



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA 3ERA. CALLE,  
DESDE LA 4TA. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5TA. AVENIDA ZONA 5, DESFOGANDO  
POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRETERA A MAYAN GOLF VÍA AMATITLÁN**

**Carlos Antonio Quim Cán**

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, septiembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA 3ERA. CALLE,  
DESDE LA 4TA. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5TA. AVENIDA ZONA 5, DESFOGANDO  
POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRETERA A MAYAN GOLF VÍA AMATITLÁN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**CARLOS ANTONIO QUIM CÁN**  
ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

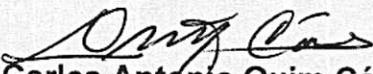
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
EXAMINADOR	Ing. Jeovany Rudaman Miranda Castañon
EXAMINADOR	Ing. Carlos Efraín Zeceña Girón
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA 3ERA. CALLE,  
DESDE LA 4TA. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5TA. AVENIDA ZONA 5, DESFOGANDO  
POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRETERA A MAYAN GOLF VÍA AMATITLÁN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 30 de agosto de 2012.

  
Carlos Antonio Quim Cán

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 18 de febrero de 2014  
Ref.EPS.DOC.237.02.14

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Carlos Antonio Quim Cán** con carné No. **199712630**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA 3ERA. CALLE, DESDE LA 4TA. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5TA. AVENIDA ZONA 5, DESFOGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRETERA A MAYAN GOLF VÍA AMATITLÁN.**

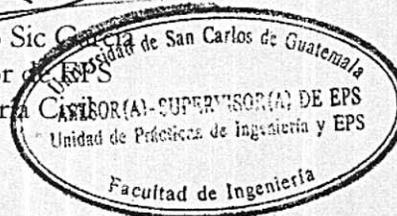
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Ángel Roberto Sic...  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería



c.c. Archivo  
ARSG/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 06 de marzo de 2014  
Ref.EPS.D.107.03.14

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA 3ERA. CALLE, DESDE LA 4TA. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5TA. AVENIDA ZONA 5, DESFOGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRETERA A MAYAN GOLF VÍA AMATITLÁN**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Carlos Antonio Quim Cán**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Ángel Roberto Sic García.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
27 febrero de 2014

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA 3ERA. CALLE, DESDE LA 4TA. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5TA. AVENIDA ZONA 5, DESFOGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRETERA A MAYAN GOLF VÍA AMATITLÁN**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Antonio Quim Cán, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

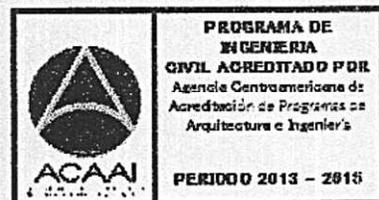
¡D Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

Modelo 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Carlos Antonio Quim Cán, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA 3ERA. CALLE, DESDE LA 4TA. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5TA. AVENIDA ZONA 5, DESFOGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRETERA A MAYAN GOLF VÍA AMATITLÁN**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

*[Handwritten Signature]*  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, septiembre 2014

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA 3ERA. CALLE, DESDE LA 4TA. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5TA. AVENIDA ZONA 5, DESFOGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRETERA A MAYAN GOLF VÍA AMATITLAN**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Antonio Quim Cán** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, septiembre de 2014



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por la sabiduría y bendiciones otorgadas.
<b>Mi madre</b>	Felisa Cán Sácba (q.e.p.d.), mamita querida, en homenaje a su memoria.
<b>Mi padre</b>	Edgar Santiago Quim Caal (q.e.p.d.), sueño cumplido, en tu memoria.
<b>Mi esposa</b>	Mirian Argelia Chapaz Burrero, por los años de dedicación, esfuerzo, alegría y amor incondicional.
<b>Mis hijos</b>	Carlos Alexander y Daniel Eduardo Quim Chapaz, por darme fortaleza y esa sonrisa invaluable.
<b>Mis hermanos y hermanas</b>	Por ser grandes compañeros en la vida, gracias por su apoyo en esta senda.
<b>Mis amigos</b>	Por los que siempre me alentaron, a todos los que forman una parte importante de mi vida.
<b>Mis compañeros</b>	Por su paciencia para poder compartir su conocimiento y experiencia.

**A los ingenieros,  
catedráticos, profesores  
y maestros**

Por la sabiduría adquirida, desde el día que  
inicie el recorrido, en memoria de aquellos que  
creyeron y los consagrados a su profesión.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Te agradezco el haber estado conmigo todo este tiempo, por haberme protegido, por resguardar a mi familia y por hacer que hoy pueda cumplir este sueño.
- Mi madre** Gracias por enseñarnos que el éxito se logra con base al trabajo, honestidad, entusiasmo, humildad y paciencia.
- Mi padre** Gracias por habernos demostrado que con esfuerzo y empeño se vuelve realidad las metas trazadas.
- Mi esposa** Como testimonio del eterno agradecimiento por ese gran amor que siempre me brindas, gracias por darme la fuerza para irme superando.
- Mis hijos** Gracias, no encontraré palabras para expresarles mi amor, este esfuerzo y logro ha sido también suyos e inspirados en ustedes.
- Mis hermanos y hermanas** En reconocimiento por el cariño y apoyo moral que he recibido de ustedes, gracias, Dios los bendiga.

**Mis amigos**

Este presente simboliza mi gratitud por ser parte de este regocijo, por lo que nombrar a tantos sería imposible.

**Mis compañeros**

Agradezco a cada uno de ustedes, su contribución y soporte, por otorgarme esos peldaños para crecer.



1.2.	Investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala.....	11
1.2.1.	Infraestructura actual.....	11
1.2.2.	Descripción de las necesidades .....	11
1.2.3.	Priorización de las necesidades .....	12
1.2.4.	Identificación del problema.....	12
1.2.5.	Resultados propuestos.....	13
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	15
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado pluvial de la 3era. calle, desde la 4ta. avenida zona 1 hasta la 5ta. avenida zona 5, desfogando por la 16 avenida zona 4, carretera a Mayan Golf vía Amatitlán. ....	15
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	15
2.1.2.	Estudios topográfico .....	16
2.1.2.1.	Planimetría .....	16
2.1.2.2.	Altimetría .....	17
2.1.3.	Aspectos técnicos básicos de diseño hidráulico de alcantarillados .....	17
2.1.3.1.	Coeficiente de rugosidad de Manning.....	17
2.1.3.2.	Distancia mínima a otras redes .....	19
2.1.3.3.	Diámetro mínimo .....	20
2.1.3.4.	Velocidad mínima y máxima.....	20
2.1.3.5.	Pendiente mínima y máxima .....	23
2.1.3.6.	Profundidad de flujo mínima y máxima.....	23

2.1.3.7.	Profundidad mínima y máxima de instalación.....	24
2.1.3.8.	Pozos de inspección.....	28
2.1.3.9.	Parámetros de diseño de las cámaras de caída .....	32
2.1.4.	Diseño del sistema de alcantarillado pluvial .....	35
2.1.4.1.	Consideraciones generales .....	35
2.1.4.2.	Componentes del alcantarillado pluvial .....	36
2.1.4.2.1.	Estructuras de captación .....	36
2.1.4.2.2.	Estructuras de conducción .....	39
2.1.4.2.3.	Estructuras de conexión y mantenimiento.....	40
2.1.4.2.4.	Estructura de descarga.....	41
2.1.4.2.5.	Obras complementarias .....	41
2.1.4.2.6.	Disposición final.....	41
2.1.4.3.	Cálculo de caudal .....	42
2.1.4.4.	Áreas de drenaje .....	43
2.1.4.5.	Curvas de intensidad-frecuencia-duración.....	44
2.1.4.5.1.	Período de retorno de diseño.....	45
2.1.4.5.2.	Tiempo de concentración .....	48

2.1.4.5.3.	Intensidad de precipitación .....	51
2.1.4.5.4.	Coeficiente de escorrentía .....	52
2.1.4.6.	Hidráulica de la tubería .....	54
2.1.4.7.	Parámetros de diseño .....	55
2.1.4.8.	Diseño del sistema .....	57
2.1.4.9.	Diseño hidráulico de la red .....	57
2.1.5.	Planos constructivos .....	58
2.1.6.	Presupuesto .....	58
2.1.7.	Cronograma de ejecución e inversión .....	58
2.1.8.	Evaluación socioeconómica .....	59
2.1.8.1.	Valor Presente Neto (VPN) .....	59
2.1.8.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	59
2.1.9.	Evaluación de componentes ambientales .....	60
2.1.9.1.	Aspectos ambientales .....	60
2.1.9.2.	Conclusión de análisis ambiental .....	62
CONCLUSIONES.....		63
RECOMENDACIONES .....		65
BIBLIOGRAFÍA.....		67
APÉNDICES.....		69

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Diagrama de árbol de problema ..... 13

### TABLAS

- I. Distribución de la población..... 8
- II. Valores recomendados de n..... 19
- III. Separación mínima entre tuberías ..... 20
- IV. Velocidad máxima según material..... 21
- V. Velocidad máxima permisible..... 22
- VI. Profundidad mínima para colocación de tuberías ..... 25
- VII. Diámetro mínimo del pozo de visita ..... 31
- VIII. Información mínima de respaldo para las curvas DIF ..... 45
- IX. Período de retorno según tipo de estructura ..... 46
- X. Vida útil recomendado para obras de drenaje..... 47
- XI. Tiempos de entrada en minutos ..... 49
- XII. Parámetros DIF para la estación INSIVUMEH ..... 51
- XIII. Coeficiente de escorrentía..... 53
- XIV. Definición de la complejidad del sistema..... 55
- XV. Aspectos ambientales..... 60



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b><math>\Delta</math></b>	Ángulo plano de la intersección entre tuberías
<b>A</b>	Área tributaria
<b><math>a_i</math></b>	Áreas parciales que integran el área tributaria
<b>Q</b>	Caudal de aguas lluvias
<b>C</b>	Coefficiente de escorrentía
<b><math>c_i</math></b>	Coefficiente de escorrentía de las áreas parciales
<b>n</b>	Coefficiente de rugosidad de Manning
<b><math>\emptyset</math></b>	Diámetro de la tubería
<b>D</b>	Diámetro de la tubería
<b><math>D_i</math></b>	Diámetro interno del pozo de visita
<b>S</b>	Gradiente hidráulico
<b>ha</b>	Hectáreas
<b>i</b>	Intensidad de precipitación
<b><math>L_c</math></b>	Longitud de la tubería
<b><math>L_{n-1}</math></b>	Longitud del tramo anterior
<b>m</b>	Metros
<b>T</b>	Período de retorno
<b>%</b>	Por ciento
<b>h</b>	Profundidad mínima de instalación de la tubería
<b>in</b>	Pulgada
<b><math>r_c</math></b>	Radio de curvatura de la media caña
<b>R</b>	Riesgo de falla
<b><math>T_c</math></b>	Tiempo de concentración

<b><math>T_n</math></b>	Tiempo de concentración de la tubería
<b><math>T_{n-1}</math></b>	Tiempo de concentración en el tramo anterior
<b><math>T_e</math></b>	Tiempo de entrada
<b><math>T_r</math></b>	Tiempo de recorrido
<b><math>v</math></b>	Velocidad de la tubería
<b><math>V</math></b>	Velocidad media del flujo en la tubería
<b><math>V_{n-1}</math></b>	Velocidad sección llena en el tramo anterior
<b><math>n</math></b>	Vida útil

## GLOSARIO

<b>Cuenca hidrográfica</b>	Territorio que drena sus aguas superficiales por un sistema de drenaje natural a través del área de drenaje.
<b>Estación pluviográfica</b>	Estaciones que mide y registra los valores continuos de la precipitación y su duración.
<b>Hidrograma</b>	Representación gráfica que muestra la variación en el tiempo de una información hidrológica.
<b>Hidrométrica</b>	Es la medición de las variables hidrológica.
<b>Hidrología</b>	Ciencia que estudia la distribución espacial y temporal, así como las propiedades del agua.
<b>Normativa</b>	Agrupación de normas que establecen parámetros ineludibles.
<b>Parteaguas</b>	Es la línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográfico y divide la cuenca.



## RESUMEN

El proyecto presenta una propuesta de diseño para sustituir el sistema de captación existente, en la recolección, conducción y tratamiento de las aguas pluviales de la calle real del municipio de Villa Nueva, con el que se pretenden impulsar el desarrollo social, económico y comercial de la zona.

En la fase de investigación se describen aspectos monográficos del municipio, en la que se destaca los aspectos generales, características físicas y aspectos socioeconómicos; en este capítulo se justifica la necesidad de diseñar y planificar el proyecto.

En la fase de servicio técnico profesional se propone el proyecto, para ello se inicia con aspectos técnicos y normativos para el diseño hidráulico de alcantarillados, se describen los componentes principales que se deberán considerar en el desarrollo del mismo.

Para solucionar la problemática, se plantea un sistema de alcantarillado pluvial, que captará el agua de lluvia de toda el área de influencia. La topografía del terreno es regular, no presenta quiebres importantes y provee la factibilidad para desarrollar un sistema de drenaje por gravedad.

El sistema consiste en 81 tragantes laterales, parte fundamental en la recolección de la escorrentía de lluvia, una conducción a través de un colector principal, con una longitud de 2 977,64 metros de tubería de varios diámetros, 36 pozos de visitas para la inspección y limpieza del sistema, así como el vertido final en el río Platanitos.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de saneamiento básico adecuado para la población de Villa Nueva, minimizando los impactos por la carencia y/o insuficiencia de infraestructura de drenaje urbano en las áreas analizadas, mediante el entubado de las aguas pluviales.

### **Específicos**

1. Extender la cobertura del sistema de alcantarillado pluvial, reduciendo los peligros sanitarios en la comunidad de Villa Nueva, derivados de la falta de un sistema cerrado de recolección y conducción de aguas pluviales.
2. Mejorar el servicio de alcantarillado pluvial en las áreas atendidas a través de la sustitución del sistema existente de captación que ha superado su vida útil y su capacidad hidráulica.
3. Ampliar las vías vehiculares del municipio de Villa Nueva, mejorando la movilización vehicular y peatonal.
4. Aumentar las áreas útiles para mejoramiento en los servicios de los vecinos.



## INTRODUCCIÓN

El auge del municipio en los últimos años, en la construcción de comercios, residenciales, estacionamientos, mejoras en las calles y avenidas, modifico su entorno, en consecuencia, se redujeron las superficies permeables (que favorece la presencia de mayor escorrentía de agua sobre el terreno) y la eliminación de los cauces naturales (que reduce la capacidad de desalojo de las aguas pluviales y residuales).

Este desarrollo urbano conlleva condiciones adversas a través del tiempo: superficies impermeables, condiciones climáticas cambiantes, precipitaciones más intensas en un tiempo menor y aumento del caudal de lluvia, entre otras.

Estas condiciones exigen diseñar y planificar sistemas de drenajes como parte del saneamiento básico. Sistemas que eviten inundaciones, daños y proliferación de enfermedades, por ello, las conducciones artificiales para evacuar el agua son propuestas con mayor capacidad que las corrientes naturales y/o artificiales existentes.

La propuesta proyectada en este trabajo proporciona a la población un adecuado sistema de recolección, transporte y disposición de las aguas residuales pluviales, para evitar inundación y daños a la propiedad privada, dignificando al vecino, mejorando la higiene. Posteriormente servirá para el mejoramiento de las vías, ampliando áreas para el tránsito vehicular y peatonal.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía**

Villa Nueva es parte de los municipios que conforma el área metropolitana de la ciudad capital, es uno de los más poblados del país y como sucede en los demás suburbios de Guatemala, se considera que no existe un registro sustancioso del desarrollo socioeconómico y demográfico del municipio.

### **1.1.1. Aspectos generales**

La característica principal de la parte norte del municipio es la absorción de la que ha sido objeto por el área sur metropolitana. Tiene dos componentes poblacionales bien definidos, la población tradicional del lugar, cuyas raíces se pierden en la época de su fundación, y los inmigrantes que han llegado a poblarlas en colonias y lotificaciones, procedentes de otros municipios del país.

#### **1.1.1.1. Antecedentes históricos**

Villa Nueva surge en el período hispánico, por decreto de la Asamblea Constituyente del Estado de Guatemala del 8 de noviembre de 1839, cuando se formó el distrito de Amatitlán, en cuyo artículo 1º se mencionó a Villa Nueva.

El distrito cambió su nombre y categoría a departamento, según el acuerdo del Organismo Ejecutivo del 8 de mayo de 1866. El departamento de Amatitlán fue suprimido por el Decreto Legislativo 2 081 del 29 de abril de 1935 y Villa Nueva se incorporó al departamento de Guatemala.

Conforme a documentos del siglo XVIII, el 9 de octubre de 1762 en la primitiva Petapa y debido a fuertes lluvias, bajó un torrente de un cerro cercano, convenido el traslado, hacia el noroeste, donde se fundó con el nombre Nuestra Señora de la Concepción de las Mesas, en terrenos que fueron de don Tomás de Barillas, tierras que poseía y cedió Blas de Rivera. En el transcurso de los años, el poblado cambió su nombre a Villa Nueva.

Para lo referente al poblado antiguo, Petapa, el decreto de la Asamblea Nacional Constituyente del 4 de noviembre de 1825, citado por Manuel Pineda Mont en su *Recopilación de Leyes* como ley 5ª, dividió el territorio del Estado de Guatemala en 7 departamentos. Perteneciente a los departamentos de Guatemala y Escuintla, se mencionó a la Villa Nueva de Petapa. En la división territorial del Estado de Guatemala para su administración de justicia por el sistema de jurados, según decreto del 27 de agosto 1836 citado también por Pineda Mont, se mencionó a Villa Nueva dentro del Circuito Sur de Guatemala.

El municipio de Villa Nueva fue fundado el 17 de abril de 1763 y en la actualidad, además de la agricultura, que es el original patrimonio de los habitantes, en los últimos años se han instalado dentro de la circunscripción varias industrias, comercios, residenciales, instituciones educativas que antes funcionaban en su mayoría en la capital, o bien nuevas.

#### **1.1.1.2. Costumbres y tradiciones**

La fiesta titular se celebra por lo general durante la segunda semana de diciembre, en honor de la Virgen de Concepción, patrona del pueblo. El día principal es el 8, en que la iglesia conmemora la Purísima Concepción de María. En Villa Nueva se celebra con una vistosa transformación de coloridos, el Día de Los Muertos, festejando con una tradición ancestral:

El 31 de octubre se acostumbra adornar las tumbas de los seres queridos, se amanece en el cementerio, en la noche se observa a lo largo de la calle principal que conduce al cementerio general (3era. calle) a los vendedores con casetas de diferentes productos típicos del municipio. Además de flores y coronas naturales o elaboradas de papel.

El 1 de noviembre los fieros recorren las calles y avenidas principales del municipio. El desfile de los fieros o enmascarados surge como una burla a los españoles y por otro lado como una manera de alejar o espantar a los malos espíritus en el día de todos los santos. Luego esta tradición, paso a ser popular en donde se pone de manifiesto muchos aspectos de la vida diaria de la sociedad villanovana, nacional y extranjera.

### **1.1.2. Características físicas**

Municipio de 3ª categoría, por el lado oeste de la cabecera municipal recorre la carretera Internacional del Pacífico CA-9; además cuenta con veredas y camino que unen a sus poblados entre sí y con los municipios vecinos.

#### **1.1.2.1. Ubicación y localización geográfica**

Villa Nueva es uno de los 17 municipios que conforman el departamento de Guatemala. Se encuentra en la parte sur del mismo y colinda con la ciudad de Guatemala, la ciudad capital de nuestro país.

- Límites municipales
  - Norte: límite con el municipio de Guatemala, kilómetros 7 carretera internacional al pacífico CA-9 (37 calle de la zona 12 de Villa Nueva).

- Oriente: límite con el municipio de San Miguel Petapa, kilómetros 20, carretera que de Villa Nueva conduce a San Miguel Petapa, identificada como carretera 2N.
- Sur: límite con el municipio de Amatitlán, kilómetros 25,2 carretera internacional al pacífico CA-9.
- Poniente: límite con el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, kilómetros 28 carretera que de Villa Nueva conduce a Santa Lucía Milpas Altas.

- Extensión territorial

Son 114 kilómetros cuadrados de área en total, de la que una parte de su extensión se encuentra dentro de la cuenca del lago de Amatitlán.

- Elevación

El monumento de elevación del Instituto Geográfico Nacional en el parque central del municipio, se encuentra situado a 1 330,24 metros sobre el nivel del mar.

### **1.1.2.2. Clima**

El clima del municipio es considerado templado, alcanzando durante todo el año, temperaturas máximas de 28 grados Celsius y mínimas de 12 grados Celsius.

### **1.1.2.3. Condiciones geológicas**

En lo que se refiere a condiciones geológicas del municipio puede decirse que su cabecera se encuentra dentro del llamado Graben de Guatemala, que define la depresión del valle de Epónimo. En el mismo se encuentra un relleno de espesor variable, pero considerable, de cenizas y pómez recientes.

Esos materiales piroplásticos fueron depositados originalmente ya sea por lluvias o en parte por avalanchas de cenizas, produciendo mantos superpuestos. Las aguas meteóricas y fluviales ocasionaron y depositaron estas cenizas en las partes más bajas del valle. Modificados en esta forma por depósito de aguas, se encuentran en la actualidad de nuevo expuestas al desgaste por la lluvia y el escurrimiento superficial.

Las mencionadas cenizas pómez recientes, son el producto de erupciones volcánicas explosivas y se conocen en la industria de construcción como arena blanca. Su granulometría puede variar entre polvo volcánico, de fracciones de milímetros, hasta componentes individuales de 20 centímetros de diámetros.

Su composición es de vidrio volcánico ácido. Esencialmente, los mismos materiales componen el subsuelo de la ciudad capital. En el área de Villa Nueva propiamente, así como en sus alrededores inmediatos, se reconocen varias docenas de metros.

En el cauce y banco del río Villalobos, que corre al este de la cabecera, se encuentran gravas y arenas que son explotadas comercialmente, máxime que puede decirse que en la actualidad el cauce de dicho río está casi seco la mayor parte del tiempo, en las cercanías de la cabecera.

#### **1.1.2.4. Accidentes orográficos**

La región metropolitana está dividida hidrográficamente en dos cuencas por la divisoria continental de aguas del país, la cual cruza la ciudad capital con orientación norte-sureste siguiendo la dirección de la calzada San Juan y el Trébol - Puerta Parada, dividiéndola en dos partes. La cuenca que se origina al sur de la divisoria continental es la cuenca del río María Linda, en donde se asienta por lo menos el 40 por ciento del área metropolitana de Guatemala.

El municipio de Villa Nueva está asentado dentro de la meseta que drena a la cuenca hidrográfica del río Villa Lobos y del lago de Amatitlán, estas conforman la cuenca del río Michatoya y esta, a su vez forma parte de la cuenca del río María Linda.

Las características principales de la conformación hídrica del área están definidas por el río Platanitos, debido a que es el que recarga los acuíferos de la zona; asimismo, atraviesa el casco urbano, sometiéndolo a riesgos de inundaciones en la época de lluvia; esta nace en el municipio de San Lucas Sacatepéquez a una altura aproximada de 2 500 metros sobre el nivel del mar.

Y baja en forma sorprendente como tributario del río Villa Lobos, y debido a que en esta área colindante el municipio presenta las pendientes más altas, da un fuerte caudal al mismo.

Una de las áreas afectadas por la crecida del río Platanitos, lo constituye la parte norte del ingreso a la población, y en lo referente a la contaminación ambiental toda la población es afectada ya que depositan en su cauce todos los drenajes de aguas negras de las viviendas ubicadas a sus márgenes y cercanías.

#### **1.1.2.5. Vías de comunicación**

El municipio de Villa Nueva, está a 15 kilómetros de la ciudad capital, la que se encuentra pavimentada. Desde sus aldeas y caseríos, existen vías de acceso consistentes en su mayoría de carreteras pavimentadas. Posee un transporte extra urbano con dos rutas, una vía Villalobos Central de Mayoreo (CENMA) y la otra vía Petapa hacia Trébol.

#### **1.1.3. Aspectos socioeconómicos**

El carácter rural del municipio se ha perdido en su totalidad, a pesar que la agricultura es el original patrimonio económico de los habitantes. En los últimos 50 años el desarrollo industrial del municipio la ha convertido en un área urbana, combinada con la creciente migración rural hacia la metrópoli.

En torno a esto, se impulsó la expansión de los inmuebles para la clase media, por su vecindad inmediata a las labores o estudios, reduciendo las tierras que antes eran de uso agroindustrial.

##### **1.1.3.1. Demografía**

Según el censo poblacional del Instituto Nacional de Estadística realizado en el 2002, durante el gobierno del presidente Alfonso Portillo, la población total de Villa Nueva es de 355 901 habitantes.

Sin embargo, es bien conocido por propios y ajenos, que Villa Nueva ha sido considerada como un municipio dormitorio, y muchos de sus habitantes no se encuentran vecindados en los registros correspondientes. Algunos se encuentran temporalmente dentro del municipio, sobretodo en horas inhábiles.

Tabla I. **Distribución de la población**

<b>Población</b>	<b>Total</b>	<b>Porcentaje</b>
Hombres	171 771	48,26%
Mujeres	184 130	51,74%
Urbana	301 947	84,84%
Rural	53 954	15,16%
Ladina	328 899	92,41%
Indígena	27 002	7,59%
0 a 14 años	131 022	36,81%
15 a 29 años	106 789	30,00%
30 a 44 años	67 220	18,88%
45 a 59 años	33 884	9,52%
60 a 74 años	12 529	3,52%
75 o más	4 457	1,25%

Fuente: INE. Censo oficial población 2002.

### **1.1.3.2. Servicios**

Como el segundo municipio más grande del departamento de Guatemala en cuanto a número poblacional, posee los servicios básicos más importantes: energía eléctrica, agua potable, drenajes y asfalto, correos, telefonía, servicios de taxi, buses urbanos y extraurbanos, colegios, escuelas, institutos, universidad privada, salas de cine, canchas polideportivas, estadio, estación de bomberos, mercado, pensiones, restaurantes, centros comerciales, hospitales privados, clínicas médicas particulares, centro de salud, cementerios, bancos estatales y privados, monumentos históricos, plaza central y varios edificios municipales.

También posee servicio de seguridad y justicia ciudadana: Comisaría de la Policía Nacional Civil (PNC), Policía Municipal (PM), Policía Municipal de Tránsito (PMT), sede del Ministerio Público, Centro de Justicia, Juzgado de Familia, varias iglesias católicas y templos evangélicos.

Villa Nueva, posee agencias de los principales bancos del sistema: Banco Industrial S. A., Corporación G & T Continental S. A., Banco de Occidente S. A., Banrural S. A., Banco de América Central S. A., Banco Agromercantil S. A., Banco Proamérica. Además se tiene varios restaurantes como McDonald's, Burger King, Pollo Campero, Pizza Domino's y La Estancia.

