000	0,0049
23	0,0000	0,0049	0,0000	0,0000	0,0049
24	0,0000	0,0049	0,0000	0,0000	0,0049
25	0,0000	0,0049	0,0000	0,0000	0,0049
26	0,0000	0,0049	0,0000	0,0000	0,0049
27	0,0000	0,0049	0,0000	0,0000	0,0049
28	0,0000	0,0049	0,0000	0,0000	0,0049
29	0,0000	0,0049	0,0000	0,0000	0,0049
30	0,0000	0,0049	0,0000	0,0000	0,0049
31	0,0000	0,0039	0,0009	0,0000	0,0048
32	0,0000	0,0029	0,0018	0,0000	0,0047
33	0,0000	0,0019	0,0027	0,0000	0,0046
34	0,0000	0,0010	0,0036	0,0000	0,0045
35	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000	0,0045
36	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000	0,0045
37	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000	0,0045
38	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000	0,0045
39	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000	0,0045
40	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000	0,0045
41	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000	0,0045
42	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000	0,0045
43	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000	0,0045
44	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000	0,0045
45	0,0000	0,0000	0,0045	0,0000	0,0045
46	0,0000	0,0000	0,0036	0,0005	0,0041
47	0,0000	0,0000	0,0027	0,0011	0,0038
48	0,0000	0,0000	0,0018	0,0016	0,0034
49	0,0000	0,0000	0,0009	0,0022	0,0031
50	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0027
51	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0027
52	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0027
53	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0027
54	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0027
55	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0027
56	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0027
57	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0027
58	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0027
59	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0027
60	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0027
61	0	0	0	0,0022	0,0022
62	0	0	0	0,0016	0,0016
63	0	0	0	0,0011	0,0011
64	0	0	0	0,0005	0,0005
65	0	0	0	0,0000	0,0000
66	0	0	0	0,0000	0,0000
67	0	0	0	0,0000	0,0000
68	0	0	0	0,0000	0,0000
69	0	0	0	0,0000	0,0000
70	0	0	0	0,0000	0,0000
71	0	0	0	0,0000	0,0000
72	0	0	0	0,0000	0,0000
73	0	0	0	0,0000	0,0000
74	0	0	0	0,0000	0,0000
75	0	0	0	0,0000	0,0000

**Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)**

**Tabla 58. Hidrograma decreciente para la cuenca 3**

Cuenca 3 Decreciente					
Tiempo (m)	Q (0-15)	Q (15-30)	Q (30-45)	Q (45-60)	Qt
0	0	0	0	0	0,0000
1	0,0045	0	0	0	0,0045
2	0,0091	0	0	0	0,0091
3	0,0136	0	0	0	0,0136
4	0,0181	0	0	0	0,0181
5	0,0227	0	0	0	0,0227
6	0,0227	0	0	0	0,0227
7	0,0227	0	0	0	0,0227
8	0,0227	0	0	0	0,0227
9	0,0227	0	0	0	0,0227
10	0,0227	0	0	0	0,0227
11	0,0227	0	0	0	0,0227
12	0,0227	0	0	0	0,0227
13	0,0227	0	0	0	0,0227
14	0,0227	0	0	0	0,0227
15	0,0227	0,0000	0,0000	0,0000	0,0227
16	0,0181	0,0018	0,0000	0,0000	0,0018
17	0,0136	0,0035	0,0000	0,0000	0,0035
18	0,0091	0,0053	0,0000	0,0000	0,0053
19	0,0045	0,0070	0,0000	0,0000	0,0070
20	0,0000	0,0088	0,0000	0,0000	0,0088
21	0,0000	0,0088	0,0000	0,0000	0,0088
22	0,0000	0,0088	0,0000	0,0000	0,0088
23	0,0000	0,0088	0,0000	0,0000	0,0088
24	0,0000	0,0088	0,0000	0,0000	0,0088
25	0,0000	0,0088	0,0000	0,0000	0,0088
26	0,0000	0,0088	0,0000	0,0000	0,0088
27	0,0000	0,0088	0,0000	0,0000	0,0088
28	0,0000	0,0088	0,0000	0,0000	0,0088
29	0,0000	0,0088	0,0000	0,0000	0,0088
30	0,0000	0,0088	0,0000	0,0000	0,0088
31	0,0000	0,0070	0,0018	0,0000	0,0088
32	0,0000	0,0053	0,0035	0,0000	0,0088
33	0,0000	0,0035	0,0053	0,0000	0,0088
34	0,0000	0,0018	0,0070	0,0000	0,0088
35	0,0000	0,0000	0,0088	0,0000	0,0088
36	0,0000	0,0000	0,0088	0,0000	0,0088
37	0,0000	0,0000	0,0088	0,0000	0,0088
38	0,0000	0,0000	0,0088	0,0000	0,0088
39	0,0000	0,0000	0,0088	0,0000	0,0088
40	0,0000	0,0000	0,0088	0,0000	0,0088
41	0,0000	0,0000	0,0088	0,0000	0,0088
42	0,0000	0,0000	0,0088	0,0000	0,0088
43	0,0000	0,0000	0,0088	0,0000	0,0088
44	0,0000	0,0000	0,0088	0,0000	0,0088
45	0,0000	0,0000	0,0088	0,0000	0,0088
46	0,0000	0,0000	0,0070	0,0045	0,0116
47	0,0000	0,0000	0,0053	0,0091	0,0143
48	0,0000	0,0000	0,0035	0,0136	0,0171
49	0,0000	0,0000	0,0018	0,0181	0,0199
50	0,0000	0,0000	0,0000	0,0227	0,0227
51	0,0000	0,0000	0,0000	0,0227	0,0227
52	0,0000	0,0000	0,0000	0,0227	0,0227
53	0,0000	0,0000	0,0000	0,0227	0,0227
54	0,0000	0,0000	0,0000	0,0227	0,0227
55	0,0000	0,0000	0,0000	0,0227	0,0227
56	0,0000	0,0000	0,0000	0,0227	0,0227
57	0,0000	0,0000	0,0000	0,0227	0,0227
58	0,0000	0,0000	0,0000	0,0227	0,0227
59	0,0000	0,0000	0,0000	0,0227	0,0227
60	0,0000	0,0000	0,0000	0,0227	0,0227
61	0	0	0	0,0181	0,0181
62	0	0	0	0,0136	0,0136
63	0	0	0	0,0091	0,0091
64	0	0	0	0,0045	0,0045
65	0	0	0	0,0000	0,0000
66	0	0	0	0,0000	0,0000
67	0	0	0	0,0000	0,0000
68	0	0	0	0,0000	0,0000
69	0	0	0	0,0000	0,0000
70	0	0	0	0,0000	0,0000
71	0	0	0	0,0000	0,0000
72	0	0	0	0,0000	0,0000
73	0	0	0	0,0000	0,0000
74	0	0	0	0,0000	0,0000
75	0	0	0	0,0000	0,0000
76	0	0	0	0,0000	0,0000

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

**Tabla 59. Hidrograma decreciente para la cuenca 4**

Cuenca 4 Decreciente					
Tiempo (m)	Q (0-15)	Q (15-30)	Q (30-45)	Q (45-60)	Qt
0	0	0	0	0	0,0000
1	0,0041	0	0	0	0,0041
2	0,0083	0	0	0	0,0083
3	0,0124	0	0	0	0,0124
4	0,0165	0	0	0	0,0165
5	0,0207	0	0	0	0,0207
6	0,0248	0	0	0	0,0248
7	0,0289	0	0	0	0,0289
8	0,0331	0	0	0	0,0331
9	0,0372	0	0	0	0,0372
10	0,0414	0	0	0	0,0414
11	0,0414	0	0	0	0,0414
12	0,0414	0	0	0	0,0414
13	0,0414	0	0	0	0,0414
14	0,0414	0	0	0	0,0414
15	0,0414	0,0000	0,0000	0,0000	0,0414
16	0,0372	0,0016	0,0000	0,0000	0,0016
17	0,0331	0,0032	0,0000	0,0000	0,0032
18	0,0289	0,0048	0,0000	0,0000	0,0048
19	0,0248	0,0064	0,0000	0,0000	0,0064
20	0,0207	0,0080	0,0000	0,0000	0,0080
21	0,0165	0,0096	0,0000	0,0000	0,0096
22	0,0124	0,0112	0,0000	0,0000	0,0112
23	0,0083	0,0128	0,0000	0,0000	0,0128
24	0,0041	0,0144	0,0000	0,0000	0,0144
25	0,0000	0,0160	0,0000	0,0000	0,0160
26	0,0000	0,0160	0,0000	0,0000	0,0160
27	0,0000	0,0160	0,0000	0,0000	0,0160
28	0,0000	0,0160	0,0000	0,0000	0,0160
29	0,0000	0,0160	0,0000	0,0000	0,0160
30	0,0000	0,0160	0,0000	0,0000	0,0160
31	0,0000	0,0144	0,0015	0,0000	0,0159
32	0,0000	0,0128	0,0029	0,0000	0,0158
33	0,0000	0,0112	0,0044	0,0000	0,0156
34	0,0000	0,0096	0,0059	0,0000	0,0155
35	0,0000	0,0080	0,0073	0,0000	0,0154
36	0,0000	0,0064	0,0088	0,0000	0,0152
37	0,0000	0,0048	0,0103	0,0000	0,0151
38	0,0000	0,0032	0,0117	0,0000	0,0150
39	0,0000	0,0016	0,0132	0,0000	0,0148
40	0,0000	0,0000	0,0147	0,0000	0,0147
41	0,0000	0,0000	0,0147	0,0000	0,0147
42	0,0000	0,0000	0,0147	0,0000	0,0147
43	0,0000	0,0000	0,0147	0,0000	0,0147
44	0,0000	0,0000	0,0147	0,0000	0,0147
45	0,0000	0,0000	0,0147	0,0000	0,0147
46	0,0000	0,0000	0,0132	0,0009	0,0141
47	0,0000	0,0000	0,0117	0,0018	0,0136
48	0,0000	0,0000	0,0103	0,0027	0,0130
49	0,0000	0,0000	0,0088	0,0036	0,0124
50	0,0000	0,0000	0,0073	0,0045	0,0119
51	0,0000	0,0000	0,0059	0,0054	0,0113
52	0,0000	0,0000	0,0044	0,0063	0,0107
53	0,0000	0,0000	0,0029	0,0072	0,0102
54	0,0000	0,0000	0,0015	0,0081	0,0096
55	0,0000	0,0000	0,0000	0,0091	0,0091
56	0,0000	0,0000	0,0000	0,0091	0,0091
57	0,0000	0,0000	0,0000	0,0091	0,0091
58	0,0000	0,0000	0,0000	0,0091	0,0091
59	0,0000	0,0000	0,0000	0,0091	0,0091
60	0,0000	0,0000	0,0000	0,0091	0,0091
61	0	0	0	0,0072	0,0072
62	0	0	0	0,0063	0,0063
63	0	0	0	0,0054	0,0054
64	0	0	0	0,0045	0,0045
65	0	0	0	0,0036	0,0036
66	0	0	0	0,0027	0,0027
67	0	0	0	0,0018	0,0018
68	0	0	0	0,0009	0,0009
69	0	0	0	0,0000	0,0000
70	0	0	0	0,0000	0,0000
71	0	0	0	0,0000	0,0000
72	0	0	0	0,0000	0,0000
73	0	0	0	0,0000	0,0000
74	0	0	0	0,0000	0,0000
75	0	0	0	0,0000	0,0000
76	0	0	0	0,0000	0,0000

**Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)**

**Tabla 60. Hidrograma decreciente para la cuenca 5**

Cuenca 5 Decreciente					
Tiempo (m)	Q (0-15)	Q (15-30)	Q (30-45)	Q (45-60)	Qt
0	0	0	0	0	0,0000
1	0,0187	0	0	0	0,0187
2	0,0374	0	0	0	0,0374
3	0,0561	0	0	0	0,0561
4	0,0748	0	0	0	0,0748
5	0,0935	0	0	0	0,0935
6	0,1122	0	0	0	0,1122
7	0,1310	0	0	0	0,1310
8	0,1497	0	0	0	0,1497
9	0,1684	0	0	0	0,1684
10	0,1871	0	0	0	0,1871
11	0,1871	0	0	0	0,1871
12	0,1871	0	0	0	0,1871
13	0,1871	0	0	0	0,1871
14	0,1871	0	0	0	0,1871
15	0,1871	0,0000	0,0000	0,0000	0,1871
16	0,1684	0,0072	0,0000	0,0000	0,0072
17	0,1497	0,0145	0,0000	0,0000	0,0145
18	0,1310	0,0217	0,0000	0,0000	0,0217
19	0,1122	0,0290	0,0000	0,0000	0,0290
20	0,0935	0,0362	0,0000	0,0000	0,0362
21	0,0748	0,0435	0,0000	0,0000	0,0435
22	0,0561	0,0507	0,0000	0,0000	0,0507
23	0,0374	0,0580	0,0000	0,0000	0,0580
24	0,0187	0,0652	0,0000	0,0000	0,0652
25	0,0000	0,0725	0,0000	0,0000	0,0725
26	0,0000	0,0725	0,0000	0,0000	0,0725
27	0,0000	0,0725	0,0000	0,0000	0,0725
28	0,0000	0,0725	0,0000	0,0000	0,0725
29	0,0000	0,0725	0,0000	0,0000	0,0725
30	0,0000	0,0725	0,0000	0,0000	0,0725
31	0,0000	0,0652	0,0066	0,0000	0,0719
32	0,0000	0,0580	0,0133	0,0000	0,0713
33	0,0000	0,0507	0,0199	0,0000	0,0707
34	0,0000	0,0435	0,0266	0,0000	0,0701
35	0,0000	0,0362	0,0332	0,0000	0,0695
36	0,0000	0,0290	0,0399	0,0000	0,0689
37	0,0000	0,0217	0,0465	0,0000	0,0683
38	0,0000	0,0145	0,0532	0,0000	0,0676
39	0,0000	0,0072	0,0598	0,0000	0,0670
40	0,0000	0,0000	0,0664	0,0000	0,0664
41	0,0000	0,0000	0,0664	0,0000	0,0664
42	0,0000	0,0000	0,0664	0,0000	0,0664
43	0,0000	0,0000	0,0664	0,0000	0,0664
44	0,0000	0,0000	0,0664	0,0000	0,0664
45	0,0000	0,0000	0,0664	0,0000	0,0664
46	0,0000	0,0000	0,0598	0,0041	0,0639
47	0,0000	0,0000	0,0532	0,0082	0,0613
48	0,0000	0,0000	0,0465	0,0123	0,0588
49	0,0000	0,0000	0,0399	0,0164	0,0562
50	0,0000	0,0000	0,0332	0,0205	0,0537
51	0,0000	0,0000	0,0266	0,0246	0,0512
52	0,0000	0,0000	0,0199	0,0287	0,0486
53	0,0000	0,0000	0,0133	0,0328	0,0461
54	0,0000	0,0000	0,0066	0,0369	0,0435
55	0,0000	0,0000	0,0000	0,0410	0,0410
56	0,0000	0,0000	0,0000	0,0410	0,0410
57	0,0000	0,0000	0,0000	0,0410	0,0410
58	0,0000	0,0000	0,0000	0,0410	0,0410
59	0,0000	0,0000	0,0000	0,0410	0,0410
60	0,0000	0,0000	0,0000	0,0410	0,0410
61	0	0	0	0,0369	0,0369
62	0	0	0	0,0328	0,0328
63	0	0	0	0,0287	0,0287
64	0	0	0	0,0246	0,0246
65	0	0	0	0,0205	0,0205
66	0	0	0	0,0164	0,0164
67	0	0	0	0,0123	0,0123
68	0	0	0	0,0082	0,0082
69	0	0	0	0,0041	0,0041
70	0	0	0	0,0000	0,0000
71	0	0	0	0,0000	0,0000
72	0	0	0	0,0000	0,0000
73	0	0	0	0,0000	0,0000
74	0	0	0	0,0000	0,0000
75	0	0	0	0,0000	0,0000
76	0	0	0	0,0000	0,0000

**Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)**

**Tabla 61. Hidrograma decreciente para la cuenca 6**

Cuenca 6 Decreciente					
Tiempo (m)	Q (0-15)	Q (15-30)	Q (30-45)	Q (45-60)	Qt
0	0	0	0	0	0,0000
1	0,0264	0	0	0	0,0264
2	0,0527	0	0	0	0,0527
3	0,0791	0	0	0	0,0791
4	0,1054	0	0	0	0,1054
5	0,1318	0	0	0	0,1318
6	0,1581	0	0	0	0,1581
7	0,1845	0	0	0	0,1845
8	0,2108	0	0	0	0,2108
9	0,2372	0	0	0	0,2372
10	0,2635	0	0	0	0,2635
11	0,2635	0	0	0	0,2635
12	0,2635	0	0	0	0,2635
13	0,2635	0	0	0	0,2635
14	0,2635	0	0	0	0,2635
15	0,2635	0,0000	0,0000	0,0000	0,2635
16	0,2372	0,0102	0,0000	0,0000	0,0102
17	0,2108	0,0204	0,0000	0,0000	0,0204
18	0,1845	0,0306	0,0000	0,0000	0,0306
19	0,1581	0,0408	0,0000	0,0000	0,0408
20	0,1318	0,0510	0,0000	0,0000	0,0510
21	0,1054	0,0613	0,0000	0,0000	0,0613
22	0,0791	0,0715	0,0000	0,0000	0,0715
23	0,0527	0,0817	0,0000	0,0000	0,0817
24	0,0264	0,0919	0,0000	0,0000	0,0919
25	0,0000	0,1021	0,0000	0,0000	0,1021
26	0,0000	0,1021	0,0000	0,0000	0,1021
27	0,0000	0,1021	0,0000	0,0000	0,1021
28	0,0000	0,1021	0,0000	0,0000	0,1021
29	0,0000	0,1021	0,0000	0,0000	0,1021
30	0,0000	0,1021	0,0000	0,0000	0,1021
31	0,0000	0,0919	0,0094	0,0000	0,1012
32	0,0000	0,0817	0,0187	0,0000	0,1004
33	0,0000	0,0715	0,0281	0,0000	0,0995
34	0,0000	0,0613	0,0374	0,0000	0,0987
35	0,0000	0,0510	0,0468	0,0000	0,0978
36	0,0000	0,0408	0,0562	0,0000	0,0970
37	0,0000	0,0306	0,0655	0,0000	0,0961
38	0,0000	0,0204	0,0749	0,0000	0,0953
39	0,0000	0,0102	0,0842	0,0000	0,0944
40	0,0000	0,0000	0,0936	0,0000	0,0936
41	0,0000	0,0000	0,0936	0,0000	0,0936
42	0,0000	0,0000	0,0936	0,0000	0,0936
43	0,0000	0,0000	0,0936	0,0000	0,0936
44	0,0000	0,0000	0,0936	0,0000	0,0936
45	0,0000	0,0000	0,0936	0,0000	0,0936
46	0,0000	0,0000	0,0842	0,0052	0,0894
47	0,0000	0,0000	0,0749	0,0103	0,0852
48	0,0000	0,0000	0,0655	0,0155	0,0810
49	0,0000	0,0000	0,0562	0,0207	0,0768
50	0,0000	0,0000	0,0468	0,0258	0,0726
51	0,0000	0,0000	0,0374	0,0310	0,0684
52	0,0000	0,0000	0,0281	0,0361	0,0642
53	0,0000	0,0000	0,0187	0,0413	0,0600
54	0,0000	0,0000	0,0094	0,0465	0,0558
55	0,0000	0,0000	0,0000	0,0516	0,0516
56	0,0000	0,0000	0,0000	0,0516	0,0516
57	0,0000	0,0000	0,0000	0,0516	0,0516
58	0,0000	0,0000	0,0000	0,0516	0,0516
59	0,0000	0,0000	0,0000	0,0516	0,0516
60	0,0000	0,0000	0,0000	0,0516	0,0516
61	0	0	0	0,0465	0,0465
62	0	0	0	0,0413	0,0413
63	0	0	0	0,0361	0,0361
64	0	0	0	0,0310	0,0310
65	0	0	0	0,0258	0,0258
66	0	0	0	0,0207	0,0207
67	0	0	0	0,0155	0,0155
68	0	0	0	0,0103	0,0103
69	0	0	0	0,0052	0,0052
70	0	0	0	0,0000	0,0000
71	0	0	0	0,0000	0,0000
72	0	0	0	0,0000	0,0000
73	0	0	0	0,0000	0,0000
74	0	0	0	0,0000	0,0000
75	0	0	0	0,0000	0,0000

**Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)**

**Tabla 62. Hidrograma decreciente para la cuenca 7**

Cuenca 7 Decreciente					
Tiempo (m)	Q (0-15)	Q (15-30)	Q (30-45)	Q (45-60)	Qt
0	0	0	0	0	0,0000
1	0,0048	0	0	0	0,0048
2	0,0096	0	0	0	0,0096
3	0,0144	0	0	0	0,0144
4	0,0192	0	0	0	0,0192
5	0,0240	0	0	0	0,0240
6	0,0240	0	0	0	0,0240
7	0,0240	0	0	0	0,0240
8	0,0240	0	0	0	0,0240
9	0,0240	0	0	0	0,0240
10	0,0240	0	0	0	0,0240
11	0,0240	0	0	0	0,0240
12	0,0240	0	0	0	0,0240
13	0,0240	0	0	0	0,0240
14	0,0240	0	0	0	0,0240
15	0,0240	0,0000	0,0000	0,0000	0,0240
16	0,0192	0,0019	0,0000	0,0000	0,0019
17	0,0144	0,0037	0,0000	0,0000	0,0037
18	0,0096	0,0056	0,0000	0,0000	0,0056
19	0,0048	0,0074	0,0000	0,0000	0,0074
20	0,0000	0,0093	0,0000	0,0000	0,0093
21	0,0000	0,0093	0,0000	0,0000	0,0093
22	0,0000	0,0093	0,0000	0,0000	0,0093
23	0,0000	0,0093	0,0000	0,0000	0,0093
24	0,0000	0,0093	0,0000	0,0000	0,0093
25	0,0000	0,0093	0,0000	0,0000	0,0093
26	0,0000	0,0093	0,0000	0,0000	0,0093
27	0,0000	0,0093	0,0000	0,0000	0,0093
28	0,0000	0,0093	0,0000	0,0000	0,0093
29	0,0000	0,0093	0,0000	0,0000	0,0093
30	0,0000	0,0093	0,0000	0,0000	0,0093
31	0,0000	0,0074	0,0017	0,0000	0,0091
32	0,0000	0,0056	0,0034	0,0000	0,0090
33	0,0000	0,0037	0,0051	0,0000	0,0088
34	0,0000	0,0019	0,0068	0,0000	0,0087
35	0,0000	0,0000	0,0085	0,0000	0,0085
36	0,0000	0,0000	0,0085	0,0000	0,0085
37	0,0000	0,0000	0,0085	0,0000	0,0085
38	0,0000	0,0000	0,0085	0,0000	0,0085
39	0,0000	0,0000	0,0085	0,0000	0,0085
40	0,0000	0,0000	0,0085	0,0000	0,0085
41	0,0000	0,0000	0,0085	0,0000	0,0085
42	0,0000	0,0000	0,0085	0,0000	0,0085
43	0,0000	0,0000	0,0085	0,0000	0,0085
44	0,0000	0,0000	0,0085	0,0000	0,0085
45	0,0000	0,0000	0,0085	0,0000	0,0085
46	0,0000	0,0000	0,0068	0,0009	0,0077
47	0,0000	0,0000	0,0051	0,0019	0,0070
48	0,0000	0,0000	0,0034	0,0028	0,0062
49	0,0000	0,0000	0,0017	0,0038	0,0055
50	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0047
51	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0047
52	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0047
53	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0047
54	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0047
55	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0047
56	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0047
57	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0047
58	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0047
59	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0047
60	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0047
61	0	0	0	0,0038	0,0038
62	0	0	0	0,0028	0,0028
63	0	0	0	0,0019	0,0019
64	0	0	0	0,0009	0,0009
65	0	0	0	0,0000	0,0000
66	0	0	0	0,0000	0,0000
67	0	0	0	0,0000	0,0000
68	0	0	0	0,0000	0,0000
69	0	0	0	0,0000	0,0000
70	0	0	0	0,0000	0,0000
71	0	0	0	0,0000	0,0000
72	0	0	0	0,0000	0,0000
73	0	0	0	0,0000	0,0000
74	0	0	0	0,0000	0,0000
75	0	0	0	0,0000	0,0000

**Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)**

#### 4.2.4.6 Cálculo del coeficiente de Muskingum

Para comenzar con el tránsito se utilizaron los coeficientes de Muskingum en las cuencas de estudio (**ver tabla 63**) con las siguientes fórmulas

$$C_0 = \frac{\Delta t - (2KX)}{2K(1 - X) + \Delta t} \quad C_1 = \frac{\Delta t + (2KX)}{2K(1 - X) + \Delta t} \quad C_2 = \frac{2K(1 - X) - \Delta t}{2K(1 - X) + \Delta t}$$

**Tabla 63. resultados de la aplicación de las fórmulas de los coeficientes de Muskingum**

Coeficiente de Muskingum							
Cuenca	Tc	K	X	$\Delta T$	C0	C1	C2
1	15	15	0,2	1	-0,2174	0,2800	0,9200
2	5	5	0,2	1	-0,1429	0,3333	0,7778
3	5	5	0,2	1	-0,1429	0,3333	0,7778
4	10	10	0,2	1	-0,2000	0,2941	0,8824
5	10	10	0,2	1	-0,2000	0,2941	0,8824
6	10	10	0,2	1	-0,2000	0,2941	0,8824
7	5	5	0,2	1	-0,1429	0,3333	0,7778

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Parámetros utilizados en las fórmulas

X: representa la influencia relativa de los gastos afluentes y efluentes en el volumen almacenado, en corrientes naturales los valores se encuentran entre 0 y 0,3 con un valor medio cercano a 0,2.

K: es el tiempo de concentración de la cuenca en minutos

#### 4.2.4.7 Tránsito de caudales

El tránsito de los hidrogramas (**ver tablas 56-62**) de las cuencas (**ver figura 17**) se realizó con la función de estudiar progresivamente el proceso de propagación de la escorrentía resultante de las precipitaciones en cada una de las cuencas que conforman el área de estudio, mediante este análisis se hizo seguimiento al caudal de acuerdo a la entrada del sistema; es decir; los hidrogramas (**ver tablas 56-62**) y posteriormente se consiguieron los caudales de salidas aplicando los coeficientes de Muskingum obtenidos anteriormente (**ver tabla 63**).

$$Qs_2 = (C_0)(Qe_2) + (C_1)(Qe_1) + (C_2)(Qs_1)$$

Qe = caudal de entrada

Qs = caudal de salida

**Tabla 64. Tránsito para la cuenca 2**

Caudales de entrada: Caudales totales del hidrograma de la cuenca 1 (ver tabla 56)

Q	CUENCA 2 DECRECENTE				Qmax
	(C0)(Qe2)	(C1)(Qe1)	(C2)(Qs1)	Qs2	
0,0000	-0,0077	0,0000	0,0000	0,0000	0,8952
0,0539	-0,0154	0,0180	0,0419	0,0445	
0,1078	-0,0231	0,0359	0,0838	0,0967	
0,1617	-0,0308	0,0539	0,1258	0,1488	
0,2156	-0,0385	0,0719	0,1677	0,2010	
0,2695	-0,0462	0,0898	0,2096	0,2532	
0,3234	-0,0539	0,1078	0,2515	0,3054	
0,3773	-0,0616	0,1258	0,2934	0,3576	
0,4311	-0,0693	0,1437	0,3353	0,4098	
0,4850	-0,0770	0,1617	0,3773	0,4619	
0,5389	-0,0847	0,1796	0,4192	0,5141	
0,5928	-0,0924	0,1976	0,4611	0,5663	
0,6467	-0,1001	0,2156	0,5030	0,6185	
0,7006	-0,1078	0,2335	0,5449	0,6707	
0,7545	-0,1155	0,2515	0,5868	0,7229	
0,8084	-0,0030	0,2695	0,6288	0,8952	
0,0209	-0,0060	0,0070	0,0162	0,0172	
0,0418	-0,0089	0,0139	0,0325	0,0374	
0,0626	-0,0119	0,0209	0,0487	0,0577	
0,0835	-0,0149	0,0278	0,0649	0,0779	
0,1044	-0,0179	0,0348	0,0812	0,0981	
0,1253	-0,0209	0,0418	0,0974	0,1183	
0,1461	-0,0239	0,0487	0,1137	0,1385	
0,1670	-0,0268	0,0557	0,1299	0,1587	
0,1879	-0,0298	0,0626	0,1461	0,1789	
0,2088	-0,0328	0,0696	0,1624	0,1992	
0,2296	-0,0358	0,0765	0,1786	0,2194	
0,2505	-0,0388	0,0835	0,1948	0,2396	
0,2714	-0,0418	0,0905	0,2111	0,2598	
0,2923	-0,0447	0,0974	0,2273	0,2800	
0,3132	-0,0445	0,1044	0,2436	0,3035	
0,3114	-0,0442	0,1038	0,2422	0,3018	
0,3097	-0,0440	0,1032	0,2409	0,3001	
0,3079	-0,0437	0,1026	0,2395	0,2984	
0,3062	-0,0435	0,1021	0,2382	0,2967	
0,3045	-0,0432	0,1015	0,2368	0,2951	
0,3027	-0,0430	0,1009	0,2355	0,2934	
0,3010	-0,0428	0,1003	0,2341	0,2917	
0,2993	-0,0425	0,0998	0,2328	0,2900	
0,2975	-0,0423	0,0992	0,2314	0,2883	
0,2958	-0,0420	0,0986	0,2301	0,2866	
0,2941	-0,0418	0,0980	0,2287	0,2850	
0,2923	-0,0415	0,0974	0,2274	0,2833	
0,2906	-0,0413	0,0969	0,2260	0,2816	
0,2888	-0,0410	0,0963	0,2247	0,2799	
0,2871	-0,0400	0,0957	0,2233	0,2790	
0,2798	-0,0389	0,0933	0,2176	0,2719	
0,2724	-0,0379	0,0908	0,2119	0,2648	
0,2651	-0,0368	0,0884	0,2062	0,2577	
0,2577	-0,0358	0,0859	0,2005	0,2506	
0,2504	-0,0347	0,0835	0,1948	0,2435	
0,2431	-0,0337	0,0810	0,1891	0,2364	
0,2357	-0,0326	0,0786	0,1833	0,2293	
0,2284	-0,0316	0,0761	0,1776	0,2222	
0,2210	-0,0305	0,0737	0,1719	0,2151	
0,2137	-0,0295	0,0712	0,1662	0,2080	
0,2064	-0,0284	0,0688	0,1605	0,2009	
0,1990	-0,0274	0,0663	0,1548	0,1938	
0,1917	-0,0263	0,0639	0,1491	0,1866	
0,1843	-0,0253	0,0614	0,1434	0,1795	
0,1770	-0,0236	0,0590	0,1377	0,1731	
0,1652	-0,0219	0,0551	0,1285	0,1616	
0,1534	-0,0202	0,0511	0,1193	0,1502	
0,1416	-0,0185	0,0472	0,1101	0,1388	
0,1298	-0,0169	0,0433	0,1010	0,1274	
0,1180	-0,0152	0,0393	0,0918	0,1159	
0,1062	-0,0135	0,0354	0,0826	0,1045	
0,0944	-0,0118	0,0315	0,0734	0,0931	
0,0826	-0,0101	0,0275	0,0642	0,0817	
0,0708	-0,0084	0,0236	0,0551	0,0702	
0,0590	-0,0067	0,0197	0,0459	0,0588	
0,0472	-0,0051	0,0157	0,0367	0,0474	
0,0354	-0,0034	0,0118	0,0275	0,0360	
0,0236	-0,0017	0,0079	0,0184	0,0245	
0,0118	0,0000	0,0039	0,0092	0,0131	
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

**Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)**

**Tabla 65. Tránsito de caudales de la cuenca 4**

Caudales de entrada: Caudales totales del hidrograma de la cuenca 2 (ver tabla 57), Caudales de salida de la cuenca 2 (ver tabla 65) y los caudales totales del hidrograma de la cuenca 3 (ver tabla 58)

CUENCA 4 DECRECENTE					
Q	(C0)(Qe2)	(C1)(Qe1)	(C2)(Qs1)	Qs2	Qmax
0,0000	-0,0084	0,0000	0,0000	0,0000	1,2070
0,0422	-0,0199	0,0124	0,0373	0,0297	
0,0997	-0,0314	0,0293	0,0880	0,0859	
0,1572	-0,0429	0,0462	0,1387	0,1420	
0,2147	-0,0545	0,0631	0,1894	0,1981	
0,2725	-0,0646	0,0802	0,2405	0,2560	
0,3231	-0,0747	0,0950	0,2851	0,3054	
0,3736	-0,0848	0,1099	0,3296	0,3547	
0,4241	-0,0949	0,1247	0,3742	0,4040	
0,4746	-0,1050	0,1396	0,4188	0,4534	
0,5252	-0,1151	0,1545	0,4634	0,5027	
0,5757	-0,1252	0,1693	0,5080	0,5520	
0,6262	-0,1353	0,1842	0,5525	0,6014	
0,6767	-0,1420	0,1990	0,5971	0,6542	
0,7101	-0,2057	0,2089	0,6266	0,6297	
1,0287	-0,0033	0,3026	0,9077	1,2070	
0,0164	-0,0077	0,0048	0,0144	0,0115	
0,0386	-0,0122	0,0114	0,0341	0,0333	
0,0609	-0,0166	0,0179	0,0537	0,0550	
0,0832	-0,0211	0,0245	0,0734	0,0767	
0,1056	-0,0250	0,0311	0,0932	0,0992	
0,1251	-0,0289	0,0368	0,1104	0,1183	
0,1447	-0,0329	0,0426	0,1277	0,1374	
0,1643	-0,0368	0,0483	0,1450	0,1565	
0,1839	-0,0407	0,0541	0,1622	0,1756	
0,2034	-0,0446	0,0598	0,1795	0,1947	
0,2230	-0,0485	0,0656	0,1968	0,2138	
0,2426	-0,0524	0,0713	0,2140	0,2330	
0,2622	-0,0563	0,0771	0,2313	0,2522	
0,2813	-0,0615	0,0827	0,2482	0,2694	
0,3076	-0,0612	0,0905	0,2714	0,3007	
0,3059	-0,0608	0,0900	0,2699	0,2990	
0,3042	-0,0605	0,0895	0,2684	0,2973	
0,3024	-0,0601	0,0890	0,2669	0,2957	
0,3007	-0,0598	0,0885	0,2654	0,2940	
0,2990	-0,0595	0,0879	0,2638	0,2923	
0,2974	0,0000	0,0875	0,2624	0,3499	
0,2958	-0,0588	0,0870	0,2610	0,2891	
0,2941	-0,0585	0,0865	0,2595	0,2875	
0,2925	-0,0582	0,0860	0,2581	0,2860	
0,2909	-0,0579	0,0856	0,2567	0,2844	
0,2893	-0,0575	0,0851	0,2552	0,2828	
0,2876	-0,0572	0,0846	0,2538	0,2812	
0,2860	-0,0569	0,0841	0,2524	0,2796	
0,2843	-0,0569	0,0836	0,2508	0,2776	
0,2843	-0,0560	0,0836	0,2509	0,2785	
0,2799	-0,0551	0,0823	0,2470	0,2742	
0,2755	-0,0542	0,0810	0,2431	0,2699	
0,2710	-0,0533	0,0797	0,2392	0,2656	
0,2666	-0,0524	0,0784	0,2352	0,2612	
0,2621	-0,0511	0,0771	0,2313	0,2573	
0,2553	-0,0497	0,0751	0,2252	0,2506	
0,2484	-0,0483	0,0730	0,2191	0,2439	
0,2415	-0,0469	0,0710	0,2131	0,2372	
0,2346	-0,0455	0,0690	0,2070	0,2305	
0,2277	-0,0442	0,0670	0,2009	0,2237	
0,2208	-0,0428	0,0650	0,1949	0,2170	
0,2140	-0,0414	0,0629	0,1888	0,2103	
0,2071	-0,0400	0,0609	0,1827	0,2036	
0,2001	-0,0389	0,0589	0,1766	0,1965	
0,1946	-0,0357	0,0572	0,1717	0,1933	
0,1785	-0,0325	0,0525	0,1575	0,1775	
0,1624	-0,0292	0,0478	0,1433	0,1618	
0,1462	-0,0260	0,0430	0,1290	0,1460	
0,1301	-0,0228	0,0383	0,1148	0,1303	
0,1139	-0,0206	0,0335	0,1005	0,1134	
0,1028	-0,0184	0,0302	0,0907	0,1026	
0,0918	-0,0161	0,0270	0,0810	0,0918	
0,0807	-0,0139	0,0237	0,0712	0,0810	
0,0696	-0,0117	0,0205	0,0614	0,0702	
0,0586	-0,0095	0,0172	0,0517	0,0594	
0,0475	-0,0073	0,0140	0,0419	0,0486	
0,0365	-0,0051	0,0107	0,0322	0,0378	
0,0254	-0,0029	0,0075	0,0224	0,0270	
0,0146	0,0000	0,0043	0,0129	0,0171	
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

**Tabla 66. Tránsito para la cuenca 7**

Caudales de entrada: Caudales totales del hidrograma de la cuenca 4 (ver tabla 59),  
 Caudales de salida de la cuenca 4 (ver tabla 66) y los caudales totales del hidrograma de la cuenca  
 5 y 6 (ver tablas 60-61)

CUENCA 7 DECRECENTE					
Q	(C0)(Qe2)	(C1)(Qe1)	(C2)(Qs1)	Qs2	Qmax
0,0000	-0,0139	0,0000	0,0000	0,0000	1,8823
0,0976	-0,0317	0,0325	0,0759	0,0768	
0,2217	-0,0494	0,0739	0,1724	0,1969	
0,3457	-0,0671	0,1152	0,2689	0,3170	
0,4697	-0,0851	0,1566	0,3653	0,4368	
0,5955	-0,0965	0,1985	0,4632	0,5652	
0,6754	-0,1079	0,2251	0,5253	0,6425	
0,7552	-0,1193	0,2517	0,5874	0,7198	
0,8350	-0,1307	0,2783	0,6495	0,7971	
0,9149	-0,1421	0,3050	0,7116	0,8744	
0,9947	-0,1491	0,3316	0,7736	0,9561	
1,0440	-0,1562	0,3480	0,8120	1,0038	
1,0934	-0,1637	0,3645	0,8504	1,0511	
1,1461	-0,1602	0,3820	0,8914	1,1132	
1,1216	-0,2427	0,3739	0,8724	1,0036	
1,6990	-0,0054	0,5663	1,3214	1,8823	
0,0378	-0,0123	0,0126	0,0294	0,0298	
0,0859	-0,0191	0,0286	0,0668	0,0763	
0,1339	-0,0260	0,0446	0,1042	0,1228	
0,1819	-0,0330	0,0606	0,1415	0,1692	
0,2307	-0,0374	0,0769	0,1794	0,2190	
0,2616	-0,0418	0,0872	0,2035	0,2489	
0,2925	-0,0462	0,0975	0,2275	0,2788	
0,3235	-0,0506	0,1078	0,2516	0,3088	
0,3544	-0,0550	0,1181	0,2756	0,3387	
0,3853	-0,0578	0,1284	0,2997	0,3703	
0,4044	-0,0605	0,1348	0,3145	0,3889	
0,4235	-0,0632	0,1412	0,3294	0,4073	
0,4427	-0,0657	0,1476	0,3443	0,4262	
0,4600	-0,0702	0,1533	0,3577	0,4409	
0,4912	-0,0696	0,1637	0,3821	0,4762	
0,4874	-0,0691	0,1625	0,3791	0,4725	
0,4835	-0,0685	0,1612	0,3761	0,4687	
0,4797	-0,0680	0,1599	0,3731	0,4650	
0,4758	-0,0674	0,1586	0,3701	0,4613	
0,4720	-0,0755	0,1573	0,3671	0,4489	
0,5285	-0,0667	0,1762	0,4111	0,5206	
0,4668	-0,0663	0,1556	0,3631	0,4524	
0,4642	-0,0660	0,1547	0,3611	0,4499	
0,4617	-0,0656	0,1539	0,3591	0,4474	
0,4591	-0,0654	0,1530	0,3571	0,4447	
0,4575	-0,0651	0,1525	0,3558	0,4432	
0,4559	-0,0649	0,1520	0,3546	0,4417	
0,4543	-0,0646	0,1514	0,3534	0,4402	
0,4523	-0,0648	0,1508	0,3518	0,4378	
0,4533	-0,0627	0,1511	0,3525	0,4409	
0,4391	-0,0607	0,1464	0,3415	0,4272	
0,4249	-0,0587	0,1416	0,3305	0,4134	
0,4107	-0,0566	0,1369	0,3194	0,3997	
0,3965	-0,0547	0,1322	0,3084	0,3859	
0,3828	-0,0530	0,1276	0,2977	0,3723	
0,3713	-0,0514	0,1238	0,2888	0,3612	
0,3598	-0,0498	0,1199	0,2799	0,3500	
0,3483	-0,0481	0,1161	0,2709	0,3389	
0,3369	-0,0465	0,1123	0,2620	0,3278	
0,3254	-0,0455	0,1085	0,2531	0,3160	
0,3187	-0,0446	0,1062	0,2478	0,3095	
0,3119	-0,0436	0,1040	0,2426	0,3030	
0,3052	-0,0426	0,1017	0,2374	0,2966	
0,2981	-0,0421	0,0994	0,2319	0,2891	
0,2949	-0,0377	0,0983	0,2294	0,2900	
0,2640	-0,0334	0,0880	0,2053	0,2599	
0,2340	-0,0291	0,0780	0,1820	0,2308	
0,2040	-0,0249	0,0680	0,1586	0,2018	
0,1740	-0,0204	0,0580	0,1353	0,1729	
0,1429	-0,0180	0,0476	0,1111	0,1407	
0,1260	-0,0156	0,0420	0,0980	0,1244	
0,1091	-0,0132	0,0364	0,0849	0,1081	
0,0922	-0,0108	0,0307	0,0717	0,0917	
0,0754	-0,0085	0,0251	0,0586	0,0753	
0,0594	-0,0069	0,0198	0,0462	0,0591	
0,0486	-0,0054	0,0162	0,0378	0,0486	
0,0378	-0,0039	0,0126	0,0294	0,0382	
0,0270	-0,0024	0,0090	0,0210	0,0275	
0,0171	0,0000	0,0057	0,0133	0,0190	
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	

**Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)**

De esta manera se realizaron los cálculos para cada cuenca (**ver figura 17**) y para las intensidades crecientes, decrecientes e intermedio (**ver tabla 67**) y arrojó los siguientes resultados para los caudales máximos

**Tabla 67. Resumen de caudales máximos en las cuencas principales**

Caudales			
Cuenca	Creciente	Decreciente	Intermedio
2	0,7904	0,8952	0,7875
4	0,8005	1,2070	0,7902
7	1,2665	1,8834	1,2507

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se utilizaron para el diseño del colector principal los caudales del intervalo decreciente por ser los valores mayores y representar la condición desfavorable para el sistema.

