



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL
PARA EL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA,
GUATEMALA**

Glenda Azucena Borrayo Ruiz

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, octubre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL
PARA EL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA,
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

GLEND A AZUCENA BORRAYO RUIZ
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería civil, con fecha 8 de mayo de 2020.

Glenda Azucena Borrayo Ruiz

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 06 de julio de 2021
REF.EPS.DOC.271.07.2021

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Glenda Azucena Borrayo Ruiz, Registro Académico 201602496 y CUI 3001 40282 0101** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA..**

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. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
SJRS/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 14 de julio de 2021
REF.EPS.D.118.07.2021

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

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 SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Glenda Azucena Borrayo Ruiz, CUI 3001 40282 0101 y Registro Académico 201602496**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra

Guatemala, 12 de julio de 2021
EIC-AH-001-2021/pap

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

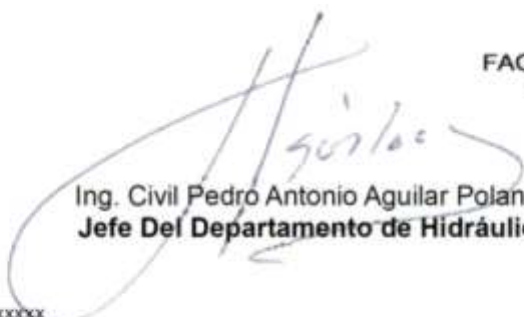
Ingeniero Fuentes:

Le informo que he revisado el informe Final de EPS, **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil **GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ**, Registro Académico: 201602496, quien contó con la asesoría del **ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO**

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte futuro 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,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Civil Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe Del Departamento de Hidráulica

FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
U S A C

Cc: Estudiante xxxxxxxxxx
Archivo





El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación de la estudiante Glenda Azucena Borrayo Ruiz DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Armando Fuentes Roca

Director Escuela Ingeniería Civil



Guatemala, octubre 2021

/mrrm





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101 - 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

DTG.507.2021

La Decana 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 SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria: **Glenda Azucena Borraro Ruiz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, octubre de 2021

AACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la oportunidad de crecer, la voluntad y fuerza que necesite y por alcanzar mis metas.
- Mis padres** Felipe Arnoldo Borrayo Ibáñez, Glenda Xiomara Ruiz Jiménez, por su amor, trabajo y sacrificio todos estos años, gracias a ustedes pude llegar hasta aquí.
- Mis hermanas** Xiomara Hayde, Jennifer Janeth Borrayo Ruiz por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso.
- Mi novio** Erick Steven Lool Rodríguez, por ser una importante influencia en mi vida, por la paciencia, amor y motivación que me llevo al éxito.
- Mis tíos** Rony, Fredy, Teodoro, Gloria Ruiz, por el cariño y apoyo brindado en los momentos que lo necesite.
- Mis amigos** Alberto Castillo, Diego Monzón, José Lucas, Rodrigo Solís, Dulce España por todas las experiencias vividas y todo el cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por la formación académica y por permitirme alcanzar esta meta.
Facultad de Ingeniería	Por darme la oportunidad de ser parte de la prestigiosa facultad de ingeniería en donde obtuve todo el conocimiento y apoyo.
Mis amigos de la Facultad	Jorge Baldizón, Edwin de León, Ashley Guzmán, Anna García por todas las experiencias vividas, el apoyo y sobre todo el cariño.
Mi asesor	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, por su valiosa colaboración en la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del municipio de San Miguel Petapa, Guatemala	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.2. Límites.....	2
1.1.3. Clima.....	2
1.1.4. Suelo y topografía.....	4
1.1.5. Población y demografía.....	5
1.1.6. Servicios existentes.....	5
1.1.7. Actividades económicas.....	6
1.2. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar.....	6
1.3. Priorización de las necesidades.....	7
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	9
2.1. Aspectos metodológicos utilizados.....	9
2.1.1. Levantamiento topográfico.....	9

	2.1.1.1.	Planimetría	9
	2.1.1.2.	Altimetría	10
2.2.		Diseño de red de drenaje sanitario para el sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala	10
	2.2.1.	Descripción del proyecto	10
	2.2.2.	Diseño del sistema	10
	2.2.2.1.	Periodo de diseño	11
	2.2.2.2.	Población de diseño	11
	2.2.2.3.	Dotación	12
	2.2.2.4.	Factor de retorno	12
	2.2.2.5.	Caudal sanitario	12
	2.2.2.5.1.	Caudal domiciliar	12
	2.2.2.5.2.	Caudal comercial	13
	2.2.2.5.3.	Caudal industrial	13
	2.2.2.5.4.	Caudal de conexiones ilícitas	14
	2.2.2.5.5.	Caudal de infiltración.....	14
	2.2.2.6.	Factor de caudal medio	15
	2.2.2.7.	Factor de flujo instantáneo o de Harmond.....	15
	2.2.2.8.	Caudal de diseño	16
	2.2.2.9.	Diámetro mínimo	16
	2.2.2.10.	Tirante de flujo.....	17
	2.2.2.11.	Velocidades máximas y mínimas	17
	2.2.2.12.	Pendientes	17
	2.2.2.13.	Cotas <i>invert</i>	17
	2.2.2.14.	Pozos de visita	20
	2.2.2.14.1.	Especificaciones de localización.....	21

	2.2.2.15.	Conexiones domiciliarias.....	23
	2.2.2.16.	Profundidades mínimas de tuberías	24
	2.2.2.17.	Relaciones hidráulicas.....	24
	2.2.2.18.	Ejemplo de tramo.....	25
	2.2.2.19.	Operación y mantenimiento de la red drenaje sanitario	34
2.3.		Diseño de red de drenaje pluvial para el sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala	35
	2.3.1.	Descripción del proyecto	35
	2.3.2.	Normas de diseño.....	36
	2.3.2.1.	Periodo de diseño.....	36
	2.3.2.2.	Diámetros mínimos.....	36
	2.3.2.3.	Pozos de visita.....	36
	2.3.2.4.	Velocidades máximas y mínimas.....	37
	2.3.2.5.	Profundidades mínimas de tuberías	37
	2.3.3.	Diseño hidráulico	37
	2.3.3.1.	Periodo de retorno	37
	2.3.3.2.	Coeficiente de escorrentía	38
	2.3.3.3.	Intensidad de lluvia	39
	2.3.3.4.	Áreas tributarias.....	40
	2.3.3.5.	Tiempo de concentración	41
	2.3.3.6.	Caudal de diseño.....	41
	2.3.3.7.	Ejemplo de un tramo.....	42
	2.3.4.	Tragantes.....	50
	2.3.4.1.	Geometría del tragante.....	51
	2.3.4.2.	Cálculo del tragante.....	52
	2.3.4.2.1.	Espejo de Agua	52
	2.3.4.2.2.	Tirante de agua máximo.....	52

2.3.4.2.3.	Tirante de agua parcial	53
2.3.4.2.4.	Radio de flujo	53
2.3.4.2.5.	Pendiente de inclinación	54
2.3.4.2.6.	Pendiente equivalente...	55
2.3.4.2.7.	Longitud efectiva	55
2.3.4.2.8.	Eficiencia.....	56
2.3.4.3.	Cálculo de un tragante	57
2.3.4.4.	Operación y mantenimiento de la red drenaje pluvial	62
2.4.	Evaluación de impacto ambiental.....	63
2.5.	Planos finales.....	71
2.6.	Presupuesto	71
2.7.	Cronograma de trabajo	72
CONCLUSIONES.....		75
RECOMENDACIONES		77
BIBLIOGRAFÍA.....		79
APÉNDICES.....		81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Vista panorámica del municipio de San Miguel Petapa, Guatemala	2
2.	Partes de un pozo de visita	21
3.	Esquema de la distribución de un sistema de alcantarillado sanitario ...	22
4.	Conexiones domiciliarias	23
5.	Área Tributaria de PV 22 a PV23	43
6.	Planta distribución de tragantes	51
7.	Geometría del tragante	51
8.	Perfil del tragante	55
9.	Tirante parcial y tirante máximo	59
10.	Cronograma drenaje sanitario, sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala	73
11.	Cronograma drenaje pluvial, sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala	73

TABLAS

I.	Datos Meteorológicos del Municipio de San Miguel Petapa.....	3
II.	Profundidad de tubería.....	24
III.	Datos de diseño	25
IV.	Operaciones y mantenimiento para red de drenaje sanitario	34
V.	Periodo de retorno.....	38
VI.	Coeficientes utilizados en Guatemala	39
VII.	Fórmulas de intensidad de lluvia	40

VIII.	Tiempo de Concentración	44
IX.	Operaciones y mantenimiento para red de drenaje pluvial	62
X.	Evaluación ambiental inicial	64
XI.	Presupuesto drenaje sanitario, sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala	71
XII.	Presupuesto drenaje pluvial, sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala	72

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal a sección parcialmente llena
CTF	Cota de terreno final
CTI	Cota de terreno inicial
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
D	Diámetro
DH	Distancia horizontal
Dot	Dotación
Fqm	Factor de caudal medio
F.H.	Factor de Harmond
Lbf	Libras-fuerza
Lts/hab/día	Litros por habitante por día
m	Metros
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m/s	Metro por segundo
S	Pendiente
PVS	Pozo de visita
d/D	Relación de diámetros
q/Q	Relación de caudales
v/V	Relación de velocidades

- V** Velocidad de flujo a sección llena
- v** Velocidad de flujo a sección parcialmente llena.

GLOSARIO

Alcantarillado	Sistema formado por tuberías y obras accesorias, generalmente cerrados, no trabajan a presión y conducen aguas residuales o pluviales.
Altimetría	Parte de la topografía que sirve para medir alturas de un terreno en referencia a punto.
ASTM	<i>American Society of Testing Materials</i> (Asociación Americana de Ensayos de Materiales).
AutoCAD	Software en programas de diseño, dibujo, modelado, dibujo arquitectónico e ingeniería en 2d y 3d.
Candela	Estructura empleada para recibir las aguas negras provenientes de la vivienda para enviarlas al sistema de drenaje.
Cota de Terreno	Distancia vertical que existe entre un punto del terreno y un plano de referencia horizontal determinado.
Cota <i>invert</i>	Es la cota que determina la localización de la entrada y salida de las tuberías dentro de un pozo de visita.

Cuerpo Receptor	Curso de agua, río o arroyo; lago, o un ambiente marino, bahía, estuario, golfo, en el cual se descarga un efluente de aguas servidas.
Desfogue	Salida de agua a un cuerpo receptor.
Dotación	Cantidad de agua promedio que consume un habitante por día.
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado.
Especificaciones	Normas generales y técnicas de construcción con disposiciones especiales.
Factor de Harmond	Factor de seguridad en relación con la población, y es la probabilidad de que todos los artefactos se utilicen al mismo tiempo.
Factor de retorno	Porcentaje de agua utilizada que se dirige al sistema de drenaje.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Periodo de diseño	Tiempo de servicio eficiente del sistema.
Pozo de visita	Estructura con la finalidad de permitir el cambio de dirección, pendiente y diámetro de la tubería además

es de utilidad para realizar mantenimiento en el sistema.

PTAR

Planta de tratamiento de aguas residuales.

VPN

Valor presente neto.

RESUMEN

Este trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) realizado en el municipio de San Miguel Petapa, consiste en el diseño de un sistema de drenaje sanitario y un sistema de drenaje pluvial en el sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala.

El informe comprende dos fases: la primera fase de investigación se expone una monografía del lugar, el clima, suelo y demás aspectos demográficos; además se exponen los servicios con los que cuenta el municipio y se redacta una priorización de las necesidades del lugar resaltando el por qué la selección de los dos proyectos de drenaje.

En la segunda fase técnico profesional, se detallan conceptos básicos, normas, especificaciones técnicas, información del diseño y ejemplo de este de ambos proyectos.