Se tiene centros comerciales, entre los cuales se puede mencionar: Centro Comercial Santa Clara, Centro Comercial Metrocentro, Centro Comercial El Frutal, Centro Comercial Plaza Villa Nueva, Centro Comercial Pradera y el más reciente Centro Comercial Plaza Catalina. Todos ellos cuentan con tiendas de conveniencia (supermercados, boutiques, bancos, restaurantes y salas de cine).

Además, posee un club de golf privado, el Mayan Golf Club; y el parque ecológico Parque de Las Naciones Unidas.

### **1.1.3.3. Aspectos económicos y actividades productivas**

Villa Nueva tiene un total de 282 industrias de diferentes tipos, entre las que figuran de alimentos, plásticos, textiles, metalúrgicas, químicas, pinturas, papel, madera y otras.

Entre las principales industrias se puede mencionar: Laboratorios Donovan Werke, Unipharm, Merigal (farmacéuticas); Industria Galvanizadora Nacional S. A., Galvanizadora Centroamericana, S. A., Tapametal de Guatemala S. A. (metalúrgicas); Polyproductos S. A. Hilados del Sur S. A., Frazima Concepción S. A., Nylontex S. A. (textiles); Pinturas Centroamericanas S. A., Pinturas Superiores S. A. (pinturas); Durman Esquivel, Tubo Vinil S. A., Tinacos de Centroamérica S. A. (productos de PVC); Procreto S. A., Blockera la Unión, Ladritebal, Distribuidora Mayen, Cementos Progreso (materiales de construcción); MegaPlast, Olefinas, Envaica (plásticos). Además se tiene contabilizada, entre otras, 18 maquilas.

#### **1.1.3.4. Organización político-administrativo**

Una Villa (zona central), cinco aldeas y once caseríos (varias fincas), Bárcenas, Rancho Santa Clara, El Frutal, San Antonio, Villalobos, Santa Catalina (El Zarzal y Guillén), El Paraíso, El Zarzal, San Francisco, Rancho Azul, La Selva, Concepción, Santa Isabel, Roldán, Las Lomas y El Rosario.

Actualmente todas han sido fraccionadas y con desmembraciones convirtiéndose en más de 300 colonias, fraccionamientos y asentamientos, algunas en la parte central (zona 1) y el resto en las 13 zonas que corresponden a nuestra jurisdicción. Algunas de estas colonias son residenciales y cuentan con los servicios básicos; también se encuentran en Villa Nueva, asentamientos muy saturados poblacionalmente uno de ellos el más grande de Centro América, El Zarzal y el otro en Peronia.

## **1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de infraestructura del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala**

La investigación diagnóstica forma parte de una planificación, en la que se describe las mayores necesidades que afronta la población. Con la recopilación de información, visitas de campo, consenso con las autoridades correspondientes; se analizó sobre la situación actual del municipio y deficiencias en la infraestructura existente, priorizando la recolección, conducción y tratamiento de las aguas pluviales.

### **1.2.1. Infraestructura actual**

Actualmente los vecinos de Villa Nueva, tienen una red de alcantarillado pluvial mediante cuneta, la cual solventa parcialmente el problema, pero no en forma satisfactoria. La descarga se conduce a través de un canal natural hacia el desfogue, recorre propiedad privada, donde es limitado su caudal, debido a los estragos que ha provocado en los inviernos pasados.

### **1.2.2. Descripción de las necesidades**

Reducir costos indirectos que se reflejan principalmente en la inversión de combustibles y lubricantes para los vehículos, debido al embotellamiento vehicular, así como la pérdida económica que representa el tiempo de atraso, de los usuarios que transita por esta ruta principal.

Eliminar la inversión continua por las reparaciones de la cuneta, que limita la opción de mejoramiento y desarrollo en el área del proyecto.

Proteger la salud y el medio ambiente, reduciendo el peligro peatonal por el alto tráfico, eliminando la cuneta que tiene tramos en mal estado.

### **1.2.3. Priorización de las necesidades**

Para el mejoramiento y desarrollo del área en estudio se debe realizar en primera instancia la construcción de un sistema urbano de drenaje pluvial, compuesto de un colector central, pozos de visitas y tragantes laterales.

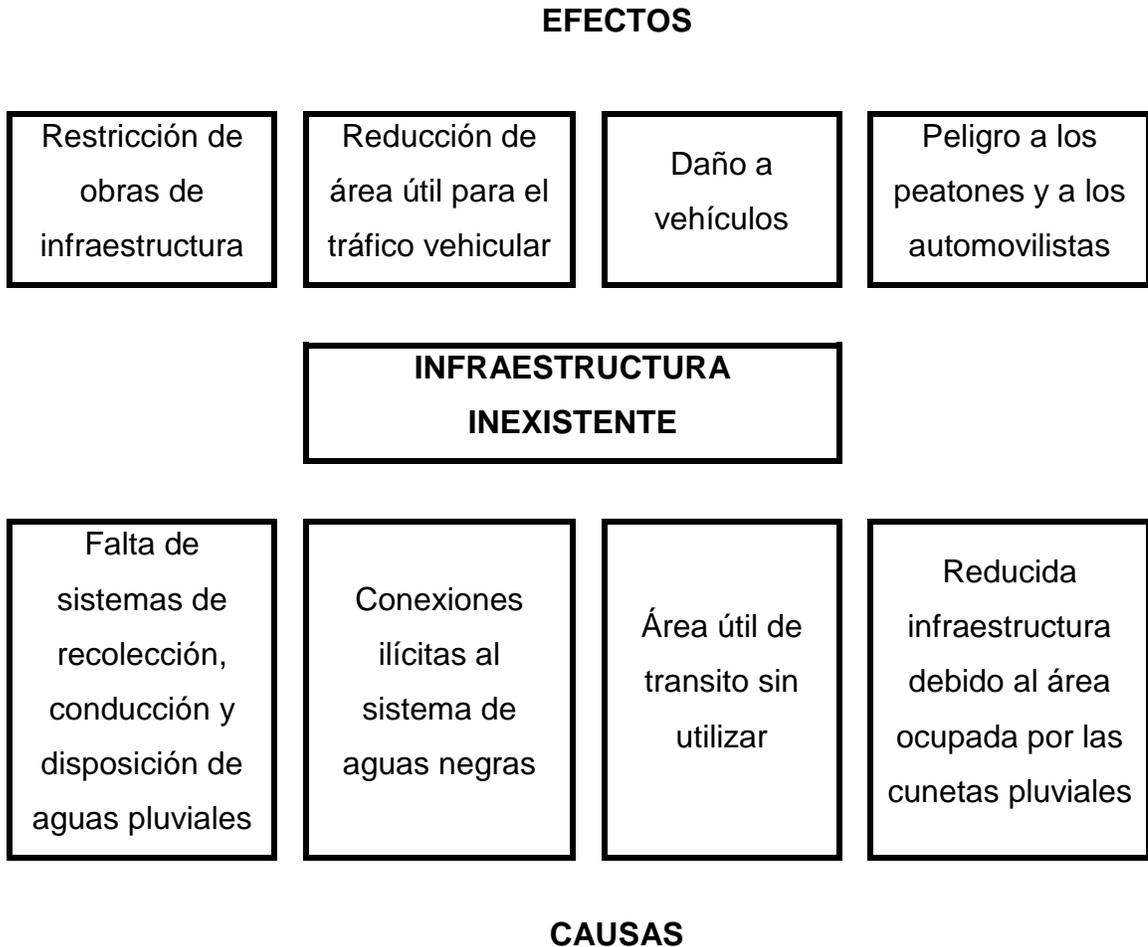
Sustituyendo el sistema de captación existente, por un sistema convencional de captación por medio de gravedad, que conduce las aguas a un punto definido, desalojando por completo las aguas pluviales, sin las actuales limitaciones surgidas en su tramo, correspondiente a la propiedad privada. Con una inversión mayor al inicio, pero con un tiempo de vida mayor y con la eficiencia requerida bajo los parámetros actuales de diseño.

### **1.2.4. Identificación del problema**

Actualmente, Villa Nueva presenta congestionamiento de tráfico en sus principales vías, por lo cual se hace necesario contar con bulevares más amplios que puedan dar fluidez al tráfico local y al de paso, misma que sirve como instrumento industrial para el municipio.

De tal manera, que al tener esorrentía pluvial recorriendo sobre las calles y cuneta, reduce el área efectiva de las vías, por lo cual al realizarse el entubado se puede optar a la ampliación de la vía vehicular y peatonal.

Figura 1. **Diagrama de árbol de problema**



Fuente: elaboración propia.

### 1.2.5. **Resultados propuestos**

La alternativa seleccionada es la más apropiada y consiste en la construcción de un sistema urbano de drenaje pluvial (compuesto de tragantes laterales, pozos de visitas, colector central y descarga final).

Esta propuesta brinda mayores ventajas, captando y conduciendo las aguas de lluvia a un punto definido, evacuando por completo las aguas pluviales, sin almacenarla. Es un sistema convencional de captación por medio de gravedad, que se puede diseñar de conformidad con los criterios de diseño vigentes.

La propuesta tiene expectativas en un mediano y largo plazo para mejorar la calidad de vida de los pobladores, fomentando el desarrollo del municipio, mejorando la competitividad en el tránsito vehicular, mejorando las áreas afectadas por las inundaciones, que entorpecen el flujo libre de los peatones.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño del sistema de alcantarillado pluvial de la 3era. calle, desde la 4ta. avenida zona 1 hasta la 5ta. avenida zona 5, desfogando por la 16 avenida zona 4, carretera a Mayan Golf vía Amatitlán.**

El presente apartado describe los diversos factores que integran y afectan en el diseño del alcantarillado pluvial, algunos de manera general, junto con la variabilidad que tienen sus componentes para optimizar el proyecto, todo bajo los requisitos de manuales, códigos y normas vigentes.

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

La topografía del terreno es regular, no presenta quiebres importantes y provee la factibilidad para desarrollar el proyecto. Se propone un sistema de drenaje por gravedad y que conduzca principalmente las aguas pluviales.

Los trabajos principales a ejecutarse en el proyecto consisten en:

- Construcción de tragantes laterales
- Construcción de pozos de visita
- Instalación de tubería para colector central en varios diámetros, aproximadamente 2 977,64 metros

### **2.1.2. Estudios topográfico**

Los estudios topográficos tienen por objetivo determinar las tres coordenadas de puntos en el espacio, en forma simultánea. Integra los métodos planimétricos y altimétricos. El resultado final es un plano acotado o plano topográfico. Las alturas se representan mediante las curvas de nivel.

Se realizó un el levantamiento topográfico a través de una poligonal abierta vinculada a una estación base, se consideró el área edificada actual y la del futuro, se localizaron calles, avenidas y elementos necesarios.

El nivel de precisión que se logra con el uso de la estación total se denomina de primer orden, con grandes ventajas en los levantamientos, registros de datos automático, eliminando los errores de lectura, anotación, transcripción y cálculo; ya que con estas estaciones la obtención de datos es en forma digital y los cálculos de coordenadas se realizan por medio de programas de computación incorporados a dichas estaciones.

#### **2.1.2.1. Planimetría**

Los levantamientos planimétricos tienen por objetivo la determinación de las coordenadas planas de puntos en el espacio, para representarlos en una superficie plana: plano o mapa. Cada punto en el plano queda definido por sus coordenadas. Estas pueden ser polares (rumbo y distancia) o cartesianas: distancias perpendiculares a ejes cartesianos: N y E.

### **2.1.2.2. Altimetría**

La altimetría o nivelación tiene por objetivo la determinación de la diferencia de alturas entre distintos puntos del espacio, a partir de una superficie de referencia. A la altura de un punto determinado se denomina cota del punto. Si la altura está definida con respecto al nivel del mar se dice que la cota es absoluta, mientras que si se trata de cualquier otra superficie de referencia se dice que la cota es relativa. A la diferencia de altura entre dos puntos se denomina diferencia de nivel. Con la altimetría se determina la tercera coordenada (altura), perpendicular al plano de referencia.

### **2.1.3. Aspectos técnicos básicos de diseño hidráulico de alcantarillados**

Para realizar los cálculos hidráulicos de dimensionamiento sobre los dos elementos esenciales en el desarrollo del proyecto; tubería y pozo de inspección, se emplearán los parámetros indicados en esta sección.

Con el objetivo fundamental de optimizar el diseño del sistema de alcantarillado propuesto, buscando la combinación de diámetros y pendientes que genere un proyecto económico y funcional.

#### **2.1.3.1. Coeficiente de rugosidad de Manning**

La fórmula de Manning es empleada para el cálculo de la velocidad del agua en canales abiertos y tuberías, propuesta por el Ing. Robert Manning:

$$v = \frac{0,03439 D^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Donde:

$v$  = velocidad de la tubería a sección llena, [m/s]

$n$  = coeficiente de rugosidad de Manning, [adimensional]

$D$  = diámetro de la tubería, [in]

$S$  = gradiente hidráulico, [m/m]

La elección correcta del valor de  $n$  es fundamental en el proceso de diseño hidráulico del alcantarillado, valores grandes sobredimensionan las tuberías y elevan los costos, valores menores resulta en tuberías inadecuadas para manejar los caudales y las velocidades de diseño.

Los valores calculados en los laboratorios fueron obtenidos utilizando agua limpia libre de sólidos, tuberías centradas y alineadas, secciones sin pozos de registro, libre de materiales de arrastre y en suspensión (sedimentos), sin las condiciones reales de instalación.

Por lo que el diseñador deberá considerar la modificación sustancial del valor de  $n$  por los siguientes factores:

- Perturbación en el flujo (variación de la velocidad)
- Deflexión
- Pendiente y alineamiento defectuoso
- Desperdicios y sedimentos
- Aumento de la sección del conducto, en los pozos de visita

La normativa general para diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), en su sección 2.9.1.2 recomienda un coeficiente de rugosidad de Manning para tubería en concreto de 0,014 y para tubería en PVC de 0,010.

El capítulo II, sección 202-a del *Reglamento para diseño y construcción de drenaje de la Municipalidad de Guatemala*, recomienda un coeficiente de Manning para tubería en concreto con diámetros menor a 0,60 metros de 0,015 y, para tubería en concreto con diámetros mayores a 0,60 metros de 0,013.

Tabla II. **Valores recomendados de n**

<b>Tipo de tubería</b>	<b>n</b>
Tubería de concreto según normativa ASTM C14/C14M Clase I	0,015
Tubería de concreto según normativa ASTM C76/C76M Clase III, pared A	0,013
Tubería PVC según normativa ASTM 3034	0,009
Tubería PVC según normativa ASTM F949 y AAHSTO M304	0,009
Tubería PVC según normativa ASTM F2307-03	0,009
Tubería PEAD	0,010
Tubería PVC perfilada	0,009

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.3.2. Distancia mínima a otras redes**

Los cruces entre redes deben analizarse individualmente, estableciendo la necesidad de un diseño especial y de la evaluación en casos donde la distancia sea menor a la establecida según la tabla III.

Tabla III. **Separación mínima entre tuberías**

<b>Posición</b>	<b>Uso de las tuberías</b>	<b>Separación [m]</b>
Horizontal	Drenaje pluvial – agua potable	1,00
	Drenaje pluvial – agua residuales	1,50*
Vertical	Drenaje pluvial – agua residuales	0,30**

\* Medidos entre las superficies externas de las tuberías.

\*\*Medidos entre la cota clave de la red de alcantarillado y la cota batea de la tubería a la cual estamos calculando la interferencia.

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.3.3. Diámetro mínimo**

El capítulo II, sección 202-c del *Reglamento para diseño y construcción de drenaje, de la Municipalidad de Guatemala*, recomiendan un diámetro mínimo para ramales principales de 0,40 metros y de 0,20 metros para ramales secundarios.

La unidad de alcantarillado, sección 6.8.1, capítulo 6 Diseño de redes de alcantarillado pluvial, del *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, recomienda un diámetros de 0,30 metros para evitar frecuentes obstrucciones, evitando costos mayores para la conservación y operación del sistema.

### **2.1.3.4. Velocidad mínima y máxima**

La normativa general para diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), en su sección 2.11.2., recomienda una velocidad mínima de 0,60 metros por segundo.

El capítulo II, sección 202-b del *Reglamento para diseño y construcción de drenaje, de la Municipalidad de Guatemala*, recomienda una velocidad mínima de 0,75 metros por segundo y una velocidad máxima de 3,00 metros por segundo.

La unidad de alcantarillado, sección 6.8.2, capítulo 6 Diseño de redes de alcantarillado pluvial, del *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, establecen que la velocidad máxima varía de 3,00 a 5,00 metros por segundo, e incluso más, dependiendo de la resistencia del material de la tubería.

Tabla IV. **Velocidad máxima según material**

<b>Tipo de tubería</b>	<b>Velocidad máxima [m/s]</b>
Concreto simple hasta 0,45 metros de diámetro	3,00
Concreto reforzado de 0,61 metros de diámetro o mayores	3,50
Poli (cloruro de vinilo) PVC	5,00
Polietileno de alta densidad	5,00

Fuente: Comisión Nacional de Agua. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. p. 206.

Para velocidades mayores se tendrá que realizar un estudio del funcionamiento hidráulico y de la resistencia del material de las paredes del conducto, para determinar su influencia en la abrasión de la tubería.

Recomendaciones técnicas de los fabricantes del PVC, PEAD y PVC perfilada, sugieren no superar la velocidad óptima de diseño de 5,00 metros por segundo, para garantizar una vida útil máxima de la tubería.

Tabla V. **Velocidad máxima permisible**

<b>Tipo de tubería</b>	<b>Velocidad máxima [m/s]</b>
Tubería de concreto según normativa ASTM C14/C14M Clase I	3,00
Tubería de concreto según normativa ASTM C76/C76M Clase III, pared A	3,00
Tubería PVC según normativa ASTM 3034	5,00
Tubería PVC según normativa ASTM F949 y AAHSTO M304	5,00
Tubería PVC según normativa ASTM F2307-03	5,00
Tubería PEAD	7,00
Tubería PVC perfilada	7,00

Fuente: elaboración propia.

Según lo establecido en el capítulo II, sección 204-b del *Reglamento para diseño y construcción de drenaje, de la Municipalidad de Guatemala*, en tuberías de concreto, podrán usarse mayores velocidades indicadas en las tablas y párrafos anteriores, siempre que cumpla con la resistencia requerida para el concreto:

- Para velocidades de 5 metros por segundo, con una resistencia de 210 kilogramos por centímetros cuadrado
- Hasta una velocidad de 7,5 metros por segundo con una resistencia de 315 kilogramos por centímetros cuadrado.

### **2.1.3.5. Pendiente mínima y máxima**

El capítulo II, inciso 202-c y 203-b del *Reglamento para diseño y construcción de drenaje, de la Municipalidad de Guatemala*, recomiendan la pendiente mínima de 2 por ciento para el ramal principal, y para el ramal secundario que oscile entre el 2 y el 6 por ciento.

Debido a que la topografía en ocasiones es muy abrupta, la pendiente será limitada por las velocidades máximas que se produzcan, entre 3,00 y 5,00 metros por segundo, trabajando normalmente.

Cuando se tenga una topografía con un desnivel pequeño, se aceptará como pendiente mínima, la que produce una velocidad de 0,90 metros por segundo, hasta sacrificar la eficiencia de la tubería, se aceptará una pendiente que produzca una velocidad de 0,60 metros por segundo y un tirante igual o mayor de 0,03 metros, siempre que cumpla con las condiciones de auto limpieza. La pendiente de las tuberías debe ser lo más semejante, como sea posible, a las del terreno natural con objeto de tener excavaciones mínimas.

### **2.1.3.6. Profundidad de flujo mínima y máxima**

Para permitir la aireación, la profundidad de flujo para el caudal de diseño en un colector puede ser dimensionada para funcionar con tirantes de 0,70 a 0,85 del diámetro en condiciones ópticas.

Para secciones circulares funcionando como canales a sección parcialmente llena, la altura de la superficie libre del cuerpo de agua, respecto al punto más abajo del mismo en la tubería, debe cumplir con una relación de tirante y diámetros mínima de 0,10 y máxima de 0,90.

### **2.1.3.7. Profundidad mínima y máxima de instalación**

La profundidad de las excavaciones de la zanja para las tuberías queda definida por los siguientes factores:

- Profundidad mínima o colchón mínimo; depende de la resistencia de la tubería a las cargas exteriores.
- Topografía, trazo y la pendiente de la tubería; influyen en la profundidad máxima que se le da a la tubería.
- Velocidades máximas y mínimas; condiciona la pendiente de la tubería.
- Existencia de conductos de otros servicios.

Estos factores deberán ser analizados en el diseño para que los volúmenes de excavación sean reducidos, procurando dar a las tuberías resistencia a las cargas vivas y evitar su ruptura.

- Profundidad mínima

En la práctica, la profundidad mínima se determina por el relleno mínimo necesaria sobre la corona de la tubería, con el fin de evitar rupturas ocasionadas por cargas vivas, se recomienda para tuberías con un diámetro de 1,22 metros un relleno mínimo de 1,20 metros, para diámetros mayores se recomienda un relleno de 1,50 metros.

En función del uso de las vías, se puede determinar el relleno mínimo sobre la corona de la tubería; para vías peatonales o zonas verdes una profundidad mínima de relleno de 0,75 metros, para vías vehiculares de tráfico liviano de 1,00 metro y para tráfico pesado la profundidad debe ser 1,20 metros.

En el *Reglamento para diseño y construcción de drenaje, de la Municipalidad de Guatemala*, la profundidad mínima para instalación de tubería de alcantarillados pluviales, se regirá según la tabla VI.

Tabla VI. **Profundidad mínima para colocación de tuberías**

Diámetros		Profundidad mínima incluyendo el diámetro	
pulgada	metros	$\emptyset +$ altura sobre la tubería [m]	h [m]
10"	0,25	$h = \emptyset + 1,50$ m	1,75
12"	0,30	$h = \emptyset + 1,70$ m	2,00
14"	0,35	$h = \emptyset + 1,65$ m	2,00
16"	0,40	$h = \emptyset + 1,60$ m	2,00
18"	0,45	$h = \emptyset + 1,55$ m	2,00
20"	0,50	$h = \emptyset + 1,50$ m	2,00
22"	0,55	$h = \emptyset + 1,45$ m	2,00
24"	0,60	$h = \emptyset + 1,40$ m	2,00
26"	0,65	$h = \emptyset + 1,35$ m	2,00
28"	0,70	$h = \emptyset + 1,55$ m	2,25
30"	0,75	$h = \emptyset + 1,50$ m	2,25
36"	0,90	$h = \emptyset + 1,35$ m	2,25
40"	1,00	$h = \emptyset + 1,50$ m	2,50
50"	1,25	$h = \emptyset + 1,50$ m	2,75
60"	1,50	$h = \emptyset + 1,50$ m	3,00
72"	1,83	$h = \emptyset + 2,00$ m	3,83

Fuente: anuario del colegio de ingenieros 1986. *Reglamento para diseño y construcción de drenaje de la Municipalidad de Guatemala*. p. 195.

$$h = 0,0004 D^2 - 0,0017 D + 1,8728$$

Donde:

$h$  = profundidad mínima de instalación de la tubería, [m]

$\emptyset$  = diámetros de la tubería, [m]

$D$  = diámetros de la tubería, [in]

Según la normativa general para diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), en su sección 2.12.1., las profundidades mínimas para instalación de tubería de alcantarillados, será de 1,00 metro desde la corona del tubo hasta la superficie del terreno.

Se deberá mantener una cobertura mínima sobre la corona de la tubería en toda su longitud de acuerdo con su resistencia estructural. Si por salvar obstáculos o por circunstancias muy especiales se hace necesario colocar la tubería a pequeñas profundidades, los colchones mínimos indicados anteriormente, podrán modificarse previo análisis particular y justificando para cada caso. Los factores principales que intervienen para modificar el colchón son el tipo de tubería a utilizar, el tipo de terreno en la zona de estudio y las cargas vivas que puedan presentarse.

- Profundidad máxima

Según la normativa general para diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), en su sección 2.12.2., cuando la altura de coronamiento de la tubería principal resulte a una profundidad mayor de 3,00 metros bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar, sobre la principal para las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente.

La profundidad de instalación máxima de la tubería con la relación a la rasante debe ser de 6,00 metros, para profundidades mayores se debe considerar la revisión de los requerimientos geotécnicos y estructurales, de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes y al tipo de tubería a utilizar.

- Encamado

Para cumplir las condiciones de estabilidad y asiento de la tubería es necesario construir el encamado en toda la longitud de la misma, con un espesor mínimo de 0,10 metros. Deberá excavarse cuidadosamente las cavidades para alojar la campana o copla de las juntas de los tubos, con el fin de permitir que la tubería se apoye en toda su longitud sobre el fondo de la zanja y en el encamado apisonado. El espesor varía, en función del diámetro de la tubería y el tipo de suelo, según las recomendaciones de cada fabricante.

- Zanjas para la instalación de tuberías

Para obtener la máxima protección de las tuberías se recomienda que se coloquen en anchos de zanjas adecuados, estos varían con el diámetros de la tubería, el tipo de tubería, el tipo de suelo y de las recomendaciones del fabricante, la mayoría para permitir una adecuada colocación y compactación del material de relleno en los acostillados, debajo de la línea de centro de tubería.

A partir del ancho de zanja, puede dársele a las paredes el talud necesario para evitar el apuntalamiento. Para minimizar las cargas de la tubería, el ancho máximo de la zanja no deberá de exceder el ancho mínimo de esta por más de 0,46 metros más el espesor de cualquier protección, división o muro, a menos de que se tenga los estudios correspondientes

Cuando se esté excavando en terreno inestable, el ancho de la zanja arriba de la tubería deberá de ser inclinado, paralelo con el ángulo de reposo o de manera escalonada. Se usarán apuntalamiento o medios de contención en las paredes de la excavación, cuando las condiciones del sitio lo requieran, o los reglamentos de construcción, simultáneamente con la sugerencia en el diseño.

- Material de relleno

Los materiales de relleno son aquellos usados para el encamado, acostillado y relleno inicial. Las referencias para la práctica de zanjeo están en la especificaciones de la Sección 30 en AASHTO y ASTM D2321. Ambas especificaciones proporcionan parámetros para los anchos de zanjas aplicables a una variedad de condiciones de instalación y clasifican los diferentes tipos de suelos usados como material de relleno.

#### **2.1.3.8. Pozos de inspección**

Según la normativa general para diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), en su sección 2.13.1., se diseñarán pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- Cambio de diámetro
- Cambio de pendiente
- Cambio de dirección horizontal para diámetros menores de 0,60 metros
- Intersecciones de tuberías colectoras
- En los extremos superiores ramales iniciales
- A distancias no mayores de 100,00 metros en línea recta en diámetros hasta 0,60 metros

- A distancias no mayores de 300,00 metros en diámetros mayores de 0,60 metros

Según el Reglamento para diseño y construcción de drenaje, de la municipalidad de Guatemala, inciso 205-a, los pozos de visita no pueden estar separados más de 100,00 metros entre sí, cuando las tuberías tributarias a ellos sean menores de 1,00 metro de diámetro.