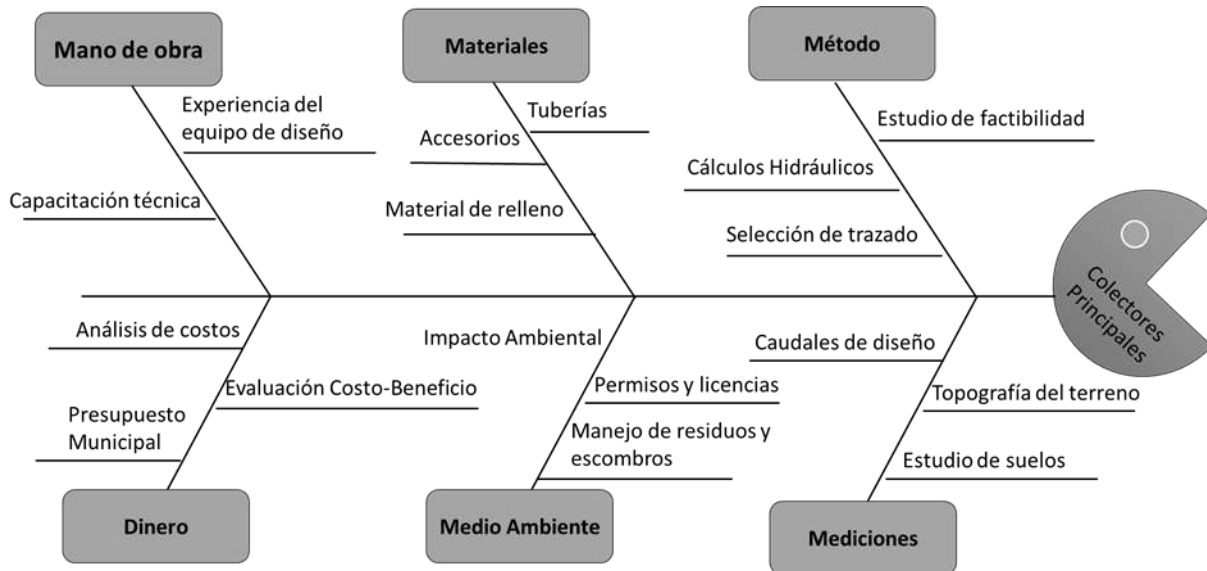
#### 4.2.5 Realizar un cuadro comparativo para definir los factores que afectan la movilidad

Factor	Descripción
Topografía del Terreno	La topografía del terreno afecta la pendiente necesaria para el flujo por gravedad y la profundidad de enterramiento de los colectores. Terrenos planos requieren más bombeo, terrenos inclinados permiten mayor movilidad por gravedad.
Densidad Poblacional	Una mayor densidad poblacional requiere redes de colectores más grandes y ramificadas para conectar a más usuarios. Esto reduce la movilidad al necesitar más infraestructura.
Uso del Suelo	Áreas residenciales, comerciales e industriales generan diferentes volúmenes y tipos de aguas residuales, lo que impacta el diseño de los colectores. Se requiere analizar usos del suelo previstos.
Caudales de diseño	Caudales máximos en temporada de lluvia limitan la movilidad al requerir colectores de mayor tamaño. Caudales promedio permiten mayor movilidad con colectores más pequeños.

#### 4.2.6 Utilizar instrumentos como, diagrama de Ishikawa y gráficos para evaluar necesidades

##### Diagrama de Ishikawa

Para poder visualizar gráficamente las causas que pueden estar afectando el diseño e implementación de los colectores principales de drenaje y de aguas servidas y buscar las soluciones para evitar problemas futuros, se realizó el siguiente diagrama de Ishikawa.



**Gráfico 6. Análisis de necesidades mediante diagrama de Ishikawa**

**Autores:** Blanco y Furuya (2023)

Con este diagrama se identificaron seis categorías principales que pueden impactar el proyecto, las cuales se subdividen en causas más específicas. Las seis categorías consideradas son: método, materiales, mano de obra, mediciones, medio ambiente y presupuesto.

Cada una de estas clasificaciones agrupa distintos aspectos relevantes, desde la etapa de planificación y diseño, pasando por la construcción, hasta la operación. Analizarlos a profundidad mediante este diagrama causa-efecto permitió detectar posibles riesgos o debilidades que de otra manera podrían pasar desapercibidos, afectando posteriormente el desempeño del sistema de alcantarillado y drenaje que se pretende implementar con la propuesta de diseño realizada.

## 4.2.7 Entrevista a expertos

Ing. Zhandra Lopez	Ing. Gerardo Huguet	Ing. Ana Barreto	Barbara y Naoki
<b>1.-¿Cuáles son las características que condicionan el diseño del sistema de drenaje?</b>			
El caudal, segundo la topografía, terreno, y tercero el entorno, y tratar de que el sistema de recolección de aguas servidas y lluvia sea lo menos invasivo sea lo más sustentable posible, incorporándose con el medio ambiente	La primera característica, es la topografía y la cantidad de agua de lluvia que pueda haber.	El tipo de vialidad, el caudal que recogerá y si la vía esta o no pavimentada	El drenaje depende principalmente de factores como la topografía, el caudal de agua esperado y las condiciones del terreno. Se debe buscar una solución sustentable e integrada con el entorno.
<b>2.-¿Cuáles son los impactos para una vialidad que presente Obstrucción de los sistemas de drenaje?</b>			
El hidroplaneo, cuando los sist. de drenaje están colapsados esto produce que los carros deslicen independientemente ,Otro es que ocurra el deterioramiento del pavimento y el Impedimento del paso Vehicular y peatonal	La inundación de la vialidad, tomando en consideración que la escorrentía va a cubrir todo el ancho de la vía, pudiendo afectar ciertas edificaciones.	El mayor impacto se origina en la carpeta asfáltica	Cuando el drenaje está obstruido en una vía, se generan problemas graves como hidroplaneo e inundaciones que dañan el pavimento e impiden el tránsito.
<b>3.-¿De que Manera se ve Afectado el funcionamiento del colector principal de aguas residuales por el Crecimiento Poblacional?</b>			
El problema principal es que evidentemente al aumentar la población aumenta la cantidad de caudal de aguas servidas, teniendo en cuenta entonces en los cálculos una estimación de la población Futura, o si no un rediseño del sistema.	Se va a ver reflejado un mayor aporte de aguas Residuales, llegando así a afectar el diámetro de los colectores, Tocaría proyectar un colector que tenga mas capacidad o un rediseño.	El aumento poblacional, disminuye la capacidad del colector para el cual fue diseñado ya que superará el caudal de diseño.	El crecimiento poblacional aumenta el caudal de aguas residuales al colector principal, por lo que hay que diseñarlo con visión de futuro o renovarlo periódicamente.
<b>4.-¿ Que impacto va a tener el flujo vehicular en el funcionamiento del sistema de drenaje y en el colector principal de aguas servidas?</b>			
El impacto que puede tener en el flujo vehicular,es que los colectores no estén a la profundidad que deben, ocasionando las rupturas de las tuberías	-	-	Deteriora las estructuras por vibraciones, generar taponamientos con residuos y provocar el colapso por sobrecarga de los colectores.
<b>5.-¿Que consecuencias puede generar la ausencia del sistema de drenaje en el espacio Urbano Inmediato?</b>			
Obstrucción en los pasos peatonales y vehiculares e Inundamientos en el sistema vial	Generan los inundamientos en la vialidad	Enfermedades por el empozamiento de las aguas y deterioro de las vías de acceso	Sin drenaje, lluvias fuertes inundan las calles, bloqueando el paso de vehículos y personas. Se afectan viviendas y genera problemas sanitarios.

Ing. Zhandra Lopez	Ing. Gerardo Huguet	Ing. Ana Barreto	Barbara y Naoki
<b>6.- ¿Que Factores en el funcionamiento de una vialidad afectan los sistemas de drenaje y aguas servidas?</b>			
Unos de los factores es tomar en consideracion la pendiente de bombeo en una vialidad, diseñandola en beneficio al escurrimiento y que el escurrimiento sea captado por los sistemas de captacion de aguas de lluvia, y en las de aguas residuales no afectarían	No debe tener ninguna afectacion en cuanto a los sistemas de drenaje y aguas servidas	El sobrepeso de los vehículos de cargas afectan las estructuras de este sistema por el hundimiento del pavimento, El bote inescrupuloso de basura a la vía puede obstruir este sistema.	Considerar el bombeo y pendiente de las vías permite que el drenaje fluya adecuadamente a los puntos de captación. El diseño vial debe complementar al de drenaje.
<b>7.- ¿De que forma se puede reducir los impactos que genera la vialidad en los colectores?</b>			
Tener cuidado de dónde ubicas el colector sí tú respetas la profundidad estructural, no debería tener problema con las tuberías y la vialidad, ahora cuando no se compacta adecuadamente, cuando el diseño de la de la capa de pavimento, no es el indicado, ahí sí comienzan a quedar comprometidos los sistemas.	No veo ninguna afectacion de la vialidad al colector.	Una buena estructura al diseño de tal manera que resista el paso vehicular y Mantener las vías limpias de Residuos .	Un diseño hidráulico preciso y con visión a largo plazo reduce problemas entre la vialidad y los drenajes. Hay que prever ampliaciones.
<b>8.- ¿Cuál tecnica aplicada al estudio de las obras hidraulicas es factible para la adaptacion del diseño del colector principal a la geometria vial existente?</b>			
Primero se debe hacer un Estudio Hidrológico en el area en estudio, evaluando los caudales dependiendo de las intensidades de la lluvia y ver que sucede en el sistema vial y determinar si la capacidad de soportar la cantidad de aguas de lluvia.	Ciertas aplicaciones hidrológicas, para poder calcular las cantidades de agua que se van a concentrar en algunos puntos, para despues diseñar las estructuras de captacion y luego las alcantarillas que son los sistemas de conduccion y de aguas servidas se trabaja son con criterios sanitarios	La topografía y la geología nos ayudan a recolectar los datos necesarios para hacer las adaptaciones.	Los estudios topográficos y geológicos permiten adaptar el colector principal a las vías existentes mediante ajustes de trazado y profundidad.
<b>9.- ¿Qué métodos se pueden implementar para hacer que el sistema de drenaje y aguas residuales perdure el mayor tiempo posible en buen estado?</b>			
Buen diseño un buen cálculo una buena proyección a largo plazo eso es básicamente el lo ideal para que puedas decir va a perdurar a lo largo del tiempo.	Estar bien construido con las pendientes apropiadas para que el flujo en las tuberías siempre logré arrastar los sedimentos, tambien un hacer un mantenimiento a las estructuras de captacion, lo que son sumideros de ventana, rejilla, etc.	La recopilación de datos pluviales, el buen diseño de estructuras de drenajes, la técnica a constructiva de la estructura y el mantenimiento.	Con un buen diseño inicial, mantenimiento periódico y limpieza de sumideros, los sistemas de drenaje pueden funcionar muchos años.
<b>10.- ¿Qué beneficios aportaría el diseño de los colectores principales para aguas residuales y de drenaje en la comunidad?</b>			
Son la artería principal de los sistemas de drenaje o de cualquier sistema de tubería, tomando siempre en consideracion la proyección a futuro de esos colectores tanto de aguas residuales como pluviales.	Son los que te van a dar el saneamiento es decir, las aguas residuales, son una de las principales obras de saneamiento pues en cuanto las de aguas pluviales, bueno evitar inundaciones, evita todas las afectaciones que tiene esos excesos de agua de lluvia, en las propiedades, en el tránsito de vehículos, en las personas y las estructuras	Garantizar fluidez en el tránsito de vehículos y peatones	El drenaje bien diseñado trae beneficios de salud, tránsito, protección contra inundaciones y desarrollo urbano. Es una inversión rentable.

### 4.3 Fase III: Diseño del sistema de drenajes y del colector principal

#### 4.3.1 Diseño del colector principal de drenaje

Para el diseño del colector principal de drenaje que recolecta el flujo proveniente del área que comienza con el conjunto residencial Los Bachilleres, hasta la descarga en la calle Valencia (**ver figura 9**), se realizaron los cálculos haciendo uso de la fórmula de Manning, primeramente, seleccionando los caudales máximos para las cuencas según el análisis realizado (**ver tabla 68**) la fórmula es la siguiente

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

Donde los parámetros son los siguientes

Q= caudal máximo para el colector (m<sup>3</sup>/s)

n = coeficiente de rugosidad (0,016)

S = pendiente longitudinal del terreno para cada tramo del colector (m)

A = área del colector (m<sup>2</sup>).  $A = \pi(D^2) / 4$

R= radio hidráulico del colector  $R = \frac{\emptyset}{4}$

**Tabla 68. División de tramos del colector entre las poligonales 8 y 7**

Tramo	L (m)	S
2	61,88	0,0300
3	175,18	0,0260

Inicialmente se tanteó con los diámetros comerciales (**ver tabla 79**) de los colectores disponibles, utilizando la fórmula de Manning se obtuvo los caudales máximos permitidos por el colector respectivos para cada cuenca (**ver tabla 70**), el factor que determinaron las diferencias entre los caudales interceptados por cada colector para cada área fue principalmente la pendiente en la que se encuentra el colector (**ver tabla 68**).

**Tabla 69. resultados del diámetro del colector**

Diámetro		Radio	Caudal cuenca 4 (m <sup>3</sup> /s)	Caudal cuenca 7 (m <sup>3</sup> /s)
pulg	metros			
12	0,3048	0,0762	0,1419	0,1321
15	0,381	0,0953	0,2573	0,2395
18	0,4572	0,1143	0,4184	0,3895
21	0,5334	0,1334	0,6311	0,5875
24	0,6096	0,1524	0,9010	0,8388
27	0,6858	0,1715	1,2335	1,1483
30	0,762	0,1905	1,6336	1,5208
33	0,8382	0,2096	2,1064	1,9609

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Los resultados de la tabla anterior indican que, para cada diámetro comercial, con la pendiente que se está trabajando (**ver tabla 68**), en cada tramo, los diámetros comerciales son capaces de captar esos caudales que se encuentran en la columna de caudal, se resaltaron en color los caudales que son mayores a los caudales calculados previamente con el método racional (**ver**

**tabla 70)**, por lo tanto, esos colectores de diámetros de 27 pulgadas y 33 pulgadas son los que se decidieron comparar con el caudal de diseño (**ver tabla 70**). Se observa en la tabla que el diámetro de 24 pulgadas tiene capacidad de captar el caudal calculado para el primer tramo y que el de 30 pulgadas tiene la capacidad de captar igualmente el caudal del segundo tramo, sin embargo, se seleccionaron diámetros mayores luego de verificar las velocidades (**ver tabla 71**).

**Tabla 70. comparación entre el Qdiseño y Qmax**

Tramo	L (m)	S	Cuenca	Qdiseño (tránsito)	Qmax colector comercial	Comparación	Ø comercial (pulgadas)
2	61,88	0,0300	4	1,2070	1,2335	cumple	27
3	175,18	0,0300	7	1,8834	1,9609	cumple	33
4		0,0260	7	1,8834	1,9609	cumple	33

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

En la tabla anterior se realizó la comparación entre los caudales admisibles por los colectores de 27 y 33 pulgadas con las respectivas pendientes en cada tramo con el caudal que circula por ese tramo, los caudales admisibles son mayores a los de diseño, por lo tanto, cumplen y se escogieron los diámetros comerciales.

#### 4.3.1.1 Velocidad mínima

Se verificó que, para el caudal obtenido (ver tabla 70), la pendiente del terreno y el diámetro calculado se cumpliera con una velocidad mínima permitida de 0,60 m/s.

$$Q = V \cdot A$$

Despejando

$$V = \frac{Q}{A}$$

**Tabla 71. verificación de la velocidad del flujo en el colector**

Tramo	A (m)	Q (m3/s)	V (m/s)	Diametro (m)
2	0,3692	1,2070	3,2692	0,6858
3	0,5515	1,8834	3,4148	0,8382
4	0,5515	1,8834	3,4148	0,8382

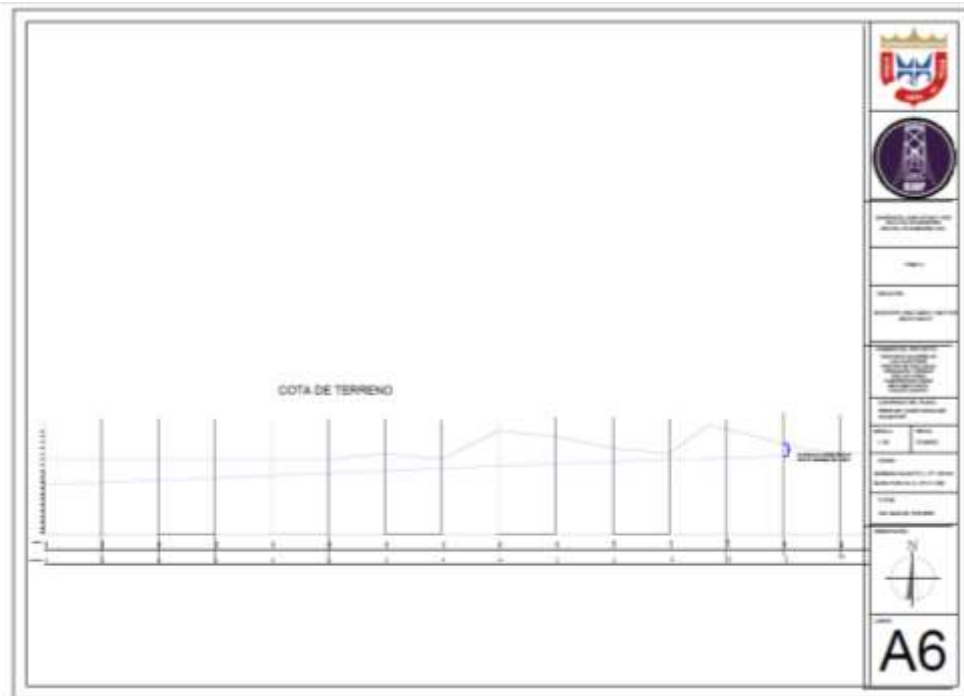
**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se obtiene que, los diámetros seleccionados cumplen con una velocidad prudente que permite el flujo del caudal, mediante este chequeó fue que se tomó la decisión de mantener los diámetros señalados anteriormente (ver tabla 70)



**Figura 17. plano de planta de ubicación del colector de drenaje desde Los Bachilleres hasta la descarga en el río Cúpira**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)



**Figura 18. Plano de perfil longitudinal del colector de drenaje**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

**Tabla 72. Información referente a la descarga del colector**

Cota de descarga (msnm)	Cota nivel del agua en el río (msnm)	Pendiente	Diámetro de descarga (pulg)	Altura sobre el agua (m)
465,5	463,4	0,026	33	1,263

Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)

#### 4.3.1.2 Sumideros

Fórmula de Izzard

$$Q_c = 0,00175 \left( \frac{z}{n} \right) \left( y^{\frac{8}{3}} \right) \sqrt{S_o}$$

$Q_c$  = es el caudal o capacidad de conducción (lps)

$Z$  = inverso de  $S_x$  (1/ pendiente de bombeo)

$n$  = coeficiente de rugosidad

$S_o$  = pendiente longitudinal del terreno (m)

$Y$  = altura permisible del agua (cm)

**Tabla 73. resultados para cada tramo**

Cálculo de $Q_c$				
Tramo	$S_o$	$n$	$z$	$Q_c$
2	0,03000	0,015	50	1382,6771
3	0,02600	0,015	50	1287,2024

Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)

#### 4.3.1.3 Caudal por metro lineal en la calzada

$$Qd = \frac{(C)(I)(Acalzada)}{360}$$

Para el tramo 2

$$Qd2 = \frac{(0,95)[(1,2070)*1000](371,28m)}{360}$$

Para el tramo 3

$$Qd3 = \frac{(0,95)[(1,8834)*1000](1051,8m)}{360}$$

**Tabla 74. Caudal por metro lineal en la calzada para cada tramo**

Caudal por metro lineal en la calzada (Qd)				
Tramo	C	Q	A (calzada)	Qd (lps/m)
2	0,95	1,2070	371,28	1182,5692
3	0,95	1,8834	1051,08	5223,8700

**Ubicación de los sumideros**

**Tramo 2**

$$L1.2 = \frac{Qc2}{Qd2} = 0,8802 \text{ m}$$

**Tramo 3**

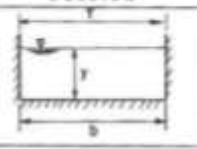
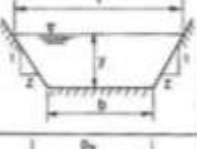

$$L1.3 = \frac{Qc3}{Qd3} = 0,2416 \text{ m}$$

**Tabla 75. Ubicación del primer sumidero**

Tramo	Ubicación del primer sumidero de cada tramo				
	Nombre	Qc/Qd	L tramo (m)	N°	metros
2	L1.1	1,1692	61,88	Sumidero 1	72,3510
3	L1.2	0,2464	175,18	Sumidero 1	15,2477

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Se diseñó tomando en consideración que no se cuenta con suficiente información sobre la proyección de la obra en el terreno de Los Bachilleres (**ver tabla 45**), esto arrojó un caudal de diseño y con ese caudal se propuso el colector principal que descargue hasta el río Cúpira, la pendiente a lo largo de la calle Valencia para este colector es de 0,026 para un colector de 33 pulgadas, lo cual permite el flujo del caudal hasta llegar a la descarga que se encuentra en 465,5 msnm. Los tramos de los colectores que se encuentran aguas arriba fueron diseñados con el aporte de las cuencas contribuyentes (**ver tabla 47**) y se realizó la descarga hacia la calle Valencia considerando la posibilidad de que durante el desarrollo de la obra para el conjunto residencial Los Bachilleres se modifique la pendiente y sea prudente drenar hacia la calle Valencia. Durante los análisis de las posibles soluciones a plantear se determinó que el colector de drenaje comience en la intersección entre la vía de acceso a las parcelas colindantes a los bachilleres y la calle los cedros y se propuso un canal (**ver tabla 77**), para el tramo de la vía de acceso de las parcelas hasta finalizar el recorrido de la poligonal abierta (**Ver figura 9**).