Al final del informe se encuentran presupuestos, planos y anexos de las tablas utilizadas para el diseño de ambos proyectos.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial para el sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala.

Específicos

1. Aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera para el beneficio del municipio de San Miguel Petapa.
2. Mejorar las condiciones sanitarias en el municipio de San Miguel Petapa.
3. Evitar que continúe la contaminación en el río Pinula por el desfogue de aguas servidas sin tratar.
4. Conectar la red de alcantarillado sanitario a la nueva planta de tratamiento en ejecución.

INTRODUCCIÓN

Se inició el ejercicio profesional supervisado con la realización de un diagnóstico de las necesidades en el municipio de San Miguel Petapa, clasificando las de mayor prioridad según criterio de la municipalidad y demanda de los habitantes del municipio. Con ello, se determinó la necesidad de un sistema de drenaje sanitario y un sistema de drenaje pluvial en el sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala.

El sistema de drenaje actual se encuentra obsoleto debido a una falla que atraviesa el lugar denominado falla el frutal, después de 35 años del sistema en uso este dejó de ser eficiente además de que tuberías y pozos se encuentran desplomados.

Se realizó el diseño del drenaje sanitario con la finalidad de que este pueda conectarse a la nueva planta de tratamiento, ubicada en el sector 1, Villa Hermosa 2 y el diseño del drenaje pluvial el cual tiene como punto de desfogue el río Pinula. De esta manera se espera mejorar las condiciones sanitarias del sector y además evitar la contaminación del río Pinula.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de San Miguel Petapa, Guatemala

A continuación, se encuentran diversos aspectos para el análisis del comportamiento del municipio en estudio.

1.1.1. Ubicación y localización

- Ubicación
 - Latitud: 14° 30' 06".
 - Longitud: 90° 33' 37".

- Localización

El Municipio de San Miguel Petapa se encuentra situado en la parte sur del departamento de Guatemala, en la Región I o Región Metropolitana. Cuenta con una extensión territorial de 24,64 kilómetros cuadrados, y se encuentra a una altura de 1 285 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra a una distancia de 20 kilómetros de la cabecera departamental de Guatemala.¹

¹ Municipalidad San Miguel Petapa. *Perfil del drenaje sanitario*. p. 8.

Figura 1. **Vista panorámica del municipio de San Miguel Petapa, Guatemala**



Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. *Oficina de Planificación*, p.3

1.1.2. Límites

Limita al norte con el municipio de Villa Nueva (Guatemala); al sur con el Lago de Amatitlán (Guatemala); al este con el municipio de Villa Canales (Guatemala); y al oeste con el municipio de Villa Nueva (Guatemala).

1.1.3. Clima

A continuación, se presenta una síntesis de cada uno de los principales factores climáticos de la región, tomados de la base de datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH:

Tabla I. **Datos Meteorológicos del Municipio de San Miguel Petapa**

Localidad	Elevación (Msnm),	Temperaturas Max-Mín. (CÂ°)	Absolutas Max-Mín	Precipitación (Milímetros)	Brillo Solar Total/Hrs /Promedio Mes.	Humedad Relativa (%)	Velocidad de Viento (Kms/hr.)	Evaporación (Milímetros)
Sn. Miguel Petapa	1 260	26.3 -16,4	33.0 -8,0	1 093.7	-99	-99	-99	-99

Fuente: INSIVUMEH. *Tabla de datos meteorológicos de los departamentos.* p,2.

- **Precipitación Pluvial:** la distribución temporal de la precipitación se observa en dos períodos bien definidos; una época seca que abarca de noviembre a abril y una época lluviosa de mayo a octubre. Durante la época seca llueve el 9 % del total y en la lluviosa ocurre el 91 % de la precipitación total anual en promedio. Según datos del compendio ambiental del país en el 2016, la estación meteorológica correspondiente a la ciudad capital registró una sumatoria anual de precipitación de 999,5 mm.
- **Temperatura:** según el mismo compendio mencionado en el numeral anterior, para la ciudad de Guatemala se registró, para el año 2016, una temperatura media anual de 21,1 °C, una máxima promedio de 30,8 °C y una mínima promedio de 9,4 °C.
- **Evapotranspiración:** en el área de estudio se registran tasas de evapotranspiración potencial promedio anual de alrededor de 1 500 mm.

La estación más cercana al municipio de San Miguel Petapa es la estación INSIVUMEH ubicada en la 7ª. Av. 14-57, zona 13 frente al aeropuerto internacional, la cual es la más cercana al municipio de San Miguel Petapa.

1.1.4. Suelo y topografía

Según la clasificación taxonómica de los suelos en la República de Guatemala de Simmons predominan los siguientes: *Orthents, Ustults-Ustalfs, Ustepts-Orthents, Orthents-Ustept, Udands, Ustands-Ustalfs, Usalfs, Ustolls-Fluvents-Ustepts, Psamments-Fluvents, Psamments-Aquents-Fluvents y Orthents-Psamments-Ustepts.*²

Los suelos de San Miguel Petapa se caracterizan por tener pendientes mínimas, ya que los suelos cuyas pendientes van de 0 a 10 %, corresponde a un 47,71 % en el territorio, pendientes del 5 % al 12 % del suelo corresponde al 43,04 % del total, pendientes del 45 % o más del suelo corresponden al 9,25 % del total. Debido a que el municipio contiene pendientes mínimas en un 90,75 % es uno de los municipios más habitados de Guatemala. Sin embargo, existen asentamientos humanos en áreas de riesgo, siendo el más conocido en esta área el Aguilar Hernández.

En lo referente al uso e intensidad de uso de suelos 15 % del municipio de San Miguel Petapa cuenta con un área de 49,67 manzanas ocupada por cultivos anuales o temporales, 6,00 manzanas de cultivos permanentes y semipermanentes, 1,36 manzanas de pastos, no cuentan con superficie de bosques registradas y tiene 11,20 manzanas de otras tierras no clasificadas.

La morfología del municipio se divide en 9,94 km² de valle y 13,86 km² de montaña, lo que equivale a 41,76 % y 58,24 % respectivamente, según datos.

² Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación, MAGA. *Clasificación taxonómica a nivel suborden.* p. 10.

1.1.5. Población y demografía

Según el censo realizado por el INE en el 2018 la población era de 135 447 habitantes, en donde el 6,9 % en área rural, y un 93,1 % en el área urbana, con un porcentaje de 6,3 % de población indígena.

La densidad poblacional estimada es de 7 361 habitantes por kilómetro cuadrado, todo el municipio es poblado, pero la mayor concentración se encuentra en la Cabecera Municipal, Villa Hermosa y Prados de Villa Hermosa.

1.1.6. Servicios existentes

El municipio de San Miguel Petapa cuenta servicios financieros, son prestados por algunos bancos del sistema como BANRURAL en el casco urbano. Fuera del casco, pero siempre en jurisdicción del municipio G&T, Banco Industrial, Agrícola Mercantil, ubicados en centros comerciales.

En referencia al servicio de transporte se utiliza bus para caminos asfaltados y micro-bus en condiciones de terracería, las principales líneas van hacia la ciudad capital y a las aldeas del municipio.

Dentro de los principales servicios presentes en el municipio de San Miguel Petapa, se pueden destacar los siguientes:

- Servicio de agua

En las diferentes zonas tanto en el área urbana como rural se encuentran abastecidas de agua potable.

- Servicio sanitario

Se cuenta con los sistemas de drenajes con servicios sanitarios en las viviendas. Sin embargo, el problema se agranda, cuando estas aguas servidas van a dar al río más cercano de la población o comunidad, generando contaminación para los pobladores de más abajo y a los propios ríos.

- Servicio tren de aseo

El tratamiento de la basura en el municipio tiene varias formas; existe el servicio municipal, hay servicio privado que lo utilizan hogares del área urbana especialmente.

1.1.7. Actividades económicas

Los habitantes viven principalmente del comercio y trabajos salariables, en un mínimo de porcentaje propietarios de negocios y profesionales. El promedio de ingresos se encuentra entre 1 500 a 3 500 quetzales mensuales. Los integrantes de familia son seis en promedio.³

1.2. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar

En el municipio de San Miguel Petapa cuenta con servicio de abastecimiento de agua potable tanto en el casco urbano como en el área rural. También cuentan con un sistema de drenajes, sin embargo, este se encuentra obsoleto en las colonias Villa Hermosa 1 y Villa Hermosa 2 debido a una falla que atraviesa en el lugar denominada “falla el frutal” conjuntamente las aguas no son

³ Instituto Nacional de Estadística (INE). *Banco de datos*. p. 1.

tratadas lo que provoca contaminación en el río Pinula, lugar donde son evacuadas.

Actualmente se encuentran en construcción sistemas de drenaje sanitario y pluvial en la colonia Jardines de la Mansión. El servicio de basura es tanto municipal como privado. Comúnmente se cuenta con calles pavimentadas en las colonias y calles principales, fuera de estas se observan caminos de terracería. Las escuelas están ubicadas tanto en el caso urbano como en el área rural. La municipalidad posee varios edificios a su disposición como lo son: salón municipal, edificios para impartir talleres en beneficio de la comunidad, mercado municipal, edificio para la realización de trámites y se observó que se requiere un gimnasio municipal para el desarrollo de actividades de tipo recreativas.

1.3. Priorización de las necesidades

La priorización de los proyectos se realizó según criterios que la Municipalidad y Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de San Miguel Petapa y se determinó de la siguiente forma:

- Diseño de sistema de drenaje sanitario y pluvial.
- Construcción de sistema de agua potable con perforación de pozo.
- Pavimentación de calles.
- Mejoramiento de calles.
- Ampliación y mejoramiento de edificios escolares.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Aspectos metodológicos utilizados

A continuación, se presenta una serie de aspectos meteorológicos que fueron considerados.

2.1.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se considera la base para cualquier trabajo de ingeniería. De su estudio depende la exactitud para la elaboración del diseño y la ejecución del proyecto.

Para el diseño de drenaje sanitario y pluvial se realizó un levantamiento topográfico de primer orden con la mayor precisión posible y utilizando el equipo siguiente:

- Teodolito con su respectivo trípode.
- Plomada.
- Estadal.
- Cinta métrica.
- Machete, trompos y estacas.

2.1.1.1. Planimetría

El levantamiento planimétrico se utiliza para localizar la red de drenaje, ubicar pozos de visita y para ubicar puntos de importancia, para ello se utilizó el

método de poligonal abierta con conservación de azimuts durante dicha elaboración.

2.1.1.2. Altimetría

Para el diseño del proyecto es necesario conocer las diferentes alturas y pendientes del terreno mediante un levantamiento topográfico, con esto se procede a calcular y trazar las curvas de nivel.

2.2. Diseño de red de drenaje sanitario para el sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala

A continuación, se presentan los aspectos relevantes en el diseño del drenaje sanitario.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto de drenaje sanitario en el municipio de San Miguel Petapa pretende tener un periodo de diseño de 30 años con lo que se busca atender a más de 7 149 habitantes. Se buscó realizar un sistema separativo ya que las aguas que conduzcan en el drenaje sanitario serán descargadas en la planta de tratamiento en construcción en la colonia Villa Hermosa 2. (planta de tratamiento sector 1 de Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala). La red de drenaje tendrá una longitud de 2, 5 kilómetros y la tubería a utilizar es PVC DURMAN de acuerdo con la norma F949.

2.2.2. Diseño del sistema

Para el diseño del sistema se consideró lo siguiente:

2.2.2.1. Periodo de diseño

Es el periodo de tiempo de funcionamiento eficiente del sistema. El actual diseño fue necesario debido a que el sistema anterior se encontraba obsoleto ya que perdió su eficiencia en 35 años de uso.