La separación máxima entre los pozos de visita, puede estar condicionada por el método de mantenimiento del sistema y acceso al mismo:

- Limpieza manual, una distancia entre 100,00 y 120,00 metros
- Limpieza mecánica o hidráulica, una distancia no mayor de 200,00 metros
- Colectores principales o finales con condiciones de accesos restringidas, una distancia no mayor de 300,00 metros

Los pozos de visita, en general serán de sección circular y se construirán *in-situ* o serán prefabricados, elaborados en mampostería, concreto armado, concreto ciclópeo y de polietileno, se terminará en una sección de 0,60 metros.

El diámetro de la boca de la cámara no será menor de 0,60 metros. Para colectores cuyo diámetro sea muy grande, la cámara podrá ubicarse desplazada del eje del colector con el fin de permitir un acceso más fácil. Si el pozo tiene una altura inferior a 1,80 metros se puede extender el cuerpo del cilindro y acondicionar acceso por medio de una losa.

Las tapas podrán ser de hierro fundido, hormigón armado o de polietileno de alta densidad.

El diámetro interno de los pozos de visita se debe verificar, teniendo en cuenta que no exista interferencia entre los tramos de entrada y de salida de la cámara. De acuerdo con la normativa de diseño de sistemas de alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) se puede determinar el diámetro interno mínimo de la estructura con el criterio geométrico de no interferencia en el interior de la misma, con la siguiente ecuación:

$$D_i = \frac{\emptyset}{\cos(\Delta/2)}$$

Donde:

$D_i$  = diámetro interno del pozo de visita, [m]

$\emptyset$  = diámetro de la tubería, [m] (en esta ecuación, tubería de salida)

$\Delta$  = ángulo plano de la intersección entre tuberías, [grados]

Al obtener el diámetro interno del pozo se puede determinar el radio de curvatura para la media caña que se funde en el piso inferior del pozo de visita.

$$r_c = \frac{D_i}{2 \tan(\Delta/2)}$$

Donde:

$D_i$  = diámetros interno del pozo de visita, [m]

$r_c$  = radio de curvatura de la media caña, [m]

$\Delta$  = ángulo plano de la intersección entre colectores, [grados]

Para evitar la pérdida total de la energía cinética del flujo al interior de la cámara, por efectos de la curvatura, la relación entre el radio de curvatura y el diámetro de la tubería de salida no debe ser inferior a uno.

En el *Reglamento para diseño y construcción de drenaje, de la Municipalidad de Guatemala*, el diámetro interno mínimo para pozos de inspección, se regirá según la siguiente tabla:

Tabla VII. **Diámetro mínimo del pozo de visita**

Diámetros tributario mayor		Diámetros interno del pozo	
pulgada	metros	Ø + sobre ancho [m]	D <sub>i</sub> [m]
10"	0,25	D <sub>i</sub> = Ø + 1,25 m	1,50
12"	0,30	D <sub>i</sub> = Ø + 1,20 m	1,50
14"	0,35	D <sub>i</sub> = Ø + 1,15 m	1,50
16"	0,40	D <sub>i</sub> = Ø + 1,10 m	1,50
18"	0,45	D <sub>i</sub> = Ø + 1,05 m	1,50
20"	0,50	D <sub>i</sub> = Ø + 1,00 m	1,50
22"	0,55	D <sub>i</sub> = Ø + 1,20 m	1,75
24"	0,60	D <sub>i</sub> = Ø + 1,15 m	1,75
26"	0,65	D <sub>i</sub> = Ø + 1,10 m	1,75
28"	0,70	D <sub>i</sub> = Ø + 1,05 m	1,75
30"	0,75	D <sub>i</sub> = Ø + 1,00 m	1,75
36"	0,90	D <sub>i</sub> = Ø + 1,10 m	2,00
40"	1,00	D <sub>i</sub> = Ø + 1,00 m	2,00
50"	1,25	D <sub>i</sub> = Ø + 1,00 m	2,25
60"	1,50	D <sub>i</sub> = Ø + 1,00 m	2,50
72"	1,83	D <sub>i</sub> = Ø + 1,00 m	2,83

Fuente: anuario del colegio de ingenieros 1986. *Reglamento para diseño y construcción de drenaje de la Municipalidad de Guatemala*. p. 195.

$$D_i = 0,0001D^2 + 0,0141D + 1,2911$$

Dónde:

$D_i$  = diámetro interno del pozo de visita, [m]

$\emptyset$  = diámetro de la tubería, [m]

D = diámetro de la tubería, [in]

Los diámetros comercialmente propuestos por la normativa de diseño de sistemas de alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM) son: 1,20 metros (para tubería con un diámetro menor a 0,60 metros), de 1,50 metros (para diámetro de 1,10 metros) y de 2,00 metros (para diámetro mayores a 1,20 metros).

#### **2.1.3.9. Parámetros de diseño de las cámaras de caída**

En ciudades con pendiente pronunciadas, los sistemas de alcantarillado requieren cámaras de caídas, esta estructura complementaria de los pozos de inspección, tiene la función de mitigar la turbulencia producida por la diferencia de altura considerable entre la tubería de llegada y salida.

- Cotas Invert

La cota invert mínima se calcula sumando la profundidad mínima de colocación (con base los criterios descritos) más el espesor del tubo.

Según la normativa general para diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), en su sección 2.13.2., establece que la diferencia entre las cotas invert de la tubería que entra y la cota invert de la tubería que sale de un pozo, como mínimo la carga de velocidad en el tubo de salida.

Para determinar la Cota Invert de salida de la tubería de corrimiento en un pozo de visita, cada tubo de entrada o de tramo inicial que conecte al pozo en cuestión, deber ser analizado en forma individual, aplicando los siguientes criterios:

- Para tubería de salida de igual diámetro que la tubería de entrada: la Cota Invert de salida deberá estar, por lo menos, 0,03 metros debajo de la Cota Invert de entrada.
- Para tubería de salida con mayor diámetro que la tubería de entrada: la Cota Invert de salida deberá estar, por lo menos, una altura por debajo de la Cota Invert de entrada, igual a la diferencia de diámetros de ambas tuberías.
- Para tuberías de salidas ubicadas en un pozo al que también están conectados tramos iniciales: la Cota Invert de salida de la tubería de corrimiento deberá estar, por lo menos, a una altura por debajo de la Cota Invert de salida del tramo inicial, igual al diámetro de la tubería de salida.
- Cámaras de caídas

El capítulo II, sección 205-c del *Reglamento para diseño y construcción de drenaje, de la Municipalidad de Guatemala*, no permite la caída en la entrada de un pozo mayor a 0,25 metros sin accesorio especial que encauce el flujo.

Cuando exista un diferencia mayor a 0,20 metros entre la cota invert de entrada y la cota invert de salida, se debe disipar la energía que aparece por el impacto del chorro de caída sobre la base de la estructura.

Para ello, se construye un pozo con caída libre, la estructura está conformada por un pozo vertical, requiriendo además al pie una cámara de disipación y desaireación, conformada por un colchón de agua con una altura mínima de 0,20 metros.

Deberán proyectarse cámaras de caída cuando haya una diferencia de nivel mayor de 0,75 metros entre el fondo de la media caña y la cota invert de la tubería de entrada, la tubería de entrada se unirá con el fondo de la cámara con un tubo bajante que estará colocado fuera de la misma. La tubería se prolongará hasta la parte interior de la cámara, con objeto de facilitar la inspección y limpieza del conducto.

El diámetro del tubo bajante debe ser del mismo diámetro que el tubo de entrada, pero en ningún caso menor de 0,20 metros. Si la tubería de entrada tiene un diámetro mayor de 0,90 metros en lugar de tubo de bajada se diseñará una transición escalonada entre el tubo y la cámara.

En colectores con diferencia de altura mayor a los 2,00 metros, se debe construir un pozo de bandejas, una estructura recomendada para efectuar cambios de nivel escalonado, que cumple además con la función de disipar energía y permitir el cambio de dirección del flujo de salida de la obra.

Esta estructura obliga al descenso del flujo en forma vertical. Para ello se debe construir, dentro del pozo, una serie alternada de bandejas, se dispone de una pantalla plana vertical, que corresponde al primer elemento de impacto, cuya función debería ser la reducción de la velocidad del flujo de ingreso y la intercepción del chorro para lograr un cambio brusco de dirección hacia las bandejas horizontales inferiores.

En la operación de la estructura se supone que el flujo de agua entre bandejas horizontales forma una cascada caracterizada por un escurrimiento con superficie libre. En la parte final del pozo se prevé la formación de un colchón de agua que permita la disipación de la energía residual antes de que el flujo salga hacia el colector.

#### **2.1.4. Diseño del sistema de alcantarillado pluvial**

El diseño del sistema de alcantarillado pluvial, tiene como su principal función la recolección y conducción de aguas pluviales, hasta su descarga donde no provoque daños e inconvenientes a la población.

Este sistema está constituido por tragantes para la recolección de las aguas de lluvia que escurren sobre las calles y avenidas, evitando con ello su acumulación, conducido y evacuado por una red de tuberías de PVC, pozos de visitas que permiten la operación, mantenimiento y reparación del mismo, con una descarga final del caudal acumulado en su trayecto hacia el río Platanitos.

##### **2.1.4.1. Consideraciones generales**

Los factores considerados en el estudio del problema de recolección y evacuación de las aguas pluviales en el área urbana son:

- La influencia de las crecidas en el tráfico peatonal y vehicular
- Costo de mantenimiento y reparación de daños provocados a los elementos existentes y propiedades afectadas
- Análisis de la solución propuesta con conductos cerrados
- Profundidad de los colectores y pozo de visita

El sistema de recolección y evacuación de aguas pluvias está diseñado para satisfacer:

- La rápida evacuación de la escorrentía pluvial en la vía pública, evitando la generación de caudales excesivos en las calzadas.
- Evitar la invasión de aguas pluviales hacia las propiedades.
- Evitar la acumulación de aguas en vías de tránsito, para prevenir la paralización del tráfico vehicular y peatonal durante un evento fuerte de precipitación.

#### **2.1.4.2. Componentes del alcantarillado pluvial**

Los componentes principales del sistema de alcantarillado son todos aquellos elementos que permiten captar y desalojar las aguas pluviales hacia su disposición final (corriente natural).

##### **2.1.4.2.1. Estructuras de captación**

Los sumideros o tragantes captan las aguas de escorrentía superficial, lo transportan a la red de tuberías del drenaje, con la opción de captar conexiones domiciliarias, que vierten el agua de lluvia que cae en techos y patios.

Estas estructuras se diseñan para captar las aguas de manera lateral o transversal a la dirección del flujo, se deben colocar en los cruces de las vías, para que intercepten las aguas de escorrentía antes de llegar a las áreas peatonales y los cruces de vías localizadas en zonas de depresión. Su ubicación se regirá de acuerdo a los siguientes criterios: puntos bajos y depresiones, disminución de pendientes longitudinales en vías, antes de cruces de calles o pasos peatonales y captación de sedimentos.

Existen varios tipos de sumideros, de acuerdo con la forma de captación, su diseño y ubicación en las calles:

- Sumidero de ventana

Estos sumideros se construyen en la banqueta formando parte de la guarnición, consiste en una abertura a manera de ventana colocada sobre la cara vertical del bordillo de la vía. Su captación es lateral, la ventana puede tener una depresión, para aumentar la captación mediante la acumulación de agua en esta zona.

La ventaja del sumidero de ventana es que no interfiere ni es afectado por el tránsito vehicular, aunque es susceptible a la obstrucción por la basura y sedimentos, este riesgo se disminuye con la utilización de rejillas en la ventana.

Este sumidero se instala cuando la pendiente es menor del 3 por ciento, en pendientes longitudinales muy pronunciadas, mayores al 3 por ciento, su capacidad de captación es disminuida. Su longitud mínima es de 1,50 metros y la depresión debe tener un ancho entre 0,30 y 0,60 metros con una pendiente hasta del 8 por ciento.

- Sumidero de piso

Los sumideros de piso se construyen formando parte del pavimento al mismo nivel, consisten en una abertura con rejilla colocada sobre el piso. Su captación es longitudinal, su área efectiva de captación puede ser afectada por acumulación de basura y sedimentos entre las barras que conforma la rejilla.

Se instalan en pendientes longitudinales mayores a 5 por ciento, su capacidad de captación es óptima cuando las barras de las rejillas son dispuestas de manera paralela a las líneas de flujo. Sin embargo, cuando la separación entre éstas es mayor que 2,5 centímetros, se deben colocar de manera oblicua para evitar riesgos a los ciclistas y peatones.

- Sumidero de ventana y piso

Cuando se requiere captar mayores caudales, se puede hacer una estructura compuesta, pretendiendo mejorar la eficiencia del sumidero de venta y disminuir el área que de ocupación de las vías del sumidero de rejilla.

Es recomendable colocarlos cuando se tenga pendientes entre 3 y 5 por ciento, en aquellos lugares en donde, por cuestiones de tráfico, es preferible utilizar uno de ventana, pero cuya eficiencia, debido a la pendiente de la vía, sería menor que el 70 por ciento,

- Sumidero longitudinal de banqueteta

Este tipo de sumidero se instala cuando el caudal por coleccionar es demasiado grande y se tiene una pendiente mayor al 5 por ciento.

- Sumidero transversal de piso

Este tipo de sumidero transversal de piso se instala en calles con anchos de 6,00 metros o menores, con pendientes mayores del 5 por ciento y los caudales por captar son grandes.

Consiste en una caja transversal cubierta por una rejilla, colocada a todo lo ancho de la vía. Se hace una depresión en el sumidero para obligar al agua a entrar. Como estas depresiones son molestas al tránsito se debe procurar hacerlas lo más ligeras posible.

Presenta una alta capacidad de captación debido a su gran área pero sufre daños con frecuencia por el peso de los vehículos. De igual manera, los sedimentos reducen su área efectiva.

Para ubicar los tragantes se procura que la separación no exceda de 100,00 metros cuando se tienen pavimentos de adoquín o empedrados, donde se tengan velocidades bajas de tránsito, y que, además, permitan dar las pendientes de las cunetas con mayor facilidad, se recomienda una separación máxima de 50,00 metros.

El capítulo II, sección 207-a y 207-c del *Reglamento para diseño y construcción de drenaje, de la Municipalidad de Guatemala*, establece que tragantes no pueden estar separados entre sí, más de 100,00 metros, el diámetro mínimo de la tubería de desfogue es 0,30 metros. El tirante de la avenida no podrá ser mayor de 0,03 metros de alto y su ancho no podrá ser mayor de 0,75 metros. Otras normativas establecen la pendiente mínima de la tubería es de 2 por ciento y su longitud que no supere los 15,00 metros.

#### **2.1.4.2.2. Estructuras de conducción**

Son conductos que transportan las aguas recolectadas en los tragantes y pozos de vista hasta el sitio de la descarga. Se clasifican de acuerdo a la importancia dentro del sistema:

Tubería de captación: son de menor diámetro en la red, por el cual se conduce las aguas de los sumideros hacia al sistema de drenaje pluvial.

Tubería subcolectora: estas reciben directamente aporte de caudal de dos o más tragantes y las conducen hacia los colectores, su diámetro es mayor al de una tubería de capitación.

Tubería colectora: son de mayor diámetro en la red, elementos fundamentales en el sistema, también se le llama interceptores, dependiendo de su ubicación en la red. Su función es reunir el agua recolectada por las tuberías de captación y subcolectoras, llevándola hasta el inicio de la descarga.

Tubería de descarga: estas conducen las aguas hasta el punto de desfogue. Una red puede tener más de un descarga dependiendo del tamaño de la localidad. Se le distingue de las colectoras porque no recibe conexiones adicionales en su recorrido.

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

Son estructuras construidas para la conexión y mantenimiento de las tuberías, permite la conexión de varias de ellas, tanto de diámetro o material distinto. Su importancia dentro del sistema, consiste en la inspección, limpieza y reparación a un bajo costo de las tuberías.

#### **2.1.4.2.4. Estructura de descarga**

Usualmente conocidas como cabezal de descarga, se construyen al final del sistema que aseguran una descarga continúa a la corriente receptora. Estas estructuras vierten las aguas a través de conductos cerrados o en canales.

Su principal función es encauzar la descarga directa a la corriente receptora, su trazo puede ser normal a la corriente o desviejado, protegiendo al cabezal de deslaves, de tal forma que disipe la transición entre el caudal vertido y la corriente receptora, evitando socavación del terreno natural.

#### **2.1.4.2.5. Obras complementarias**

Se considera dentro de este grupo a todas aquellas obras de arte que no necesariamente forman parte de todos los sistemas de alcantarillado, pero que en ciertos casos resultan importantes para su correcto funcionamiento. Entre ellas se tiene estructuras de cruce y disipadores de energía.

#### **2.1.4.2.6. Disposición final**

Su localización es fundamental para la disposición final de las aguas captadas por un sistema de alcantarillado, su ubicación pretende evitar daños graves al medio ambiente e incluso a la población servida.

En casi todos los casos, las aguas pluviales se vierten en corriente natural que puede conducir y degradar los contaminantes del agua, para que el proyecto se compatible con el medio ambiente y ser agradable a la población.

### 2.1.4.3. Cálculo de caudal

El método racional se utiliza en hidrología para determinar el caudal instantáneo máximo de una cuenca hidrográfica. La expresión utilizada es:

$$Q = 0,002778 C i A$$

Donde:

Q = caudal de aguas lluvias, [m<sup>3</sup>/s]

C = Coeficiente de escorrentía, [adimensional]

i = intensidad de precipitación, [mm/h]

A = área tributaria, [ha]

Se utiliza normalmente en el diseño de obras de drenaje vial, urbano, rural o agrícola, tiene la ventaja de no requerir datos hidrométricos para la determinación de caudales máximos.

El método racional, se puede aplicar a cuencas pequeñas, fundamentado en las siguientes hipótesis:

- Proporciona un caudal pico, no el hidrograma de creciente; supone que la lluvia es uniforme en toda el área de la cuenca en estudio.
- Considera el escurrimiento como una fracción de la precipitación pluvial, sin descontar las pérdidas y combina todos los factores complejos que afectan el escurrimiento en un sólo coeficiente.
- La intensidad de precipitación es uniforme sobre toda la cuenca y disminuye conforme aumenta la duración.

- Asume que el escurrimiento es directamente proporcional a la intensidad de la lluvia, sin considerar las precipitaciones anteriores, condiciones de humedad del suelo y los efectos de retención temporal del agua escurrida en la superficie.
- La duración de la precipitación es igual o mayor que el tiempo de concentración de la cuenca, por lo que el valor máximo de escurrimiento para una intensidad particular de lluvia, ocurre si la duración de la lluvia es igual o mayor que el tiempo de concentración.

A pesar de las limitaciones mencionadas, el método racional se usa prácticamente en todos los proyectos de hidrología urbana, siempre teniendo en consideración lo siguiente:

- Se limita a cuencas con extensiones inferiores a los 3 kilómetros cuadrados y con alto porcentaje de impermeabilidad.
- Para área mayor a los 3 kilómetros cuadrados, basar el cálculo en la teoría del hidrograma unitario.
- Es aplicable para tiempos de concentración mayores de 5 minutos.

#### **2.1.4.4. Áreas de drenaje**

La cuenca hidrográfica es un territorio que drena sus efluentes por un único sistema de drenaje natural, a través del área colectora de las aguas (denominada área de drenaje), delimitada por los parte aguas.

La cuenca urbana, es la cuenca hidrográfica donde se originan procesos urbanísticos de colonización humana con actividades sociales, económicas, políticas y culturales.

Para determinar el área de drenaje de la cuenca urbana, se deberán considerar la sumatoria de las áreas tributarias que incluyan las áreas propias del tramo, las adyacentes, las tributarias al sistema por razones topográficas, demográficas y urbanísticas, como las futuras expansiones.

Para calcular las áreas tributarias se debe realizar un trazo inicial de la red general; iniciando por la ubicación y localización de la descarga final, subsecuentemente los demás componentes del alcantarillado pluvial. La extensión y el tipo de áreas tributarias se determinan para cada tramo por diseñar.

Las configuraciones de un sistema de alcantarillado para el trazo inicial, estará limitada por las cuencas y sus subcuencas, inherentes de la topografía del área, de las características de la urbanización (trazo de las calles, avenidas y de la ubicación de la descarga final de la localidad), dado que estos elementos permitirán identificar los límites más claros donde el escurrimiento superficial se divide.

#### **2.1.4.5. Curvas de intensidad-frecuencia-duración**

Entre los estudios para el análisis del régimen de lluvias del área, se encuentra el estudio de intensidades de precipitación, donde se deducen curvas de Intensidad-Frecuencia-Duración (DIF).

Las curvas DIF es una relación matemática, generalmente empírica, entre la intensidad de una precipitación, su duración y la frecuencia con la que se observa. La frecuencia de las precipitaciones intensas puede caracterizarse mediante períodos de retorno, que no son más que la inversa de la frecuencia.

Cuando se establece una determinada ocurrencia, las curvas que relacionan la intensidad y la duración también se conocen como curvas de intensidad media máxima. Con un determinado período de retorno, al aumentarse la duración de la lluvia disminuye su intensidad media máxima. La formulación de esta dependencia se determina caso por caso, con base en datos observados directamente en el sitio estudiado o en otros sitios vecinos con las mismas características orográficas.

De acuerdo con el nivel de complejidad del sistema, la información mínima necesaria para obtener las curvas para el diseño se define en la siguiente tabla:

Tabla VIII. **Información mínima de respaldo para las curvas DIF**

<b>Complejidad del sistema</b>	<b>Información mínima de las curvas DIF</b>
Bajo y medio	Hidrograma sintética
Medio alto	Información pluviográfica regional
Alto	Información pluviográfica local

Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.4.5.1. Período de retorno de diseño**

En hidrología es común tratar con los conceptos de período de retorno y probabilidad de riesgo. El período de retorno o intervalo de recurrencia (en años), se define como el número de años en que en promedio y a la larga un evento de una magnitud determinada puede ser igualado o excedido.

El período de retorno de diseño debe determinarse de acuerdo con la importancia de la obra y con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar en el área de influencia.

Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros.

Tabla IX. **Período de retorno según tipo de estructura**

<b>Tipo de estructura</b>	<b>Período de retorno [años]</b>
Alcantarillas de carreteras	
Volúmenes de tráfico bajos	5,00 a 10,00
Volúmenes de tráfico intermedios	10,00 a 25,00
Volúmenes de tráfico altos	50,00 a 100,00
Puentes de carreteras	
Sistema secundario	10,00 a 50,00
Sistema primario	50,00 a 100,00
Drenaje urbano	
Alcantarillas en ciudades pequeñas	2,00 a 25,00
Alcantarillas en ciudades grandes	25,00 a 50,00
Aeropuertos	
Volúmenes bajos	5,00 a 10,00
Volúmenes intermedios	10,00 a 25,00

Fuente: Ven Te Chow. *Hidrología aplicada*. p. 430.

Tabla X. **Vida útil recomendado para obras de drenaje**

<b>Nivel de complejidad del sistema</b>	<b>Período de planeamiento (años)</b>
Bajo y medio	20,00
Medio alto	25,00
Alto	30,00

Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico.  
*Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS. p. 55.*

La vulnerabilidad como factor de riesgo interno del sistema expuesto a una amenaza de origen natural, tecnológico o humano debe ser considerada cada vez más en obras constructivas con el objetivo de minimizar los daños.

El criterio de riesgo de falla admisible que se desea asumir en el caso de que la obra falle durante su vida útil, lo cual implica que no ocurra un evento de magnitud superior a la utilizada en el diseño durante esos años de funcionamiento de la obra, es calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Donde:

R = riesgo de falla, [porcentaje]

T = período de retorno, [años]

n = vida útil, [años]

#### 2.1.4.5.2. Tiempo de concentración

Se define como el tiempo requerido por una gota de agua para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca, hasta que se establece una corriente permanente, lo que permite conocer el caudal máximo instantáneo que la cuenca puede alcanzar.

Como existe una relación inversa entre la duración de una tormenta y su intensidad (a mayor duración disminuye la intensidad), entonces se asume que la duración crítica es igual al tiempo de concentración. Aunque realmente el tiempo de concentración depende de varios factores:

- La geometría horizontal de la cuenca (una cuenca alargada tendrá un mayor tiempo de concentración).
- La pendiente (pendientes pronunciadas tendrá mayor velocidad de flujo y un menor tiempo de concentración).
- Las características del suelo y cobertura vegetal.

Para el cálculo del tiempo de concentración existen varias ecuaciones o diagramas, lo importante es verificar que el tiempo calculado por cualquiera de los métodos sea razonablemente aceptable, las fórmulas más comunes solo incluyen la pendiente, la longitud del cauce mayor desde la divisoria y el área. La ecuación básica para calcular el tiempo de concentración es:

$$T_c = T_e + T_r$$

Donde:

$T_c$  = tiempo de concentración, [minutos]

$T_e$  = tiempo de entrada, [minutos]

$T_r$  = tiempo de recorrido, [minutos]

- Tiempo de entrada,  $T_e$

También llamado tiempo de escorrentía, es el tiempo que tarda una gota de agua caída en un punto de la cuenca en alcanzar una entrada al sistema de colectores (escorrentía superficial). Los tiempos de entrada no deben ser menores a 5 minutos para zona urbana, entre 5 a 10 minutos para zona suburbana. Según con la normativa de la Municipalidad de Guatemala, los tiempos de entrada en tramos iniciales son:

Tabla XI. **Tiempos de entrada en minutos**

<b>S [m/m]</b>	<b>Tiempos de entrada [minutos]</b>								
1<	20,00	19,00	18,00	17,00	16,00	15,00	14,00	13,00	12,00
1%	19,00	18,00	17,00	16,00	15,00	14,00	13,00	12,00	11,00
2%	18,00	17,00	16,00	15,00	14,00	13,00	12,00	11,00	10,00
3%	17,00	16,00	15,00	14,00	13,00	12,00	11,00	10,00	9,00
4%	16,00	15,00	14,00	13,00	12,00	11,00	10,00	9,00	8,00
5%	15,00	14,00	13,00	12,00	11,00	10,00	9,00	8,00	7,00
6%	14,50	13,50	12,50	11,50	10,50	9,50	8,50	7,50	6,50
7%	14,00	13,00	12,00	11,00	10,00	9,00	8,00	7,00	6,00
8%	13,50	12,50	11,50	10,50	9,50	8,50	7,50	6,50	5,50
9%	13,00	12,0	11,00	10,00	9,00	8,00	7,00	6,00	5,00
10%	12,50	11,50	10,50	9,50	8,50	7,50	6,50	5,50	4,50
10>	12,00	11,00	10,00	9,00	8,00	7,00	6,00	5,00	4,00
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
	<b>Impermeabilidad [porcentaje]</b>								

Fuente: anuario del colegio de ingenieros 1986. *Reglamento para diseño y construcción de drenaje de la Municipalidad de Guatemala*. p. 195.