SECCION	CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
	$A = by$ ; $P = b + 2y$ ; $R = \frac{by}{b + 2y}$ $T = b$ ; $D = y$
	$A = y(b + zy)$ ; $P = b + 2y\sqrt{1+z^2}$ $R = \frac{y(b + zy)}{b + 2y\sqrt{1+z^2}}$ ; $T = b + 2zy$ $D = \frac{y(b + zy)}{b + 2zy}$
	$A = \frac{1}{8}(D - \sin\theta)D^2$ ; $P = \frac{\theta}{2}D$ ; $R = \frac{(D - \sin\theta)D}{4\theta}$ $T = D \cos\theta/2$ ; $D = \frac{(D - \sin\theta)D}{8 \cos\theta/2}$ $\theta = \text{EN RADIANES}$ ; $y = \frac{D}{2}(1 + \sin\theta/2)$

**Figura 19.**secciones de canales

**Fuente:** Mecánica Elemental de los Fluidos. Juan J. Bolinaga (2002).

Se seleccionó un canal de forma trapezoidal para el primer tramo a drenar, que se encuentra colindante al terreno de Los Bachilleres (**ver tabla 9**) entre las coordenadas 10° 15'06" N 67° 57'13" W y 10° 15' 05" N 67° 57' 06" W. Y el dimensionado se realizó de la siguiente manera. En primer lugar, se consideró la profundidad a la que se encuentra el primer colector, la cual es de 1,3 m de profundidad y se predimensionó con una altura (y) de 0,7 m.

$$Q_{max} = \frac{(Am)^2 (Rh)^{2/3} (S)^{1/2}}{n}$$

Donde

Am = Área (m<sup>2</sup>)

Rh = radio hidráulico (m)

S = pendiente

n = número de Manning

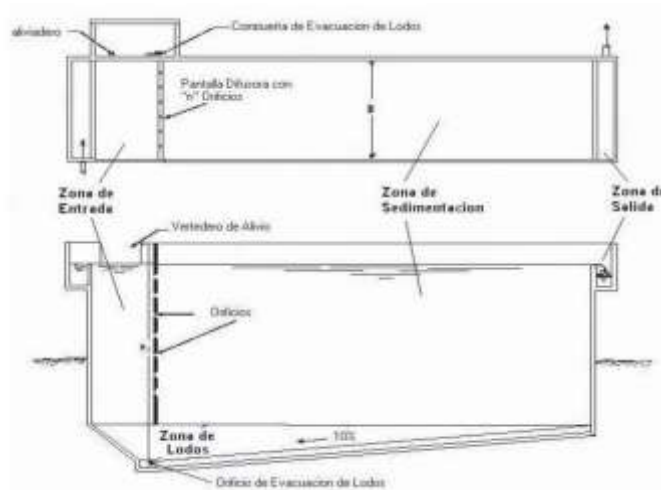
**Tabla 76. Dimensionado del canal**

n	z	y (m)	b (m)	T (m)	S	Am (m <sup>2</sup> )	Pm (m)	Rh (m)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)
0,015	0,643	0,7	0,9	1,24	0,001	0,945	2,564	0,3685	0,9677

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

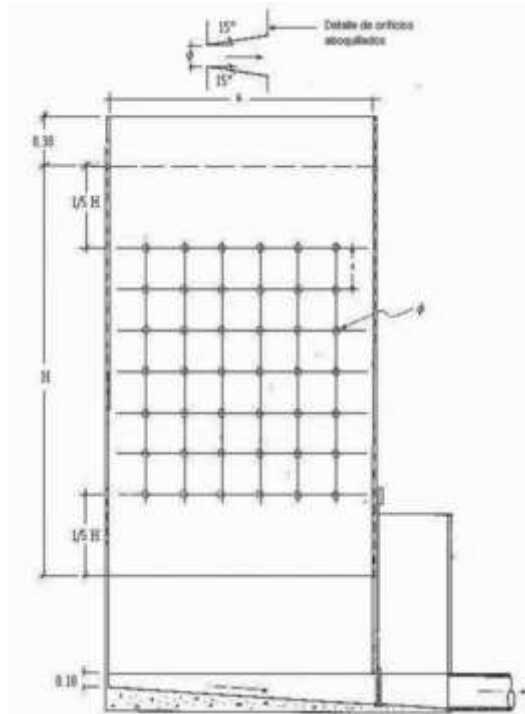
Se comparó el caudal máximo admisible obtenido mediante la fórmula anterior y resultó ser mayor con respecto al caudal de diseño calculado (**ver tabla 67**).

Considerando que la zona de estudio en el terreno de Los Bachilleres (ver figura 46) se encuentra actualmente comprendida de áreas verdes, y que el suelo es de tipo aluvionales con texturas franco arcillo limosa, se tomó en cuenta que, de realizarse la implementación de los colectores diseñados en el presente trabajo antes de que comience la obra del conjunto residencial que se tiene planificado, y dado el caso de una lluvia de gran intensidad, es posible que se generen grandes cantidades de sedimentos que se desplacen y terminen ingresando al canal diseñado, ocasionando obstrucciones y daños estructurales. Como medida preventiva ante esta situación planteada, se propone la implementación de un sedimentador (ver figura 21), cuya función es separar del agua de arenas y partículas en suspensión en el caso de un arrastre de sedimentos debido a la escorrentía.



**Figura 20. Desarenador. Plano de planta y corte longitudinal**

**Fuente:** manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (scall) en el sector agropecuario de costa rica y recomendaciones para su utilización.



**Figura 21.Desarenador. Corte transversal, vista de la pared difusora**

**Fuente:** manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (scall) en el sector agropecuario de costa rica y recomendaciones para su utilización.

La zona de entrada es una estructura de transición, que permite lograr una distribución uniforme del flujo dentro del sedimentador. La zona de sedimentación se trata de un canal rectangular con para que se sedimenten las partículas. Mientras que la zona de salida está conformada por un vertedero y la zona de recolección de lodos es aquella constituida por una tolva con capacidad para depositar los lodos sedimentados. Basados en este ejemplo (**ver figura 22**), se propuso el uso de un sedimentador que se adapte a los requerimientos del diseño.

#### **4.3.2 Diseño del colector principal para aguas servidas**

En primer lugar, se debe entender que las aguas residuales domésticas son el resultado del uso de este recurso durante el desarrollo de las actividades diarias y por ende terminan siendo contaminadas pudiendo presentar en ellas sólidos, desechos orgánicos, residuos de productos de limpieza y muchos otros agentes contaminantes. En este orden de ideas, debido a que existe una

relación directa entre el gasto de agua de un inmueble y el caudal de aguas residuales que se produce, se estimó primero la dotación de agua potable para las diferentes parcelas existentes en la zona, esto se realizó tomando en cuenta la Norma para proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones (Gaceta Oficial N.º 4.044 Extraordinario del 8 de septiembre de 1988). Posterior a la estimación del gasto por conjunto residencial se determinaron los caudales de aguas servidas domésticas y comerciales siguiendo lo establecido en la Gaceta 4.103 Extraordinario del 2 de junio de 1989.

**Tabla 77. Extraída de la Gaceta 4.044**

TABLA 7  
DOTACIONES DE AGUA PARA EDIFICACIONES DESTINADAS A VIVIENDAS UNIFAMILIARES

Área Total de la Parcela o del lote en metros cuadrados		Dotación de agua correspondiente en litros por día
Hasta	200	1.500
201	300	1.700
301	400	1.900
401	500	2.100
501	600	2.200
601	700	2.300
701	800	2.400
801	900	2.500
901	1000	2.600
1001	1200	2.800
1201	1400	3.000
1401	1700	3.400
1701	2000	3.800
2001	2500	4.500
2501	3000	5.000
Mayores de	3000	5.000 más 100/día por cada 100 m <sup>2</sup> de superficie adicional.

De acuerdo con el área de cada poligonal (ver tabla 12) y la tabla 7 de la gaceta 4.044 se estimó el gasto en litros por día para cada una. La mayoría de las áreas se encuentran en el último rango en el que se consideran las áreas mayores de 3000 m<sup>2</sup> y se estimó la dotación de acuerdo a los metros cuadrados excedentes a 3000 m<sup>2</sup>.

#### 4.3.2.1 Estimación del caudal de aguas servidas

$$Q_{A.serv} = (Q_{A.Potable})(K)(R)$$

Parámetros:

$Q_{A.serv}$ : Caudal de aguas servidas

$Q_{A.Potable}$ : Caudal de agua potable, calculado con la dotación

R: Coeficiente de reingreso 0,80

K: es un factor dependiente de la cantidad de habitantes, establecido en la Gaceta 4.103 y se expresa en la siguiente figura

#### 4.3.2.2 Coeficiente K

K	=	Coeficiente de población (Variable según la población a servir)
Hasta 20.000 hab.....		3.00
De 20.001 a 75.000 hab.....		2.25
De 75.001 a 200.000 hab.....		2.00
De 200.001 a 500.000 hab.....		1.60
Mayor de 500.000 hab.....		1.50
R=		Coeficiente de gasto de reingreso, igual a 0.80

#### 4.3.2.3 Cálculo del caudal de aguas servidas para cada área de estudio

##### Poligonal 8

$$Q9_{A.serv} = (1,11L/seg)(3)(0,8)$$

$$Q9_{A.serv} = 2,67 L/seg$$

##### Poligonal 7

$$Q7_{A.serv} = (1,07L/seg)(3)(0,8)$$

$$Q7_{A.serv} = 2,56 L/seg$$

##### Poligonal 6

$$Q6_{A.serv} = (1,04L/seg)(3)(0,8)$$

$$Q6_{A.serv} = 2,51 L/seg$$

##### Poligonal 5

$$Q5_{A.serv} = (0,21L/seg)(3)(0,8)$$

$$Q5_{A.serv} = 0,51 L/seg$$

##### Poligonal 4

$$Q4_{A.serv} = (0,312L/seg)(3)(0,8)$$

$$Q4_{A.serv} = 0,75 \text{ L/seg}$$

### Poligonal 3

$$Q3_{A.serv} = (0,51/\text{seg})(3)(0,8)$$

$$Q3_{A.serv} = 1,22 \text{ L/seg}$$

### Poligonal 2

$$Q2_{A.serv} = (0,45/\text{seg})(3)(0,8)$$

$$Q2_{A.serv} = 1,07 \text{ L/seg}$$

### Poligonal 1

$$Q1_{A.serv} = (0,62\text{L/seg})(3)(0,8)$$

$$Q1_{A.serv} = 1,49 \text{ L/seg}$$

**Tabla 78. Resumen de caudal de aguas servidas**

Parcela	Área (m2)	Habitantes	Dotación (l/día)	Dotación (l/seg)	Q(a.serv) (l/seg)	Q (Inf) (l/seg)	QAS
Poligonal 8 Conjunto residencial Los Bachilleres	72.080,59	1.041	74.080,59	0,88	2,12	0,0222	2,1388
Polígonal 7.	87.587,71	887	89.587,71	1,07	2,56	0,0222	2,5819
Poligonal 6.	85.692,74	1833	87.692,74	1,04	2,51		2,5055
Poligonal 5. Conjunto residencial Trigal de San Diego	15926,48	390	17926,48	0,21	0,51	0,0231	0,5353
Polígonal 4. Conjunto residencial Terranostra	24.391,68	-	26400	0,31	0,75	0,0231	0,7721
Poligonal 3. Conjunto residencial Villa Caracara	42992,39	238	44000	0,51	1,22	0,0231	1,2454
Poligonal 2. Conjunto residencial Villa Jardín	36404,25	780	38500	0,45	1,07	0,0231	1,0926
Polígonal 1. Comunidad Monte Sinaí	51575,07	2.126	53600	0,62	1,49	0,0231	1,5120
Ferre San Diego	1481,41	-	20	0,00024	0,35		0,3502

**Autores:** Blanco y Furuya (2023)

**Tabla 79. Cálculos de diámetros comerciales**

Tramo Principal	QAS (m/s)	Qas Aguas arribas	Qas Diseño (m <sup>3</sup> /s)	$\delta$	Q	Ø (in)	Velocidad (m/s)	Area
BV21-BV20	0,0021	0,0000	0,0021	0,0350	0,0087	4,00	0,2639	0,0081
BV-20-BV19	0,0021	0,0021	0,0043	0,0320	0,0084	4,00	0,5279	0,0081
BV19-BV18	0,0026	0,0043	0,0069	0,0320	0,0246	4,00	0,8465	0,0081
BV-18-BV17	0,0026	0,0069	0,0094	0,0300	0,0238	6,00	0,5178	0,0182
BV17-BV16	0,0026	0,0094	0,0120	0,0300	0,0238	6,00	0,6594	0,0182
BV16-BV15	0,0026	0,0120	0,0146	0,0300	0,0238	6,00	0,8011	0,0182
BV15-BV14	0,0026	0,0146	0,0172	0,0300	0,0513	8,00	0,5303	0,0324
BV14-BV13	0,0025	0,0172	0,0197	0,0300	0,0513	8,00	0,6076	0,0324
BV13-BV12	0,0025	0,0197	0,0222	0,0300	0,0513	8,00	0,6849	0,0324
BV12-BV11	0,0025	0,0222	0,0247	0,0300	0,0513	8,00	0,7622	0,0324
BV11-BV10	0,0025	0,0247	0,0272	0,0300	0,0513	8,00	0,8395	0,0324
BV10-BV9	0,0013	0,0272	0,0285	0,0300	0,0513	8,00	0,8798	0,0324
BV9-BV8	0,0023	0,0285	0,0309	0,0300	0,0513	8,00	0,9519	0,0324
BV8-BV7	0,0023	0,0309	0,0332	0,0300	0,0513	8,00	1,0240	0,0324
BV7-BV6	0,0023	0,0332	0,0355	0,0300	0,0513	8,00	1,0962	0,0324
BV6-BV5	0,0015	0,0355	0,0370	0,0300	0,0513	8,00	1,1428	0,0324
BV5-BV4	0,0015	0,0370	0,0386	0,0300	0,0513	8,00	1,1895	0,0324
BV4-BV3	0,0015	0,0386	0,0401	0,0300	0,0513	8,00	1,2361	0,0324
BV3-BV2	0,0015	0,0401	0,0416	0,0300	0,1514	12,00	0,5701	0,0729
BV2-BV1	0,0015	0,0416	0,0431	0,0300	0,1514	12,00	0,5909	0,0729
BV1-BV0	0,0015	0,0431	0,0446	0,0300	0,1514	12,00	0,6116	0,0729

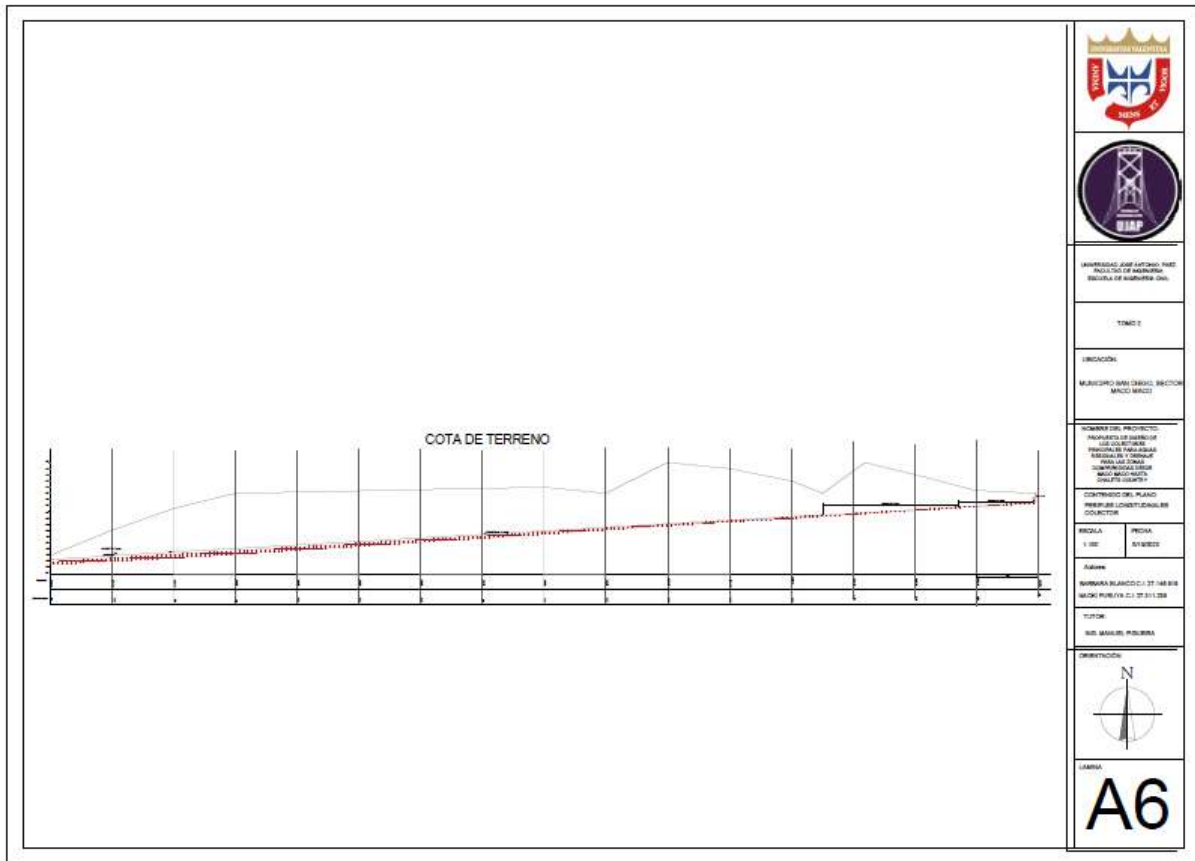
**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

Cota de descarga del colector de aguas servidas es 458,7 m en el lomo y 458,3 m en la rasante, la cota en la que está el colector en el río es de 461 m.



**Figura 22. Plano de planta del colector de aguas servidas desde el terreno de los Bachilleres hasta la descarga en el colector principal en la Av. Don Julio Centeno**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

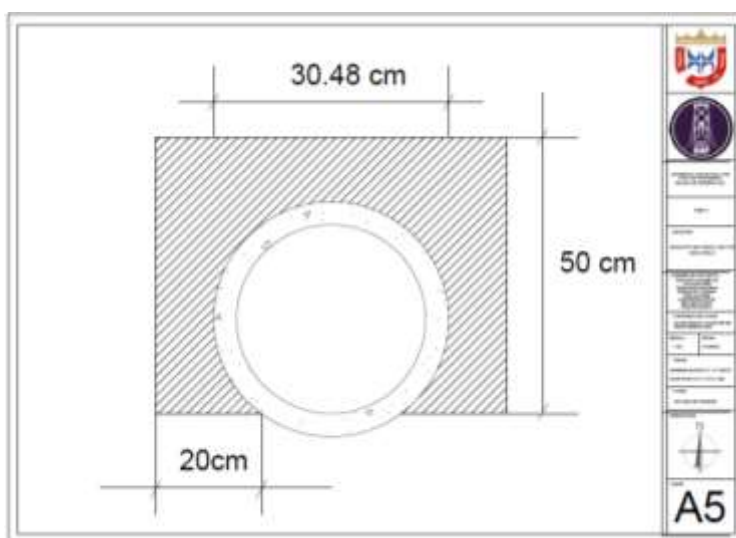


**Figura 23. Perfil longitudinal del colector de aguas servidas propuesto**

**Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)**

De acuerdo a la inspección realizada previamente, considerando las estructuras hidráulicas existentes y las curvas de nivel del terreno, más la geometría de la vialidad, la presencia del río y los estudios hidrológicos previamente realizados que arrojaron el caudal de diseño para el cual se determinó el colector de drenaje, e igualmente considerando que los parámetros estudiados referente al colector de aguas servidas son las áreas de las parcelas y las pendientes del terreno, se determinó que, para lograr un buen funcionamiento del sistema de recolección de aguas servidas, se conectó el colector propuesto (**ver figura 18**) con el colector principal existente en la avenida Don Julio Centeno, el cual es de 42 pulgadas (**ver anexo**) y con esta información se obtuvo de la tabla de diámetros comerciales el rango de profundidades en las que pudiese estar ubicado dicho colector, este rango va desde 1,45 m hasta 4,90 m. Como se desconoce exactamente la profundidad en la que se encuentra, se trabajó considerando que la descarga del colector propuesto esté dentro de dicho rango.

Haciendo que el colector propuesto descargue debidamente en el colector marginal del río Cúpira, se tiene que trazar la tubería transversal al río y queda por debajo del nivel del agua, se consideró para este caso un cajón de protección para la tubería (**ver figura 25**) y así evitar que las crecidas del río, desplazamientos de piedras u otros elementos pesados puedan causarle daños al colector.