Se adoptó un período de diseño de 30 años, tomando en cuenta la vida útil de los materiales, los recursos económicos de la municipalidad y las Normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

2.2.2.2. Población de diseño

La estimación de la población futura es necesaria para el diseño del sistema de drenaje, con ello se determina el diámetro de la tubería de acuerdo con el caudal que transporte. Para conocer la población futura se utiliza una ecuación por medio del método geométrico en donde se requiere la población inicial, esta se consigue con los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

La fórmula para calcular la población futura es:

$$P_f = P_o * (1+i)^n$$

Donde

P_f = población futura.

P_o = población inicial.

i = tasa de crecimiento poblacional.

n = periodo de diseño.

2.2.2.3. Dotación

Es la cantidad de agua que en promedio consume cada habitante al día. La dotación de agua en el sector 1, Villa Hermosa 2 según la Municipalidad de San Miguel Petapa es de 150 lts/hab/día.

2.2.2.4. Factor de retorno

Es el porcentaje de agua que no regresa al sistema de alcantarillado. Este factor puede variar entre 0,70 a 0,85. Para este proyecto se tomó un factor de retorno igual a 0,80.

2.2.2.5. Caudal sanitario

Es la cantidad de flujo de aguas negras que circulará por la tubería del sistema de alcantarillado. Se entiende como la sumatoria de todos los caudales: domiciliar, industrial, comercial, conexiones ilícitas y de infiltración.

2.2.2.5.1. Caudal domiciliar

Es el volumen de aguas servidas proveniente de limpieza o desechada de cada una de las viviendas. Para el cálculo se utilizan los factores mencionados anteriormente. El caudal se expresa en litro por segundo y se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{P_f * \text{Dot} * Fr}{86\ 400}$$

Donde

Qdom= caudal domiciliar (l/s).

Pf= población futura.

Dot= dotación (l/hab/día).

Fr= factor de retorno (%).

86 400 s/día.

2.2.2.5.2. Caudal comercial

Es el agua que se desecha de comercios, restaurantes, hoteles, entre otros. La dotación de agua en usos comerciales tiene un rango de 600 a 3 000 litros diarios por comercio. En esta zona existen comercios pequeños con una dotación igual a 600 litros diarios por comercio.

$$Q_{com} = \frac{\text{Dotacion comercial} * \text{No. de comercios}}{86\ 400}$$

Donde

Qcom= caudal comercial (l/s).

2.2.2.5.3. Caudal industrial

Es el agua proveniente del desecho de industrias como fábricas licoreras, textiles, alimentos, refrescos, entre otros. La dotación de agua de usos industriales se estima entre 1 000 a 18 000 litros diarios por industria. Actualmente existe una industria en la zona y se estima una dotación de 1 000 litros por día.

$$Q_{ind} = \frac{\text{dotacion industrial} * \text{No. de industrias}}{86\ 400}$$

Donde

Qind= caudal industrial (l/s).

2.2.2.5.4. Caudal de conexiones ilícitas

Es el caudal producto de conexiones de la tubería del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. En el diseño se considera o calcula como un porcentaje del caudal domiciliar. En este caso se utilizó el 10 % del caudal doméstico. Según el reglamento para diseño y construcción de drenajes de la municipalidad de Guatemala.

$$Q_i = 0,10 * Q_{dom}$$

Donde

Q_i = caudal de conexiones ilícitas (l/s).

Q_{dom} = caudal domiciliar (l/s).

2.2.2.5.5. Caudal de infiltración

Para las normas INFOM se debe tomar en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad y el tipo de tubería.

Para el diseño de alcantarillado, las tuberías serán de PVC y quedarán sobre el nivel freático.

$$Q_{inf} = \frac{(\text{Dot} * \text{No. casas} * 6)}{86\ 400} * \frac{1}{100}$$

Donde

Dot = Dotación asignada.

L = la distancia de la tubería.

No. Casas = No. de casas que descargan en el tramo.

2.2.2.6. Factor de caudal medio

Para el cálculo del factor de caudal medio es necesario haber calculado previamente los caudales anteriormente mencionados ya que con ello se va a integrar el caudal medio del área a drenar y se dividirá entre el número de habitantes. Este factor debe ser mayor a 0,002 y menor que 0,005.

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_i + Q_{inf}$$

$$Fqm = \frac{Q_{med}}{No. hab}$$

Donde:

Qmed = caudal medio.

No. Hab = Número de habitantes.

2.2.2.7. Factor de flujo instantáneo o de Harmond

Es el factor que representa la probabilidad de que todos los artefactos sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente. Por lo que, este factor, no es constante en todo el sistema de alcantarillado; varía en cada tramo y se calcula con la siguiente fórmula:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{p/1000}}{4 + \sqrt{p/1000}}$$

Donde

F.H. = Factor de Harmond.

P = población.

2.2.2.8. Caudal de diseño

Se le denomina caudal de diseño o caudal máximo y es una estimación de la cantidad de aguas residuales que trasportará el sistema de alcantarillado en los distintos puntos, se calcula de la siguiente forma:

$$Q_d = \text{No. Hab} * FH * FQM$$

Donde

Qd = caudal de diseño (l/s).

No. Hab = número de habitantes.

F.H. = factor de *Harmond*.

Fqm = factor de caudal medio.

2.2.2.9. Diámetro mínimo

En el caso de un sistema de alcantarillado sanitario el diámetro mínimo varía según el material de la tubería del colector principal, en tuberías de concreto se recomienda una tubería de 8 in y en una tubería de PVC un diámetro de 6 in.

2.2.2.10. Tirante de flujo

Es la altura de las aguas negras dentro de una alcantarilla. La relación del tirante d/D debe cumplir un parámetro de 0,10 a 0,75 para evitar que la tubería trabaje a presión.

2.2.2.11. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad de flujo se ve influenciada según la pendiente del terreno, tipo y diámetro de tubería a utilizar. Las velocidades máximas y mínimas de flujo varían según el material de la tubería. El rango de la velocidad es de 0,6 a 3 m/s para evitar problemas de desgaste y taponamiento en la tubería según el manual del INFOM.

2.2.2.12. Pendientes

La pendiente de la tubería se determina en función de la pendiente del terreno, está dada por la diferencia de las alturas del terreno dividido entre la distancia del tramo y todo eso multiplicado por 100.

$$S \% = ((\text{Cota final} - \text{Cota inicial}) / (\text{Longitud del tramo})) * 100$$

2.2.2.13. Cotas *invert*

La cota *invert* es la distancia vertical profunda medida desde la parte baja de la boca de un tubo de drenaje que emboca o desemboca en una caja de drenaje pluvial o registro sanitario hacia el nivel piso terminado (NPT).

Al unir dos o más pozos de visita, es necesario conocer la altura de la cota de salida del pozo previo y la siguiente cota de entrada del pozo a descargar con el fin de establecer que la tubería depositará el efluente eficazmente en dicho pozo.

Se deben seguir las siguientes reglas para el cálculo de cotas *invert*:

- Caso 1

Cuando en un pozo de visita llega una tubería y sale otra de igual diámetro, la cota *invert* de salida debe estar por lo menos 3 cm por debajo de la cota *invert* de entrada.

$$\varnothing A = \varnothing B$$

$$CIS = CIE - 0,03$$

- Caso 2

Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra de distinto diámetro la cota *invert* de salida debe estar como mínimo la diferencia de los diámetros de las tuberías.

$$\varnothing A < \varnothing B$$

$$CIS = CIE - (\varnothing A - \varnothing B)$$

- Caso 3

Cuando en un pozo de visita entra una tubería y sale otras y todas de igual diámetro. La CIS debe estar como mínimo 3 cm por debajo de la CIE más profunda.

$$\emptyset A = \emptyset B = \emptyset C$$

$$CIS = CIE - 0,03$$

- Caso 4

Cuando a un pozo de visita llegan dos o más tuberías y sale una de distinto diámetro o de igual diámetro se debe considerar los casos anteriores y se tomará la de menor valor.

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

$$CT_f = CT_i - (DH * S \%)$$

$$S \% = \frac{(CT_i - CT_f) * 100}{D}$$

$$CIS = CT_i - (H_{\min} + \emptyset * 0,0254)$$

$$CIE = CIS - (DH * S_{\text{tubo}} \%)$$

$$H_{\text{pozo}} = CT_i - CIS$$

Donde:

CIS = cota invert de salida.

CTI = cota del terreno inicial.

CTf = cota del terreno final.

CIS = cota invert de la tubería de salida.

CIE = cota invert de la tubería de entrada.

DH = distancia horizontal.

S % = pendiente del terreno o tubería E tubo = espesor de la tubería.

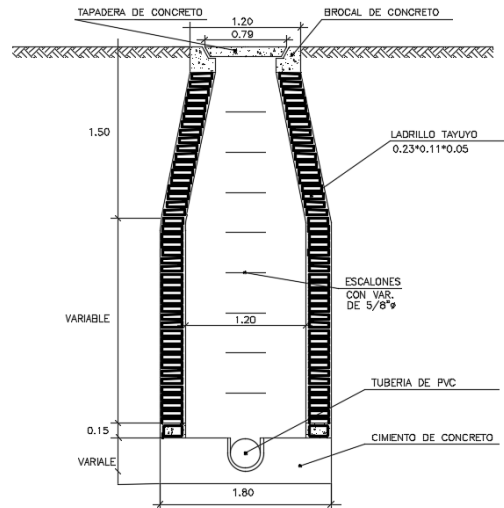
H min. = altura mínima que depende del tráfico que circule por las calles.

2.2.2.14. Pozos de visita

Forman parte del sistema de alcantarillado, su funcionalidad es permitir realizar trabajos de inspección y de limpieza a la red de drenaje, están contruidos de concreto o mampostería.

Generalmente, la altura mínima y la altura máxima depende del criterio del diseñador considerando: pendiente del terreno, topografía del terreno, caudal de diseño, ubicación del pozo, tubos que contribuyen al pozo, cotas de entrada al desfogue o descarga. El ingreso al pozo de visita debe ser circular y el diámetro está en función del diámetro de la tubería.

Figura 2. Partes de un pozo de visita



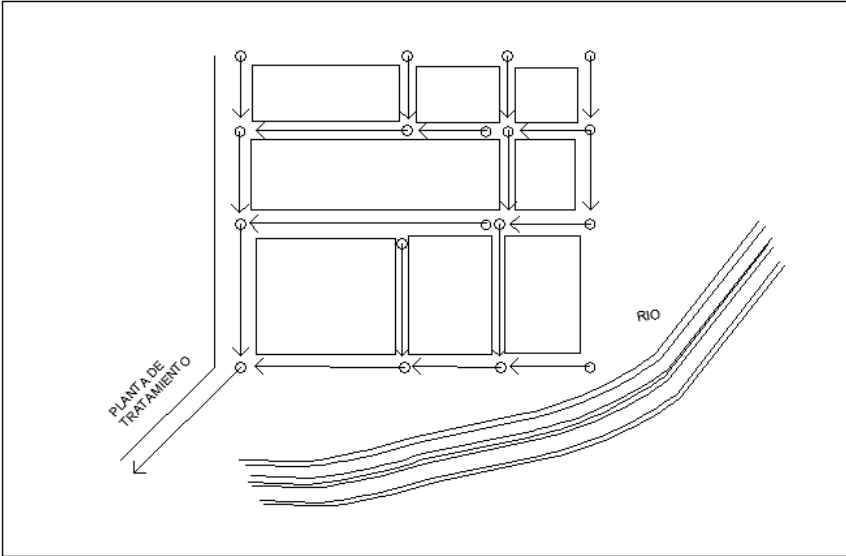
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2019.

2.2.2.14.1. Especificaciones de localización

Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En toda intercepción de colectores.
- Al comienzo de todo colector.
- En todo cambio de sección o diámetro.
- En todo cambio de dirección.
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 metros.