- Tiempo de recorrido,  $T_r$

Es el tiempo que tarda una gota en recorrer el camino que separa la entrada al sistema de colectores y la sección de cálculo. Si no existe sistema de colectores, el tiempo de recorrido es nulo. En el caso de que la velocidad de circulación por las conducciones fuera constante e igual a  $V$  (régimen laminar y uniforme), siendo la distancia que separa la entrada de la sección de cálculo, se obtiene:

$$T_r = \frac{L_c}{60 V}$$

Donde:

$T_r$  = tiempo de recorrido, [minutos]

$L_c$  = longitud de la tubería, [m]

$V$  = velocidad media del flujo en la tubería, [m/s]

- Tiempo de concentración de la tubería,  $T_t$

$$T_n = T_{n-1} + \frac{L_{n-1}}{60 V_{n-1}}$$

Donde:

$T_n$  = tiempo de concentración de la tubería, [minutos]

$T_{n-1}$  = tiempo de concentración en el tramo anterior, [minutos]

$L_{n-1}$  = longitud del tramo anterior, [m]

$V_{n-1}$  = velocidad sección llena en el tramo anterior, [m/s]

El tiempo de concentración mínimo en pozos iniciales es 10 minutos y máximo 20 minutos. Si dos o más colectores confluyen a la misma estructura de conexión, debe considerarse como tiempo de concentración en ese punto el mayor de los tiempos de concentración de las respectivas tuberías.

### 2.1.4.5.3. Intensidad de precipitación

La intensidad de la lluvia se define como la cantidad de lluvia que cae en determinada área durante un período de tiempo. La intensidad está en función directa de las condiciones climáticas y geográficas del área en consideración.

Estas características serán propias y específicas para cada localidad y es por eso, se recomienda que los datos sobre intensidades que se utilicen sean los más exactos posibles para el diseño del drenaje pluvial.

Tabla XII. **Parámetros DIF para la estación INSIVUMEH**

<b>T [años]</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
<b>A</b>	1 970,00	7 997,00	1 345,00	720,00	820,00	815,00	900,00	890,00
<b>B</b>	15,00	30,00	9,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
<b>n</b>	0,96	1,16	0,79	0,64	0,66	0,65	0,66	0,65
<b>R2</b>	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	0,98	0,98

Fuente: INSIVUMEH, *Documento 5007: Mapas de duración-intensidad-frecuencia de precipitación para la República de Guatemala*. p. 5.

Para la deducción de las curvas, DIF INSIVUMEH utiliza el método recomendado en el informe técnico No. 4-88 (octubre 1988, página 77):

$$i = \frac{A}{(B + t)^n}$$

Donde:

i = intensidad de precipitación, [mm/h]

t = duración, [minutos]

A, B y n = parámetros de ajuste, [adimensional]

Los parámetros de ajuste corresponden a un período de retorno T para determinar una intensidad media máxima asociada a una frecuencia de ocurrencia con una duración igual al tiempo de concentración correspondiente.

#### **2.1.4.5.4. Coeficiente de escorrentía**

El coeficiente de escorrentía representa el porcentaje de lluvia que no es absorbida por el suelo, y por lo tanto, corre por la superficie. Es la variable menos precisa del método racional, a falta de datos para su correcta estimación, se le considera constante en la ecuación. En la práctica, la determinación del valor del coeficiente de escorrentía se establece en función de la topología del terreno (tipo de superficie, permeabilidad y pendiente).

Por ello es fundamental conocer el planeamiento urbanístico del área, debido a la variabilidad que pueda presentar su tipología a través del tiempo. Se tiene actualmente terrenos sin urbanización, que indican coeficiente de escorrentía muy bajos, calculando para ello caudales menores, si estos terrenos están sujetos a un desarrollo urbano en el futuro, se incrementará el valor del coeficiente, por el ende el caudal de diseño, en consecuencia el planteamiento inicial en el diseño de la red de drenaje pluvial será insuficiente.

Tabla XIII. **Coefficiente de escorrentía\***

Características de la superficie	Período de retorno (años)					
	2	5	10	25	50	100
Zonas pavimentadas						
Pavimento asfáltico	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
Pavimento de concreto hidráulico	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,95
Pavimento adoquinado	0,70	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85
Estacionamientos	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85
Zonas residenciales						
Unifamiliares	0,30	0,34	0,38	0,42	0,46	0,50
Multifamiliares, espaciados	0,40	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60
Multifamiliares, juntos	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75
Suburbanas	0,25	0,28	0,31	0,34	0,37	0,40
Casas habitación	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,70
Azoteas y techados	0,75	0,79	0,83	0,87	0,91	0,95
Áreas de recreo y campos	0,20	0,23	0,26	0,29	0,32	0,35
Parques y cementerios	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22	0,25
Zonas comerciales						
Zona comercial (áreas céntricas)	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
Áreas vecinas	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,70
Zonas industriales						
Construcciones espaciadas	0,50	0,56	0,62	0,68	0,74	0,80
Construcciones juntas	0,60	0,66	0,72	0,78	0,84	0,90
Zonas forestadas	0,10	0,14	0,18	0,22	0,26	0,30
Campos cultivados	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40

\*Tabla adaptada con valores obtenidos en otras bibliografías.

Fuente: Ven Te Chow. *Hidrología aplicada*. p. 511.

Por las diferentes tipologías de terreno, se hace necesario calcular un coeficiente de escorrentía ponderado correspondiente a las áreas tributarias:

$$C = \frac{\sum c_i a_i}{A}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía, [adimensional]

$a_i$  = áreas parciales que integran el área tributaria, [ha]

$c_i$  = coeficiente de escorrentía de las áreas parciales, [adimensional]

A = área tributaria, [ha]

#### **2.1.4.6. Hidráulica de la tubería**

Se indica los parámetros mínimos y máximos, inherentes, que influyen en la hidráulica de la tubería, indistintamente de los parámetros de diseño.

Utilizar un coeficiente de rugosidad de Manning de 0,009, para que el diseño sea compatible con la mayoría de las tuberías de PVC del mercado nacional, sin que la misma se una limitante para su ejecución.

El diámetro mínimo propuesto es de 0,30 metros para las tuberías de captación, con eso se pretende evitar obstrucciones (especialmente por la basura), minimizando los gastos de mantenimiento. Para el inicio de los tramos de la tubería colectora se propone un mínimo de 0,38 metros.

Se establece una velocidad máxima de 5 metros por segundo para la tubería de PVC, para garantizar una mayor vida útil, aunque en los manuales de algunos proveedores ofrecen una velocidad mayor a la establecida.

La pendiente máxima no debe ser mayor a los 6 por ciento, siempre que no genere velocidades superiores al máximo y, que la relación entre tirante y diámetro sea excedida de 0,90.

La pendiente mínima será definida para aquella que genere una velocidad mínima de 0,75 metros por segundo y, que la relación entre tirante y diámetro no sea menor a 0,10.

#### **2.1.4.7. Parámetros de diseño**

Los parámetros de diseño constituyen los elementos básicos para el desarrollo del diseño del sistema de alcantarillado pluvial; los utilizados para el presente proyecto son:

- Nivel de complejidad del sistema

La clasificación del proyecto en uno de estos niveles depende del número de habitantes en la zona urbana del municipio y el grado de exigencia técnica que se requiera para planificar el proyecto.

Tabla XIV. **Definición de la complejidad del sistema**

<b>Nivel de complejidad</b>	<b>Población en la zona urbana</b>
Bajo medio	<2 501 a 12 500
Medio alto	12 501 a 60 000
Alto	> 60 000

Fuente: Unión temporal estudios hidráulicos departamento de Caldas. *Estudios y diseños de acueducto y saneamiento básico en los municipios del departamento de Caldas zona 2*. p. 31.

- Vida útil

Se estima que el proyecto es limitado al nivel de complejidad medio alto, con base en la tabla X, se determinó una vida útil de 25 años.

- Período de retorno

Se eligió una período de retorno entre 25 a 50 años (ver tabla IX), además se analiza la influencia que tendrán períodos de retorno menores a los elegidos.

Asimismo, para las curvas, DIF se registró a lo indicado en la tabla VIII. Se utilizó la información pluviográfica de la estación INSIVUMEH, de la cuenca María Linda, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala, cuyos registros son de 44 años, respectivamente, con lo que se estable una confianza para generar las curvas para períodos de retorno altos, como de 50 años.

- Riesgo de falla

Con una vida útil del proyecto comprendida entre los 20 años, un período de retorno máximo de 50 años, se estima un 33,24 por ciento de riesgo de falla durante los años de funcionamiento del proyecto. La probabilidad de excedencia (inversa del período de retorno) de que ocurre un evento de una magnitud determinada que puede ser igualado o excedido es del 2 por ciento.

- Coeficiente de escorrentía

Con base en la tabla XIII, se utilizó los valores para el coeficiente de escorrentía ahí indicados para los períodos de retorno de una tormenta menor (2 años) y una tormenta mayor (50 años) para las siguientes superficies:

- Casa de habitación; un valor para C de 0,50 (2 años) y de 0,66 (50 años)
- Pavimento asfáltico; para C de 0,70 (2 años) y de 0,90 (50 años)
- Áreas de recreo y campos; para C de 0,20 (2 años) y de 0,32 (50 años)
- Parques y cementerios; para C de 0,10 (2 años) y de 0,22 (50 años)
- Zonas industriales, construcciones espaciadas para C de 0,50 (2 años) y de 0,74 (50 años)

#### **2.1.4.8. Diseño del sistema**

La selección del método adecuado para diseñar el sistema de drenaje pluvial depende, en principio, de la magnitud del proyecto, precisión requerida, características de la cuenca, entre otras, y de la información disponible.

El proyecto se diseñó utilizando el método racional utilizando todos los parámetros de diseño indicado, así como de la hidráulica de la tubería.

#### **2.1.4.9. Diseño hidráulico de la red**

Para la captación de la escorrentía se calculó y diseñó los tragantes con los parámetros de los sumideros de ventanas; los tiempos de entradas estimados en los tramos iniciales están en función de la tabla XI, en la conducción se utilizó tubería PVC perfilada, con una profundidad mínima sobre la corona del tubo de 1,50 metros.

Ver en apéndice A: diseño del sistema de alcantarillado pluvial.

### **2.1.5. Planos constructivos**

Ver en apéndice B: planos constructivos para el sistema de alcantarillado pluvial; en ellos se detalla el diseño de los diferentes tramos, así como los detalles típicos de los diferentes pozos de inspección y del tragante.

### **2.1.6. Presupuesto**

En el monto de inversión del proyecto se contempla en dos fases; la captación y conducción inicial con un costo de Q 10 903 543,95 y la conducción final hacia la descarga de Q 9 119 227,00; sumando ambas fase se tiene una inversión total de Q 20 022 770,95.

Para el despliegue de los renglones de trabajo considerados en el presupuesto ver apéndice C Presupuesto con el cuadro de renglones de trabajo del proyecto por contratación. En los costos unitarios de cada renglón de trabajo se consideró los costos directos e indirectos.

### **2.1.7. Cronograma de ejecución e inversión**

En proyecto se contemplado ejecutarse durante 8 meses calendario. Ambas fases pueden iniciarse al mismo tiempo. Considerando la importancia del proyecto y que el monto de inversión en grande, se puede ejecutar primero la segunda fase, adicionando al diseño una obra complementaria que recolecte el agua pluvial de las cunetas existentes.

Para el despliegue del cronograma con los tiempos estipulados en los diferentes renglones de trabajo, ver apéndice D Cronograma de ejecución e inversión.

### **2.1.8. Evaluación socioeconómica**

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros permite conocer la rentabilidad de los mismos.

#### **2.1.8.1. Valor Presente Neto (VPN)**

El valor presente neto total del proyecto de sistema de alcantarillado pluvial es de Q 20 022 770,95. Este es la inversión del proyecto y va a ser desembolsado en el período 0 y por la naturaleza del proyecto no se está estipulando ningún ingreso, ni rentabilidad al proyecto.

#### **2.1.8.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)**

Es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

Costo inversión inicial = Q 20 022 770,95

Beneficiarios directos = 60 000 habitantes

Costo/beneficio = Q 333,71

Por otra parte, el costo/habitante se considera pequeño en relación a la plusvalía de las propiedades en el sector. Finalmente, otro indicador que podrá tomarse como complemento es el impacto que el proyecto produce en el Índice de Desarrollo Humano (IDH) del municipio. Se puede esperar que el IDH del municipio mejore con un proyecto como el que aquí se ha formulado.

### 2.1.9. Evaluación de componentes ambientales

La evaluación de los componentes ambientales se considera como el conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución del proyecto, causa sobre el medio ambiente.

#### 2.1.9.1. Aspectos ambientales

Constituye el análisis técnico sobre los medios físicos, biológicos y socioeconómicos del proyecto, con el propósito de conservar, proteger, recuperar los recursos naturales y culturales existentes, así como la salud y calidad de vida de la población.

Tabla XV. Aspectos ambientales

Acción	Medidas a observar
Contratación de mano de obra	<p>Prevención:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Contratación de mano de obra local, con esta medida se evitaría la necesidad de instalar campamento para los trabajadores.</li></ul>
Demolición	<p>Mitigación:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro inmediato del material producto de las demoliciones, para evitar el deterioro del paisaje.</li></ul>
Excavación, relleno y compactación	<p>Prevención:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Se establecerán rutas alternas de circulación vehicular. La configuración reticular de la red vial urbana, permitirá que puedan ofrecerse a los conductores rutas alternas. .</li><li>• En caso necesario, apuntalar las paredes de las zanjas, cuando exista el riesgo de dañar los cimientos de alguna construcción cercana.</li></ul>

Continuación de la Tabla XV.

Acción	Medidas a observar
<p>Excavación, relleno y compactación</p>	<p>Mitigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará en riego necesario del suelo para evitar la generación de polvaredas.</li> <li>• Proceder a la reparación inmediata de los desperfectos que se ocasionen durante los trabajos de excavación, sobre otro tipo de infraestructura como podrían ser tuberías de agua potable o de drenaje, cables de electricidad y telefónico.</li> </ul>
<p>Operación de maquinaria y equipo</p>	<p>Prevención:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se empleará maquinaria y equipo en buen estado, para garantizar que la emisión de partículas suspendidas y gases este dentro de los rangos permitidos.</li> <li>• Se evitará el desarrollo de trabajos en horario nocturno, para evitar la emisión de ruido que podría alterar los ciclos de sueño de la población.</li> </ul> <p>Mitigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se dotarán de lonas a los vehículos que efectúen el traslado de materiales, para evitar su pérdida.</li> </ul>
<p>Obtención de agua para construcción</p>	<p>Prevención:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El agua requerida para los trabajos de construcción se transportará por medio de pipas. Con ello se evitaría el uso de agua potable en estas actividades.</li> </ul>
<p>Obtención de materiales de construcción</p>	<p>Prevención:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quedará estrictamente prohibida la extracción por cuenta propia, de arena o cualquier otro material de construcción.</li> </ul>

Continuación de la Tabla XV.

Acción	Medidas a observar
Generación y disposición de residuos sólidos	Mitigación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retiro inmediato del material sobrante de las excavaciones y de la limpieza de tuberías azolvadas.</li> <li>• Uso de depósitos de basura con tapa, colocadas en sitios estratégicos, con el objeto de que ahí se depositen los residuos que se generen en todas las etapas del proyecto.</li> <li>• Se realizará la limpieza del sitio de trabajo periódicamente para evitar contaminación y que estos residuos se dispersen.</li> </ul>
Generación y disposición de residuos líquidos	Mitigación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se emplearán sanitarios portátiles en cantidad suficiente para garantizar que los trabajadores tengan fácil acceso a este servicio, los cuales contarán con el mantenimiento periódico apropiado.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.9.2. Conclusión de análisis ambiental

Los impactos ambientales serán de bajo impacto durante la construcción del proyecto (ruido y polvo principalmente). En el lugar donde se ubica la comunidad beneficiada no se causará daño a ningún componente natural. Por otra parte se prevén impactos positivos tales como la generación de empleo, aumento de la plusvalía de los inmuebles del sector y el mejoramiento del saneamiento básico. Los impactos positivos pueden ser medibles mediante estadísticas de salud y precios de inmuebles en el mercado.

## CONCLUSIONES

1. Con la construcción del alcantarillado pluvial para la comunidad Villa Nueva, se producirá un efecto ambiental y social positivo, mejorará la fluidez del tráfico (liviano y pesado), así como las mejoras de las áreas públicas (aprovechamiento del área peatonal, construcción de nuevas obras para el transporte colectivo, mejoramiento del ornato, entre otras cosas).
2. El sistema de captación y conducción de aguas pluviales, contribuirá a disminuir los riegos eminentes de un sistema deteriorado e ineficiente, aumentando el nivel y la calidad de vida del sector.
3. Se mejorará las condiciones de las áreas de intervención, particularmente a través de una reducción altamente significativa del riesgo de inundación de viviendas, edificios públicos y calles.
4. Los beneficiarios recibirán los resultados (producto) del proyecto en forma directa, ya que una vez terminado los trabajos, los vecinos del municipio (así como las personas que utilizan las vías de Villa Nueva) podrán utilizar de forma inmediata las ampliaciones que el proyecto de entubado de las aguas pluviales proporcione.



## RECOMENDACIONES

1. Es de vital importancia que las entidades reconocidas en el país que tienen potestad para discernir en el tema pluvial, unifiquen criterios y actualicen los datos, para tener una normativa de país, para que los diseños de sistemas de drenaje pluvial sean económicos.
2. Es fundamental realizar análisis y estudios experimentales que reflejen nuestra hidrología, para determinar con mayor precisión el caudal de diseño de las diferentes regiones del país.
3. Educar y concientizar a los pobladores del manejo de la basura en las calles, lamentablemente eso provoca que los sistemas de drenaje pluvial colapsen; regularmente las tuberías y tragantes no contemplan una capacidad mayor al 10 por ciento, la misma no es suficiente para solventar este problema.



## BIBLIOGRAFÍA

1. CONTRERAS ÁLVAREZ, Ismael. *Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial de las colonias Monte Carlo y Las Brisas I y II, del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 86 p.
2. CHOW, Ven Te. *Hidráulica aplicada*. Suárez R., Martha (ed. lit.); Saldarriaga, Juan G. (trad.). Colombia: Nomos, Interamericana, 2000. 584 p. ISBN: 958-600-171-7
3. Empresa Pública de Medellín E.S.P. *Guía para el diseño hidráulico de redes de alcantarillado*. Colombia: EPM, 2009. 72 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Normativa general para el diseño de alcantarillado 2001*. Guatemala: INFOM, 2009. 21 p.
5. JIMÉNEZ GARCÍA, Fabio Allin. *Modelo de diseño de sistemas urbanos de alcantarillado pluvial, con una aplicación en MS Excel*. Trabajo de graduación de Ing. en Construcción, Escuela de Ingeniería en Construcción, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2005. 37 p.



## APÉNDICES

**Apéndice A** Diseño del sistema de alcantarillado pluvial.

**Apéndice B** Planos constructivos.

Plano 0/22 Memoria de calculo

Plano 1/22 Planta de curvas de nivel

Plano 2/22 Planta + Perfil Est 0+071.50 a Est 0+256.50

Plano 3/22 Planta + Perfil Est 0+256.50 a Est 0+440.00

Plano 4/22 Planta + Perfil Est 0+440.00 a Est 0+649.00

Plano 5/22 Planta + Perfil Est 0+649.00 a Est 0+845.00

Plano 6/22 Planta + Perfil Est 0+845.00 a Est 1+032.00

Plano 7/22 Planta + Perfil Est 1+032.00 a Est 1+151.00

Plano 8/22 Planta + Perfil Est 1+151.00 a Est 1+260.00

Plano 9/22 Planta + Perfil Est 1+260.00 a Est 1+422.00

Plano 10/22 Planta + Perfil Est 1+422.00 a Est 1+595.00

Plano 11/22 Planta + Perfil Est 1+595.00 a Est 1+785.00

Plano 12/22 Planta + Perfil Est 1+785.00 a Est 1+985.00

Plano 13/22 Planta + Perfil Est 1+985.00 a Est 2+185.00

Plano 14/22 Planta + Perfil Est 2+185.00 a Est 2+385.00

Plano 15/22 Planta + Perfil Est 2+385.00 a Est 2+585.00

Plano 16/22 Planta + Perfil Est 2+585.00 a Est 2+785.00

Plano 17/22 Planta + Perfil Est 2+785.00 a Descarga

Plano 18/22 Planta + Perfil Eje 4ta avenida zona

Plano 19/22 Planta+sección Pozo de Visita Ø1.25 a Ø1.50

Plano 20/22 Planta+sección Pozo de Visita Ø1.75 a Ø2.25

Plano 21/22 Planta+sección Pozo de Visita Ø2.50 a Ø2.83

Plano 21/22 Detalle de tragante

**Apéndice C** Presupuesto.

**Apéndice D** Cronograma de ejecución e inversión.





**MEMORIA DE CALCULO**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

CLIENTE: Caden-Ambaje-Quem-Cien  
 CARRERA 10 y 11 Zona 13  
 C.A. 13-01-00000

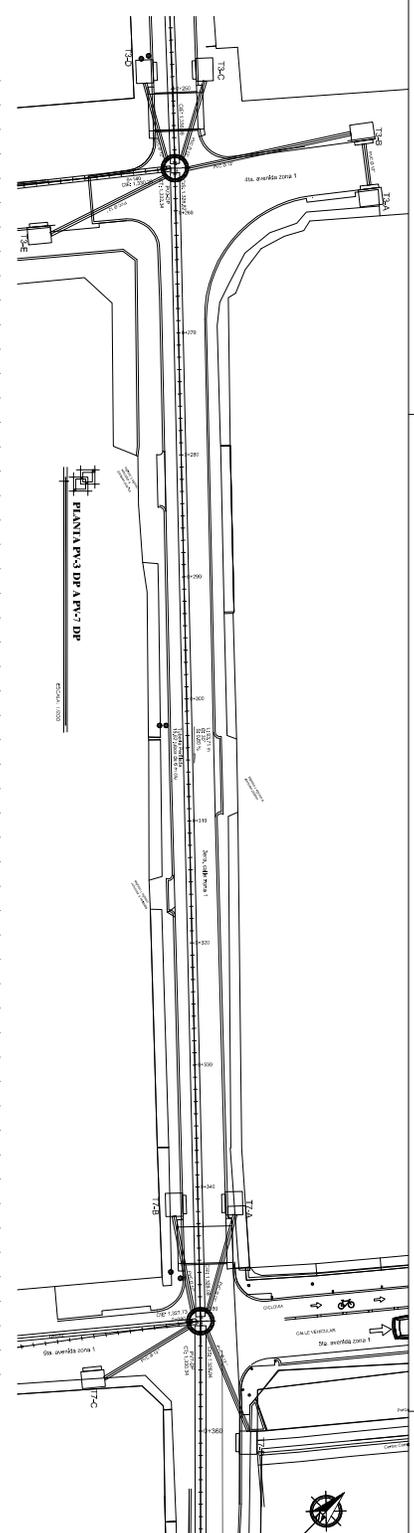
OBJETO: Edificio de 4ta Avenida de la Zona 1 hasta la 16 Avenida de la Zona 4  
 MEMORIA DE CALCULO  
 FECHA: 03 y 04

PROYECTISTA: Ing. Angel Roberto Sánchez  
 www.ingenierosrobertosanchez.com

REVISOR: JULY 03  
 CACOC 22

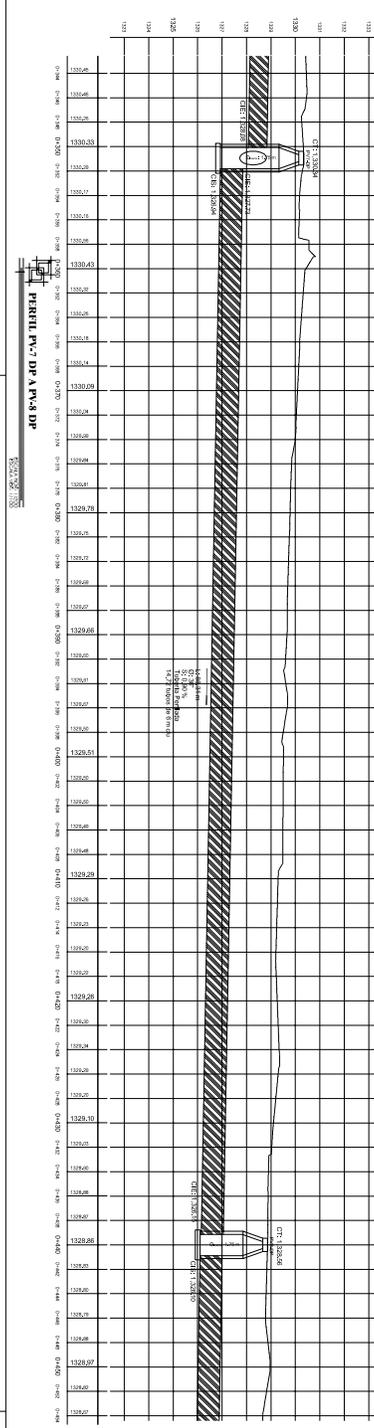
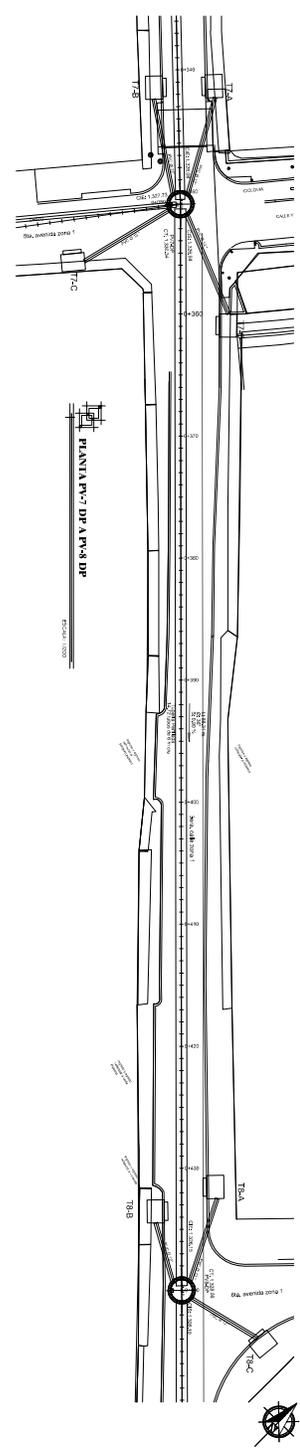
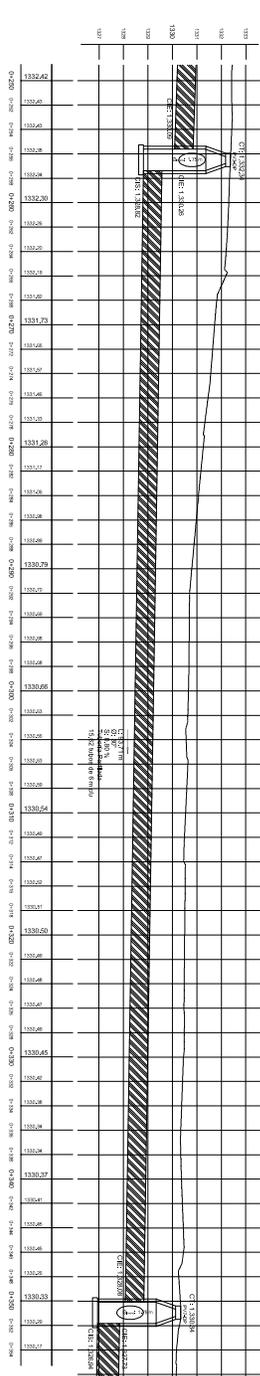