**Figura 24. Plano de corte del cajón propuesto para el tramo de tubería que recorre transversalmente el río**

4.3.3 Cómputos métricos

COMPUTOS METRICOS								
Partidas	Codigo	Descripcion	Unidad	N° partes	Dimensiones			Total
					Area		Alto	
					Largo	Ancho		
1	c.s/c Excavacion para estructuras correspondiente a obras de drenaje de cualquier profundidad con equipo pesado, apilamiento y/o bote, transporte hasta 200 M de distancia							
		Tramo BV0-BV1			67,74	0,9	1,25	76,21
		Tramo BV1-BV2			60,43	0,9	1,28	69,62
		Tramo BV2-BV3			67,25	0,9	1,31	79,29
		Tramo BV3-BV4			100	0,9	1,34	120,60
		Tramo BV5-BV6			100	0,9	1,37	123,30
		Tramo BV6-BV7			100	0,9	1,4	126,00
		Tramo BV7-BV8			100	0,9	1,43	128,70
		Tramo BV9-BV10			100	0,9	1,46	131,40
		Tramo BV10-BV11			49,66	0,9	1,49	66,59
		Tramo BV11-BV12			27,66	0,9	1,52	37,84
		Tramo BV12-BV13			44,42	0,9	1,55	61,97
		Tramo BV13-BV14			78,8	0,9	1,58	112,05
		Tramo BV14-BV15			61,37	0,9	1,61	88,93
		Tramo BV15-BV16			94,64	0,9	1,64	139,69
		Tramo BV16-BV17			54,15	0,9	1,67	81,39
		Tramo BV17-BV18			82,19	0,9	1,7	125,75
		Tramo BV18-BV19			96,29	0,9	1,73	149,92
		Tramo BV19-BV20			63,83	0,9	1,76	101,11
		Tramo BV20-BV21			96,89	0,9	1,79	156,09
								1976,44
2	c.s/c Suministro, Transporte y colocados de anillos para boca de visita Prefabricados Tipo "A" de 0,61 m de alto x 1,20 m de diametro							
		BV0		3				
		BV1		3				
		BV2		3				
		BV3		3				
		BV4		3				
		BV5		3				
		BV6		3				
		BV7		3				
		BV8		3				
		BV9		3				
		BV10		3				
		BV11		3				
		BV12		3				
		BV13		3				
		BV14		3				
		BV15		3				
		BV16		3				
		BV17		3				
		BV18		3				
		BV19		3				
		BV20		3				
	BV21		3					
	BV22		3				69	

3	C5/C						
	Construcción base de concreto F'c 210 kg/cm <sup>2</sup> para boca de visita tipo 2 diámetro 12"						
	BV0	1					
	BV1	1					
	BV2	1					
	BV3	1					
	BV4	1					
	BV5	1					
	BV6	1					
	BV7	1					
	BV8	1					
	BV9	1					
	BV10	1					
	BV11	1					
	BV12	1					
	BV13	1					
	BV14	1					
	BV15	1					
	BV16	1					
	BV17	1					
	BV18	1					
	BV19	1					
BV20	1						
BV21	1					22	
4	C5/C						
	Suministro, Transporte y colocación de tuberías de concreto de D=12"						
	Tramo BV0-BV1			67,74			
	Tramo BV1-BV2			60,43			
	Tramo BV2-BV3			67,25			
	Tramo BV3-BV4			100			
	Tramo BV5-BV6			100			
	Tramo BV6-BV7			100			
	Tramo BV7-BV8			100			
	Tramo BV9-BV10			100			
	Tramo BV10-BV11			49,66			
	Tramo BV11-BV12			27,66			
	Tramo BV12-BV13			44,42			
	Tramo BV13-BV14			78,8			
	Tramo BV14-BV15			61,37			
	Tramo BV15-BV16			94,64			
	Tramo BV16-BV17			54,15			
	Tramo BV17-BV18			82,19			
	Tramo BV18-BV19			96,29			
	Tramo BV19-BV20			63,83			
Tramo BV20-BV21			96,89			1445,32	

5	C.S/C						
	Construcción base de concreto f'c 210 kg/cm2 para boca de visita tipo 2 diametro 8"						
		BV0	1				
		BV1	1				
		BV2	1				
		BV3	1				
		BV4	1				
		BV5	1				
		BV6	1				
		BV7	1				
		BV8	1				
		BV9	1				
		BV10	1				
		BV11	1				
		BV12	1				
		BV13	1				
		BV14	1				
		BV15	1				
		BV16	1				
		BV17	1				
		BV18	1				
		BV19	1				
	BV20	1					
	BV21	1				22	
6	C.S/C						
	Suministro, Transporte y colocación de tuberías de concreto de D-8"						
		Tramo BV0-BV1		67,74			
		Tramo BV1-BV2		60,43			
		Tramo BV2-BV3		67,25			
		Tramo BV3-BV4		100			
		Tramo BV5-BV6		100			
		Tramo BV6-BV7		100			
		Tramo BV7-BV8		100			
		Tramo BV9-BV10		100			
		Tramo BV10-BV11		49,66			
		Tramo BV11-BV12		27,66			
		Tramo BV12-BV13		44,42			
		Tramo BV13-BV14		78,8			
		Tramo BV14-BV15		61,37			
		Tramo BV15-BV16		94,64			
		Tramo BV16-BV17		54,15			
		Tramo BV17-BV18		82,19			
	Tramo BV18-BV19		96,29				
	Tramo BV19-BV20		63,83				
	Tramo BV20-BV21		96,89			1445,32	

7	c.s/c					
	Relleno y compactación con material granular					
	Tramo BV0-BV1		67,74	0,9	1,25	76,21
	Tramo BV1-BV2		60,43	0,9	1,28	69,62
	Tramo BV2-BV3		67,25	0,9	1,31	79,29
	Tramo BV3-BV4		100	0,9	1,34	120,60
	Tramo BV5-BV6		100	0,9	1,37	123,30
	Tramo BV6-BV7		100	0,9	1,4	126,00
	Tramo BV7-BV8		100	0,9	1,43	128,70
	Tramo BV9-BV10		100	0,9	1,46	131,40
	Tramo BV10-BV11		49,66	0,9	1,49	66,59
	Tramo BV11-BV12		27,66	0,9	1,52	37,84
	Tramo BV12-BV13		44,42	0,9	1,55	61,97
	Tramo BV13-BV14		78,8	0,9	1,58	112,05
	Tramo BV14-BV15		61,37	0,9	1,61	88,93
	Tramo BV15-BV16		94,64	0,9	1,64	139,69
	Tramo BV16-BV17		54,15	0,9	1,67	81,39
	Tramo BV17-BV18		82,19	0,9	1,7	125,75
	Tramo BV18-BV19		96,29	0,9	1,73	149,92
	Tramo BV19-BV20		63,83	0,9	1,76	101,11
	Tramo BV20-BV21		96,89	0,9	1,79	156,09
					1976,44	
8	c.s/c					
	Construcción de bases y subbases de granos natural, incluyendo					
	Tramo BV19-BV20		63,84	6	0,15	57,456
Tramo BV20-BV21		96,89	6	0,15	87,201	
					144,657	
9	c.s/c					
	Suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente Tipo 2 con agregados provenientes de río, en carpeta corrida, con equipo pesado, zona urbana, incluye el transporte de la mezcla asfáltica a la obra					
	Tramo BV19-BV20		63,84	6	0,1	38,304
Tramo BV20-BV21		96,89	6	0,1	58,134	
					96,438	

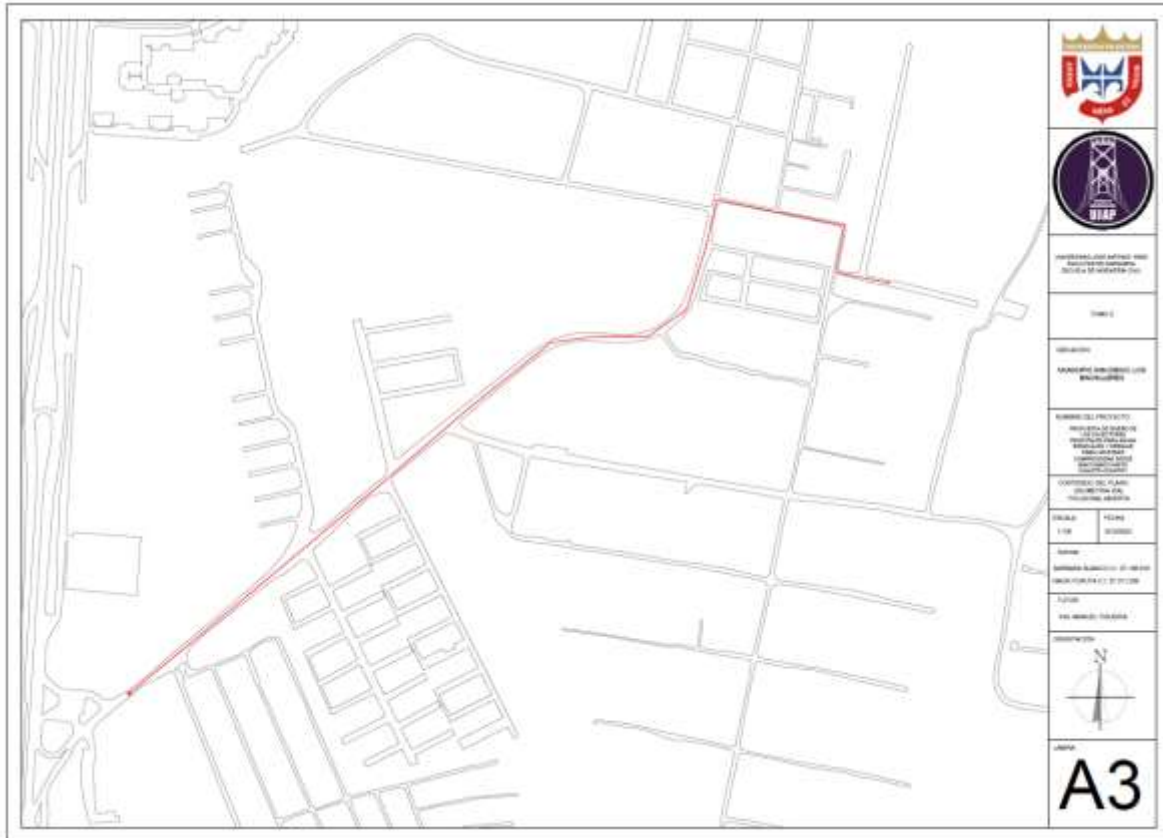
#### 4.3.4 Geometría Vial

La vía principal calle Los Cedros, es una vía recta sin pavimentar de aproximadamente 160 metros de longitud. No tiene una calzada claramente definida, solo es un camino de tierra, no tiene brocales ni cunetas a los lados.

El ancho de la vía es de unos 6 metros en promedio. El terreno a ambos lados es plano, con vegetación baja y dispersa. No se observan construcciones o edificaciones a lo largo de la vía.

La superficie de rodadura es de tierra compactada con presencia de baches, surcos y zonas erosionadas. Esto indica que no hay un sistema adecuado de drenaje superficial.

En general, se trata de una vía sin pavimentar, en estado regular, con una superficie de rodadura natural de tierra que permite el tránsito de vehículos livianos. No cuenta con obras complementarias como cunetas, brocales, señalización o iluminación.



**Figura 25. Plano de geometría vial de la calle Valencia hasta la vía lateral al conjunto residencial los Bachilleres**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

#### 4.3.4.1 Diseño de la carpeta asfáltica

##### 4.3.4.1.1 Cálculo del Tránsito Promedio Diario (T.P.D)

El tránsito de promedio diario (T.P.D) se refiere al número promedio de vehículos que pasan por una sección de carretera o calle en un día. Es una medida importante que nos permite determinar el tamaño y tipo de carretera o calle que se necesita construir. En el sector los Bachilleres, se usó el cálculo del tránsito promedio diario, para hacer un pre-dimensionado de la vía con el volumen diario de vehículos que se transitan en la vía.

$$T.D.P = \frac{V.D.P \times 365 \text{ dias}}{24 \text{ dias}}$$

$$T.D.P = \frac{56 \times 365 \text{ dias}}{24 \text{ dias}} = 851$$

#### 4.3.4.1.2 Condiciones y efecto de carga de la vialidad en estudio

En la zona en estudio, la vialidad no presenta un pavimento adecuado, solo tierra, puede presentar varios efectos y problemas por las cargas vehiculares, como la erosión y socavación, compactación irregular del terreno, vibraciones y golpes sobre la estructura de los vehículos por la falta de una superficie uniforme, donde se puede dificultar el tránsito en condiciones climáticas adversas. La tierra suelta, se vuelve fangosa e intransitable, en conclusión, requiere de un pavimento adecuado para las cargas que debe soportar.

#### 4.3.4.1.3 Conteo Vehicular.

Se hizo un conteo vehicular en la intersección entre la calle Valencia que cruza hacia a la calle Sucre (ver tabla 25), (ver figura 81) basado en el flujo de vehicular, actualmente es bajo debido a que no hay ningún tipo de edificación todavía en el conjunto residencial los Bachilleres, se tomó como base el flujo de la calle Valencia para hacer el pre-dimensionado del pavimento flexible.

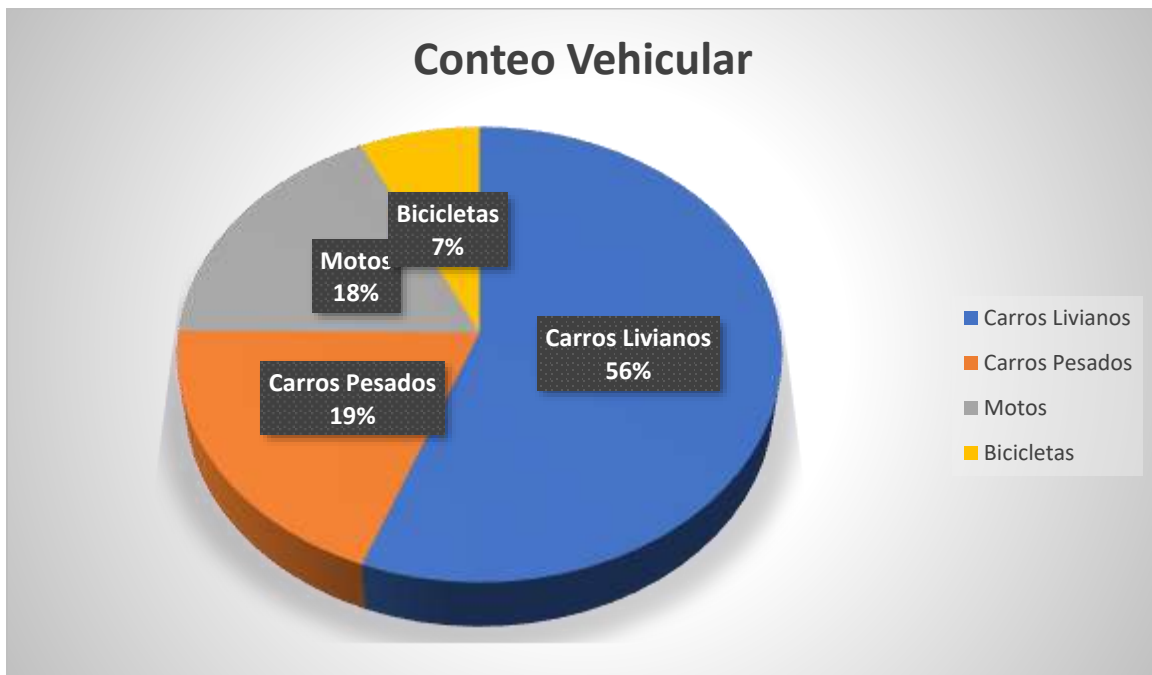
**Tabla 80. Conteo vehicular**

Hora	Vehículos	Ida y Vuelta
7:00 am 8:00 am	<b>Carros Livianos</b> <b>Carros Pesados</b> <b>Motos</b> <b>Bicicletas</b>	<b>103</b> <b>48</b> <b>45</b> <b>20</b>
12:00 pm 1:00 pm	<b>Carros Livianos</b> <b>Carros Pesados</b> <b>Motos</b> <b>Bicicletas</b>	<b>150</b> <b>55</b> <b>40</b> <b>15</b>
3:00 pm 4:00 pm	<b>Carros Livianos</b> <b>Carros Pesados</b> <b>Motos</b> <b>Bicicletas</b>	<b>120</b> <b>36</b> <b>36</b> <b>8</b>
5:00 pm 6:00 pm	<b>Carros Livianos</b> <b>Carros Pesados</b> <b>Motos</b> <b>Bicicletas</b>	<b>115</b> <b>20</b> <b>25</b> <b>15</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>851</b>



**Figura 26. plano de ubicación del conteo vehicular realizado**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)



**Grafico 7. Conteo vehicular con porcentajes**

Tabla 1		
Rangos estimados en porcentajes de vehículos pesados medios de pesos brutos que podrían emplearse		
Descripción de la calle o carretera	Porcentaje de tránsito pesado	Promedio de pesos brutos (1.000lbs)
Calles de ciudades	5 o menos	15 - 25
Carreteras urbanas		
Área metropolitana	5 - 15	20 - 30
Caminos rurales locales	10 - 15	15 - 25
Carreteras Interurbanas		
Estatales	5 - 20	30 - 40
Federales	10 - 25	35 - 45

**Figura 27. Rangos estimados de vehículos pesados medios de pesos brutos.**

Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)

**4.3.4.1.4 Porcentaje total de vehículos pesados en el carril de diseño**

Para estimar el porcentaje total de vehículos pesados, se debe tomó en consideración el número de carriles existentes en la vía, nuestro caso de estudio no cuenta con ningún carril por lo que tomamos en consideración el primer valor de la tabla 2, como el más desfavorable.

TABLA 2	
<i>Porcentaje del total de vehículos pesados en el carril de diseño</i>	
<i>Número de carriles totales</i>	<i>Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño</i>
2	50
4	45 (35-48)*
6 o más	40 (25-48)*

**Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño.**

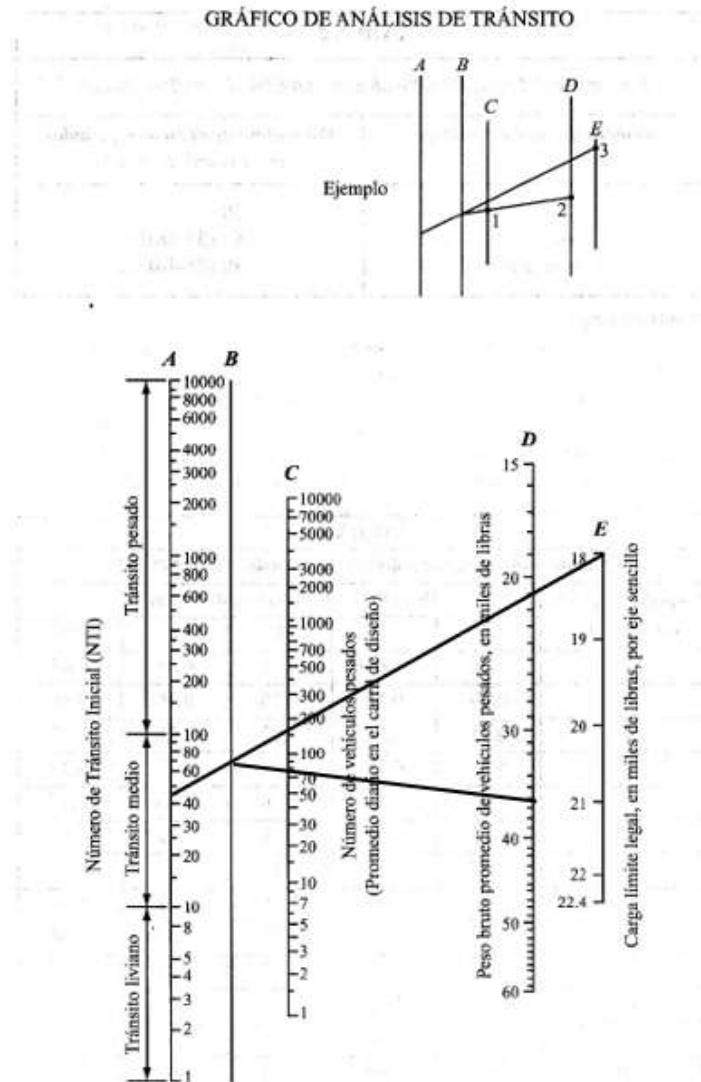
Autores: Blanco B y Furuya N (2023)

Se procedió a calcular el número de vehículos pesados en el carril con la siguiente formula:

$$\text{Numero de veh. pes. en el carril de diseño: } T.P.D \times \frac{\%vehiculos\ pesados}{100} \times \frac{\%obtenido\ de\ tabla2}{100}$$

$$\text{Numero de veh. pes. en el carril de diseño: } 851 \times \frac{19}{100} \times \frac{50}{100} = 81 \text{ veh.}$$

#### 4.3.4.1.5 Numero de Tránsito Inicial (N.T.I)



**Figura 28. Gráfico de Tránsito Inicial**

**Autores:** Blanco B y Furuya N (2023)

#### 4.3.4.1.6 Número de tránsito de diseño (N. T.D)

Se obtuvo un valor de 45 del tránsito inicial, Se proyectó un periodo de diseño de 20 años y un porcentaje de crecimiento anual del 4%, para obtener el factor de ajuste de la tabla 3.