Figura 3. **Esquema de la distribución de un sistema de alcantarillado sanitario**



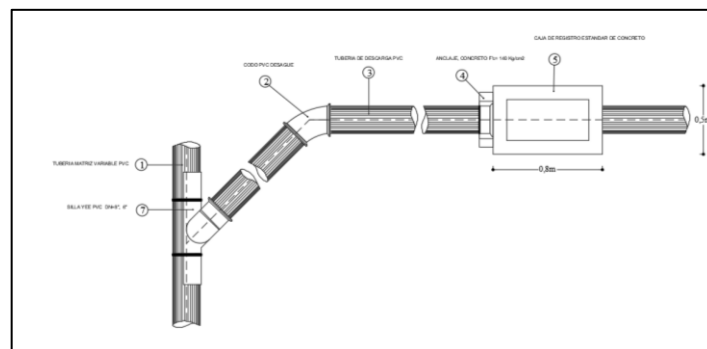
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2019.

2.2.2.15. Conexiones domiciliarias

Consiste en el tramo de tubería comprendida entre la última cámara de inspección de la vivienda y el colector público. Se deben considerar los siguientes aspectos en el diseño de una conexión domiciliar:

- Caja o candela: la conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 centímetros. Si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas, deben contener una tapadera y estar impermeabilizado por dentro. La altura mínima de la candela es de un metro. El fondo debe ser fundido de concreto con una pendiente que permita la fluidez de las aguas.
- Tubería secundaria: es la que sirve de conexión entre la candela domiciliar y la tubería central, debe tener un diámetro mínimo de seis pulgadas en tubería de concreto y de cuatro pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima de 2 %.

Figura 4. Conexiones domiciliarias



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2019.

2.2.2.16. Profundidades mínimas de tuberías

La profundidad de las tuberías depende del tráfico en la zona ya que estas se ven afectadas por las cargas transmitidas por el mismo. Para evitar rupturas en las tuberías, la profundidad mínima recomendada es de acuerdo con el siguiente criterio:

Tabla II. Profundidad de tubería

Ø tubería	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"
Tráfico Normal	123	128	138	141	150	158	166
Tráfico Pesado	143	148	158	161	170	176	186

Fuente: Parámetros de diseño de la Municipalidad de Villa Nueva.

2.2.2.17. Relaciones hidráulicas

Son de utilidad para el cálculo de velocidad, área y radio hidráulico de tuberías a sección parcialmente llena. Se determina mediante la relación del caudal a sección llena y el caudal de diseño. El valor obtenido de la relación de caudales se busca en tablas, monogramas o gráficas como una manera de agilizar el cálculo, estos valores representan la relación de velocidad, área y tirante.

Aspectos que se deben considerar para el correcto cálculo de relaciones hidráulicas:

- El caudal de diseño debe ser menor que el caudal a sección llena.

- La velocidad de diseño debe estar comprendida entre 0,60- 3,00 (m/seg) para que existan fuerzas de atracción, pero así mismo evitar el deterioro por la fricción.
- El tirante debe estar entre 0,10-0,75 con ello se evita que la tubería trabaje a presión.

2.2.2.18. Ejemplo de tramo

A continuación, se ejemplifica el cálculo de un tramo de drenaje sanitario.

Tabla III. Datos de diseño

<i>DATOS DE DISEÑO</i>	
<i>Habitantes por lote</i>	6
<i>Periodo de diseño (años)</i>	30
<i>Tasa de Crecimiento poblacional (%)</i>	2,5
<i>dotación Comercial (l/comercio/d)</i>	600
<i>dotación Industrial</i>	1 000
<i>Coefficiente "n"</i>	0.01
<i>Dotación (lt/hab/dia)</i>	150
<i>Factor de retorno</i>	0,8

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2020.

PV1 A PV2

- Cálculo de pendiente de terreno

Cota inicial (CTi) = 1 020,775.

Cota final (CTf) = 1 020.697.

Distancia Horizontal (D) = 97.57.

$$S \% = \frac{(CT_i - CT_f) * 100}{D} = \frac{(1\ 020,77 - 1\ 020,697) * 100}{97,57} = 0,07 \%$$

- Población de diseño

No. Casas = 27

$$\# \text{habitantes} = 27 \times 6 = 162$$

$$P_f = P_o * (1+i)^n$$

$$P_f = 162 * (1 + (2.5/100))^{30}$$

$$P_f = 340 \text{ hab.}$$

- Integración de caudales
 - Caudal domiciliar

Para el caudal de diseño se utilizó un factor de retorno de 0,8 y una dotación de 150 Lt/Hab/día, valores proporcionados por la municipalidad de San Miguel Petapa, Guatemala.

$$Q_{\text{dom}} = \frac{P_f * \text{Dot} * Fr}{86\ 400 \text{ s/día}}$$

$$Q_{\text{dom}} = \frac{340 * 150 * 0,8}{86\ 400 \text{ s/día}}$$

$$Q_{\text{dom}} = 0,47 \text{ l/s}$$

- Caudal de infiltración

El material de la tubería utilizada es PVC, por lo que el valor del caudal de infiltración es despreciable, sin embargo, este se calculó en la hoja de Excel.

Dotación = 16 000

$$Q_{inf} = \frac{F_{inf} * ((L + No. Casas * 6)/1 000)}{86 400}$$

$$Q_{inf} = \frac{16 000 * ((97,57 + (27 * 6)/1 000)}{86 400}$$

$$Q_{inf} = 0,0481 \text{ l/s}$$

- Caudal Comercial

No. de Comercios = 1

El valor de dotación de 600 Lt/com/día fue dado por la municipalidad de San Miguel Petapa.

$$Q_{com} = \frac{\text{Dotacion comercial} * \text{No. de comercios}}{86 400}$$

$$Q_{com} = \frac{600 \text{ Lt/ com/día} * 1}{86 400}$$

$$Q_{com} = 0,007 \text{ l/s}$$

- Caudal industrial

El caudal industrial en este tramo es nulo ya que no existe ninguna industria.

- Caudal de conexiones ilícitas

Se utilizó el parámetro de diseño de INFOM y el caudal domiciliar futuro.

$$Q_i = 0,10 * Q_{dom}$$

$$Q_i = 0,047 \text{ l/s}$$

- Caudal Medio

Es la sumatoria del caudal domiciliar, caudal de infiltración, caudal de conexiones ilícitas, caudal comercial y caudal industrial.

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_i + Q_{inf}$$

$$Q_{med} = 0,47 + 0,047 + 0,0481 + 0,007$$

$$Q_{med} = 0,5742 \text{ l/s}$$

- Factor de Harmond

El factor de Harmond está dado en función de la población, en este ejemplo se utilizó la población futura.

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{p/1\ 000}}{4 + \sqrt{p/1\ 000}}$$

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{340/1000}}{4 + \sqrt{340/1000}}$$

$$F.H. = 4,0548$$

- Factor de caudal medio

Para el cálculo del fqm se utilizó el parámetro de la dirección general de obras públicas, el cual indica un rango para fqm de 0,002 – 0,005, en dado caso sea menor a 0,002 se debe utilizar 0,002.

$$\text{Hab} = 340$$

$$Fqm = \frac{Q_{med}}{\text{No. hab}}$$

$$Fqm = \frac{0,5811}{340}$$

$$Fqm = 0,002$$

- Caudal de diseño

No. Habitantes futuros

$$FH = 4,05$$

$$FQM = 0,002$$

$$Q_d = \text{No. Hab} * FH * FQM$$

$$Q_d = 340 * 4,05 * 0,002$$

$$Q_d = 2,7557 \text{ l/s}$$

- Diseño Hidráulico

Diámetro de tubería 6"

Pendiente de tubería propuesta = 1,5

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0,39685026x D^{2/3} x S^{1/2}}{n}$$

$$V = \frac{0,39685026x (6 * 0,0254)^{2/3} x 0,015^{1/2}}{0,01}$$

$$V = 1,39 \text{ m/s}$$

- Capacidad a sección llena

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

$$A = \frac{\pi x (6 x 0,0254)^2}{4}$$

$$A = 0,01824 \text{ m}^2$$

$$Q = V x A$$

$$Q = 1,39 \text{ m/s} x 0,01824 \text{ m}^2$$

$$Q = 25,30 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{2,75 \text{ l/s}}{24,51 \text{ l/s}}$$

$$\frac{q}{Q} = 0,05$$

Al verificar que $q < Q$ se obtienen los siguientes valores de las tablas. El valor para utilizar es el más cercano al valor obtenido. Ver anexo 1.

$$\frac{v}{V} = 0,53 \text{ y } \frac{d}{D} = 0,16$$

- Velocidad de diseño

$$v = 0,53 \text{ m/s} * 1,39 \text{ m/s}$$

$$v = 0,74 \text{ m/s}$$

Su velocidad está en el rango permitido según reglamento de la municipalidad de Guatemala, por lo tanto, cumple.

$$0,60 \text{ m/s} \leq 0,74 \text{ m/s} \leq 3 \text{ m/s}$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0,16$$

El tirante se encuentra en el rango permitido según reglamento de la municipalidad de Guatemala, por lo tanto, cumple.

$$0,10 \leq 0,16 \leq 0,75 \text{ m/s}$$

- Cotas *invert*

- Cota *invert* de salida – PV1

$$CT_i = 1\ 020,77$$

$$D = 6''$$

$$CIS = CT - (1,2 + (D \times 0,0254))$$

$$CIS = 1\ 020,77 - (1,2 + (6 \times 0,0254))$$

$$CIS = 1\ 019,42 \text{ m}$$

- Cota *invert* de entrada – PV2

$$CIE = CIS - \frac{S \% * DHD}{100}$$

$$CIE = 1\ 019,42 - \frac{1,5 * 96,07}{100}$$

$$CIE = 1\ 017,98 \text{ m}$$

La diferencia de cotas es de 0,03 por lo tanto no requiere de un método de disipación de energía.

- Profundidad de pozo de visita

- Pozo 1

Cota *invert* de salida = 1 019,42 m.

Cota de terreno inicial = 1 020,77 m.

Altura de pozo = 1 020,77 – 1 019,42 = 1,35 m.

- Pozo 2

Cota *invert* de entrada = 1 017,98 m.

Cota de terreno inicial = 1 020,697 m.

Altura de pozo = 1 020,697 – 1 017,98 = 2,72 m.

- Excavación

$$\text{Exc} = \left(\frac{\text{Prof de pozo inicial} + \text{Prof de pozo final}}{2} \right) \times \text{Ancho de zanja} \times \text{DH}$$

$$\text{Exc} = \left(\frac{1,35\text{m} + 2,72\text{m}}{2} \right) \times 0,60 \text{ m} \times 97,57\text{m}$$

$$\text{Ex} = 119,22 \text{ m}^3$$

- Relleno

$$\text{Relleno} = \text{Exc} - \left(\frac{\pi}{4} \times (D \times 0,0254)^2 \times \text{DH} \right)$$

$$\text{Relleno} = 119,22 - \left(\frac{\pi}{4} \times (6 \times 0,0254)^2 \times 97,57 \right)$$

$$\text{Relleno} = 117,44 \text{ m}^3$$

2.2.2.19. Operación y mantenimiento de la red drenaje sanitario

La falta de mantenimiento de un sistema de alcantarillado sanitario puede afectar las condiciones de servicio para el que fue diseñado. La capacidad de estos está en función de su diámetro interno; sin embargo, esto se puede ver afectado por objetos o acumulaciones que no permitan el correcto flujo.

A continuación, se detallan normas básicas para el funcionamiento adecuado del sistema de alcantarillado sanitario.

- No permitir la descarga de desechos que dañen el sistema, es decir que provoquen malos olores o generen grietas en el sistema.
- Mantener un programa de mantenimiento encargado de remover obstrucciones.
- Formular un reglamento de uso y velar por que este se cumpla.

Tabla IV. Operaciones y mantenimiento para red de drenaje sanitario

Componentes Alcantarillado Sanitario	Operación	Mantenimiento
Conexiones domiciliarias	Vigilar el tipo de aguas residuales que descarguen al sistema. (Mensual)	Limpieza de la conexión. (Eventual)

Continuación de la tabla IV.