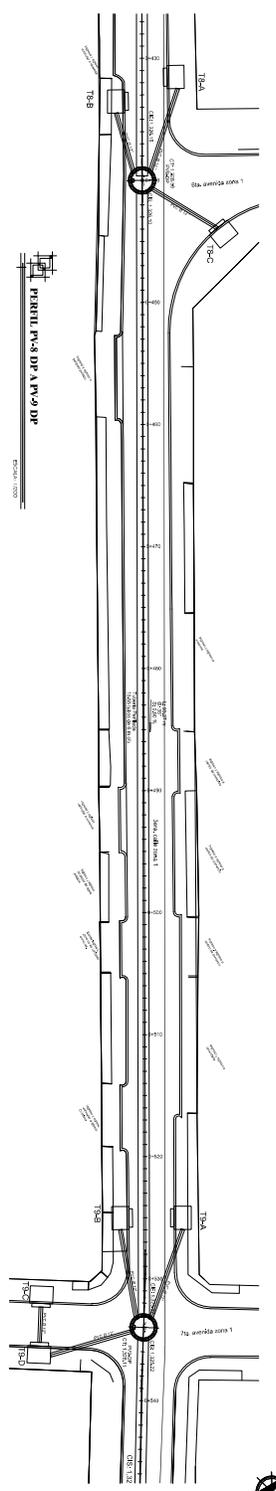




**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12" A 72":**

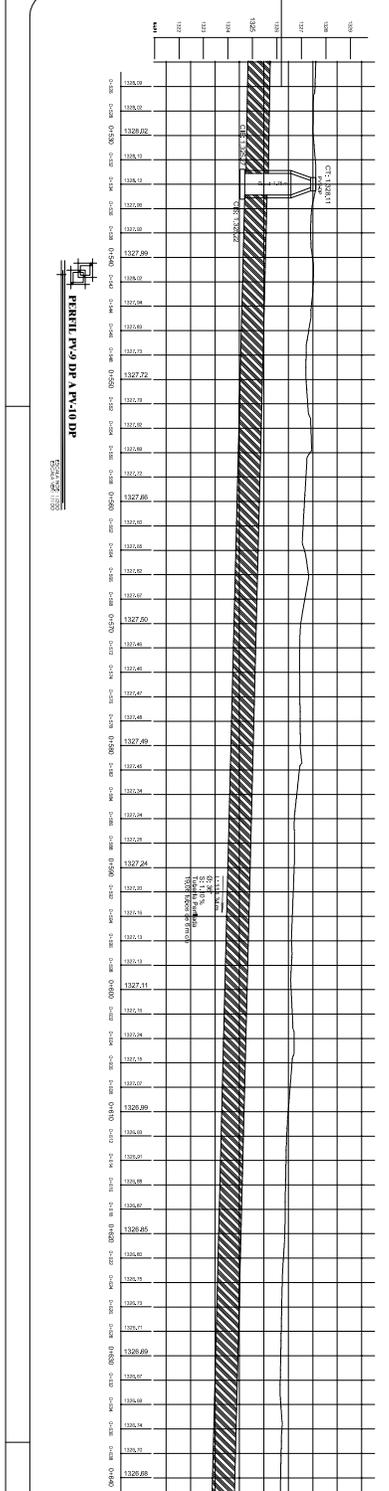
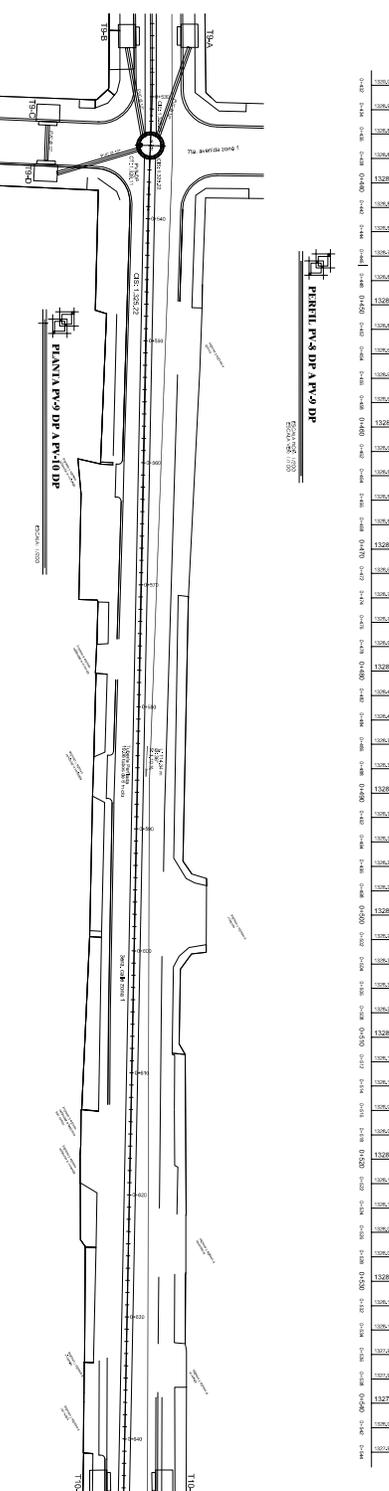
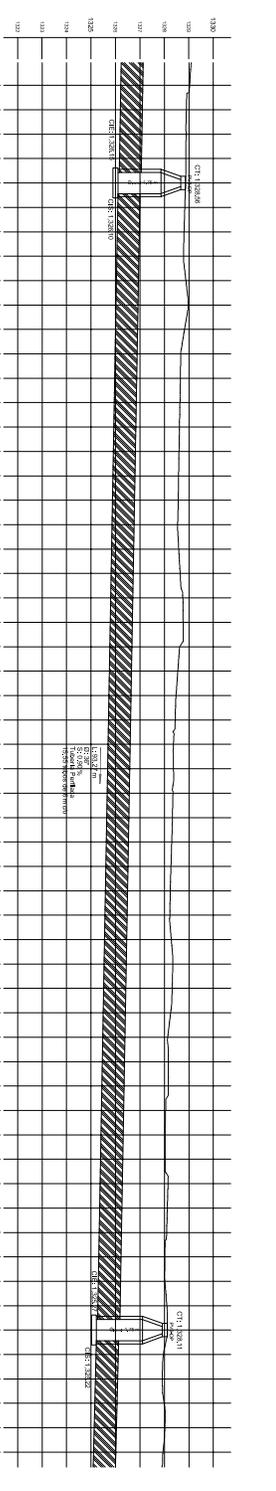
- TUBERIA DE 60" A 66" CON BANDA ESTRUCTURAL DE PVC, CON PARED INTERIOR LISA Y EXTERIOR CON HIGRODILACIONES EN FORMA DE TEE
- TUBERIA DE 60" REFORZADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO.
- NORMALIDAD: DN - 6094-1 DN - 1698-2 LINE 53331 DN - 1698-3 BS 2792 ASTM D-784 ASTM F794 ISO - 1216 - 192





**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12" A 24"**

- TUBERIA DE 07' A 08' CON BANDA ESTRUCTURAL DE PVC, CON PARED INTERIOR LISA Y EXTERIOR CON HERRIZONES EN FORMA DE TEE
- TUBERIA DE 07' REFORZADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO.
- NORMA TUBA-DN-18984-1-DN-18982-LINE 53331 DN-18988-BS 2782 ASTM D-1784 ASTM F794 ISO-1210-1:92

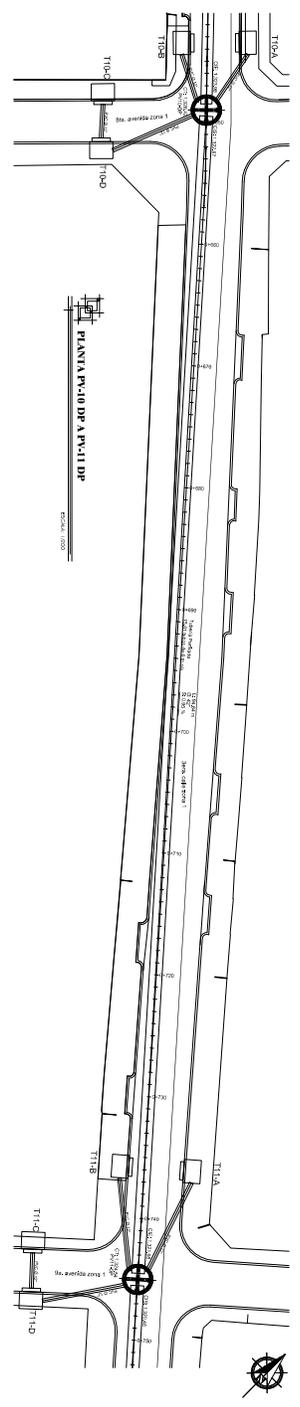


**PERFIL PW-9 DP A PW-10 DP**

**PLANTA PW-9 DP A PW-10 DP**

**PERFIL PW-3 DP A PW-9 DP**

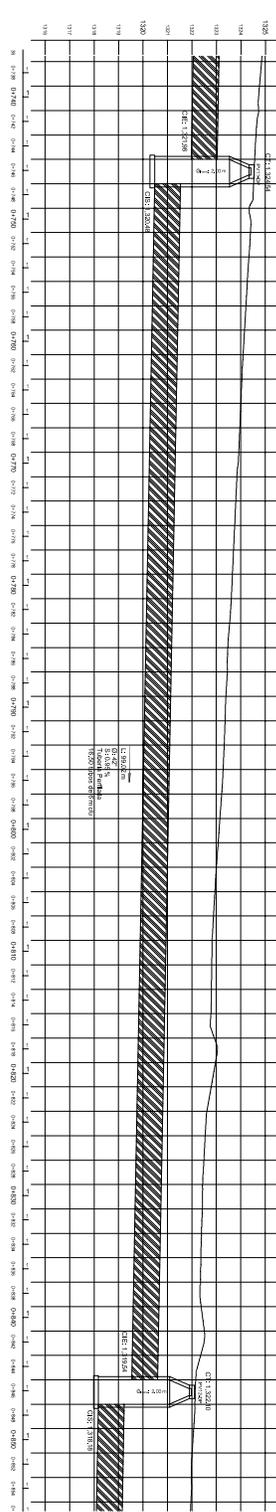
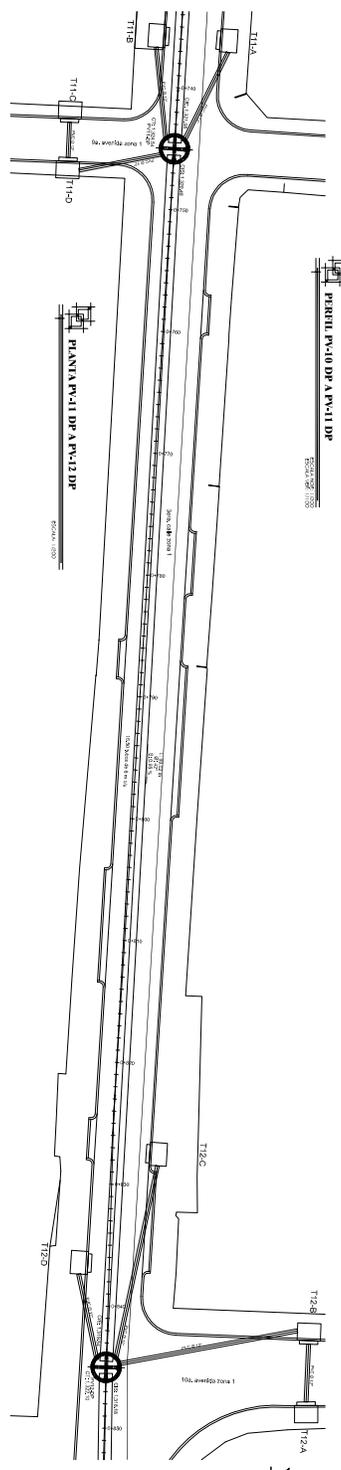
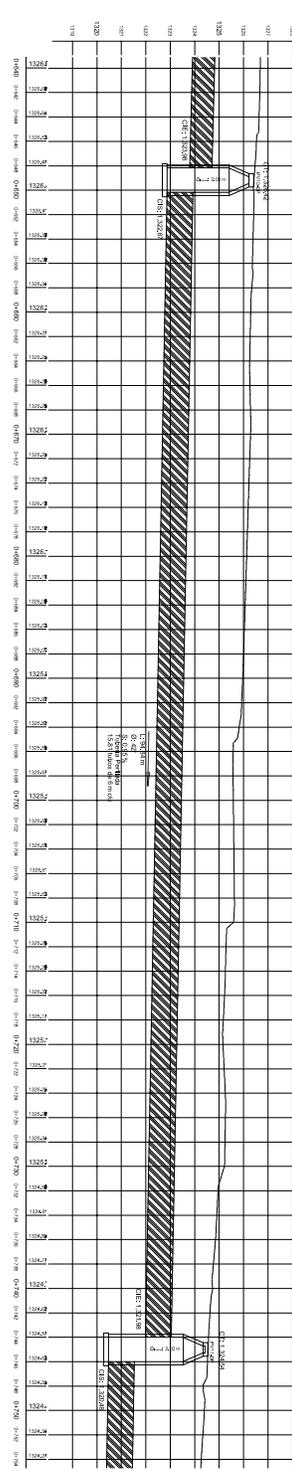
**PERFIL PW-3 DP A PW-9 DP**



**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12" A 72"**

- TUBERIA DE Ø12" A Ø60" CON BANDA ESTRUCTURAL DE PVC, CON PARED INTERIOR LISA Y EXTERIOR CON RIGIDIDADES EN FORMA DE 'E'
- TUBERIA DE Ø72" REFORZADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO.

**NORMATIVA: DIN 19881-1, DIN 6982-2, UNE 63331, DIN 19580, BS 7021, ASTM 1704, ASTM F756, ISO 12101:192**



**PERFIL PV-11 DP A-PV-12 DP**  
ESCALA: 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA EN OBRAS DE ACEROS

PROYECTO: Diseño de sistema de alcantarillado pluvial de la Zona 5, calle desde la 4ta. avenida zona 1 hasta la 8a. avenida zona 5, desdoblamiento por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayab Ch'ul'ul y Amul'ul - Mta. Nueva, Guatemala

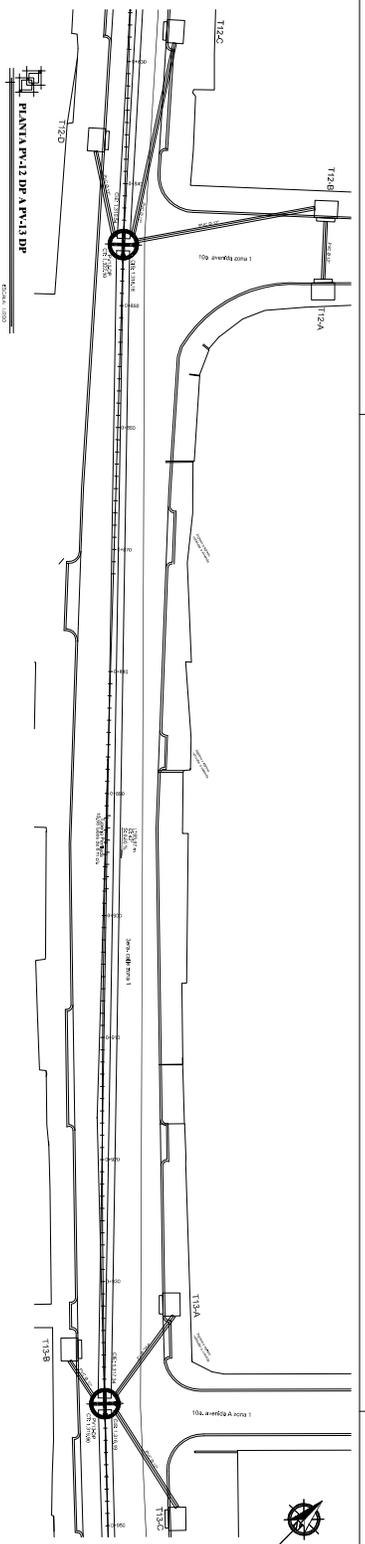
PROYECTO: Calle de la 4ta Avenida de la Zona 1 hasta la 16 Avenida de la Zona 5

PLANTA + PERFIL  
EST 0 + 649.00 A EST 0 + 648.00  
EJE: 7ERA CALLE ZONA 1

INDICADA  
01 y 04

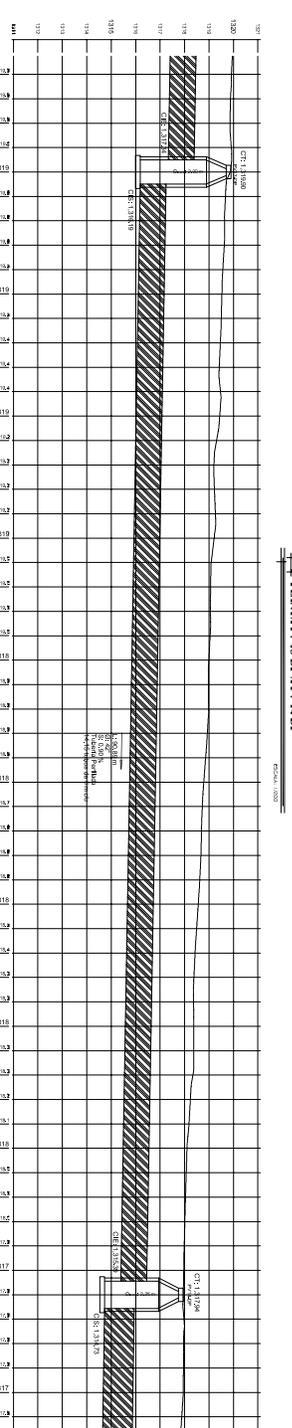
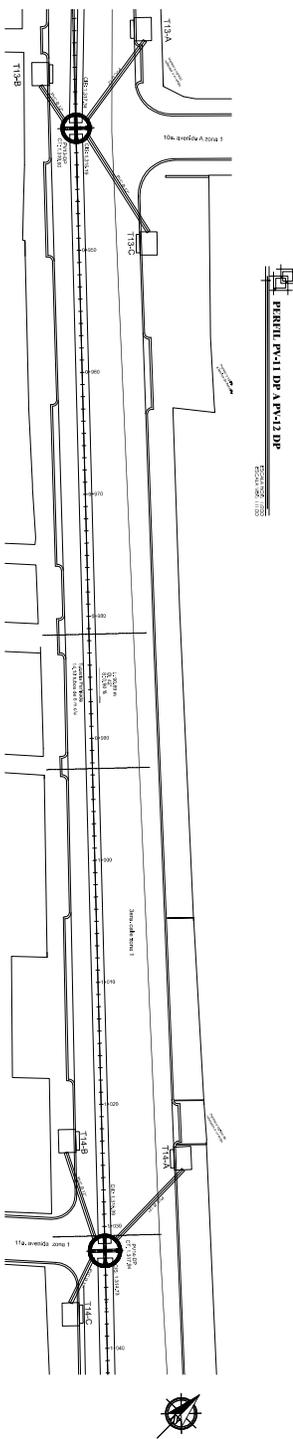
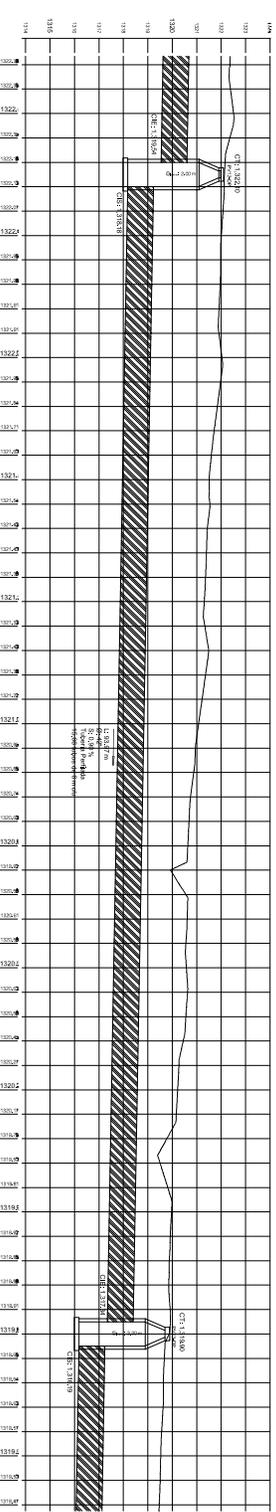
Ing. Angel Roberto Sic Gomez  
ayr@ucg.edu.gt

05  
22



**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12 A 72:**

- TUBERIA DE Ø12 A Ø90 CON BANDA ESTRIADA DE PVC CON PARED INTERIOR LISA Y EXTERIOR CON RIGIDIDADES EN FORMA DE TEE
- TUBERIA DE Ø12 REFORZADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO
- NOMINATIVA: DIN 16861-1, DIN 16862, LINE 53331, DIN 15968, BS 2782 ASTM D-1784, ASTM F794, ISO: 1210-1, 192



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 CARRERA DE INGENIERIA EN OBRAS DE ACERVO

PROYECTO: Proyecto de saneamiento básico de la zona 5, abastecido por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayán del Valle Amalá - Mila Nueva, Guatemala

PROYECTO: Proyecto de saneamiento básico de la zona 5, abastecido por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayán del Valle Amalá - Mila Nueva, Guatemala

PROYECTO: Proyecto de saneamiento básico de la zona 5, abastecido por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayán del Valle Amalá - Mila Nueva, Guatemala

PROYECTO: Proyecto de saneamiento básico de la zona 5, abastecido por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayán del Valle Amalá - Mila Nueva, Guatemala

PROYECTO: Proyecto de saneamiento básico de la zona 5, abastecido por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayán del Valle Amalá - Mila Nueva, Guatemala

PROYECTO: Proyecto de saneamiento básico de la zona 5, abastecido por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayán del Valle Amalá - Mila Nueva, Guatemala

PROYECTO: Proyecto de saneamiento básico de la zona 5, abastecido por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayán del Valle Amalá - Mila Nueva, Guatemala

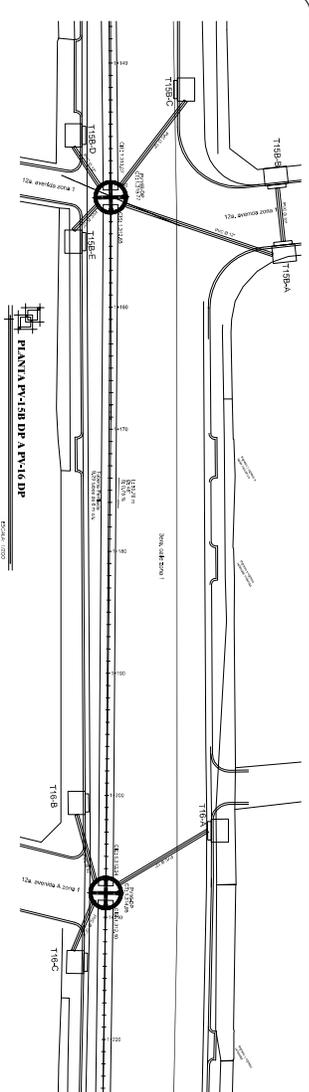
PROYECTO: Proyecto de saneamiento básico de la zona 5, abastecido por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayán del Valle Amalá - Mila Nueva, Guatemala

PROYECTO: Proyecto de saneamiento básico de la zona 5, abastecido por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayán del Valle Amalá - Mila Nueva, Guatemala

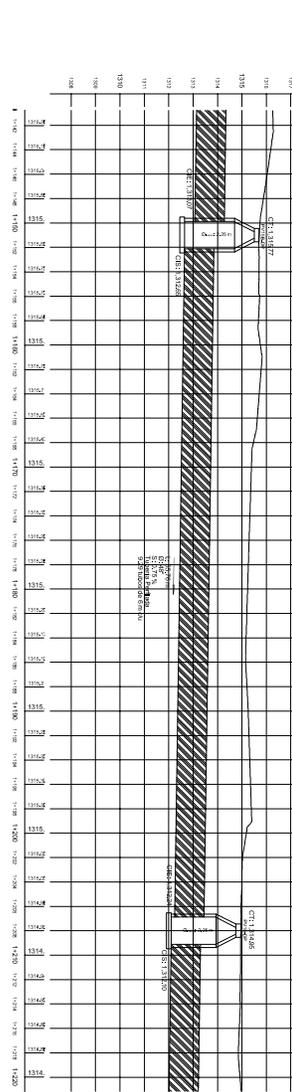
PROYECTO: Proyecto de saneamiento básico de la zona 5, abastecido por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayán del Valle Amalá - Mila Nueva, Guatemala

PROYECTO: Proyecto de saneamiento básico de la zona 5, abastecido por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayán del Valle Amalá - Mila Nueva, Guatemala

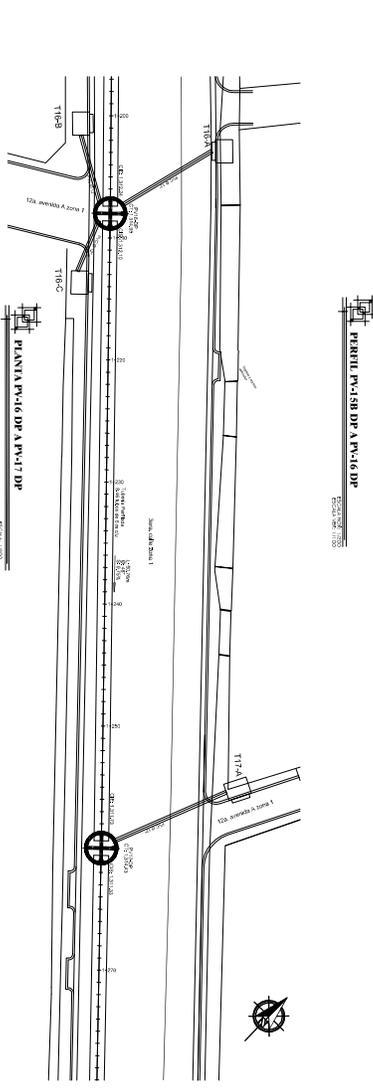




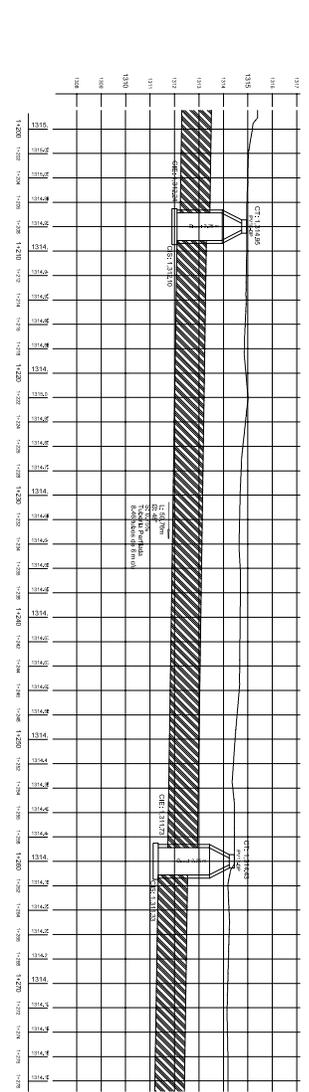
PLANTA PW-185 DP A PW-16 DP  
ESCALA: 1:2000



PERFIL PW-185 DP A PW-16 DP  
ESCALA: 1:2000



PLANTA PW-16 DP A PW-17 DP  
ESCALA: 1:2000



PERFIL PW-16 DP A PW-17 DP  
ESCALA: 1:2000

**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12" A 72":**

TUBERIA DE 672 A 696" CON BANDA ESTRUCTURAL DE PVC, CON PARED INTERIOR LISA Y EXTERIOR CON RIGIDIZADORES EN FORMA DE TEE

- TUBERIA DE 672 REFORZADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACOERO GALVANIZADO.