**TABLA 3**

*Factores de ajuste al Número de Tránsito Inicial (NTI)*

Periodo de diseño en años (n)	Porcentaje de crecimiento anual (r)				
	2	4	6	8	10
1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23
6	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39
8	0.43	0.46	0.50	0.53	0.57
10	0.55	0.60	0.66	0.72	0.80
12	0.67	0.75	0.84	0.95	1.07
14	0.80	0.92	1.05	1.21	1.40
16	0.93	1.09	1.28	1.52	1.80
18	1.07	1.28	1.55	1.87	2.28
20	1.21	1.49	1.84	2.29	2.86
25	1.60	2.08	2.74	3.66	4.92
30	2.03	2.80	3.95	5.66	8.22

**Figura 29. Factores de ajuste al número de Transito Inicial**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

$$NTD = 45 \times 1.49 = 67 \text{ veh.}$$

#### 4.3.4.1.7 Factor de CBR (California Bearing Ratio)

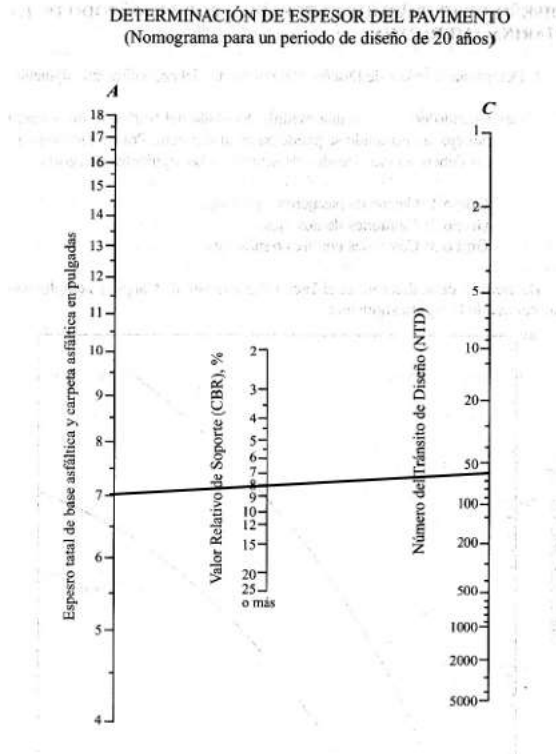
Para la vialidad en estudio, la calle Los Cedros, se seleccionó de la tabla CBR un rango de 5 a 10, se escogió 8 para determinar con un Nomograma el espesor del pavimento.

CBR	Clasificación
0 - 5	Subrasante muy mala
5 - 10	Subrasante mala
11 - 20	Subrasante regular o buena
21 - 30	Subrasante muy buena
31 - 50	Subbase buena
51 - 80	Base buena
81 - 100	Base muy buena

**Figura 30. Factor de CBR (California Bearin Ratio)**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

#### 4.3.4.1.8 Espesor del Pavimento en Pulgadas



**Figura 31. Nomograma del Espesor del Pavimento (periodo de 20 años)**

**Autores:** Blanco y Furuya (2023)

$$\text{Espesor del Pavimento} = 7\text{pulg} \times \frac{2.54\text{cm}}{1\text{pulg}} = 17.78\text{cm}$$

#### 4.3.4.1.9 Espesor mínimo de la base

Intensidad de tránsito de vehículos con capacidad de carga igual o superior a 3 ton métricas, considerado en un solo sentido	Curva aplicable para proyecto de espesores	Espesor mínimo de base
Menos de 500 vehículos al día	IV	12 cm
De 500 o 1,000 vehículos al día	III	12 cm
De 10,00 a 2,000 vehículos al día	II	15 cm
Más de 2,000 o autopistas	I	15 cm

**Figura 32. Espesor mínimo de base**

Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)

#### 4.3.4.1.10 Espesor de la carpeta Asfáltica

Para la calle Los Cedros, se adjuntó una tabla para determinar el espesor de la carpeta asfáltica en cm, dependiendo del tipo de tránsito que concurre en esa vialidad.

ETAPAS DE UNA CARRETERA 215

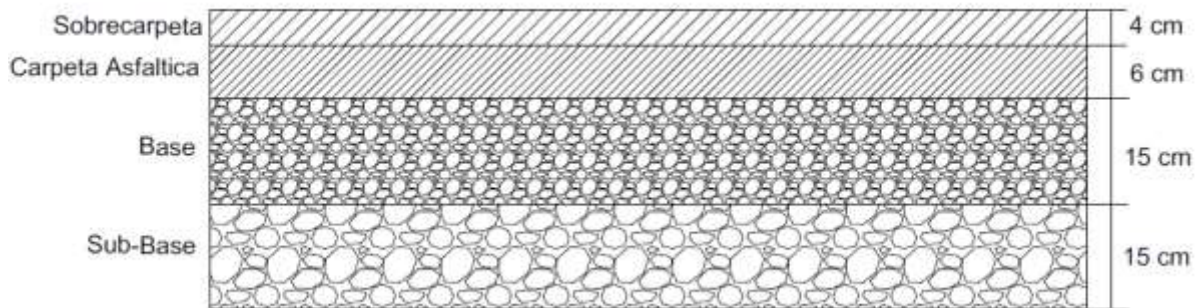
Tipo de Carpeta Asfáltica	Espesor de la carpeta en cm				
	Tránsito muy liviano	Tránsito liviano	Tránsito medio	Tránsito pesado	Tránsito muy pesado
Tratamiento Superficial Simple	1	1	–	–	–
Tratamiento Superficial Doble	1.5	1.5	1.5	–	–
Mezcla en el lugar	2	3	4	6	–
Mezcla en planta dosificada por volumen	2	3	4	6	–
Concreto asfáltico, dosificado en planta por peso y con C.A.	2	3	4	6	8

**Figura 33. Espesor de la Carpeta Asfáltica**

Autores: Blanco B. y Furuya N. (2023)

#### 4.3.4.1.11 Diseño del Pavimento

Después de haber realizado el pre-dimensionado, de acuerdo con los cálculos realizados se diseñó el pavimento flexible, con un material triturado para la base de 1,125 cm, espesor de la base 15 cm, subbase 15cm, Carpeta Asfáltica 6 cm y Sobre carpeta 4 cm, para así tener un pavimento adecuado para las cargas que debe soportar y tener un óptimo rendimiento de la vialidad.



**Figura 34. Diseño del Pavimento Flexible**

**Autores:** Blanco B. y Furuya N. (2023)

#### **4.3.5 Plan de mantenimiento**

Un plan de mantenimiento de un sistema de drenaje se centra en mantener en óptimas condiciones las infraestructuras diseñadas para el manejo y evacuación del agua pluvial y residual. Incluye actividades como limpieza de bocas de visita y sumideros, inspección y reparación de colectores, control de vegetación, monitoreo de caudal y análisis de calidad del agua. Este plan se ejecuta de manera regular y programada para prevenir obstrucciones, daños estructurales y garantizar un funcionamiento eficiente del sistema, reduciendo así el riesgo de inundaciones y la contaminación del agua. Por lo que tomamos ciertas consideraciones:

- ✓ Limpieza de hojas, escombros y sedimentos.
- ✓ Inspección de daños estructurales.
- ✓ Eliminación de obstrucciones, como arena, lodo y residuos sólidos.
- ✓ Inspección de tuberías en busca de grietas o deformaciones.
- ✓ Reparación de bocas de visita y sumideros dañados.
- ✓ Rehabilitación de secciones de colectores deterioradas.
- ✓ Recorte y eliminación de vegetación que obstruya el flujo de agua en canales y drenajes.
- ✓ Registro periódico de niveles de agua para detectar cambios significativos.
- ✓ Análisis de muestras de agua para detectar contaminantes.

**Tabla 81. Cronograma de plan de mantenimiento**

Actividad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Limpieza de bocas de visita y sumideros												
Limpieza y reparación de colectores principales												
Control de vegetación en canales y drenaje												
Análisis de calidad del agua												

**4.4 Fase IV: Realización de un estudio de factibilidad técnico y social**

**Evaluar las propuestas obtenidas para realizar un diseño de drenajes y colector de aguas servidas**

**4.4.1 Estudio Técnico**

Se establecieron las partidas de acuerdo con la propuesta del proyecto y siguiendo las normas COVENIN se obtuvieron las siguientes partidas

**C.058000102.** Excavación para estructuras, Correspondiente a obras de drenaje, de cualquier profundidad, con equipo pesado, apilamiento y/o bote, transporte hasta 200 m. de distancia.

Esta partida corresponde a las excavaciones necesarias para construir las estructuras y obras de drenaje del proyecto. El trabajo implica excavar zanjas y espacios a cualquier profundidad utilizando equipo pesado. El material excavado se debe apilar y/o botar en un sitio adecuado, considerando un transporte de hasta 200 metros de distancia desde el sitio de excavación. El volumen de excavación dependerá de las dimensiones y profundidades de las zanjas y estructuras a construir, según lo indicado en los planos y especificaciones técnicas. El costo considerará la mano de obra calificada para operar la maquinaria, así como el equipo necesario para excavar, cargar, transportar y disponer el material sobrante. Es una partida fundamental en este tipo de

proyectos de drenaje, para preparar el terreno y espacios requeridos para las obras de infraestructura.

**C.S/C.** Suministro, transporte y colocación de cilindro (anillo) para boca de visita prefabricada tipo “A” de 0,61 m. de alto x 1,20 m. de diámetro

Se refiere al suministro, transporte y colocación de los anillos o cilindros que conforman las bocas de visita prefabricadas de 0.61 m de alto x 1.20 m de diámetro, tipo "A". Implica la adquisición de estos elementos prefabricados de concreto, su transporte hasta la obra y el montaje o instalación en el sitio de las bocas de visita según el diseño. Los anillos prefabricados permiten conformar estas estructuras de manera rápida al encimarlos, sellando las uniones con mortero. El diámetro de 1.20 m es estándar para permitir el acceso de personal para inspección y mantenimiento. El costo considera el equipo y mano de obra necesarios para manipular y colocar adecuadamente los anillos, además del mortero para sellado. La cantidad de anillos dependerá de la profundidad total de cada boca de visita. Este tipo de partidas son comunes en proyectos de alcantarillado o drenaje para construir estas estructuras de inspección y mantenimiento.

**C.S/C.** Construcción base de concreto de PVC F’C 210 kg/cm<sup>2</sup>. Para boca de visita tipo 2. Diámetro 12”

Consiste en construir la base de concreto de las bocas de visita de 12 pulgadas de diámetro. La base se elabora con concreto reforzado de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , es decir, con una resistencia mínima de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . El procedimiento implica preparar el sitio retirando el material inadecuado, colocar una capa de piedra compactada como base y luego encofrar para vaciar la loza de concreto según las dimensiones requeridas. Incluye el suministro de materiales como cemento, arena, piedra, acero de refuerzo y aditivos, así como el curado del concreto. Este tipo de partida es fundamental en obras de drenaje y alcantarillado para construir adecuadamente las bases de las bocas de visita y garantizar su estabilidad. El costo dependerá del diámetro y espesor de las bases.

**C.S/C** Suministro, transporte y colocación de tuberías de concreto de D=12”

Se refiere al suministro, transporte y colocación de las tuberías de concreto de 12 pulgadas de diámetro que se requieren para la obra de aguas servidas. Implica la adquisición y compra de las tuberías de concreto de las longitudes y diámetro especificado. También incluye el transporte de estos materiales hasta el sitio de la obra. Una vez en el lugar de las zanjas, se deben descargar,

revisar y luego instalar las tuberías, uniéndolas con mortero en la campana espiga. Se debe tener cuidado al manipular las tuberías para evitar fisuras o rajaduras. Durante la colocación es clave verificar la pendiente adecuada según el diseño para asegurar el flujo por gravedad. Finalmente se debe sellar herméticamente cada unión con mortero para evitar filtraciones. El costo considerará la mano de obra capacitada y el equipo necesario para una correcta instalación de las tuberías de concreto.

**C.S/C.** Construcción base de concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> para boca de visita tipo 2 de diámetro 8"

Se refiere a la construcción de las bases de concreto reforzado para bocas de visita de aguas servidas de 8 pulgadas de diámetro. El concreto debe tener una resistencia mínima de  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. Se debe incorporar acero de refuerzo y aplicar curado al concreto. Se considera el suministro de materiales como cemento, arena, piedra, acero; así como el equipo para la fabricación, transporte, vaciado y vibrado del concreto. También se incluye la mano de obra capacitada. Las bases de concreto permiten anclar adecuadamente las bocas de visita y proveer estabilidad. El costo dependerá de las dimensiones y profundidad requeridas según diseño.

**C.S/C** Sumidero, Transporte y colocación de tuberías de concreto de D=8"

Esta partida se refiere a la construcción de las bases de concreto reforzado para bocas de visita de aguas servidas de 8 pulgadas de diámetro. El concreto debe tener una resistencia mínima de  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. La construcción involucra preparar el terreno, compactar, encofrar y vaciar el concreto según las dimensiones de la base. Se debe incorporar acero de refuerzo y aplicar curado al concreto. Se considera el suministro de materiales como cemento, arena, piedra, acero; así como el equipo para la fabricación, transporte, vaciado y vibrado del concreto.

**C.S/C.** Relleno y compactación con material granular.

Esta partida se refiere al relleno y compactación con material granular de las zanjas y excavaciones hechas para la instalación de tuberías, bocas de visita y otras obras de drenaje.

**C.S/C** Construcción de bases y subbases de granzón natural

Esta partida se refiere a la construcción de las capas de base y subbase de pavimentos, utilizando grava natural como material granular. Implica el suministro, extendido y compactación

de la grava, cumpliendo los espesores de diseño para la base y subbase. La grava debe cumplir con especificaciones granulométricas, plasticidad y compactación óptima.

**C.S/C** Suministro y colocación de mezcla asfáltica en caliente Tipo 2 con agregados provenientes de río, en carpeta corrida, con equipo pesado, zona urbana, incluye el transporte de la mezcla asfáltica a la obra

Consiste en el suministro, transporte y colocación de la carpeta asfáltica tipo concreto asfáltico en caliente. Se elabora la mezcla en planta con agregados pétreos, asfalto. Se transporta la mezcla caliente y se extiende sobre la base granular con equipo pesado. Se compacta con rodillo liso vibratorio para lograr la densidad óptima. Se debe cumplir especificaciones de granulometría, contenido de asfalto y densidad. El espesor depende del diseño estructural del pavimento. Partida fundamental para construir la capa de rodadura en vías asfálticas.

#### **4.4.2 Estudio social**

El presente proyecto representa para la comunidad de la zona de estudio un beneficio al proporcionarle un diseño de la red a la que se pueden conectar para depositar sus aguas servidas, ya que con el método que están empleando actualmente de pozos sépticos se requieren de limpiezas frecuentes para su correcto funcionamiento, este pozo representa mayor inversión que conectarse a una red de recolección y si no es instalado correctamente puede representar un riesgo de contaminación de los cuerpos de agua cercanos así como de las tierras y puesto que los habitantes de la zona en su mayoría utilizan sus parcelas para el cultivo de sus alimentos y son ellos mismos los que realizaron las instalaciones de estos pozos, es probable que no se encuentren cumpliendo con los requerimientos mínimos para garantizar su uso adecuado. Al diseñar el colector principal de drenaje se alivia el riesgo de inundación, disminuyendo la incomodidad en cuanto a la movilidad de los habitantes, así como reduciendo la incertidumbre en cuanto a los daños que pueden sufrir sus viviendas a causa de fuertes precipitaciones.

#### **4.4.3 Estudio ambiental**

Para finalizar con los parámetros considerados, se estudió el factor ambiental el cual va de la mano con el social, debido a que como fue mencionado anteriormente, los riesgos de implementar erróneamente los pozos sépticos son la contaminación del entorno inmediato por lo que la construcción de estos debe estar inspeccionada por los entes competentes para garantizar que se cuenta con los requerimientos necesarios. Mediante la propuesta del colector de drenaje, el proyecto resulta factible porque se está trabajando con las pendientes permitidas por el terreno

para emplear un sistema por gravedad, la descarga se diseñó para ser en un río para el cual no se está modificando su cauce ni se está alterando sus características naturales, se está proponiendo mantener un porcentaje de áreas verdes en las zonas a construir y en los costados de la vialidad. En conclusión, las propuestas obtenidas no representan un riesgo ambiental para el entorno.

## CONCLUSIONES

Para finalizar, en el presente trabajo luego de analizar los resultados obtenidos, se concluye que, durante el desarrollo de las actividades de la fase I se logró ubicar la zona de estudio y determinar los usos que se encuentran establecidos en el PDUL, lo que arrojó que en su mayoría, las parcelas están destinadas a usos residenciales y se permiten comercios intermedios, con la determinación de las características topográficas se obtuvo la información necesaria para iniciar con los respectivos cálculos para el diseño, resultando en pendientes pequeñas y que el terreno no tiene grandes elevaciones. La información relacionada a las estructuras hidráulicas con las que cuenta la vialidad se obtuvo mediante una inspección y resultó en que en un gran porcentaje de la poligonal abierta de estudio no existen sumideros que canalicen las aguas hacia el colector, y en otro gran tramo de la misma poligonal ni siquiera se encontró evidencia de la existencia de un colector de drenaje, no se observaron bocas de visita ni cunetas.

Como conclusión de la fase II se observó que los problemas referentes a las inundaciones se generan por la discontinuidad que posee el sistema de drenaje existente y por la falta de sumideros. De igual forma quedó establecido que varias comunidades no se encuentran conectados a un sistema de recolección de aguas servidas, sino que tienen sistemas de pozos sépticos. Con el incremento de la población se han generado nuevas demandas a los sistemas públicos y se proyecta que el conjunto residencial Los Bachilleres albergue 1.041 habitantes. Con las áreas de las cuencas a drenar, se estimó la descarga y se trabajó con el caudal mayor que representa la situación más desfavorable que fue de 1,88 m<sup>3</sup>/s para lo cual se diseñaron los colectores.

De las actividades realizadas en la fase III con la información recolectada se procedió a diseñar los colectores, primero el de drenaje y para los desniveles de terreno, caudales máximos y la cota en la que se debe descargar, se obtuvo un colector principal para la calle Valencia de 33 pulgadas, el siguiente tramo correspondiente a la calle Sucre, el colector es igualmente de 33 pulgadas, mientras que el tramo de la calle Los Cedros el colector resultó de 27 pulgadas, a una profundidad de ubicación con respecto a la cota del terreno de 1,3 m. para finalizar se diseñó un canal rectangular para darle continuidad al sistema y posee un sedimentador para evitar la acumulación de materiales sólidos.

Los resultados obtenidos para aguas servidas son que para conectar a las comunidades que requieren de este sistema, además de las que ya se encuentran conectadas, se utilicen diámetros de 4 pulgadas, 6 pulgadas, 8 pulgadas y finalmente un diámetro de 12 pulgadas para el tramo de la

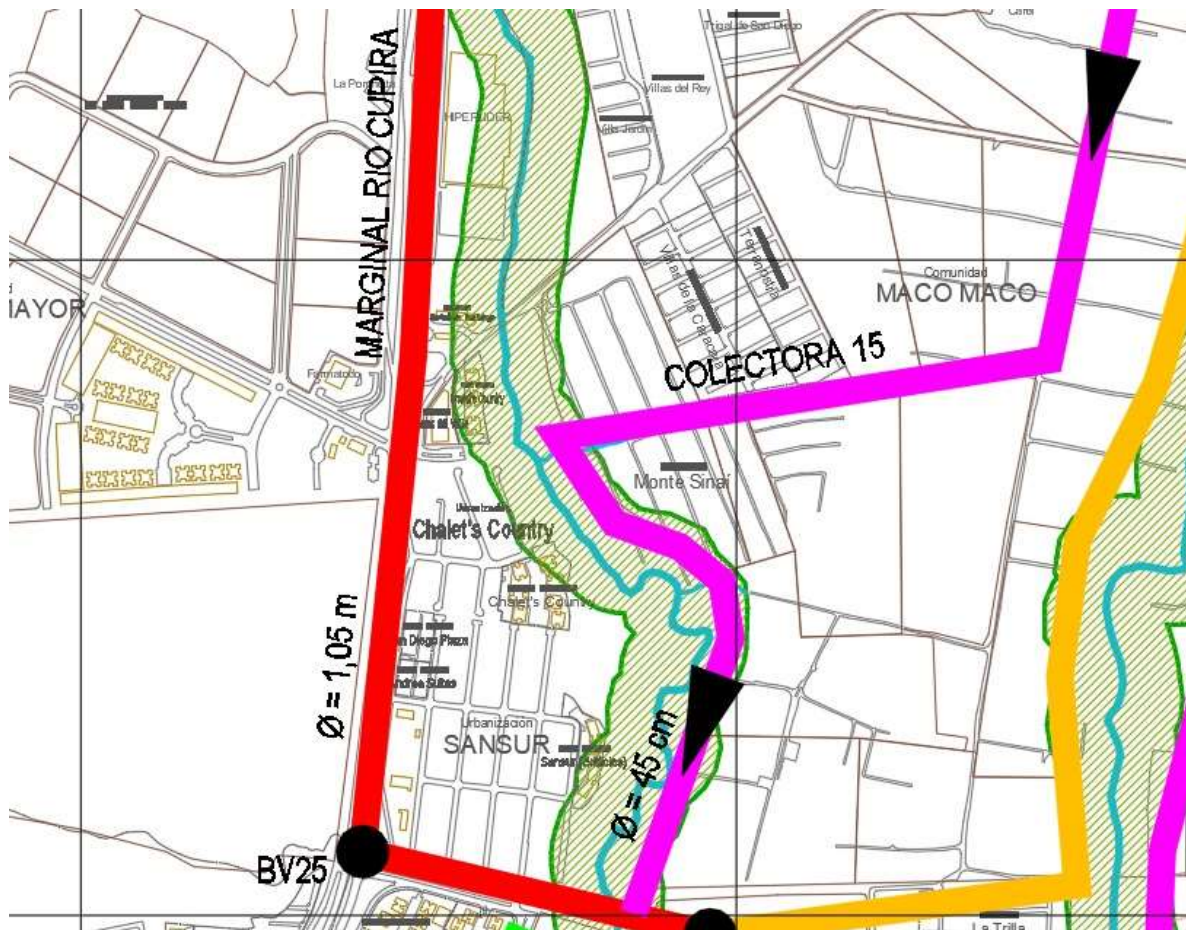
descarga en la Av. Don Julio Centeno, descargando a una profundidad de 2 metros por debajo del nivel de la calle. Para el tramo inicial se usa el colector de menor medida considerando que el caudal de diseño que pasa por ese tramo es de poco volumen, puesto que solo se consideró al conjunto residencial Los Bachilleres. Ambos colectores se mantienen entre los rangos aceptables de pendientes y velocidades.