Colectores	Inspeccionar el estado de las tuberías por medio de linterna para identificar taponamientos, material sedimentado, fallas, roturas.	Reparación de tubería. (Eventual). Limpieza de tuberías. (Eventual).
Pozos de visita	Revisión de tapaderas. Control de acumulación de basura, lodo u objetos. (Mensual).	Extracción de basura, objetos, lodos. Reparar daños a la estructura o tapadera. (Eventual)

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2020.

2.3. Diseño de red de drenaje pluvial para el sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala

A continuación, se presentan los aspectos relevantes en el diseño del drenaje sanitario.

2.3.1. Descripción del proyecto

El proyecto de drenaje pluvial en el Municipio de San Miguel Petapa pretende tener un periodo de diseño de 30 años con lo que se busca beneficiar a más de 7 149 habitantes y cubrir un área de 78 5280,46 metros cuadrados. Como se mencionó anteriormente, se optó por un sistema separativo ya que las aguas que conduzcan en el drenaje pluvial serán descargadas directamente en

el río Pinula. La red de drenaje tendrá una longitud de 2,9 kilómetros y la tubería a utilizar es PVC DURMAN satisfaciendo la norma F949 para diámetros de 4 a 18 pulgadas y NORMA ASHTO M304 para tubería de 18 a 42 pulgadas.

2.3.2. Normas de diseño

Se deben considerar los siguientes aspectos:

2.3.2.1. Periodo de diseño

Es el periodo de tiempo de funcionamiento eficiente del sistema. El actual diseño fue necesario debido a que el sistema anterior se encontraba obsoleto ya que perdió su eficiencia en 35 años de uso.

Se adoptó un periodo de diseño de 30 años para el drenaje pluvial, tomando en cuenta la vida útil de los materiales, los recursos económicos de la municipalidad y las Normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

2.3.2.2. Diámetros mínimos

El diámetro mínimo para un sistema de alcantarillado pluvial es de 10 in para tubería de PVC y de 10 in para tubería de concreto. El cambio de diámetro está influido por el caudal, velocidad o pendiente.

2.3.2.3. Pozos de visita

Las normas de diseño de los pozos de visita de un sistema de alcantarillado pluvial son los mismos que un sistema de alcantarillado sanitario.

2.3.2.4. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad de flujo se ve influenciada según la pendiente del terreno, tipo y diámetro de tubería a utilizar. Las velocidades máximas y mínimas de flujo varían según el material de la tubería. El rango de la velocidad es de 0,75 a 5 m/s para evitar problemas de desgaste y taponamiento en la tubería según el manual del INFOM.

2.3.2.5. Profundidades mínimas de tuberías

La profundidad mínima evita rupturas ocasionadas por cargas vivas y de impacto son las mismas que para el drenaje sanitario.

2.3.3. Diseño hidráulico

A continuación, se explicará el diseño hidráulico según el proceso de investigación

2.3.3.1. Periodo de retorno

El período de retorno, generalmente expresado en años, se entiende como el número de años en el cual se espera que se repita un cierto caudal, o un caudal mayor.

Tabla V. **Periodo de retorno**

Periodo de retorno	Idoneidad de aplicación
T = 5 años	Zonas de baja riqueza del suelo, de baja densidad demográfica.
T = 10 años	Zonas de riqueza media del suelo, zonas de residencia habitual.
T = 20-25 años	Zonas de alto valor del suelo, zonas históricas (en las que sería necesario protección especial).
T = 25 años	Emisarios y colectores principales

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2020.

2.3.3.2. Coeficiente de escorrentía

Es un porcentaje de agua llovida, no todo el volumen de precipitación pluvial drenada por medio de alcantarilla natural o artificial. Esto se debe a la infiltración, evaporación, retención del suelo y otros. Por lo que existe diferente coeficiente para cada tipo de suelo sin embargo este suele variar entre 0,01 a 0,95.

Tabla VI. **Coeficientes utilizados en Guatemala**

Tipo de Superficie	C
Comercial	
Centro de la Ciudad	0.70 – 0.75
Periferia	0.50 – 0.70
Residencial	
Casas individuales	0.30 – 0.50
Colonias	0.40 – 0.60
Condominios	0.60 – 0.75
Residencial Sub-Urbana	0.25 – 0.40
Industrial	
Pequeñas fábricas	0.50 – 0.80
Grandes fábricas	0.60 – 0.90
Parque y cementerios	0.10 – 0.25
Campos de recreo	0.20 – 0.35
Campos	0.10 – 0.30
Techos	0.10 – 0.30
Pavimentos	0.70 – 0.90
Concreto y asfalto	0.85 – 0.90
Piedra, ladrillo o madera en buenas condiciones	0.75 – 0.90
Piedra, ladrillo o madera en malas condiciones	0.40 – 0.75
Calles	
Terracota	0.25 – 0.60
De arena	0.15 – 0.30
Parques, jardines, paradas, etc.	0.05 – 0.25
Bosques y tierra cultivada	0.01 – 0.20

Fuente: GIL LAROJ, Joram Matías. *Evaluación de Tragante Pluviales para la Ciudad de Guatemala*. p.15.

2.3.3.3. Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia es el espesor de lámina de agua por unidad tiempo asumiendo que el agua permanece en el sitio.

La intensidad de lluvia es medida a través de registros pluviógrafos en milímetros por hora y son elaborados por el Instituto Nacional de Sismología,

Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). Cuando no se tiene el conocimiento de una estación en el lugar se utilizar las de las localidades más cercanas en el caso del municipio de San Miguel Petapa, es la estación INSIVUMEH ubicada en la 7ª. Av. 14-57, zona 13 frente al aeropuerto internacional.

En la ciudad de Guatemala o en el interior de la república se ha adoptado como norma general para los sistemas de alcantarillado pluvial diseñarlos para una intensidad que se vea igualada o excedida una vez cada cinco o diez años en promedio.

Tabla VII. **Fórmulas de intensidad de lluvia**

INSIVUMEH								
A	1,970	7,997	1,345	720	820	815	900	890
B	15	30	9	2	2	2	2	2
n	0.958	1.161	0.791	0.637	0.656	0.65	0.66	0.649
R2	0.989	0.991	0.982	0.981	0.973	0.973	0.981	0.981

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH.
Informe de intensidades de lluvia. p.5

2.3.3.4. Áreas tributarias

El área por drenar se determinará sumando el área de las calles, el área de los lotes que son tributarios al ramal en estudio. Se considera toda la escorrentía del agua que contribuye al drenaje.

2.3.3.5. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo necesario para que el agua superficial descienda desde el punto más alto de la cuenca hasta el punto de estudio.

Para el diseño de sistemas de alcantarillado pluvial, se considera para tramos iniciales un tiempo de concentración tomado de la tabla de EMPAGUA que da el resultado como la intersección entre la pendiente y la impermeabilidad. El tiempo de flujo dentro de la alcantarilla para tramos consecutivos se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$T_2 = T_1 + \frac{L}{60 V}$$

Donde:

T1 = Tiempo de concentración en el tramo anterior en minutos.

L = Longitud del tramo anterior en metros.

V = Velocidad a sección llena en el tramo anterior en metros por segundo.

2.3.3.6. Caudal de diseño

Existen dos métodos para el cálculo del caudal de diseño: el método empírico y el método racional. En este proyecto se optó por el método racional, el cual asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía en un periodo de precipitación máxima.

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal (m³ /s).

C = es la relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área.

I = Intensidad de lluvia (mm / h).

A = área por drenar (Ha).

2.3.3.7. Ejemplo de un tramo

DATOS DE DISEÑO	
Periodo de diseño (años)	30
Coficiente "n"	0,01
Impermeabilidad	70
Periodo de retorno	25 años

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2020.

PV22 A PV23

Cálculo de pendiente de terreno

Cota inicial (CT_i) = 1 019,213.

Cota final (CT_f) = 1 018,794.

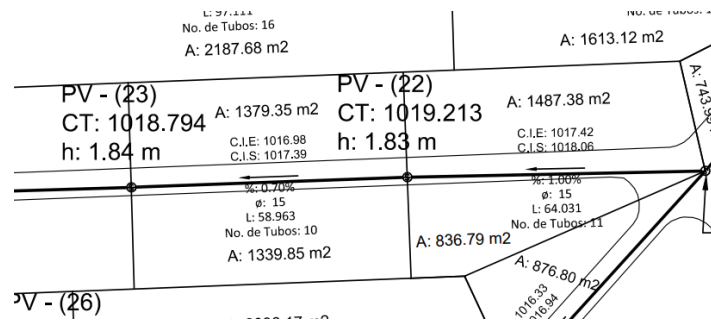
Distancia Horizontal (D) = 60,4 m.

$$S \% = \frac{(CT_i - CT_f) * 100}{D} = \frac{(1\ 019,213 - 1\ 018,794) * 100}{60,4} = 0,69 \%$$

- Área tributaria

El área tributaria se determinó según la topografía del terreno, se realizaron divisiones formando trapecios y triángulos por sector, con ayuda del programa civil 3D se obtuvo el área de diseño.

Figura 5. **Área Tributaria de PV 22 a PV23**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2019.

Área tributaria = 2 719,17 m².

Área tributaria = 0,2719 Ha.

Área tributaria acumulada = 0,5043 Ha.

- Tiempo de Concentración

Tiempo de concentración de tramo anterior = 14,00 (Obtenido de tabla de EMPAGUA).

Tabla VIII. **Tiempo de Concentración**

d P e l n d T i e r r n t e n e o	<0.01	20	19	18	17	16	15	14	13	12
	0.01	19	18	17	16	15	14	13	12	11
	0.02	18	17	16	15	14	13	12	11	10
	0.03	17	16	15	14	13	12	11	10	9
	0.04	16	15	14	13	12	11	10	9	8
	0.05	15	14	13	12	11	10	9	8	7
	0.06	14.5	13.5	12.5	11.5	10.5	9.5	8.5	7.5	6.5
	0.07	14	13	12	11	10	9	8	7	6
	0.08	13.5	12.5	11.5	10.5	9.5	8.5	7.5	6.5	5.5
	0.09	13	12	11	10	9	8	7	6	5
	0.1	12.5	11.5	10.5	9.5	8.5	7.5	6.5	5.5	5
>0.10	12	11	10	9	8	7	6	5	5	
		10	20	30	40	50	60	70	80	90
		impermeabilidad								

Fuente: Municipalidad de Guatemala. *Reglamento para diseño y construcción de drenajes, Municipalidad de Guatemala.* p.6.

Velocidad del tramo anterior = 1,6709 m/s.

Longitud del tramo anterior = 65,23 m.

$$T_2 = T_1 + \frac{L}{60 V_1}$$

$$T_2 = 14,00 + \frac{65,23 \text{ m}}{60 (2,0857 \text{ m/s})}$$

$$T_2 = 14,52 \text{ min}$$

- Intensidad de lluvia

Tiempo de concentración = 14,52 min.

Los valores A, B, n están dados por medio de la tabla del INSIVUMEH.

A = 820.

B = 2.

$n = 0,656.$

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

$$I = \frac{820}{(14,52 \text{ min} + 2)^{0,656}}$$

$$I = 130,25 \text{ mm/hr}$$

- Coeficiente de escorrentía

Se obtuvo un coeficiente de escorrentía ponderado utilizando los valores C de la tabla III.

Coeficiente de Techos = 0,7.

Coeficiente de Asfalto = 0,85.

Coeficiente jardín = 0,1.

Área total = 78 528,46 m².

$$C = \frac{(0,7 * 51\,043,499 \text{ m}^2) + (0,85 * 11\,779,629 \text{ m}^2) + (0,1 * 15\,705,692 \text{ m}^2)}{78\,528,46 \text{ m}^2}$$

$$C = 0,6025$$

- Caudal de diseño

Coeficiente de escorrentía = 0,6025.

área = 0,5043 Ha.

Intensidad de lluvia = 130,25 mm/hr.