- NORMATIVA: DIN 19881-1, DIN 1988-2, UNE 83331, DIN 19886, BS 2782, ASTM D-1784, ASTM F794, ISO: 12101-1192



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

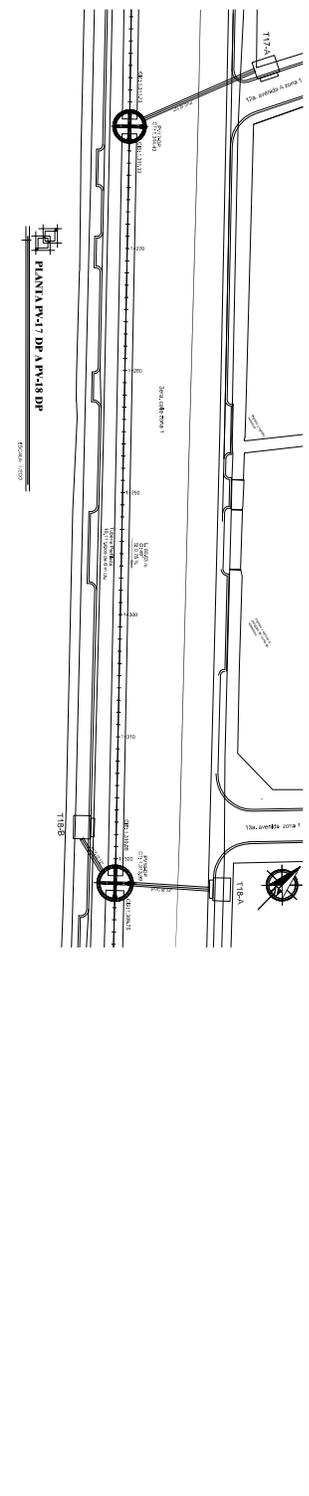
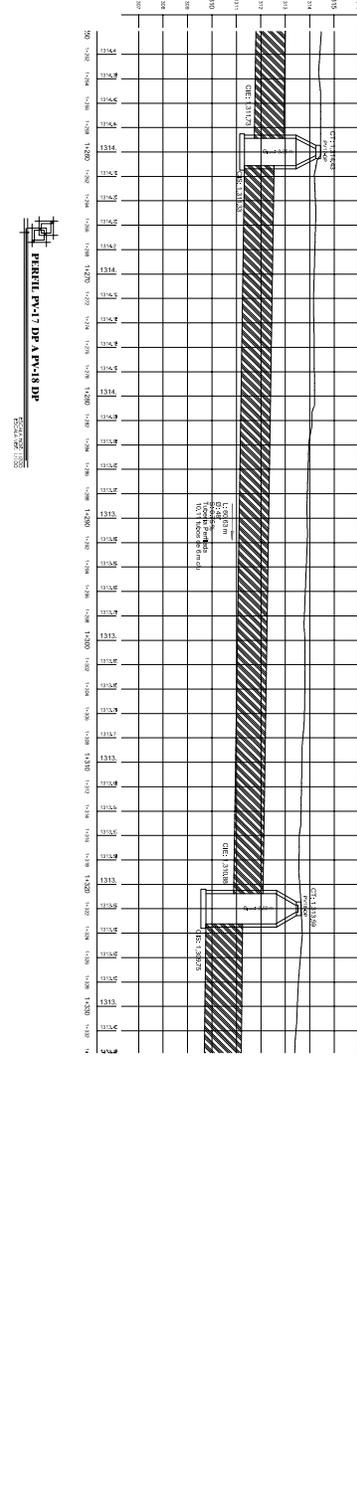
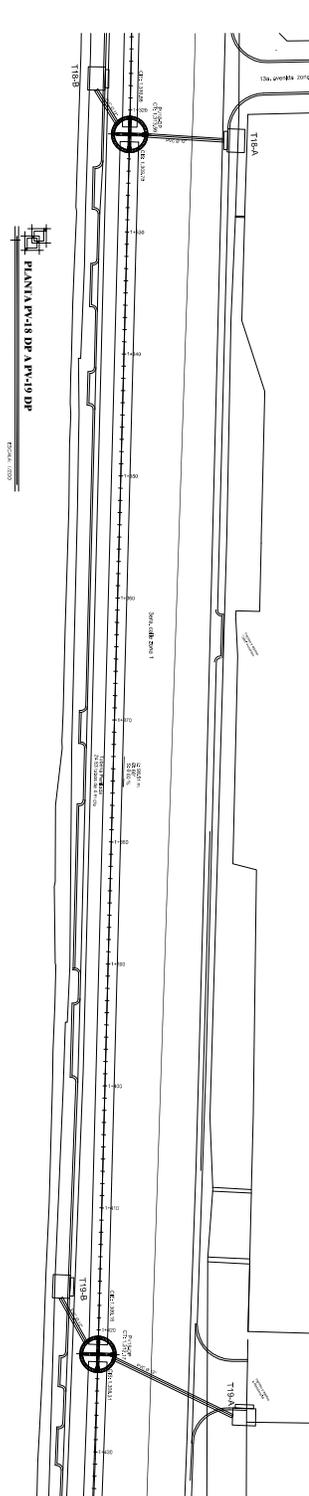
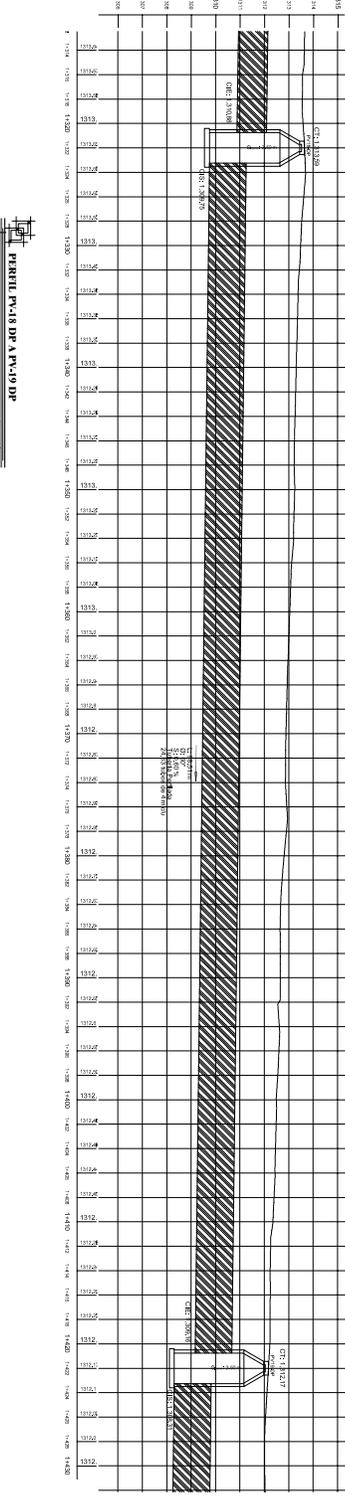
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A MAYAN DRIFT VIA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA



**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12" A 24"**

-TUBERIA DE 07" A 08" CON BANDA ESTRUCTURAL DE PVC, CON PARED INTERIOR LISA Y EXTERIOR CON RIGIDIZADORES EN FORMA DE TEE

-TUBERIA DE 07" NEGRO/ROJA / AZUL EN TEE EN FORMA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO.

-NORMATIVA: DIN 6981-1, DIN 1986-2, UNE 53331, DIN 19366, BS 2002, ASTM D-1704, ASTM F794, ISO, EN 121, 1192



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA EN CIVIL

Diseño de sistema de alcantarillado pluvial de la zona, calle desde la 4ta. avenida zona 1 hasta la 8a. avenida zona 5, desaguando por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayán desde vía Amulán - Mila Nueva, Guatemala

PROYECTO: Calle de la 4ta Avenida de la Zona 1 hasta la 16 Avenida de la Zona 4

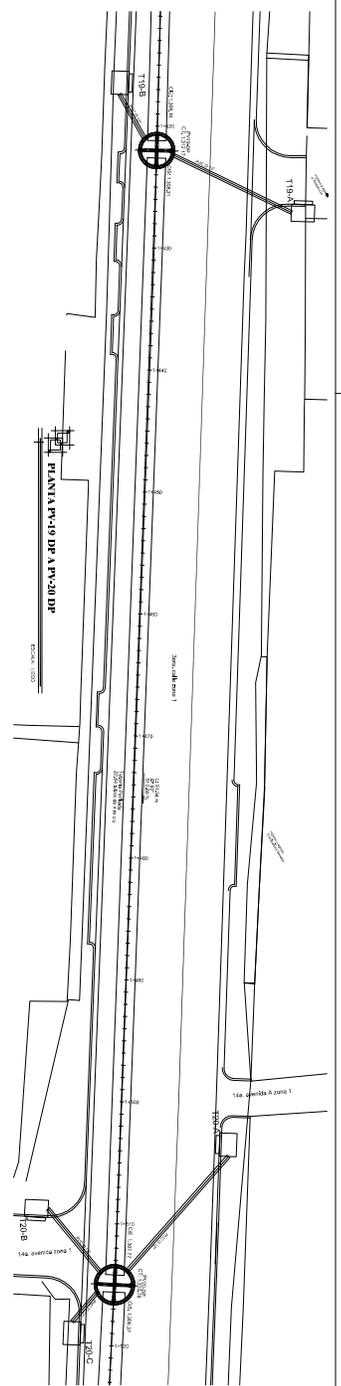
PROYECTO: PLANTA + PERFIL EST 1 + 260.00 A EST 1 + 422.00 EJE 3ERA CALLE ZONA 1

FECHA: 01 y 04

INDICADA

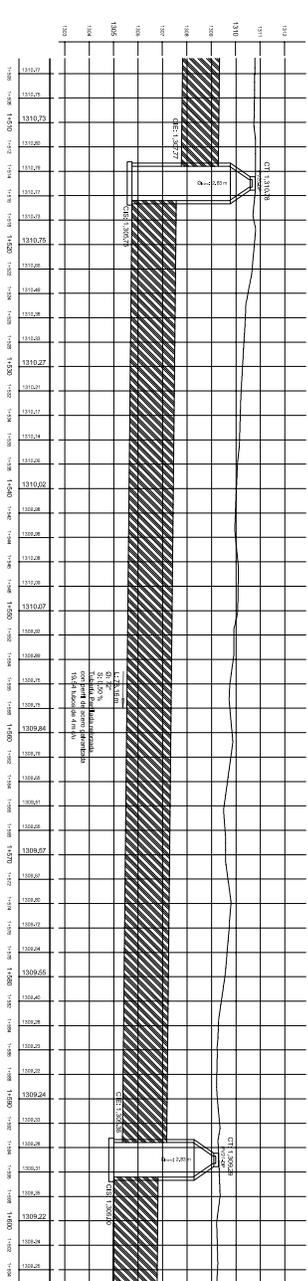
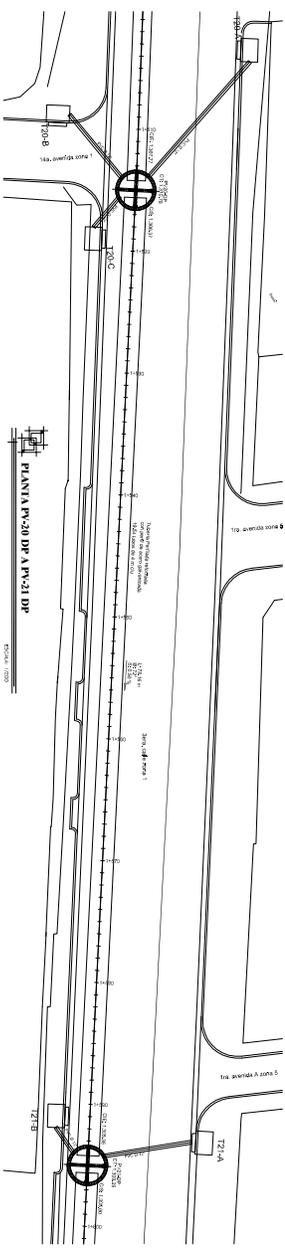
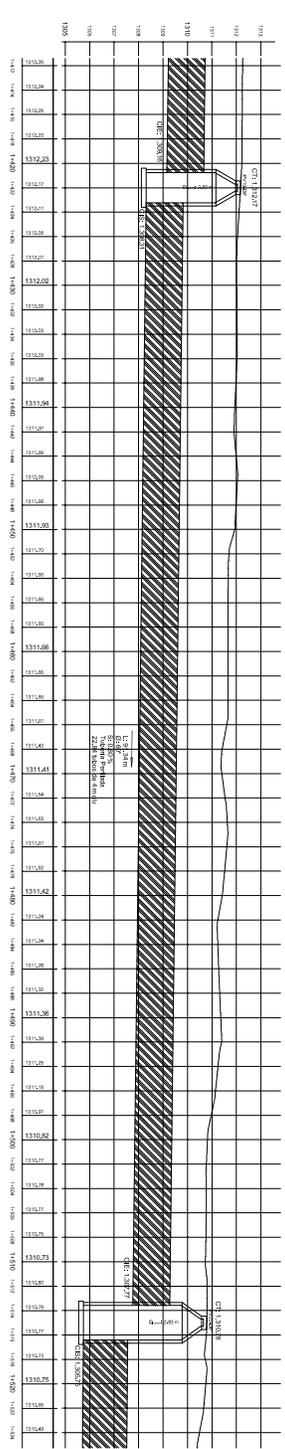
Ing. Angel Roberto Sic Gomez  
ayr@ccq.com.gt

09  
22  
CAQC



**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12" A 22":**

- TUBERIA DE 07" A 08" CON BANDA ESTRUCTURAL DE PVC, EXTERIOR CON RIBIZACIONES EN FORMA DE TEE
- TUBERIA DE 07" REFORZADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO.
- NORMATIVA: DIN 16881-1, DIN 16882-2, UNE 53331, DIN 19566, BS 2782, ASTM D-1784, ASTM F794, ISO-1210-1192



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA EN OBRAS CIVILES

DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCION HIDRAULICA DE LA ZONA 5, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 7 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDE PASADIZO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A NAYAN CH'UT VÍA ANASTASIO - MIA NUEVA, GUATEMALA

PROYECTO: Sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico para la zona 5 de Guatemala.

PROYECTO: Sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico para la zona 5 de Guatemala.

PROYECTO: Calle de la 5ta Avenida de la Zona 1 hasta la 10 Avenida de la Zona 4

PLANTA + PERFIL EST 1 + 42200 A EST 1 + 49500 EJE 3ERA CALLE ZONA 1

INDICADA

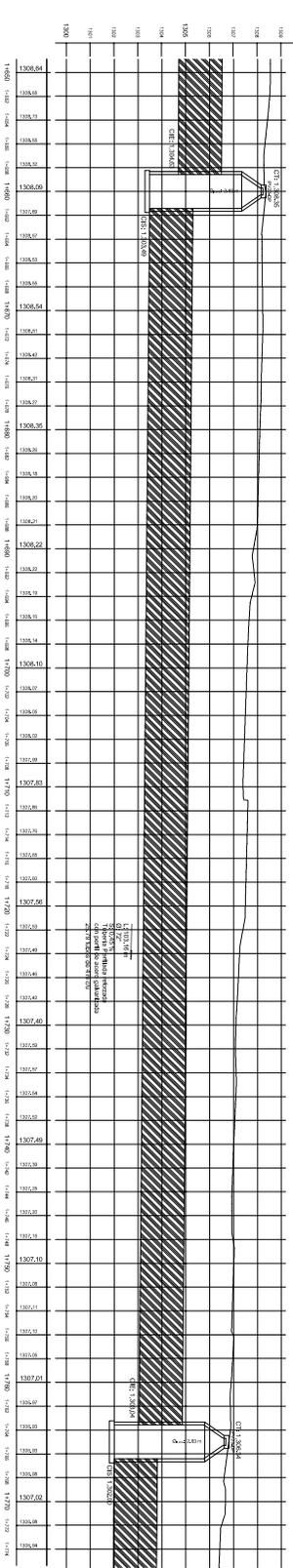
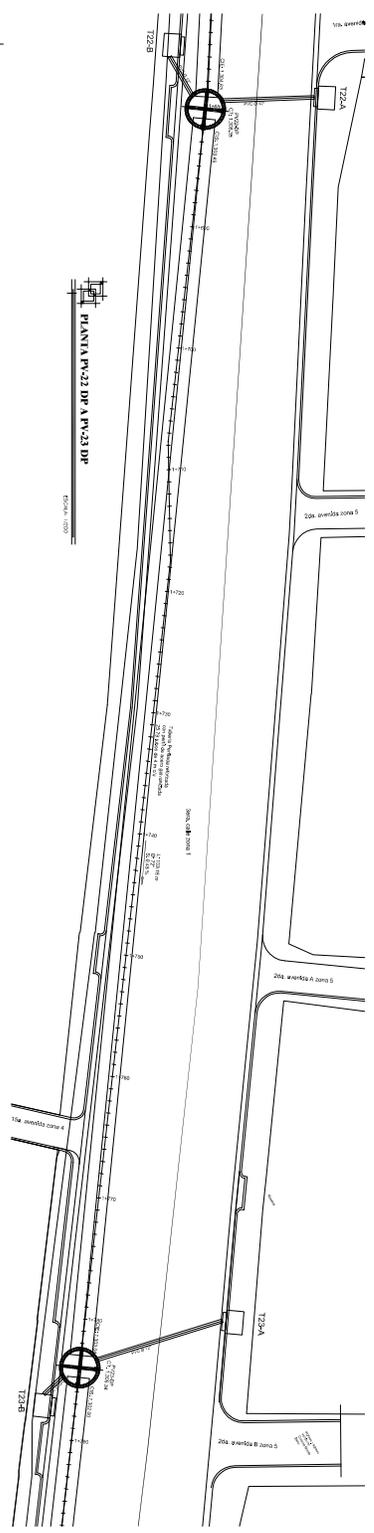
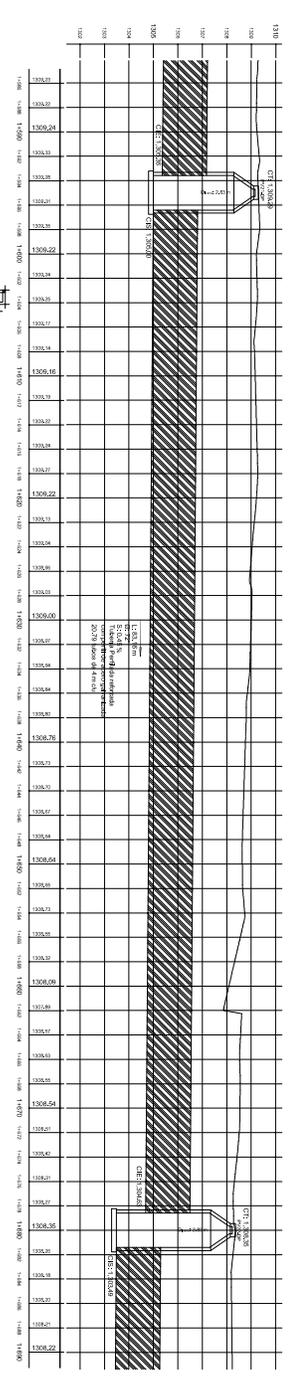
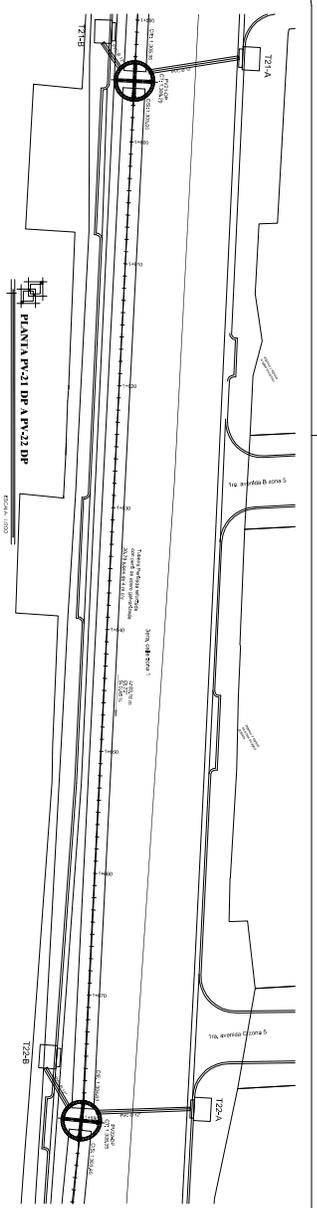
01 + 04

Ing. Angel Roberto Sic Guevas  
PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL

FECHA: JUL/013

NO: 10

CAQC: 22



**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12" A 24":**

- TUBERIA DE 12" A 24" CON BANDA ESTRUCTURAL DE PVC, EXTERIOR CON RIBIZACIONES EN FORMA DE TEE
- TUBERIA DE 12" REFORZADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO.
- NORMATIVA: DIN 16881-1, DIN 16882-2, UNE 53331, DIN 19566, BS 2782, ASTM D-1784, ASTM F794, ISO: 1210: 1192



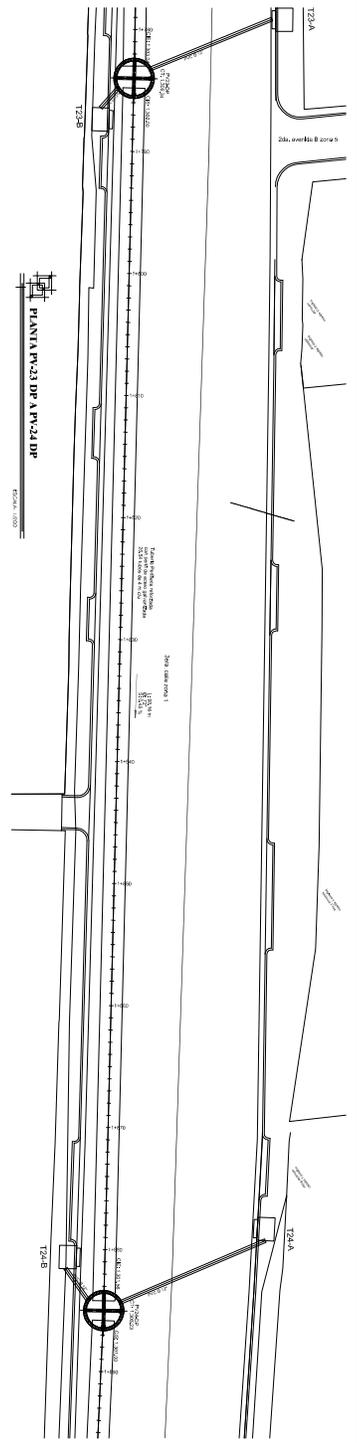
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 CARRERA DE INGENIERIA EN OBRAS DE ACERCA  
 DISEÑO DE SISTEMA DE ACERCAAMIENTO PERIFERICO DE LA ZONA 1, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDE LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA 4 HASTA 5ta AVENIDA ZONA 1, MUNICIPIO DE SAN CARLOS, GUATEMALA

PROYECTO: EJE TERZA CALLE ZONA 1  
 PLAN: PLANTA + PERIFIL  
 EST: 1 + 595.00 A EST 1 + 785.00

INDICADA  
 01 y 04

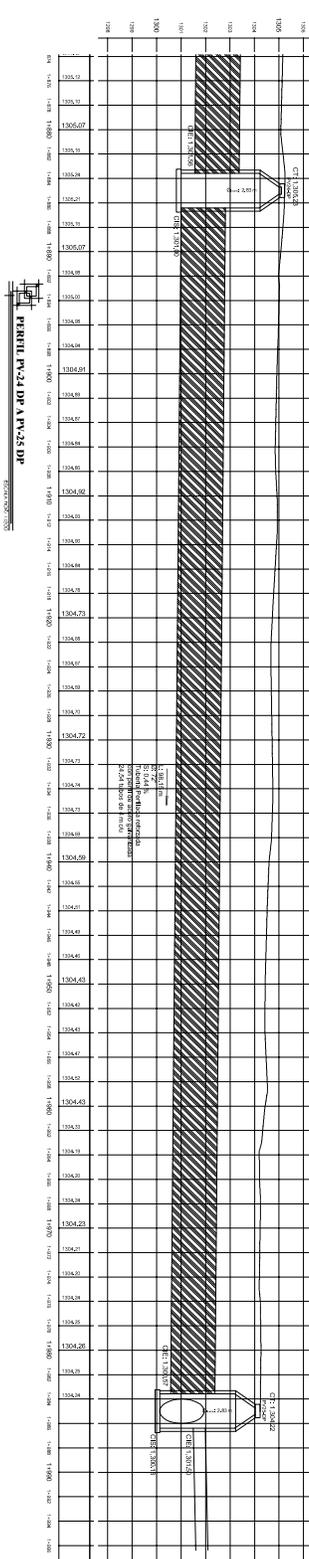
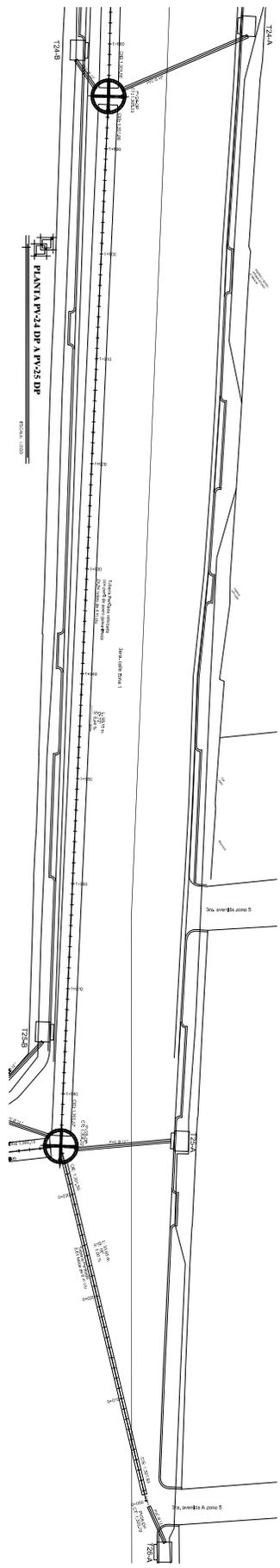
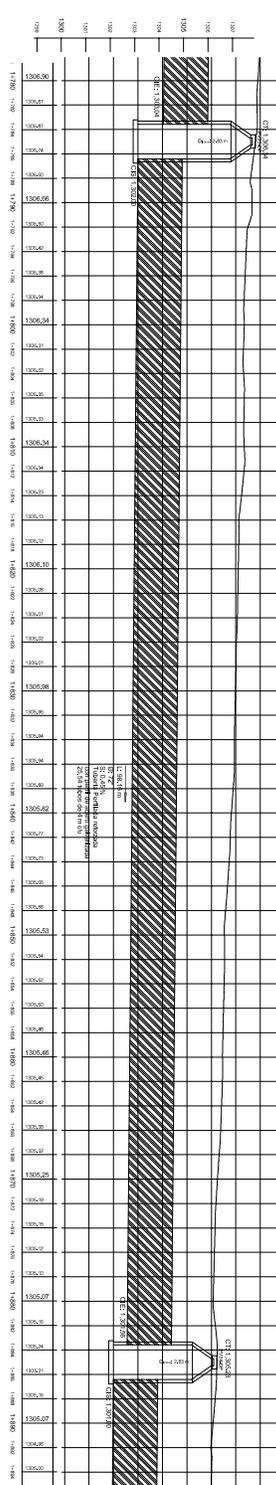
Ing. Angel Roberto Sic Gomez  
 2019/04/24