Finalmente, en la última fase desarrollada se estudiaron los parámetros técnico y social referentes a las propuestas diseñadas, en el que se concluyó el gran beneficio que resulta para la comunidad la implementación del presente trabajo para reducir los riesgos de contaminación.

## RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos durante el desarrollo de las actividades de las respectivas fases correspondientes al presente trabajo de grado, se recomienda:

- Mantener una cantidad de áreas verdes proporcional en las zonas de nuevos desarrollos, así como en los linderos de la vialidad, para disminuir la escorrentía superficial y que se logre una infiltración de esta misma que beneficie al sistema de drenaje.
- Se deben construir a la par del colector, las respectivas estructuras de captación superficial del agua como lo son los sumideros.
- Se recomienda para ambos colectores seguir el plan de mantenimiento establecido para asegurar que perduren los sistemas en buen estado y sin interferencias.
- Se recomienda que los entes gubernamentales inspeccionen las modificaciones que realizan los pobladores en los servicios públicos de manera que quede plasmado en planos y en estudios las conexiones existentes, los colectores que existen y sus diámetros, con esto es posible realizar las ampliaciones de los servicios y así beneficiar a más comunidades.
- Se recomienda la implementación de alumbrado vial.
- Se recomienda estudiar las soluciones a la problemática referente al desperdicio de agua potable que tienen las parcelas colindantes con el terreno de Los Bachilleres.
- Se recomienda realizar el estudio para las parcelas que quedaron fuera del alcance de la poligonal de estudio para considerar si las elevaciones del terreno le permiten que se conecte al colector de aguas residuales diseñado en este trabajo de grado.
- Se recomienda para todo el tramo de estudio el diseño de aceras y caminerías para promover la movilidad peatonal.
- Finalmente se recomienda la implementación de paradas de autobuses estratégicas
- Diseñar una rampa de acceso por encima del canal propuesto para el acceso vehicular.
- Se recomienda revisar la profundidad del colector principal de la avenida y considerar el tramo del colector propuesto que se encuentra debajo del río.



**Figura 35:** Fragmento del plano de cloacas del municipio San Diego.

**Fuente:** PDUL de San Diego.

En color fucsia se encuentran las propuestas que ya tienen un proyecto planificado para el colector; es decir, no existe actualmente ese colector. En amarillo se encuentran las propuestas que no poseen un proyecto realizado para el colector; es decir, no existe actualmente ese colector. Finalmente, en color rojo se encuentra el colector existente en la Av. Don Julio Centeno de 42 pulgadas. Por lo tanto, la única opción para realizar la propuesta del presente trabajo de grado referente al colector principal de aguas servidas, considerando la geometría vial y la topografía del terreno es que el colector de aguas residuales atraviese el río Cúpira para conectarse y descargar en el colector que se encuentra en la Av. Don Julio Centeno. Es por eso que se recomienda investigar la profundidad exacta del colector de 42 pulgadas para poder determinar la cota de llegada del colector propuesto de 12 pulgadas y considerar el tramo que se encuentra en el curso del río.

## REFERENCIAS

- Arias, F. (2012). **La Investigación de Campo.**
- Augustowsky, G. (2007). **El registro fotográfico en la investigación educativa.**  
[https://issuu.com/ariannaisunza/docs/el\\_registro\\_fotografico\\_en\\_la\\_inves\\_ee922e0e7909e1](https://issuu.com/ariannaisunza/docs/el_registro_fotografico_en_la_inves_ee922e0e7909e1)
- Batanero, P. (S.F.). **Utilización de modelos hidráulicos bidimensionales en la determinación del tiempo de concentración [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid].**
- COVENIN MINDUR 1750-87. (1987). **Especificaciones generales para edificios.**
- Duran, E. y Valera, A. (2011). **Diseño de instalaciones hidráulicas de un centro comercial en San Diego: Municipio San Diego, Estado Carabobo [Tesis de pregrado, Universidad de Carabobo].**
- Equipo editorial. (5 de agosto de 2021). **Crecimiento poblacional.**  
<https://concepto.de/crecimiento-poblacional/>
- García, J. (12 de enero de 2010). **Las siete herramientas de la calidad. Plantillas de inspección.** En: <https://jesusgarciaj.com/2010/01/12/las-siete-herramientas-de-la-calidad-plantillas-de-inspeccion/>
- García, M. y Perdomo, M. (2018). **Propuesta de sistematización de las Normas Sanitarias de los sistemas de drenajes de aguas pluviales para urbanismos y edificaciones en Venezuela.**
- PAVCO, Universidad de los Andes. (2009). **Sumideros en alcantarillados de aguas lluvias. Diseños típicos utilizados en Colombia y mecanismos de retención de sólidos.**

Tamayo y Tamayo, M. (2007). **El proceso de la Investigación Científica.**

Taco, F. (2012). **Las aguas servidas y su incidencia en la salubridad de los habitantes del barrio pilacoto de la parroquia Guaytacama del cantón Latacunga provincia de Cotopaxi [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato].**

## **APÉNDICES**

## Apéndice A

Fecha:
<b>PROPUESTA DE DISEÑO DE LOS COLECTORES PRINCIPALES PARA AGUAS RESIDUALES Y DE DRENAJE PARA LAS ZONAS COMPRENDIDAS DESDE MACO MACO HASTA CHALETS COUNTRY EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.</b>
Nombre del entrevistado:
Autores: Blanco Bárbara y Furuya Naoki
<b>Objetivo:</b> Diseñar la propuesta de los colectores principales para aguas residuales y de drenaje para las zonas comprendidas desde Maco Maco hasta Chalets Country en el Municipio San Diego, Estado Carabobo.
<b>Preguntas.</b>
1. ¿Cuáles son las características que condicionan el diseño del sistema de drenaje?
2. ¿Cuáles son los impactos para una vialidad que presente obstrucción de los sistemas de drenaje?
3. ¿De qué manera se ve afectado el funcionamiento del colector principal de aguas residuales por el crecimiento poblacional?
4. ¿Qué impacto va a tener el flujo vehicular en el funcionamiento del sistema de drenaje y en el colector principal de aguas servidas?
5. ¿Qué consecuencias puede generar la ausencia del sistema de drenaje en el espacio urbano inmediato?
6. ¿Qué factores en el funcionamiento de una vialidad afectan los sistemas de drenaje y aguas servidas?
7. ¿De qué forma se pueden reducir los impactos que genera la vialidad en los colectores?

8. ¿Cuál técnica aplicada al estudio de las obras hidráulicas es factible para la adaptación del diseño del colector principal a la geometría vial existente?
9. ¿Qué métodos se pueden implementar para hacer que el sistema de drenaje y aguas residuales perdure el mayor tiempo posible en buen estado?
10. ¿Qué beneficios aportaría el diseño de los colectores principales para aguas residuales y de drenaje en la comunidad?

Apéndice B



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X			X		
2	X			X		
3	X			X		
4	X			X		
5	X			X		
6	X			X		
7	X			X		
8	X			X		
9	X			X		
10	X			X		

Fecha: 27/01/2022

  
Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	<i>Fuero profesor magister alumno</i>
--	---------------------------------------

Apéndice B



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
 UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X					
2	X					
3	X					
4	X					
5	X					
6	X					
7	X					
8	X					
9	X					
10	X					

Fecha: 27/01/2023

Firma del Especialista:

Breve descripción del perfil académico del Especialista:	
--	--

Apéndice B




REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

Ítems	Redacción de Ítems			Pertinencia de los objetivos		Observaciones
	Clara	Confusa	Tendenciosa	Pertinente	No pertinente	
1	X					
2	X					
3	X					
4	X					
5	X					
6	X					
7	X					
8	X					
9	X					
10	X					

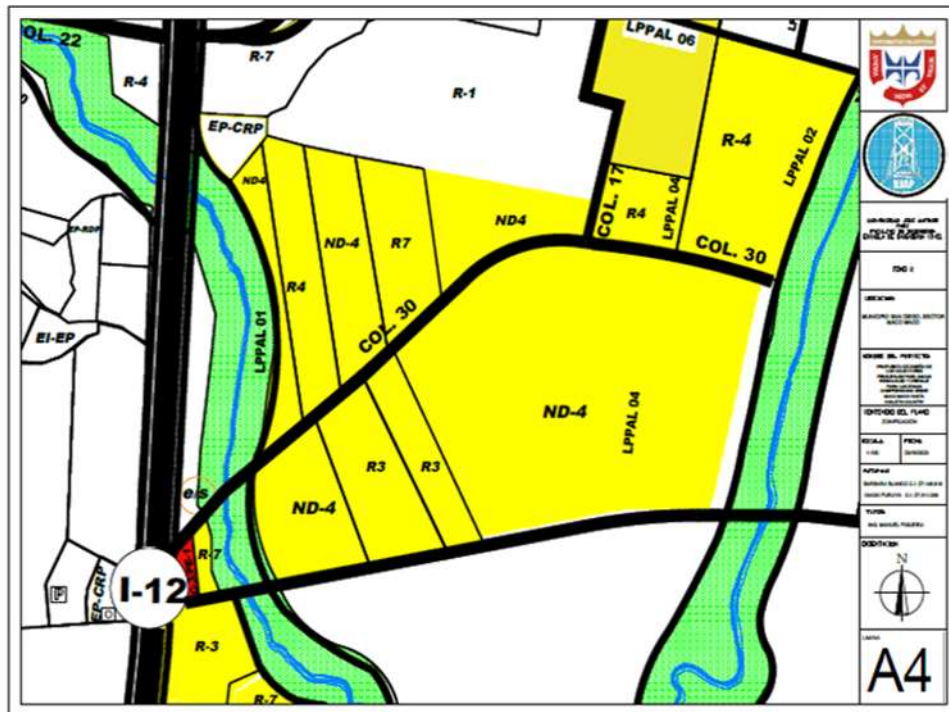
Fecha: 27/01/2023

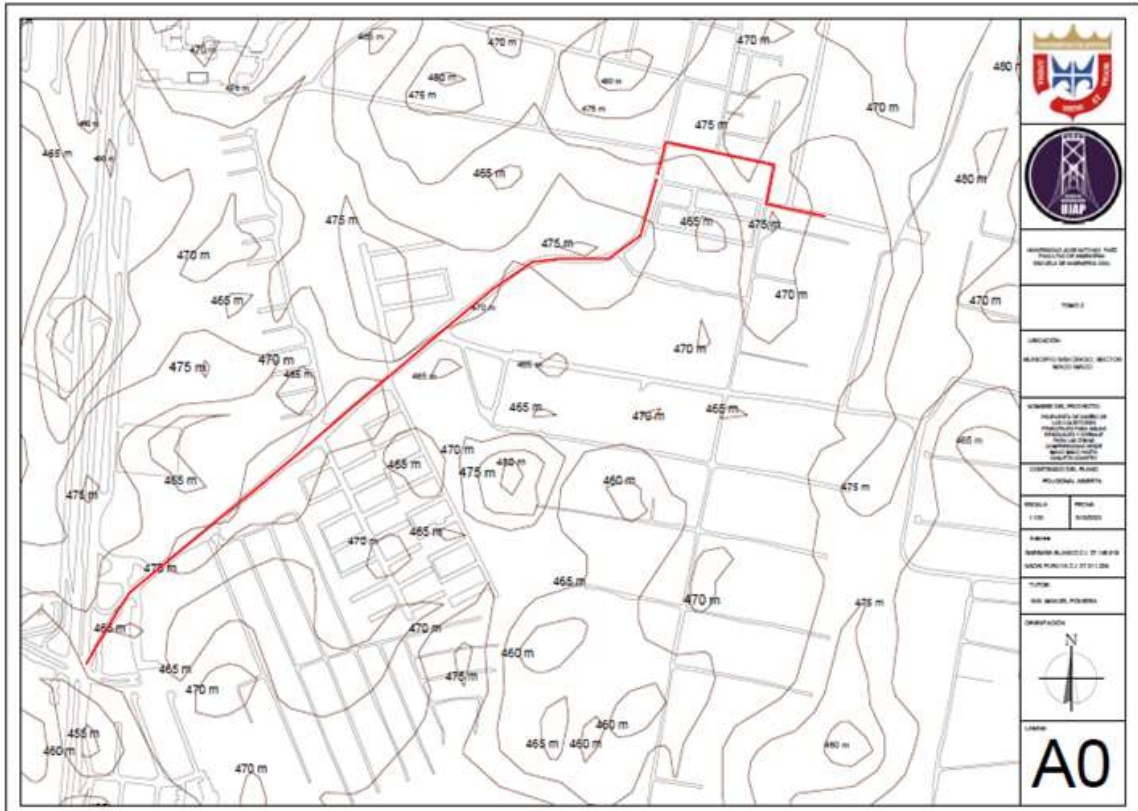
  
Firma del Especialista:

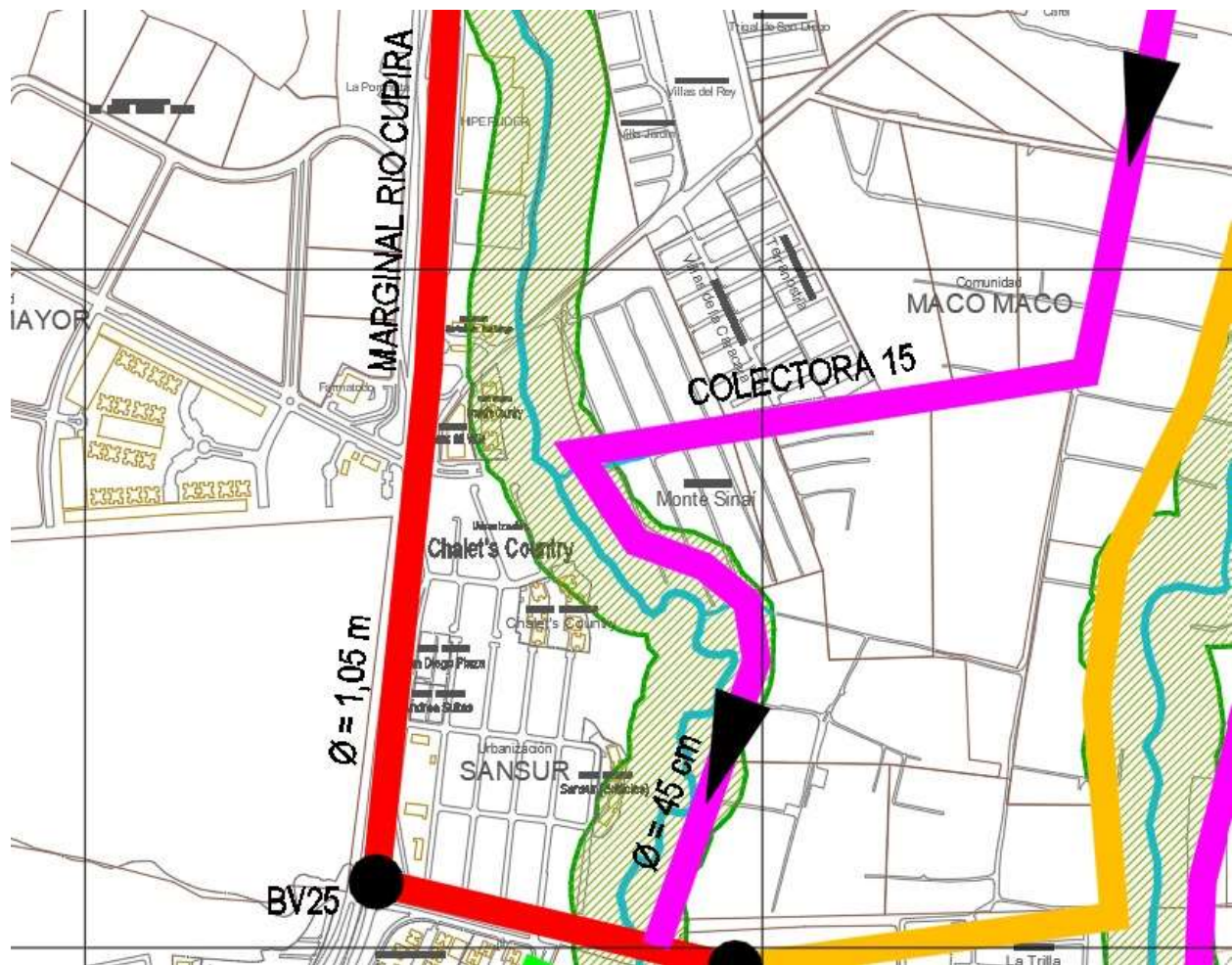
Breve descripción del perfil académico del Especialista:	Ingr. Civil.
--	--------------