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$Q = \frac{0,6025 * 130,25\text{mm/hr} * 0,5043 \text{ Ha}}{360} * 1000$$

$$Q = 109,94\text{l/s}$$

- Diseño hidráulico

Diámetro de tubería = 15 in.

Pendiente de terreno = 0,69 %

- Velocidad a Sección Llena

$$V = \frac{0,39685026x D^{2/3} x S^{1/2}}{n}$$

$$V = \frac{0,39685026x (15 * 0,0254)^{2/3} x 0,007^{1/2}}{0,01}$$

$$V = 1,745 \text{ m/s}$$

- Capacidad a sección Llena

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

$$A = \frac{\pi x (15x 0,0254)^2}{4}$$

$$A = 0,1140m^2$$

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,745m/s \times 0,1140 m^2$$

$$Q = 198,9417 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{109,37 \text{ l/s}}{198,9417 \text{ l/s}}$$

$$\frac{q}{Q} = 0,5526173$$

Al verificar que $q < Q$ se obtienen los siguientes valores de las tablas. El valor para utilizar es el más cercano al valor obtenido.

$$\frac{v}{V} = 1,024 \text{ y } \frac{d}{D} = 0,53$$

- Velocidad de diseño

$$v = 1,024m/s * 1,745 m/s$$

$$v = 1,7875 m/s$$

Su velocidad está en el rango permitido según reglamento de la municipalidad de Guatemala página 8, por lo tanto, cumple.

$$0,75 \text{ m/s} \leq 1,7875 \text{ m/s} \leq 5 \text{ m/s}$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0,53$$

El tirante se encuentra en el rango permitido según reglamento de la municipalidad de Guatemala, por lo tanto, cumple.

$$0,10 \leq 0,53 \leq 0,80 \text{ m/s}$$

- Cotas *invert*

Cota *invert* de entrada PV22 = 1 017,42

Al ser tramo de continuidad al que entra una sola tubería y sale otra de igual diámetro se resta 0,03 a la cota invert de salida del pozo anterior.

- Cota *invert* de salida PV22

$$\text{Cota invert de salida PV22} = 1\,017,42 - 0,03 = 1\,017,39$$

- Cota *invert* de entrada PV23

$$CIE = 1\,017,39 - \frac{0,7\% * 58,9 \text{ m}}{100}$$

$$CIE = 1\,016,98 \text{ m}$$

La diferencia de cotas es de 0,03 por lo tanto no requiere de un método de disipación de energía.

- Profundidad de pozo de visita

Pozo 22

Cota *invert* de salida = 1 017,39 m.

Cota de terreno inicial = 1 019,213 m.

Altura de pozo = 1 019,213 – 1 017,39 = 1,83 m.

Pozo 23

Cota *invert* de entrada = 1 016,98 m.

Cota de terreno inicial = 1 018,794 m.

Altura de pozo = 1 018,794 – 1 016,98 = 1,82 m.

Excavación

$$\text{Exc} = \left(\frac{\text{Prof de pozo inicial} + \text{Prof de pozo final}}{2} \right) \times \text{Ancho de zanja} \times \text{DH}$$

$$\text{Exc} = \left(\frac{1,83\text{m} + 1,82\text{m}}{2} \right) \times 0,60 \text{ m} \times 60,4\text{m}$$

$$\text{Ex} = 66,03 \text{ m}^3$$

Relleno

$$\text{Relleno} = \text{Exc} - \left(\frac{\pi}{4} \times (D \times 0,0254)^2 \times \text{DH} \right)$$

$$\text{Relleno} = 66,03 - \left(\frac{\pi}{4} \times (15 \times 0,0254)^2 \times 60,4 \right)$$

Relleno = 59,14m³

2.3.4. Tragantes

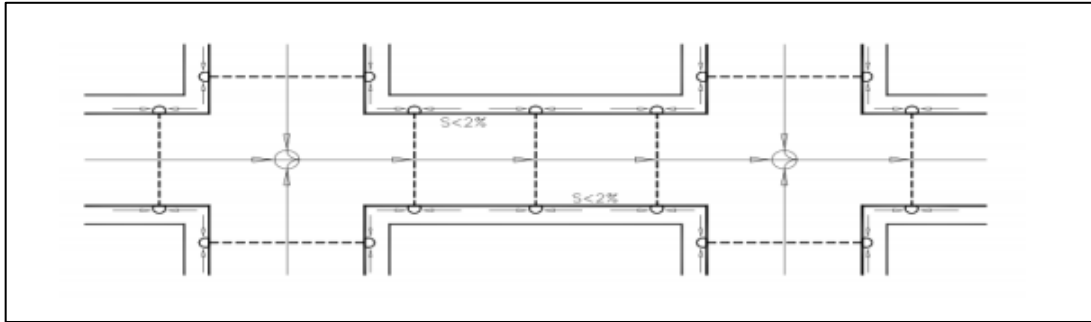
Son estructuras de concreto o mampostería que se encuentran colocadas en las calles con el propósito de captar el agua de lluvia y conducirlo por las alcantarillas.

Para el diseño de estos es necesario conocer las características geométricas de la superficie, es decir: la sección de la calle, pendiente del terreno, pendiente transversal y el tipo de superficie.

Las normas de localización de tragantes son las siguientes:

- Se deben colocar en las partes bajas a tres metros antes de la esquina.
- Cuando el tirante de agua supere los 0,10m.
- Deben conectarse al pozo de visita más cercano. El tubo de conexión entre el tragante y el pozo de visita será de ocho pulgadas mínimo con una pendiente del 2 %.
- Únicamente en calles pavimentadas o que hayan recibido un tratamiento para estabilizar su superficie.
- Antes de puentes y terraplenes.

Figura 6. **Planta distribución de tragantes**

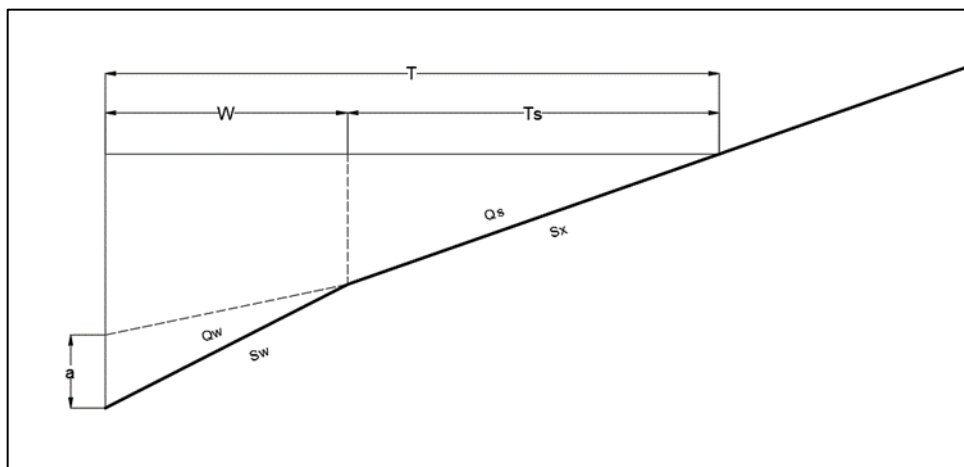


Fuente: HINDMAN, Paul. *Obras accesorias drenaje pluvial*. p. 45.

2.3.4.1. **Geometría del tragante**

La geometría del tragante es fundamental para la captación de las aguas pluviales ya que de ello depende su eficiencia.

Figura 7. **Geometría del tragante**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.3.4.2. Cálculo del tragante

A continuación, se presentan los parámetros para el cálculo del tragante:

2.3.4.2.1. Espejo de Agua

Es el ancho de la superficie libre de agua y está en función de las características geométricas de la superficie.

La fórmula para el cálculo del espejo de agua es la siguiente:

$$T = [Q_n^* / (K_u * S_x^{167} * S_l^{0.5})]^{0.375}$$

Donde

Q = caudal en metros cúbicos por segundo.

Ku= 0,376 valor constante.

Sx= pendiente transversal.

n = coeficiente de rugosidad de la superficie.

Sl = pendiente longitudinal.

2.3.4.2.2. Tirante de agua máximo

Es la altura máxima a la que el flujo puede llegar cuando ocurre un evento y está en función de la superficie y de la pendiente transversal.

La fórmula para el cálculo del tirante máximo es la siguiente:

$$dm = \frac{\text{ancho de calle}}{2} * S_x$$

Donde:

Dm= tirante máximo en metros.

Sx = pendiente transversal.

2.3.4.2.3. Tirante de agua parcial

Está en función del espejo de agua y de la pendiente transversal, durante un evento es la altura parcial del flujo.

Para el cálculo del tirante de agua parcial se utiliza la siguiente fórmula:

$$d = T * S_x$$

Donde:

d = tirante de flujo parcial en metros.

T= espejo de agua en metros.

Sx = pendiente transversal.

2.3.4.2.4. Radio de flujo

Es la relación del flujo frontal al flujo total dentro del canal y la pendiente transversal. Se utiliza para la pendiente equivalente, este factor es adimensional.

Para el cálculo del radio de flujo se utiliza la siguiente fórmula:

$$E_o = 1 - \left(1 - \frac{W}{T}\right)^{2.67}$$

Donde:

E_o = radio de flujo.

W = ancho de inclinación entre 0,40 – 0,60 metros.

T = espejo de agua en metros.

2.3.4.2.5. Pendiente de inclinación

Es la pendiente que le da dirección al flujo hacia el tragante y esta función de la altura del canal de depresión (a) y el ancho de inclinación (W).

Para el cálculo de la pendiente de inclinación se utiliza la siguiente fórmula:

$$S_w = \frac{a}{W}$$

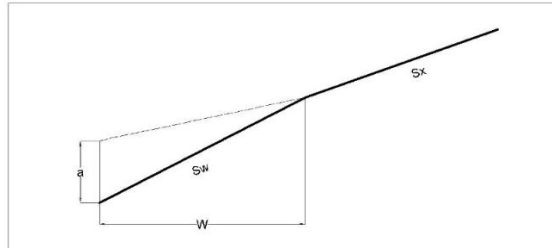
Donde:

W = ancho de cuneta puede ser entre 0,40 m – 0,60 m,

a = canal de depresión puede ser entre 0,025 m – 0,050 m.

Sw = pendiente dentro del tragante.

Figura 8. **Perfil del tragante**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD.

2.3.4.2.6. **Pendiente equivalente**

Es la relación entre la pendiente transversal y la pendiente de inclinación con el radio de flujo.

$$S_e = S_x + S_w * E_o$$

Donde

S_e = pendiente equivalente.

S_x = pendiente transversal.

S_w = pendiente dentro del tragante.

E_o = radio de flujo.

2.3.4.2.7. **Longitud efectiva**

Es la longitud que debe tener el tragante para captar el 100 % del flujo superficial y está en función de la pendiente longitudinal, la pendiente equivalente, el caudal y un factor kt.

$$L_t = K_t Q^{0,42} S_L^{0,3} (1/S_e)^{0,6}$$

Donde

L_t = longitud efectiva.

k_t = 0,817.

Q = caudal en metros cúbicos por segundo según el número de tragantes.

S_L = pendiente longitudinal.

S_e = pendiente equivalente.

2.3.4.2.8. Eficiencia

Determina la cantidad de flujo que es captado por el tragante y está en función de la longitud efectiva y la longitud propuesta.

El porcentaje de captación debe estar entre el rango de 70 – 100 %, se debe considerar que el periodo de retorno es de 25 años.

La fórmula para calcular la eficiencia es la siguiente:

$$E \% = 1 - [1 - (\frac{L}{L_T})]^{1,8} \times 100$$

Donde

L = longitud propuesta según el diseñador en metros.

L_t = longitud efectiva en metros.

2.3.4.3. Cálculo de un tragante

Datos del tragante No.8

Ancho de calle = 6 m.