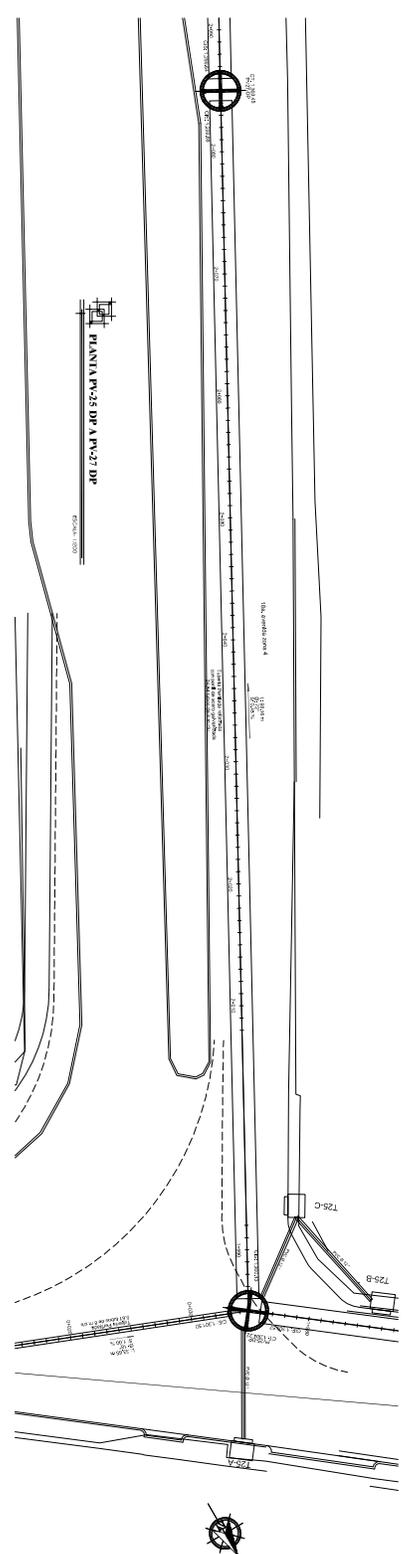
FECHA	NO.
JUL/013	11
CAOC	22



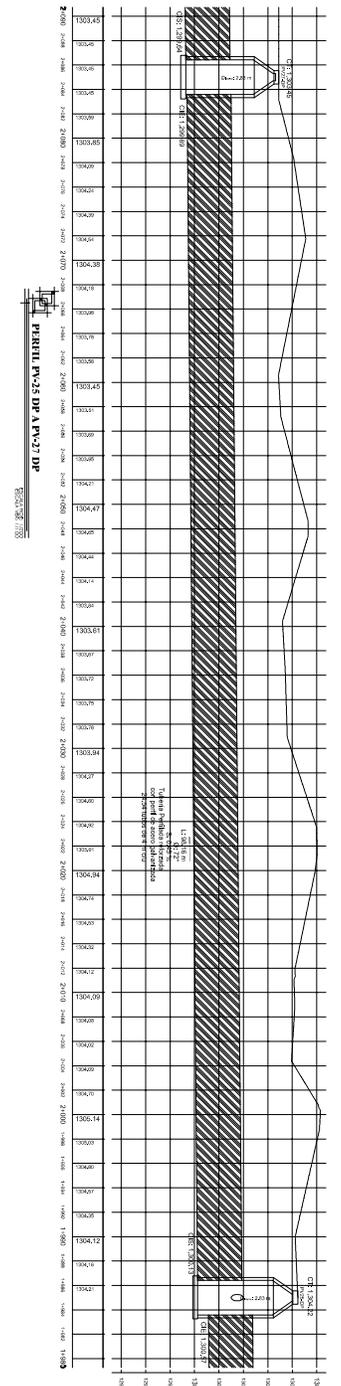
**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12" A 72":**

- TUBERIA DE 607 A 907 CON BANDA ESTRUCTURAL DE PVC, EXTERIOR CON RIBORIZACIONES EN FORMA DE TEE
- TUBERIA DE 917 REFORZADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO.
- NORMATIVA: DIN 16981-1, DIN 16982-2, UNE 53331, DIN 16966, BS 2782, ASTM D-1784, ASTM F794, ISO-1210-1/192

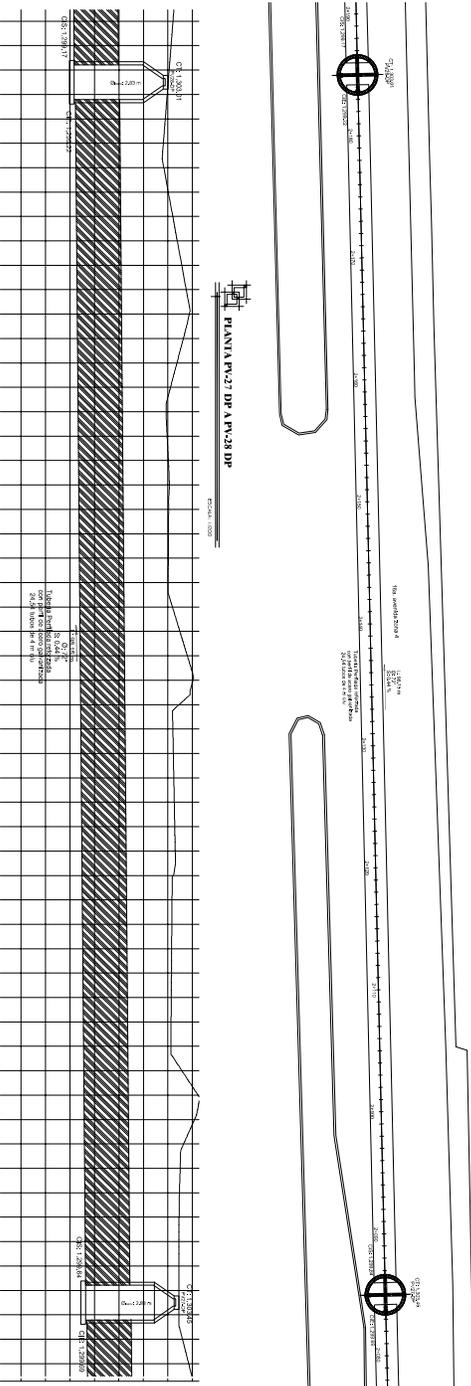




PLANTA PV-26 DP A PV-27 DP



PERFIL PV-26 DP A PV-27 DP



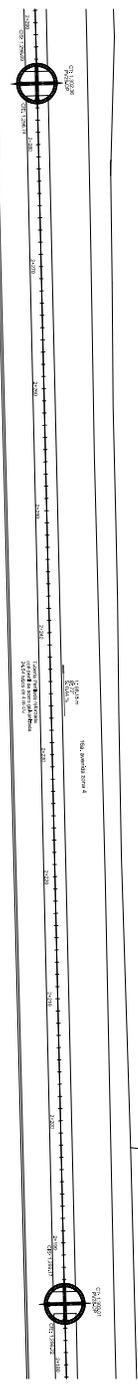
PLANTA PV-27 DP A PV-28 DP



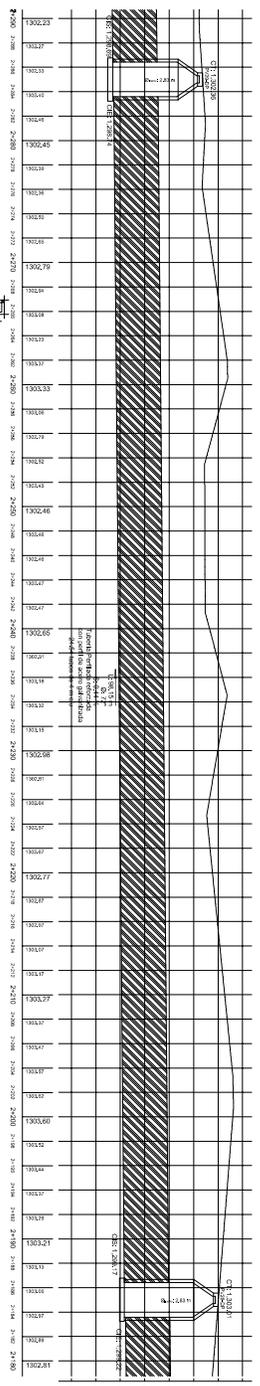
PERFIL PV-27 DP A PV-28 DP

**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12' A 72':**

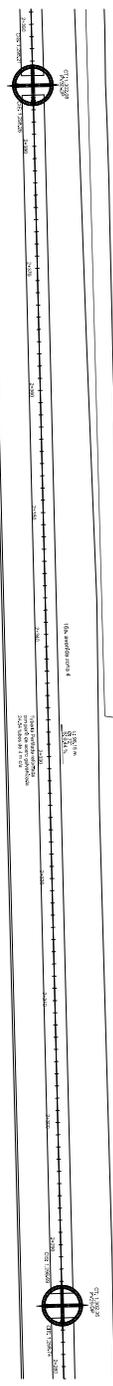
- TUBERIA DE 072' A 800' CON BANDA ESTRUCTURAL DE PVC, CON PARED INTERIOR USA Y EXTERIOR CON REINFORZOS EN FORMA DE EE.
- TUBERIA DE 072' PERFORADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO.
- NORMAS: DIN 1689-1, DIN 1686-2, UNE 33331, DIN 16866, BS 2782, ASTM D-1784, ASTM F794, ISO: 2700: 1992



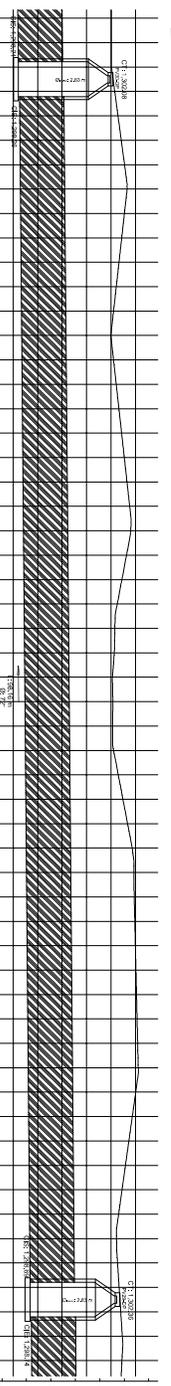
PLANTIA PV-28 DP A PV-29 DP



PERFIL PV-28 DP A PV-29 DP



PLANTIA PV-29 DP A PV-30 DP



PERFIL PV-29 DP A PV-30 DP

**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12" A 72":**

TUBERIA DE 6072 A 6098 CON BARRAS ESTRIADAS EN AC CON PARED INTERIOR LISA Y EXTERIOR CON RIGIDIZADORES EN FORMA DE TEE

TUBERIA DE 6072 REFORZADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO.

-NORMATIVA: DIN 1686-1, DIN 1686-2, LUNE 53331, DIN 15955, BS 2782, ASTM D-1784, ASTM F794, ISO-1210-1/92



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERAS DE INGENIERIA CIVIL Y DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE COMPUTACION

Diseño de sistema de alcantarillado pluvial de la zona, calle desde la 4ta. avenida zona 1 hasta la 8a. avenida zona 5, desdoblado por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayen CR-16 vía Amulán - Mila Nueva, Guatemala

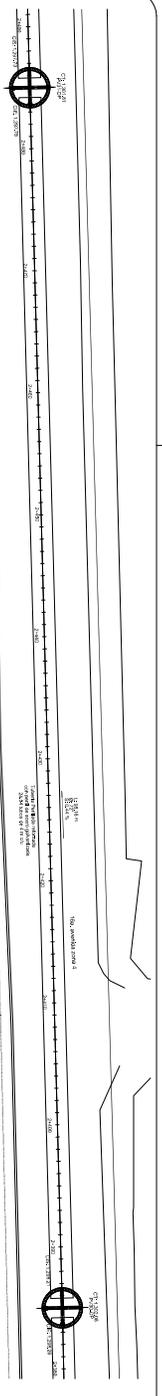
PROYECTO: Proyecto de alcantarillado pluvial de la zona, calle desde la 4ta. avenida zona 1 hasta la 8a. avenida zona 5, desdoblado por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayen CR-16 vía Amulán - Mila Nueva, Guatemala

PLANTA + PERFIL  
EST 2 + 385.00 A EST 2 + 385.00  
EJE 16 AVENIDA ZONA 4

INDICADA  
01 y 04

Ing. Angel Roberto Sic Guesas  
PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL

FECHA	NO.
JULI/013	14
PROYECTO	NO.
CAQC	22

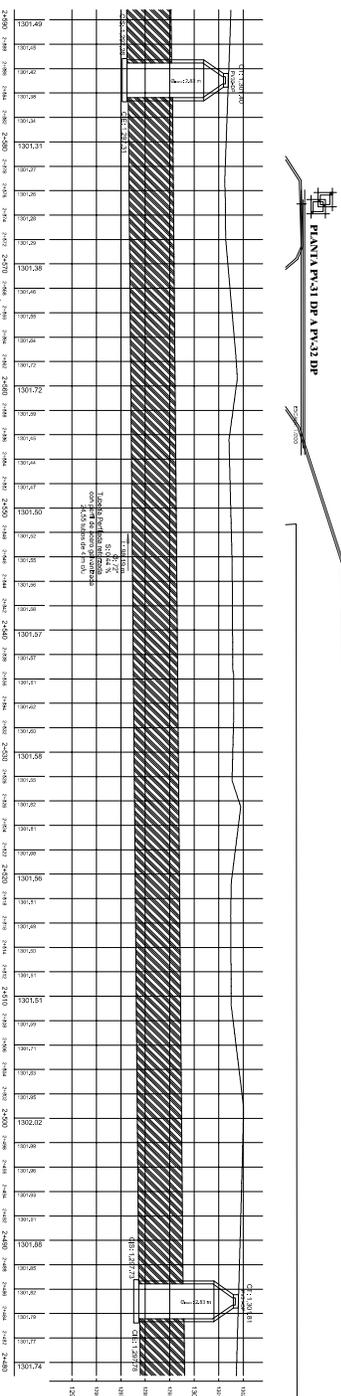
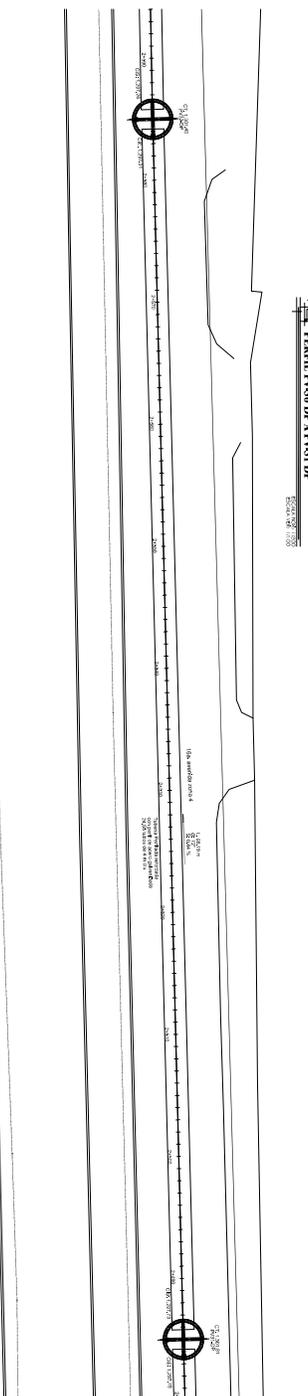
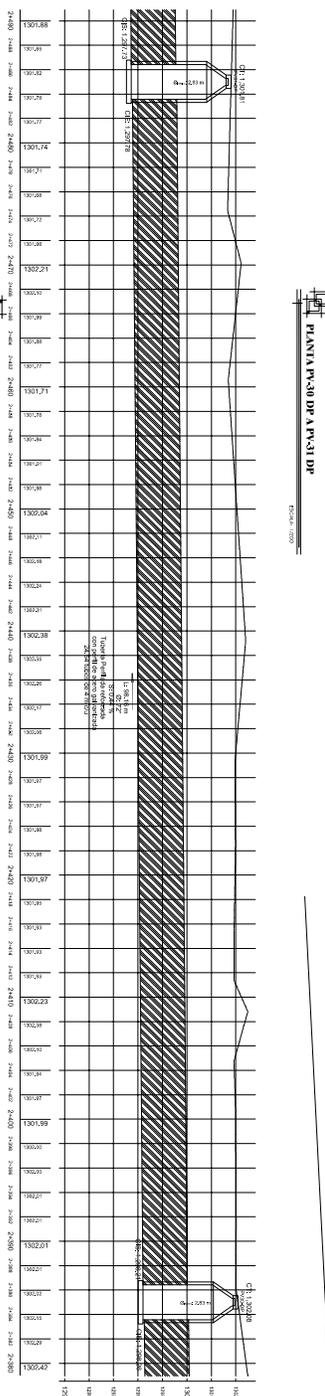


**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12" A 72":**

TUBERIA DE 912" A 900" CON BAIN ESTUCCADO EN PVC CON PARED INTERIOR LISA Y EXTERIOR CON RIGIDIZADORES EN FORMA DE TEE.

TUBERIA DE 912" REFORZADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO.

-NORMATIVA: DIN 1686-1, DIN 1686-2, UNE 53331, DIN 15955, BS 2792, ASTM D-1784, ASTM F794, ISO: 1210-1/92



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Proyecto: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLURAL DE LA ZONA 4, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A NAYAN CH'UT VIO JUMILCAJ - MIA HUACA, GUATEMALA

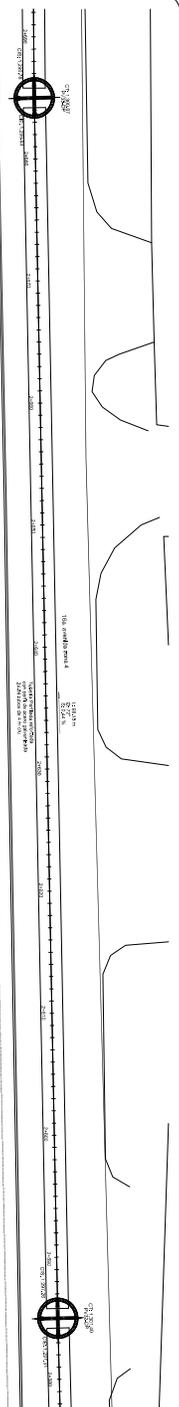
Proyecto: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLURAL DE LA ZONA 4, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDEGANDO POR LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A NAYAN CH'UT VIO JUMILCAJ - MIA HUACA, GUATEMALA

INDICADA  
EST 2 + 385.00 A EST 2 + 885.00  
EJE 16 AVENIDA ZONA 4

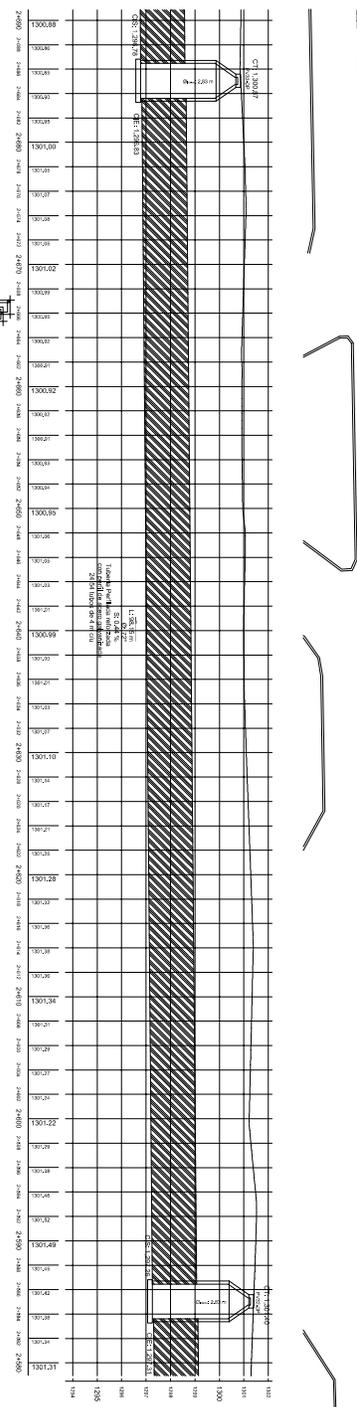
INDICADA  
01 y 04

Ing. Angel Roberto Sic Gomez  
ayr@ucg.edu.gt

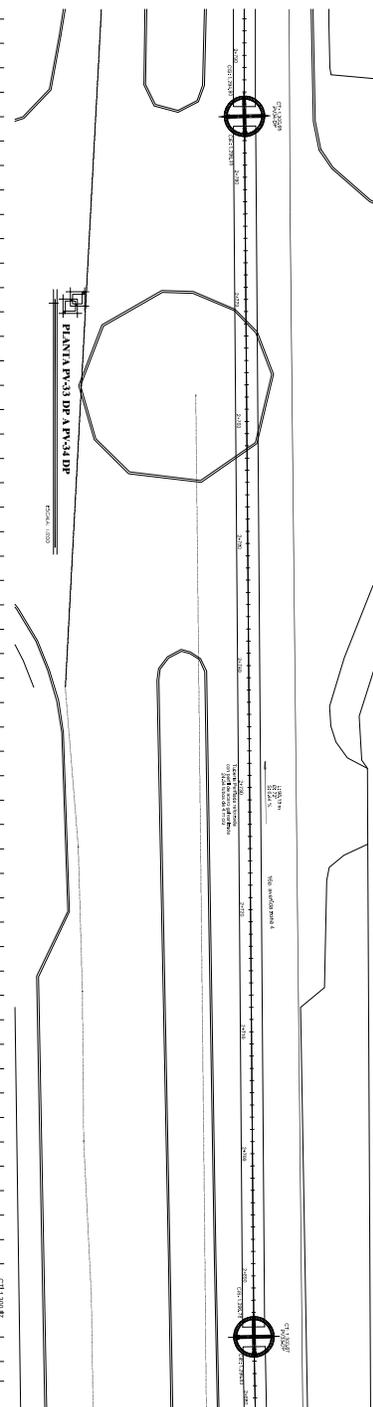
FECHA	NO.
JULI/013	15
CAQC	22



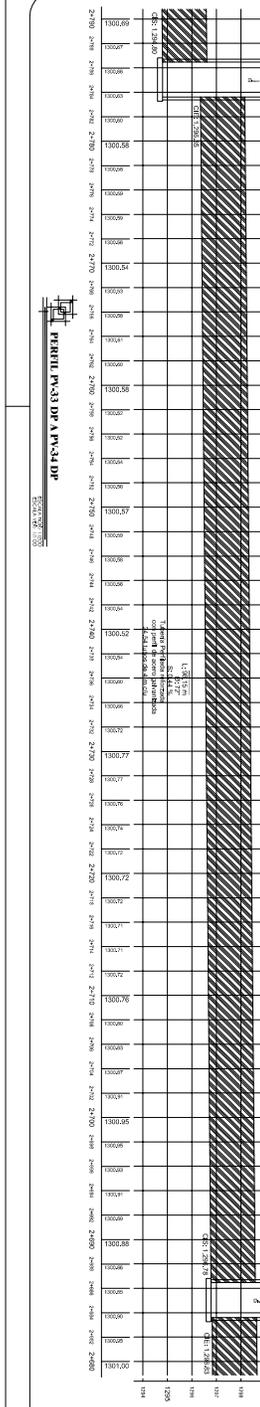
PLANTA PV-32 DP A PV-33 DP  
ESCALA: 1:500



PERFIL PV-32 DP A PV-33 DP  
ESCALA: 1:500



PLANTA PV-33 DP A PV-34 DP  
ESCALA: 1:500



PERFIL PV-33 DP A PV-34 DP  
ESCALA: 1:500

**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12" A 72":**  
 TUBERIA DE 607 A 608 CON BARRAS ESTRIADAS EN C CON PARED INTERIOR LISA Y EXTERIOR CON RIGIDIZADORES EN FORMA DE TEE  
 TUBERIA DE 607 REFORZADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO.  
 -NORMATIVA: DIN 1686-1, DIN 1686-2, LUNE 53331, DIN 15965, BS 2782, ASTM D-1784, ASTM F794, ISO: 1210-1/92



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 CARRERAS DE INGENIERIA CIVIL Y DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE COMPUTACION  
 DISEÑO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA URBANA DE LA ZONA 4, CALLE DESDE LA 4ta. AVENIDA ZONA 1 HASTA LA 5ta. AVENIDA ZONA 5, DESDE LA 16 AVENIDA ZONA 4, CARRERA A NAYAN CH'UT-UT JUMIL-BAJ, MUNICIPIO DE SAN CARLOS, GUATEMALA