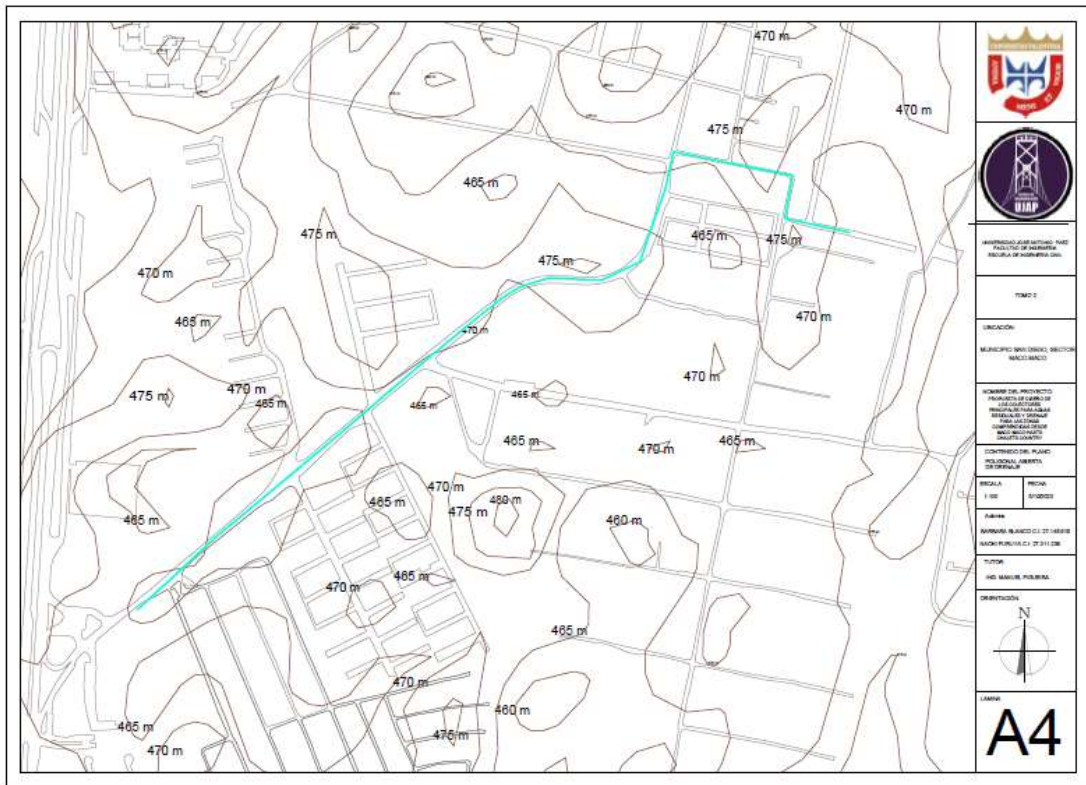
# APÉNDICE B

## (planos)

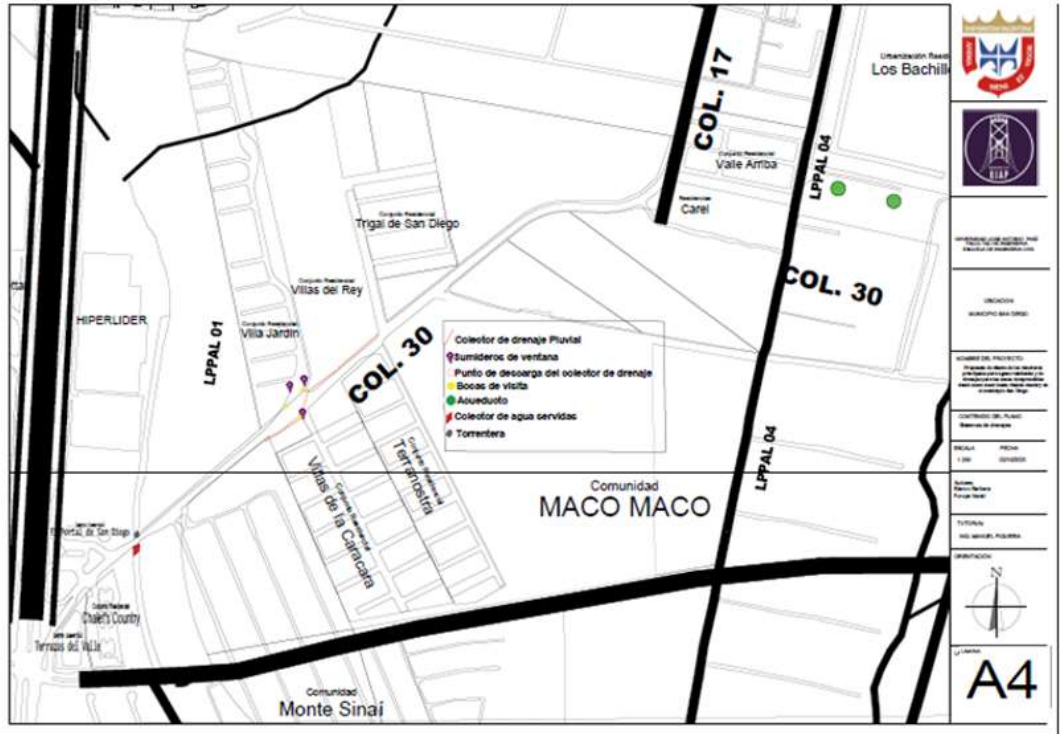




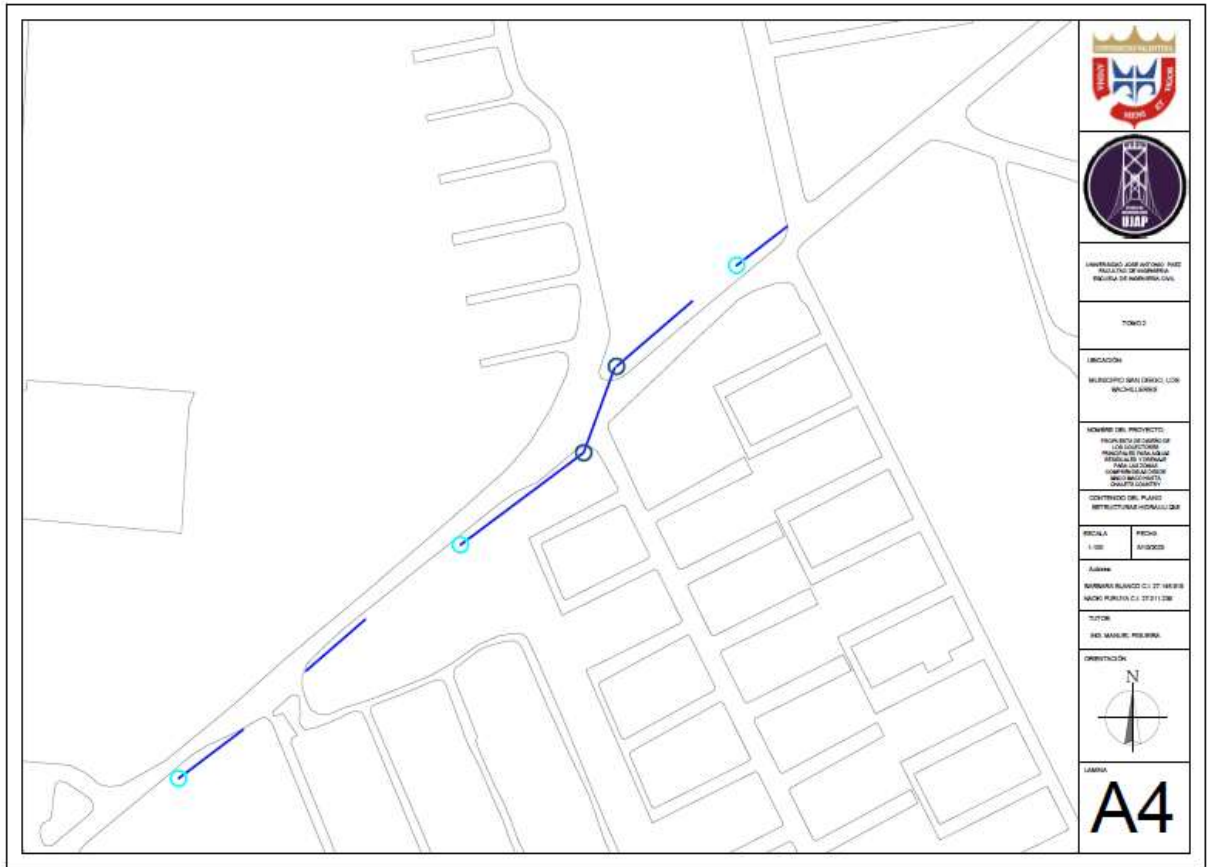












UNIVERSIDAD DE MEDIELLAN  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INSTITUTO DE INGENIEROS DE ANTOQUIA

TOMO 3

UBICACION  
MUNICIPIO SAN DIEGO DE LOS RIOS  
MEDIELLAN

NOMBRE DEL PROYECTO:  
PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE PARA LAS  
ZONAS DE INTERCOMUNICACION  
Y ZONAS DE INTERCOMUNICACION  
DE INTERCOMUNICACION

CONTENIDO DEL PLANO:  
REPLANTAMIENTO HIDRAULICO

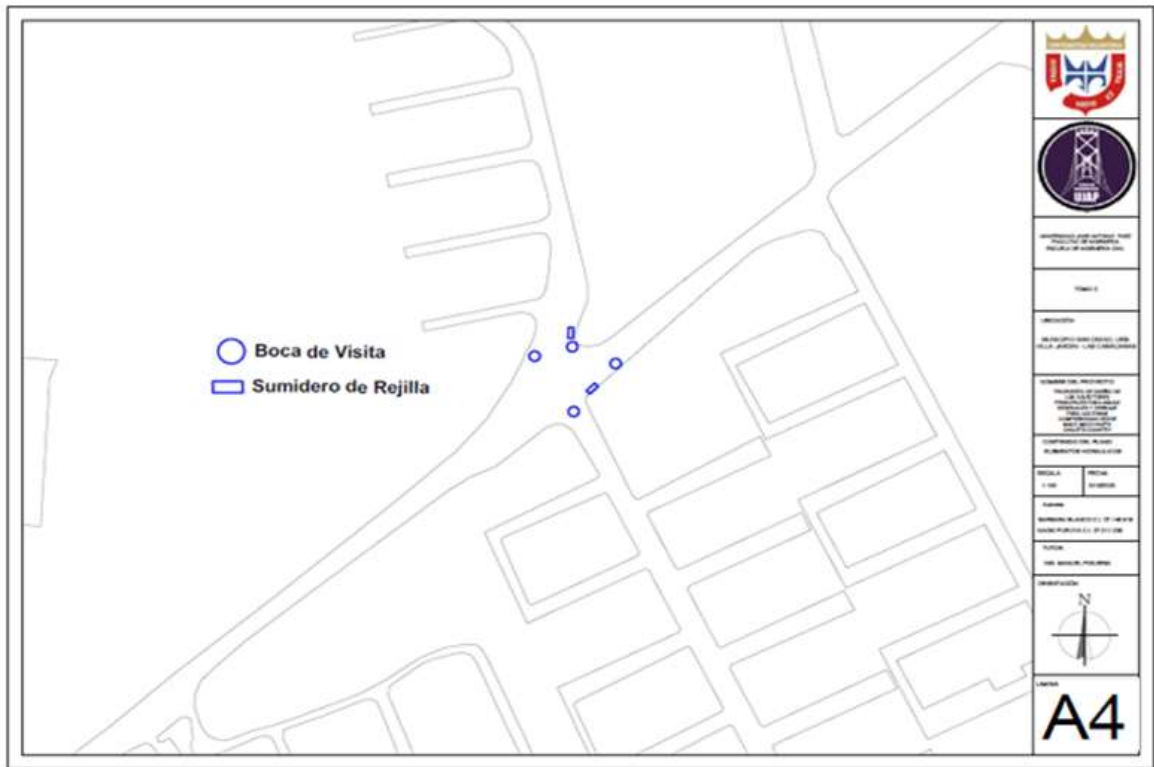
ESCALA: 1:500  
FECHA: 2011/08

AUTORA:  
MAYRA BLANCO CI ET ALIAS

TUTOR:  
ING. MANUEL PEREZ

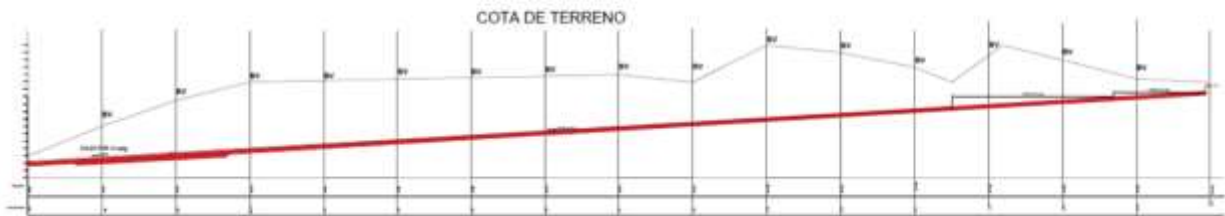
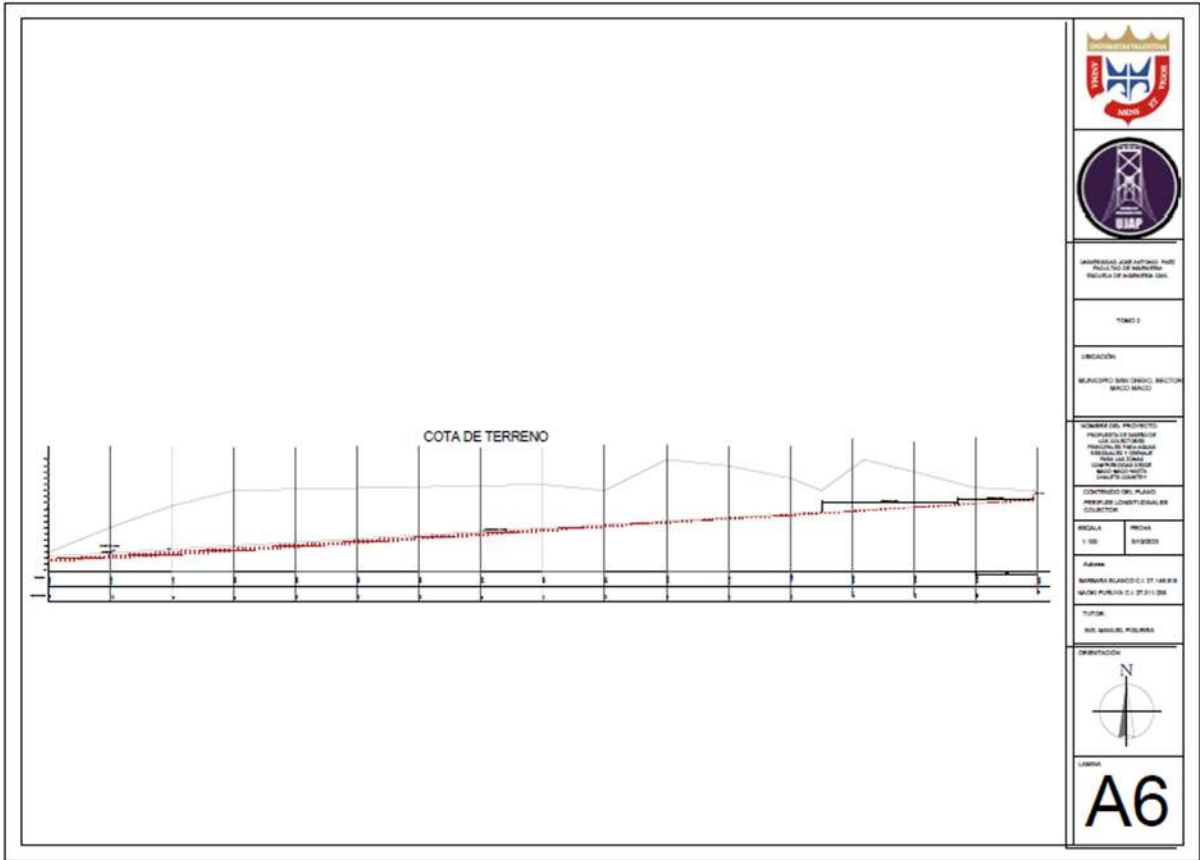


LAMINA  
**A4**

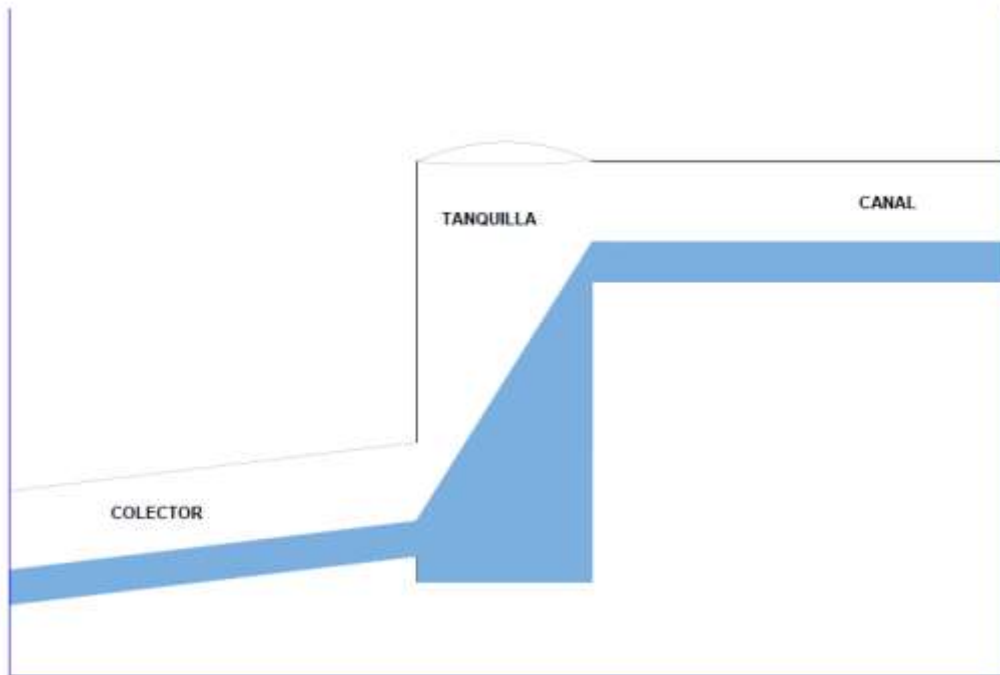


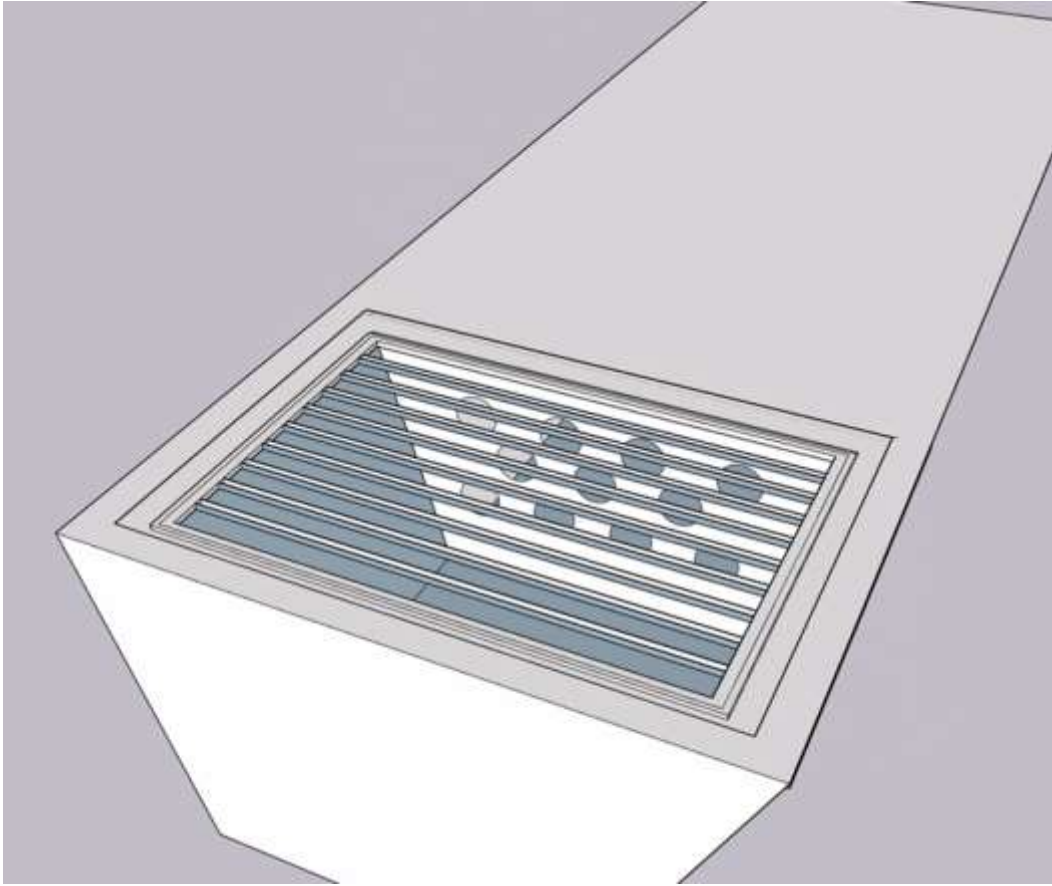


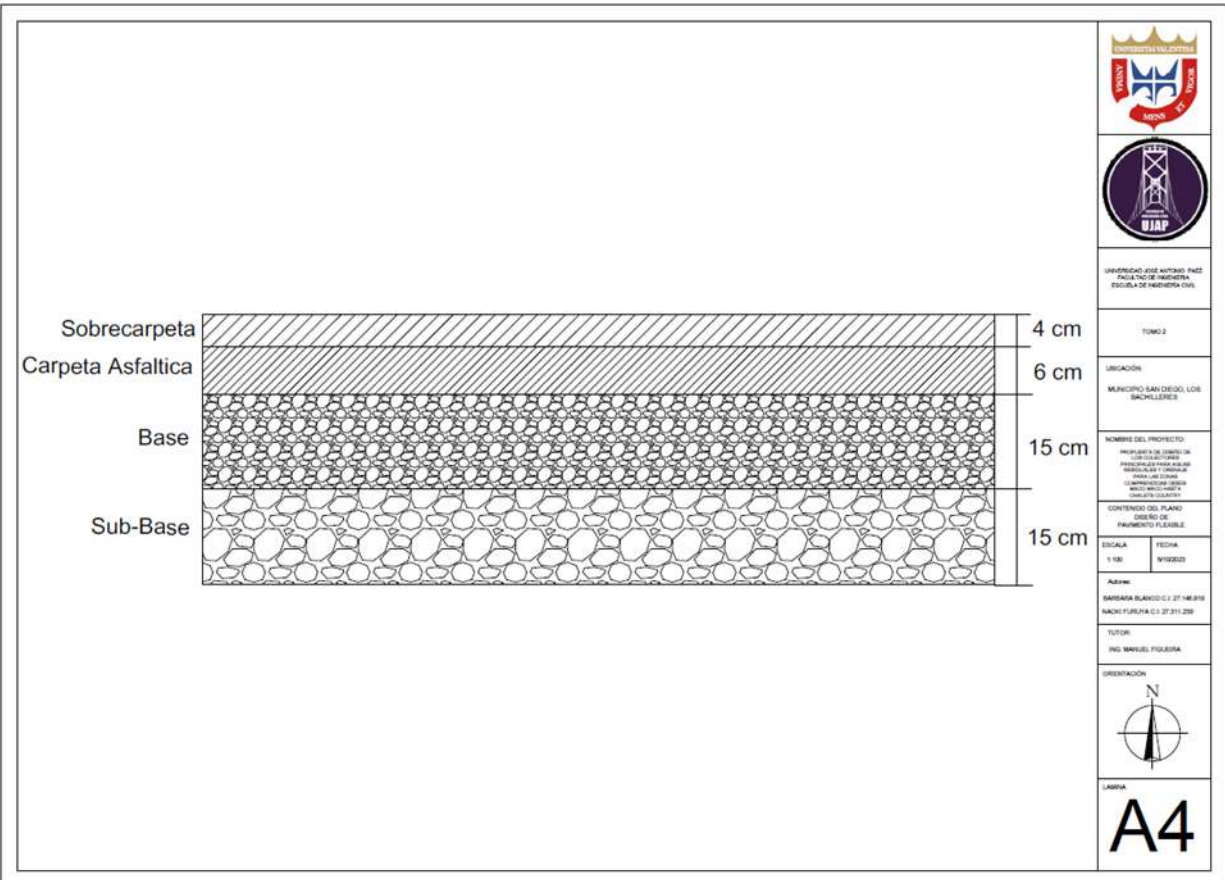












UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PADRE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TOMO 2

UBICACIÓN:  
MUNICIPIO SAN DIEGO, LOS  
BACHILLERES

NOMBRE DEL PROYECTO:  
PROYECTO DE OBRAS DE  
CONSTRUCCIÓN DE UN  
SISTEMA DE DRENAJE  
PARA EL CARRIL  
COMERCIAL DE  
MEXICALCÁN

CONTENIDO DEL PLANO:  
DISEÑO DE  
PAVIMENTO FLEXIBLE

ESCALA: 1:100      FECHA: 11/02/2021

ALUMNO:  
BARBARA BLANCO C / 27148310  
MADRID FURUYA C / 27121200

TUTOR:  
ING. MANUEL FIGUEROA



LÁMINA  
**A4**