Coeficiente de asfalto = 0,015 (Dato obtenido de tablas de coeficiente de rugosidad Manning).

Distancia horizontal= 45,63 m.

- Pendiente longitudinal S_L

$$S_L = \frac{\text{Pendiente del terreno}}{100}$$

$$S_L = \frac{1,59}{100} = 0,0159$$

- Caudal

Área = 0,014 Ha.

Coeficiente = 0,7.

Intensidad = 145,20 mm/hr.

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$Q = \frac{0,014 * 145,20 * 0,014}{360}$$

$$Q = 0,004 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Espejo de agua

$$S_x = 0,03.$$

$$S_l = 0,0159.$$

$$K_u = 0,376 \text{ cte.}$$

$$Q = 0,004 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$n = 0,015.$$

$$T = [Q * n / (K_u * S_x^{1,67} * S_l^{0,5})]^{0,375}$$

$$T = [0,004 \text{ m}^3/\text{s} * 0,015 / (0,376 * 0,03^{1,67} * 0,0159^{0,5})]^{0,375}$$

$$T = 0,73 \text{ m}$$

El espejo de agua cumple con los parámetros establecidos ya que este debe ser menor o igual a tres metros.

- Tirante de agua máximo

$$dm = \frac{\text{ancho de calle}}{2} * S_x$$

$$dm = \frac{6}{2} * 0,03$$

$$dm = 0,09$$

- Tirante de agua parcial

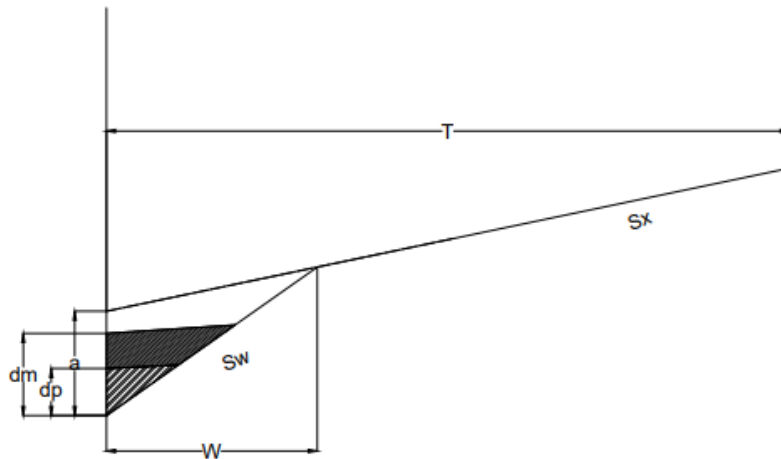
$$d = T * S_x$$

$$d = 0,73 * 0,03$$

$$d = 0,022$$

El tirante de agua parcial está dentro de los parámetros, ya que este debe ser menor al tirante máximo.

Figura 9. **Tirante parcial y tirante máximo**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2019.

- Radio de flujo

$$W = 0,3$$

$$T = 0,73 \text{ m}$$

$$E_o = 1 - \left(1 - \frac{W}{T}\right)^{2,67}$$

$$E_o = 1 - \left(1 - \frac{0,3}{0,73}\right)^{2,67}$$

$$E_o = 0,76$$

- Pendiente de inclinación Sw

$$W = 0,3$$

$$a = 0,025$$

$$S_w = \frac{a}{W}$$

$$S_w = \frac{0,025}{0,3}$$

$$S_w = 0,083$$

- Pendiente equivalente

$$E_o = 0,76$$

$$S_w = 0,083$$

$$S_x = 0,03$$

$$S_e = S_x + S_w * E_o$$

$$S_e = 0,03 + 0,083 * 0,76$$

$$S_e = 0,093$$

- Longitud efectiva

Para un tragante de PV8 a PV12

$$k_t = 0,817 \text{ kte}$$

$$Q = 0,004 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S_L = 0,0159$$

$$S_e = 0,093$$

$$L_t = K_t Q^{0,42} S_L^{0,3} (1/S_e)^{0,6}$$

$$L_t = 0,817 * 0,004^{0,42} * 0,0159^{0,3} (1/0,093)^{0,6}$$

$$L_t = 1,18 \text{ m}$$

- Eficiencia

$$L_t = 1,18 \text{ m}$$

Le= 1,32 m (propuesta)

$$E \% = 1 - [1 - (\frac{L_e}{L_T})]^{1,8} \times 100$$

$$E \% = 1 - [1 - (\frac{1,32\text{m}}{1,18\text{m}})]^{1,8} \times 100$$

$$E = 100 \%$$

Al obtener una eficiencia del 100 % que se encuentra dentro del parámetro establecido el cual debe ser mayor al 70 % se concluye que los datos propuestos para el tramo son adecuados para el caudal que escurre en el tramo.

2.3.4.4. Operación y mantenimiento de la red drenaje pluvial

Al igual que en el alcantarillado sanitario, la falta de mantenimiento de un sistema de alcantarillado pluvial puede afectar las condiciones de servicio para el que fue diseñado. La capacidad de estos está en función de su diámetro interno, sin embargo, esto se puede ver afectado por objetos o acumulaciones que no permitan el correcto flujo.

A continuación, se detallan las normas del sistema de alcantarillado pluvial.

- No permitir que se tiren objetos en los tragantes ni líquidos que puedan dañar el sistema.
- Mantener un programa de mantenimiento encargado de remover obstrucciones.
- Formular un reglamento de uso y velar por que este se cumpla.

Tabla IX. Operaciones y mantenimiento para red de drenaje pluvial

Componentes Alcantarillado Pluvial	Operación	Mantenimiento
Tragantes	Vigilar que estos no se tapen en por la basura que acarrea la escorrentía superficial. (Mensual)	Limpieza del tragante. (Eventual)

Continuación de la tabla IX.

Colectores	Inspeccionar el estado de las tuberías por medio de linterna para identificar taponamientos, material sedimentado, fallas, roturas.	Reparación de tubería. (Eventual). Limpieza de tuberías. (Eventual).
Pozos de visita	Revisión de tapaderas. Control de acumulación de basura, lodo u objetos. (Mensual).	Extracción de basura, objetos, lodos. Reparar daños a la estructura o tapadera. (Eventual)

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2020.

2.4. Evaluación de impacto ambiental

Es importante realizar una evaluación de impacto ambiental para establecer los efectos positivos y negativos que la ejecución de un proyecto tendrá sobre el ambiente y las medidas de prevención que deben tomarse para el desarrollo del proyecto.

La evaluación de impacto ambiental se realizó de acuerdo con el formato DVGA-GA-002 de la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales del Ministerio de Medio Ambiente según el acuerdo gubernativo No. 23-2 003 y sus reformas contenidas en los acuerdos gubernativos No. 424-2 003 y 704-2 003.

Tabla X. Evaluación ambiental inicial

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>1.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (Que tenga relación con el proyecto a realizar): CONSTRUCCIÓN DE DRENAJE SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. La construcción del drenaje sanitario y drenaje pluvial está ubicado en el sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala.</p> <p>Las actividades que se llevarán a cabo consisten en: colocación de tubería, construcción de pozos de visita, movimiento de tierras (corte y relleno).</p> <p>Se requiere saneamiento en la zona debido a que el sistema actual se encuentra obsoleto debido a que ya paso su vida útil, una falla que pasa en el lugar lo que ha ocasionado daños en la tubería y pozos y además que se requiere conectar el proyecto de drenaje sanitario a una planta de tratamiento para evitar que siga la contaminación en el río Pinula.</p> <p>La ejecución de los proyectos es obra pública y social para mejorar las condiciones sanitarias de los habitantes del sector 1, Villa Hermosa 2.</p>	
<p>1.2. Información legal:</p> <p>A) Persona Individual: A.1. Representante Legal: Mynor Morales Chávez (Alcalde Municipal)</p> <hr/> <p>B) De la empresa: Municipalidad de San Miguel Petapa Razón social: _____ Nombre Comercial: _____ No. De Escritura Constitutiva: _____ Fecha de constitución: _____ Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____ Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____ No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____ _____ dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad. Número de Identificación Tributaria (NIT): _____</p>	

Continuación de la tabla X.

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono		Correo electrónico:
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
Sector 1 de la colonia Villa Hermosa 2, Municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala.		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
<i>Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84)</i>		<i>Coordenadas Geográficas Datum WGS84</i>
Coordenadas Este (Inicio): 764023.31 m E	Coordenadas Norte (Inicio): 1606618.61 m N	Latitud (Inicio): 14°31'10.89"N Longitud (Inicio): 90°33'0.65"O
Coordenadas Este (Final): 764203.00 m E	Coordenadas Norte (Final): 1606156.00 m N	Latitud (Final): 14°30'55.78"N Longitud (Final): 90°32'54.82"O
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
1 calle 1-56 zona 1 San Miguel Petapa, Guatemala.		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción <ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar Excavación, construcción de pozos de visita, colocación de tubería, conexiones domiciliarias, construcción de drenajes, movimiento de tierras. • Insumos necesarios Tubería de PVC, cemento, hierro ladrillo tuyuyo, alambre de amarre, madera, clavos y herramientas de construcción. • Maquinaria Retroexcavadora y camión de volteo. • Otros de relevancia 	Operación <ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos -Limpieza de tragantes. -Inspección, limpieza y reparación de tuberías. -Revisión de tapaderas, control de acumulación de basura, todo u objetos en pozos de visita, reparación de daños. • Materia prima e insumos Linternas, Bolsas de basura, Recogedor de basura, artefactos de limpieza, materiales de construcción para reparación de daños en el sistema. 	Abandono <ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre Si el proyecto se tuviera que clausurar, la municipalidad deberá de rellenar toda excavación y tapar tuberías de alcantarillado.
II.3 Área		
a) Área total de terreno en metros cuadrados: 78528.46 m ²		
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 16 800 m ²		
Área total de construcción en metros cuadrados: 16 800 m ²		

Continuación de la tabla X.

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
II.4 Actividades colindantes al proyecto: <p style="text-align: center;"> NORTE INSTITUTO POR COOPERATIVA SUR RÍO PINULA ESTE SECTOR 2, VILLA HERMOSA 2 OESTE JARDINES DE LA MANSIÓN </p> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p>		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Río Pinula	SUR	CONTINUO
Instituto por Cooperativa	NORTE	CONTINUO
II.5 Dirección del viento: Oeste-noroeste con una velocidad de 11 Km/h.		
II.6 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto? a) inundación (X) b) explosión () c) deslizamientos (X) d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()		
Detalle la información Deslizamiento debido a la falla que atraviesa el lugar denominado "falla el fruta". Inundación debido a que el actual sistema se encuentra obsoleto por lo que se generan inundaciones en el área.		
II.7 Datos laborales a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____ b) Número de empleados por jornada _____ 15 Total empleados _____ 15		
II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...		

Continuación de la tabla X.