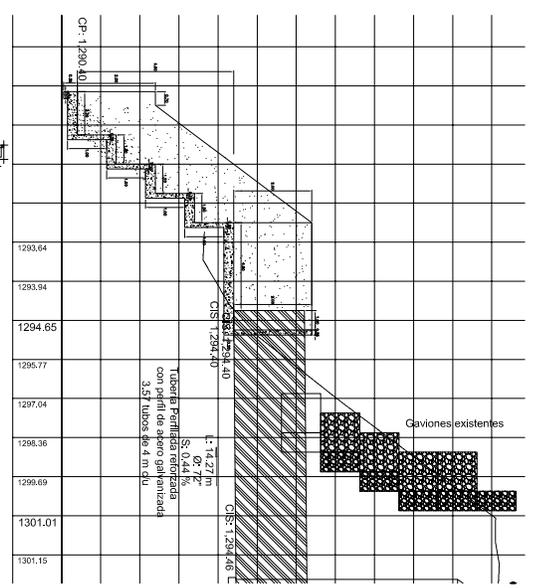
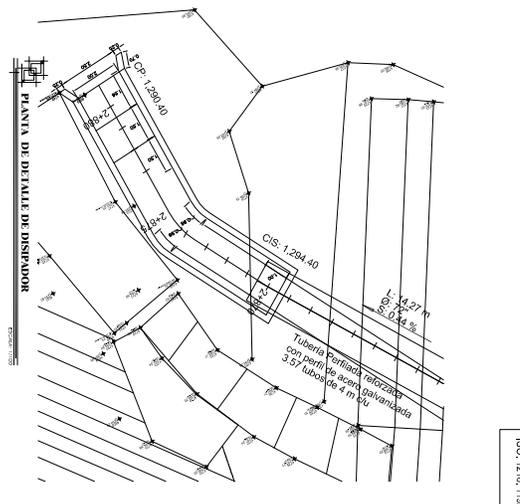
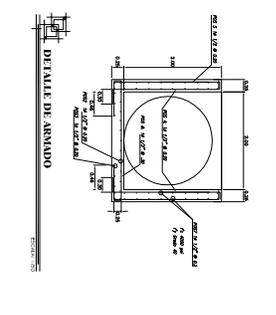
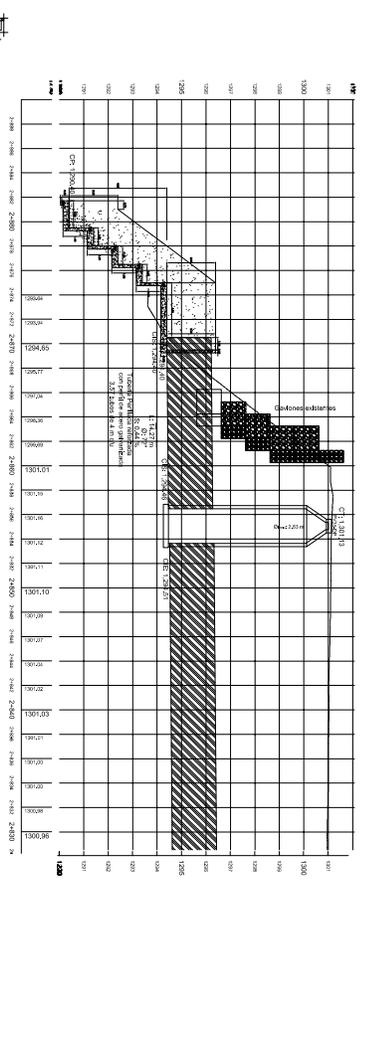
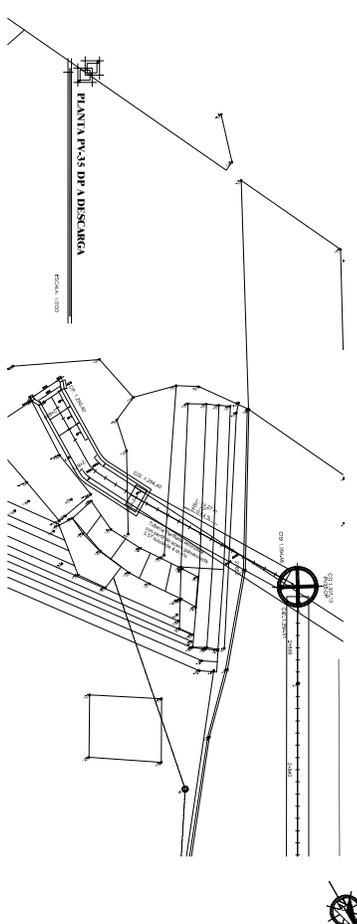
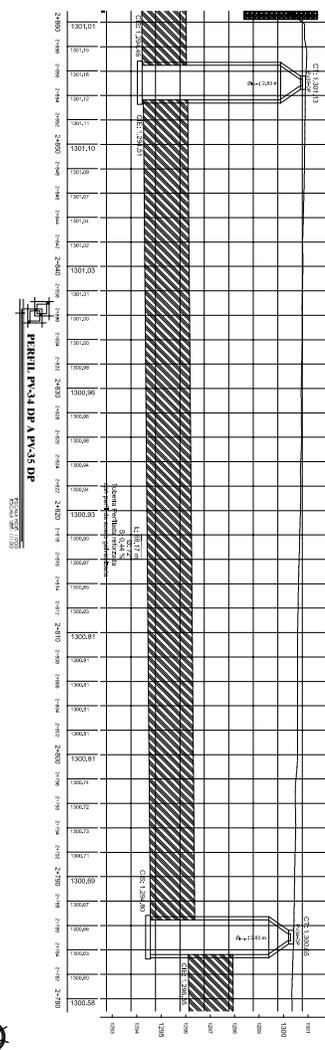
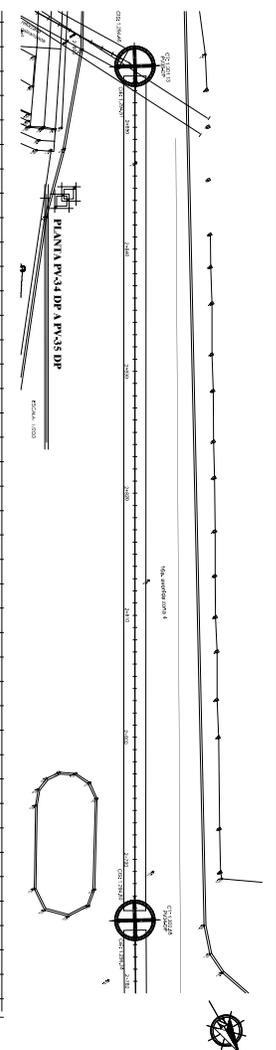
PROYECTO: Plan de Mejoramiento Urbano para la zona 4 de Guatemala.  
 FECHA: 01 de Mayo del 2010.  
 ESCALA: 1:500

PLANTA + PERFIL  
 EST 2 + 585.00 A EST 2 + 785.00  
 REE 16 AVENIDA ZONA 4

INDICADA  
 01 y 04

Ing. Angel Roberto Sic Gomez  
 INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL

NO. 16  
 JUL/013  
 NO. 22  
 CAQC



**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12" A 72":**

TUBERIA DE 072" A 080" CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA DE PARED INTERIOR USA Y EXTENSION CON RIGIDIZADORES EN FORMA DE TEE

TUBERIA DE 072" REFORZADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO.

-NORMATIVA: DIN 6681-1, DIN 6681-2, UNE 6333-1, DIN 19566, BS 2792, ASTM D-1784, ASTM F794, ISO-1210: 1192

PERFIL PV35 DP A DISCARGA

PLANTA PV35 DP A DISCARGA

PERFIL PV34 DP A PV35 DP

PLANTA PV34 DP A PV35 DP

ELEVACION DE DETALLE DE DISIPADOR

PLANTA DE DETALLE DE DISIPADOR



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERAS DE INGENIERIA CIVIL Y DE AGUAS

01/2019/01  
Diseño de sistema de alcantarillado ambiental de la zona 4, calle desde la 4ta. avenida zona 1 hasta la 8a. avenida zona 5, desaguando por la 16 avenida zona 4, carretera a Nayen CR16 en Amulhán - Mita Nueva, Guatemala

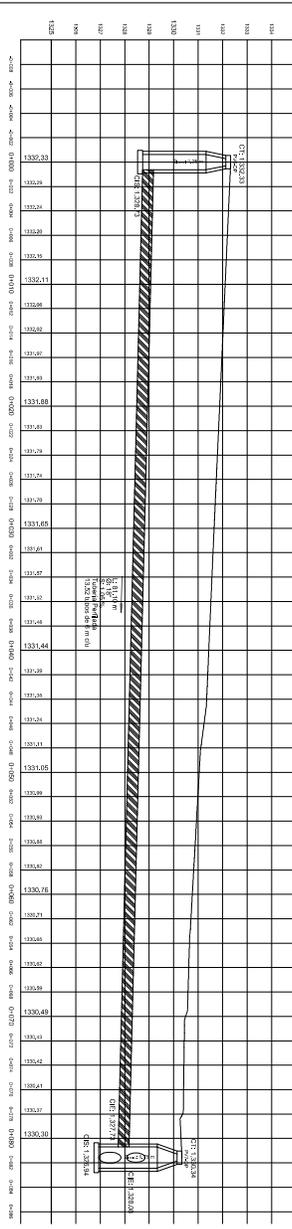
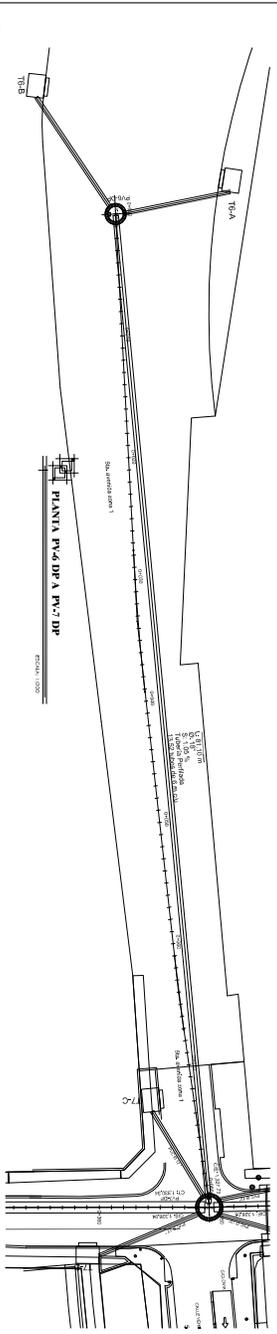
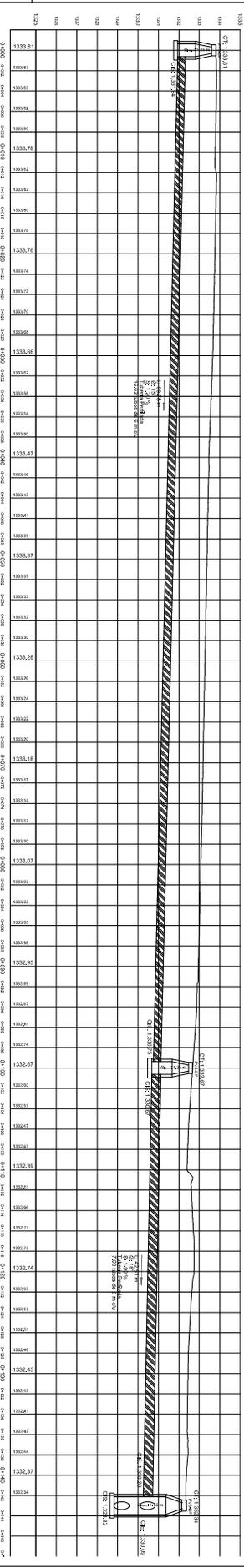
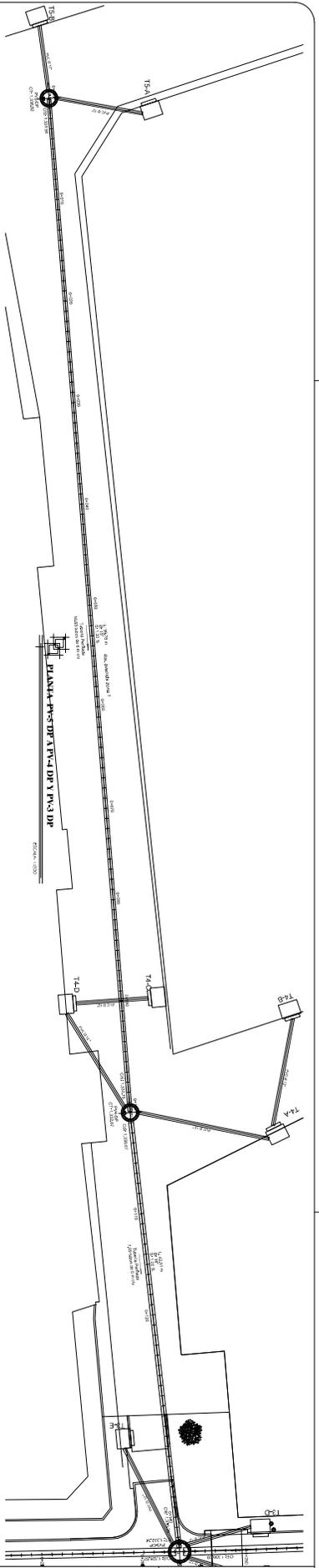
01/2019/01  
Ing. Angel Roberto Sica Guevas  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL Y DE AGUAS

01/2019/01  
Ing. Angel Roberto Sica Guevas  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL Y DE AGUAS

INDICADA  
01 y 04

Ing. Angel Roberto Sica Guevas  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL Y DE AGUAS

17  
22



**ESPECIFICACIONES DE TUBERIA DE 12" A 72".**

-TUBERIA DE Ø12" A Ø60" CON BANDA ESTRUCTURAL DE PVC, CON PARED INTERIOR LISA Y EXTERIOR CON RIGIDIZADORES EN FORMA DE TEE

-TUBERIA DE Ø72" REFORZADA ADICIONALMENTE CON BANDA ESTRUCTURAL EN FORMA HELICOIDAL DE ACERO GALVANIZADO.

-NORMATIVA: DIN 16861-1, DIN 1686-2, UNE 53331, DIN 19566, BS 2782, ASTM D-1784, ASTM F794, ISO-1210, 1192



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA EN OBRAS DE SANEAMIENTO

PROYECTO: Proyecto de saneamiento de la zona 4, calle desde la 4ta. avenida zona 1 hasta la 5ta. avenida zona 4, carretera a Nayen del 4to. Anillo - 1da. Av. Guatemala

PROYECTO: PLANTA + PERFIL EJE 4TA AVENIDA ZONA 1 EJE 5TA AVENIDA ZONA 1

INDICADA

01 y 04

Ing. Angel Roberto Sic Guevas  
ayr@ccacq.com.gt

PROYECTO: Proyecto de saneamiento de la zona 4, calle desde la 4ta. avenida zona 1 hasta la 5ta. avenida zona 4, carretera a Nayen del 4to. Anillo - 1da. Av. Guatemala

PROYECTO: PLANTA + PERFIL EJE 4TA AVENIDA ZONA 1 EJE 5TA AVENIDA ZONA 1

INDICADA

01 y 04

Ing. Angel Roberto Sic Guevas  
ayr@ccacq.com.gt

PROYECTO: Proyecto de saneamiento de la zona 4, calle desde la 4ta. avenida zona 1 hasta la 5ta. avenida zona 4, carretera a Nayen del 4to. Anillo - 1da. Av. Guatemala

PROYECTO: PLANTA + PERFIL EJE 4TA AVENIDA ZONA 1 EJE 5TA AVENIDA ZONA 1

INDICADA

01 y 04

Ing. Angel Roberto Sic Guevas  
ayr@ccacq.com.gt

PROYECTO: Proyecto de saneamiento de la zona 4, calle desde la 4ta. avenida zona 1 hasta la 5ta. avenida zona 4, carretera a Nayen del 4to. Anillo - 1da. Av. Guatemala

PROYECTO: PLANTA + PERFIL EJE 4TA AVENIDA ZONA 1 EJE 5TA AVENIDA ZONA 1

INDICADA

01 y 04

Ing. Angel Roberto Sic Guevas  
ayr@ccacq.com.gt











**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACREDITADA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO DEL PROYECTO POR CONTRATACIÓN**

Diseño del sistema de alcantarillado pluvial de la 3era. Calle, desde la 4ta. Avenida  
**IDENTIFICACIÓN PROYECTO:** zona 1 hasta la 5ta. Avenida zona 5, desfogando por la 16 avenida zona 4, carretera  
 a Mayan Golf vía Amatitlán, Villa Nueva, Guatemala

**UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN** 3era. calle de la 4ta. avenida de la zona 1, hasta a la 16 avenida de la zona 4 Villa Nueva  
**NOMBRE DE SOLICITANTE:** Municipalidad de Villa Nueva **No. Proyecto:** \_\_\_\_\_  
**ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:** 551,716.78 m<sup>2</sup> **Longitud:** 2,881.00 m **FECHA:** JUL-2013

No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLON
<b>A. CONDUCCION</b>					
<b>0.00 PRELIMINARES</b>					
0.01	Replanteo topográfico -planimetría y altimetría- (incluye cuadrilla de topografía, calculista y dibujante)	metro	1985.00	Q4.45	Q8,833.25
0.02	Demolición de pavimento flexible existente (incluye corte, demolición, retiro y acarreo)	metro <sup>2</sup>	4334.31	Q50.29	Q217,972.45
0.03	Restitución del Asfalto espesor 0.06 m (Mezcla asfáltica en caliente)	metro <sup>2</sup>	4334.31	Q176.05	Q763,055.28
<b>1.00 CAPTACIÓN</b>					
1.01	Construcción de Tragante Tipo R ( $e_{\text{piso}}=0.30$ m + No.4 @ 0.15 m ambos sentidos, $e_{\text{pared}}=0.20$ m + No.4 @ 0.25 m y @ 0.30 m, $e_{\text{losa}}=0.20$ m + No.4 @ 0.20 + No.5 @ 0.15 m, f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> y fy Grado 40)	unidad	81.00	Q11,603.81	Q939,908.61
1.02	Tubería PVC Ø12" Tubo PVC Perfilada $H_{\text{promedio}}=1.50$ m (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	metro	687.28	Q219.09	Q150,576.18
<b>2.00 TUBERÍA CONDUCCIÓN</b>					
2.01	Tubería PVC Perfilada Ø15" $H_{\text{promedio}}=2.13$ m (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	metro	99.78	Q473.59	Q47,254.81
2.02	Tubería PVC Perfilada Ø18" $H_{\text{promedio}}=2.81$ m (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	metro	212.69	Q712.78	Q151,601.18
2.03	Tubería PVC Perfilada Ø30" $H_{\text{promedio}}=2.53$ m (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	metro	188.51	Q1,336.47	Q251,937.96
2.04	Tubería PVC Perfilada Ø36" $H_{\text{promedio}}=2.34$ m (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	metro	295.92	Q1,654.70	Q489,658.82
2.05	Tubería PVC Perfilada Ø42" $H_{\text{promedio}}=3.33$ m (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	metro	378.72	Q2,850.41	Q1,079,507.28
2.06	Tubería PVC Perfilada Ø48" $H_{\text{promedio}}=3.15$ m (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	metro	283.67	Q3,734.92	Q1,059,484.76
2.07	Tubería PVC Perfilada Ø60" $H_{\text{promedio}}=3.64$ m (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con suelo cemento 3% y material selecto)	metro	189.85	Q4,965.75	Q942,747.64
2.08	Tubería PVC Perfilada reforzada con perfil de acero galvanizada de Ø72" $H_{\text{promedio}}=3.46$ m (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con suelo cemento 3% y material selecto)	metro	460.79	Q8,841.47	Q4,074,060.96
<b>3.00 POZOS DE VISITA</b>					
3.01	Pozos de Visita Ø <sub>interno</sub> : 1.25 m, ( $H_{\text{promedio}}=2.73$ m, Ladrillo tay uyo de 0.23x0.11x0.05 m + brocal)	unidad	4.00	Q7,443.34	Q29,773.36
3.02	Pozos de Visita Ø <sub>interno</sub> : 1.75 m, ( $H_{\text{promedio}}=2.85$ m, Ladrillo tay uyo de 0.23x0.11x0.05 m + brocal)	unidad	5.00	Q11,027.78	Q55,138.90
3.03	Pozos de Visita Ø <sub>interno</sub> : 2.00 m, ( $H_{\text{promedio}}=3.82$ m, Ladrillo tay uyo de 0.23x0.11x0.05 m, reforzado con vigas 0.23x0.23 y columnas 0.23x0.28 m) f'c 3000 psi y fy	unidad	4.00	Q32,224.10	Q128,896.40



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACREDITADA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO DEL PROYECTO POR CONTRATACIÓN**

Diseño del sistema de alcantarillado pluvial de la 3era. Calle, desde la 4ta. Avenida  
**IDENTIFICACIÓN PROYECTO:** zona 1 hasta la 5ta. Avenida zona 5, desfogando por la 16 avenida zona 4, carretera  
 a Mayan Golf vía Amatitlán, Villa Nueva, Guatemala

**UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN** 3era. calle de la 4ta. avenida de la zona 1, hasta a la 16 avenida de la zona 4 Villa Nueva  
**NOMBRE DE SOLICITANTE:** Municipalidad de Villa Nueva **No. Proyecto:** \_\_\_\_\_  
**ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:** 551,716.78 m<sup>2</sup> **Longitud:** 2,881.00 m **FECHA:** JUL-2013

No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLON
3.04	Pozos de Visita Ø <sub>interno</sub> : 2.25 m, (H <sub>promedio</sub> : 3.06 m, Ladrillo tay uyo de 0.23x0.11x0.05 m, reforzado con vigas 0.23x0.23 y columnas 0.23x0.28 m) f'c 3000 psi y fy	unidad	6.00	Q28,024.59	Q168,147.54
3.05	Pozos de Visita Ø <sub>interno</sub> : 2.50 m, (H <sub>promedio</sub> : 3.85 m, Ladrillo tay uyo de 0.23x0.11x0.05 m, reforzado con vigas 0.23x0.23 y columnas 0.23x0.28 m) f'c 3000 psi y fy	unidad	2.00	Q41,477.91	Q82,955.82
3.06	Pozos de Visita Ø <sub>interno</sub> : 2.83 m, (H <sub>promedio</sub> : 4.56 m, Ladrillo tay uyo de 0.23x0.11x0.05 m, reforzado con vigas 0.23x0.23 y columnas 0.23x0.28 m) f'c 3000 psi y fy	unidad	5.00	Q52,406.55	Q262,032.75
<b>SUB TOTAL</b>					<b>Q10,903,543.95</b>
<b>B.</b>	<b>DESCARGA</b>				
<b>4.00</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
4.01	Replanteo topográfico -planimetría y altimetría- (incluye cuadrilla de topografía, calculista y dibujante)	metro	896.00	Q4.45	Q3,987.20
4.02	Demolición de pavimento flexible existente (incluye corte, demolición, retiro y acarreo)	metro <sup>2</sup>	2358.70	Q62.60	Q147,654.62
4.03	Restitución del Asfalto espesor 0.06 m (Mezcla asfáltica en caliente)	metro <sup>2</sup>	2358.70	Q176.05	Q415,249.14
4.04	Desmontaje muro de Gavión (incluye recuperación de material: gaviones y piedra)	metro <sup>3</sup>	88.00	Q223.28	Q19,648.64
4.05	Restitución muro de gavión (con material de recuperación, incluye Geotextil No Tejido en Polipropileno 203 gr /m <sup>2</sup> )	metro <sup>3</sup>	88.00	Q311.96	Q27,452.48
<b>5.00</b>	<b>TUBERÍA DESCARGA</b>				
5.01	Tubería PVC Ø72" Tubo PVC Perfilada reforzada con perfil de acero galvanizada H <sub>promedio</sub> = 4.42 m (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con suelo cemento 3% y material selecto)	metro	867.71	Q9,131.28	Q7,923,302.97
<b>6.00</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>				
6.01	Pozo de Visita Ø <sub>interno</sub> : 2.83 m, (H <sub>promedio</sub> : 4.41 m, Ladrillo tay uyo 0.23x0.11x0.05 m + brocal, reforzado con vigas 0.23x0.23 y columnas 0.23x0.28 m) f'c 3000 psi y fy	unidad	10.00	Q50,674.50	Q506,745.00
<b>7.00</b>	<b>CABEZAL DE DESCARGA</b>				
7.01	Disipador (pared 0.25 m, doble cama ref. horizontal No. 4 @ 0.25 m, ref. vertical No. 4 @ 0.20 m, piso 0.25 m ref. No. 4 @ 0.20 m en ambos sentidos, f'c 4000 psi y fy	metro	17.39	Q5,902.21	Q102,639.43
<b>SUB TOTAL</b>					<b>Q9,119,227.00</b>
<b>COSTO DEL PROYECTO</b>					<b>Q20,022,770.95</b>

**CÁLCULO, DISEÑO Y PRESUPUESTO:**  
 CARLOS ANTONIO QUIM CÁN

**En letras:** Veinte Millones Veintidós Mil Setecientos Setenta Quetzales Con 95/100 Centavos

Vo.Bo.

**CARLOS ANTONIO QUIM CÁN**  
 EPESISTA INGENIERÍA CIVIL  
 CARNÉ: 1997-12630

**ING. ÁNGEL ROBERT SIC GARCÍA**  
 ASESOR DE INGENIERÍA  
 E.P.S. INGENIERÍA CIVIL







**CRONOGRAMA DE EJECUION**

IDENTIFICACIÓN PROYECTO: Diseño del sistema de alcantarillado pluvial de la 3era. Calle, desde la 4ta. Avenida zona 1 hasta la 5ta. Avenida zona 5, desfogando por la 16 avenida zona 4, carretera a Mayan Golf vía Amatitlán, Villa Nueva, Guatemala

UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN: 3era. calle de la 4ta. avenida de la zona 1, hasta a la 16 avenida de la zona 4 Villa Nueva

NOMBRE DE SOLICITANTE: Municipalidad de Villa Nueva No. Proyecto: \_\_\_\_\_

ÁREA DE CONSTRUCCIÓN: 551,716.78 m2 Longitud: 2,881.00 m FECHA: JUL-2013

No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8							
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
6.01	Pozo de Visita Ø interno: 2.83 m, (H <sub>promedio</sub> : 4.41 m, Ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05 m + brocal, reforzado con vigas 0.23x0.23 y columnas 0.23x0.28 m) f'c 3000 psi y fy Grado 40	unidad	10.00																																				
7.00	<b>CABEZAL DE DESCARGA</b>																																						
7.01	Disipador (pared 0.25 m, doble cama ref. horizontal No. 4 @ 0.25 m, ref. vertical No. 4 @ 0.20 m, piso 0.25 m ref. No. 4 @ 0.20 m en ambos sentidos, f'c 4000 psi y fy Grado 40	metro	17.39																																				

\_\_\_\_\_  
**CARLOS ANTONIO QUIM CÁN**  
 EPESISTA INGENIERÍA CIVIL  
 CARNÉ: 1997-12630

Vo.Bo. \_\_\_\_\_  
**ING. ÁNGEL ROBERTSIC GARCÍA**  
 ASESOR DE INGENIERÍA  
 E.P.S. INGENIERÍA CIVIL