INSTRUCCIONES				PARA USO INTERNO DEL MARN			
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	Si	15m3/mes	Municipalidad	Mezcla de materiales		Toneles
	Pozo	No					
	Agua especial	No					
	Superficial	No					
Combustible	Otro	No					
	Gasolina	No					
	Diesel	No					
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	No					
	No solubles	No					
Refrigerantes		No					
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p> <p>III. IMPACTO AL AIRE</p> <p>GASES Y PARTICULAS</p> <p>III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? ¿Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?</p> <p>Polvo ocasionado por el movimiento de tierras.</p> <p>MITIGACION</p> <p>III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?</p> <p>Se rociará periódicamente en el área de trabajo y se brindará mascarillas y gafas a los trabajadores.</p>							

Continuación de la tabla X.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p>Ruido</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p>Maquinaria, vehículos</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o qué acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p>Laborar únicamente en jornadas diurnas para que las molestias del ruido sean menores.</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores: La obra no genera olores.</p> <p>III.7 Explicar ¿qué se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? No se producen olores</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, ¿qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado</p> <p>El proyecto consiste en el traslado de aguas residuales ordinarias.</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios</p> <p>Uno</p>	

Continuación de la tabla X.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</p> <p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento</p> <p>b) Capacidad</p> <p>c) Operación y mantenimiento</p> <p>d) Caudal a tratar</p> <p>e) Etc.</p> <p>Las aguas residuales serán temporales debido al uso de baños portátiles y la empresa que preste el servicio será la encargada de la evacuación de estas.</p>	
<p>DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES</p> <p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior</p> <p>No aplica.</p>	
<p>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</p> <p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)</p> <p>No aplica.</p>	
<p>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</p>	
<p>DESECHOS SÓLIDOS</p> <p>VOLUMEN DE DESECHOS</p> <p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día</p> <p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</p> <p>Desecho ordinario o solidos comunes.</p> <p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</p> <p>No se generan desechos peligrosos</p> <p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado</p> <p>Los desechos generados no requieren de tratamiento ya que son retirados por el tren de aseo público, 3 veces por semana.</p> <p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p> <p>Los desechos se trasladan al relleno sanitario de AMSA.</p> <p>V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</p> <p>El proyecto se diseñó con el fin de no generar desechos que dañen el medio o que causen problemas.</p> <p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p> <p>Relleno de AMSA.</p>	

Continuación de la tabla X.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</p> <p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada La actividad no ocasiona daños a ningún recurso natural, sitio arqueológico, flora, fauna ya que es un área urbana.</p>	
<p>ASPECTOS SOCIAL</p> <p>IX.3. ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI (✓) NO (X)</p> <p>IX.4 ¿Qué tipo de molestias?</p> <p>IX.5 ¿Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?</p>	
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? ¿Explicar por qué? La obra no afecta el paisaje.</p>	
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p>	
<p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p> <p>La actividad no representa ningún riesgo para los pobladores ni para los trabajadores.</p>	
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p>Riesgos ocupacionales potenciales: Caídas del nivel de los pozos o de la maquinaria, desprendimiento de material. Para ello se le proporciona al personal equipo de seguridad y capacitación.</p>	
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p>El equipo de protección consiste en: mascarilla, botas punta de acero, cascos, anteojos.</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>Para evitar molestias a la población se desarrollarán todas las actividades en la jornada matutina. Además, el personal será capacitado sobre protección personal.</p>	

Fuente: Ministerio de Ambientes y Recursos Naturales (MARN).

2.5. Planos finales

Al finalizar el diseño de los proyectos se elaboraron planos finales de los mismos, estos se encuentran en la sección de anexos.

2.6. Presupuesto

El presupuesto está integrado por costos directos e indirectos. A continuación, se presentan ambos presupuestos.

Tabla XI. **Presupuesto drenaje sanitario, sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA						
Municipalidad de San Miguel Petapa, Guatemala						
PRESUPUESTO DRENAJE SANITARIO						
NOMBRE DE SOLICITANTE:		MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA.				
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN:		SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.				
FECHA DE PROYECTO:		abr-21				
No.	RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLÓN	
I TRABAJOS PRELIMINARES						
I.01	Replanteo topográfico	ml	2,405.74	Q 3.89	Q	9,357.81
SUB TOTAL					Q	9,357.81
II LÍNEA DE CONDUCCIÓN						
II.01	Tubería PVC Ø6" NORMA ASTM F-949	ml	2,076.71	Q 922.11	Q	1,914,958.49
II.02	Tubería PVC Ø8" NORMA ASTM F-949	ml	187.37	Q 980.44	Q	183,704.57
II.03	Tubería PVC Ø10" NORMA ASTM F-949	ml	241.66	Q 1,065.88	Q	257,580.13
SUB TOTAL					Q	2,356,243.19
III POZOS DE VISITA						
III.01	Pozo de visita, Diámetro de 1.50m, Profundidad máxima de 4 m, sin refuerzo.	Unidad	29.00	Q 25,355.99	Q	735,323.71
III.02	Pozo de visita, Diámetro de 1.50m, Profundidad máxima de 6 m, con refuerzo.	Unidad	4.00	Q 34,581.38	Q	138,325.52
SUB TOTAL					Q	873,649.23
IV CONEXIÓN DOMICILIAR						
IV.01	Conexión domiciliar	unidad	568.00	Q 1,152.37	Q	654,546.16
SUB TOTAL					Q	654,546.16
COSTO TOTAL ESTIMADO					Q	3,893,796.39

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2020.

Tabla XII. **Presupuesto drenaje pluvial, sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA						
Municipalidad de San Miguel Petapa, Guatemala						
PRESUPUESTO DRENAJE PLUVIAL						
NOMBRE DE SOLICITANTE:		MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA.				
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN:		SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.				
FECHA DE PROYECTO:		abr-21				
No.	RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLÓN	
I TRABAJOS PRELIMINARES						
I.01	Replanteo topográfico	ml	2,862.20	Q 3.27	Q 9,357.81	
SUB TOTAL					Q 9,357.81	
II LÍNEA DE CONDUCCIÓN						
II.01	Tubería PVC Ø15" NORMA ASTM F-949	ml	2,198.99	Q 1,290.07	Q 2,836,843.99	
II.02	Tubería PVC Ø18" NORMA ASTM F-949	ml	212.59	Q 1,553.00	Q 330,152.80	
II.03	Tubería PVC Ø24" NORMA ASHTO M304	ml	140.94	Q 2,647.02	Q 373,070.38	
II.04	Tubería PVC Ø30" NORMA ASHTO M304	ml	309.68	Q 3,956.46	Q 1,225,235.26	
SUB TOTAL					Q 4,765,302.43	
III POZOS DE VISITA						
III.01	Pozo de visita, Diámetro de 1.50m, Profundidad maxima de 4 m, sin refuerzo.	Unidad	25.00	Q 19,563.15	Q 489,078.75	
III.02	Pozo de visita, Diámetro de 1.50m, Profundidad maxima de 6 m, con refuerzo.	Unidad	2.00	Q 35,396.61	Q 70,793.22	
III.03	Pozo de visita, Diámetro de 1.75m, Profundidad maxima de 4 m, sin refuerzo.	Unidad	5.00	Q 21,972.54	Q 109,862.70	
III.04	Pozo de visita, Diámetro de 1.75m, Profundidad maxima de 6 m, con refuerzo.	Unidad	7.00	Q 29,658.07	Q 118,632.28	
SUB TOTAL					Q 559,871.97	
IV TRAGANTES						
IV.01	TRAGANTES	unidad	101.00	Q 15,582.58	Q 1,573,840.58	
SUB TOTAL					Q 1,573,840.58	
COSTO TOTAL ESTIMADO					Q 6,908,372.79	

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2020

2.7. Cronograma de trabajo

En los siguientes cronogramas se programa la ejecución de los proyectos de drenaje sanitario y drenaje pluvial.

Figura 10. **Cronograma drenaje sanitario, sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala**

NO.	DESCRIPCIÓN	MESES								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Replanteo topográfico	■								
2	Excavacion de zanja		■	■	■	■	■	■		
3	Relleno de zanja con Material selecto			■	■	■	■	■	■	
4	Relleno de zanja con material local								■	
5	Acarreo de material sobrante									■
6	Colocación de tubería de 6 in		■	■	■	■	■	■		
7	Colocación de tubería de 8 in		■	■	■	■	■	■		
8	Pozo de Visita Ø1.5, altura maxima de 4m		■	■	■	■	■	■		
9	Pozo de Visita Ø1.5, altura maxima de 6m		■	■	■	■	■	■		

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2020

Figura 11. **Cronograma drenaje pluvial, sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa, Guatemala**

NO.	DESCRIPCIÓN	MESES									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Replanteo topográfico	■									
2	Excavacion de zanja		■	■	■	■	■	■	■	■	
3	Relleno de zanja con Material selecto			■	■	■	■	■	■	■	
4	Relleno de zanja con material local									■	
5	Acarreo de material sobrante										■
6	Colocación de tubería de 15 in		■	■	■	■	■	■	■		
7	Colocación de tubería de 18 in		■	■	■	■	■	■	■		
8	Colocación de tubería de 24 in			■	■	■	■	■	■		
9	Colocación de tubería de 30 in					■	■	■	■		
10	Pozo de Visita Ø1.5, altura maxima de 4m		■	■	■	■	■	■	■		
11	Pozo de Visita Ø1.5, altura maxima de 6m		■	■	■	■	■	■	■		
12	Pozo de Visita Ø1.75, altura maxima de 4m		■	■	■	■	■	■	■		
13	Pozo de Visita Ø1.75, altura maxima de 6m		■	■	■	■	■	■	■		
14	Construccion de Tragantes									■	■

Fuente: elaboración propia, empleando Excel 2020

CONCLUSIONES

1. Se optó por un sistema de drenaje sanitario y pluvial luego de realizar un diagnóstico de las necesidades de la población puesto que el drenaje actual dejó de ser funcional, pozos y tuberías se encuentran desplomados por la falla que atraviesa el lugar, además que las aguas no recibían tratamiento lo que generaba gran contaminación en lugar.
2. Los proyectos de drenaje pretenden mejorar las condiciones de saneamiento del sector 1, Villa Hermosa 2, San Miguel Petapa. Con la implementación del drenaje sanitario conectado a la nueva planta de tratamiento se evitará que siga la contaminación en el río Pinula así también se evitarán enfermedades gastrointestinales, cutáneas y otros. El drenaje pluvial evitará que se den inundaciones y daños a obras públicas o privadas.
3. Utilizando materiales de buena calidad se contribuirá a garantizar una mayor vida útil de los sistemas de drenaje y por lo tanto mejorar calidad de vida para los habitantes.
4. Utilizando un sistema separativo ayudará que el caudal de agua a tratar sea menor.
5. Los sistemas de drenaje sanitario y pluvial beneficiarán a un total de población de 3 408, por lo que da un factor de relación beneficio-costos alto.

RECOMENDACIONES

1. Cumplir con las normas y especificaciones para la ejecución y supervisión de los proyectos con la finalidad de garantizar su vida útil.
2. Iniciar la construcción de los proyectos por el alcantarillado sanitario puesto que este debe ir a mayor profundidad, es decir según norma en los cruces de calles debe haber una distancia entre tuberías de por lo menos 0,20 metros.
3. Brindar un mantenimiento periódico para mantener la vida útil de los sistemas de alcantarillados sin fugas y/o obstrucciones.
4. Realizar trabajos de construcción y supervisión por un profesional durante todo el proceso.
5. Utilizar materiales que cumplan con los estándares de calidad para que la obra cumpla con el periodo de vida útil establecido.

BIBLIOGRAFÍA

1. CARRERA RÍPIELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989. 135 p
2. HUN AGUILAR, Ligia Elizabeth. *Diseño del pavimento rígido y drenaje pluvial para un sector de la aldea Santa María Cauque, del Municipio de Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012. 115 p
3. Instituto de Fomento Municipal (INFOM). *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 76 p.
4. _____. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2009. 25 p
5. Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). *Informe de intensidades de lluvia*. Guatemala: INSIVUMEH. p. 5.
6. RAYMUNDO VELAZCO, Pedro Enrique. *Diseño del drenaje sanitario y pluvial y edificio de tres niveles para las oficinas municipales para el municipio de San Pedro Jocopilas, Departamento del Quiché*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012. 342 p

APÉNDICES

Apéndice 1. **Diseño alcantarillado sanitario**

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

		Cotas de terreno		DH(m)	S % Terreno	Viviendas		Población		Qdomiciliar(l/s)		Ilicitas	Infiltración	Comercial		Industrial	
De PV	A PV	Inicio	Final			Local	Acum.	Actual	Futura	Actual	Futuro	Caudales (l/s)	Caudales(l/s)	No. Com.	Caudales (l/s)	No. Fab	Caudal (l/s)
1	2	1020.77	1020.697	97.57	0.07	27	27	162	340	0.23	0.47	0.047	0.0481	1	0.007	0	0.000
2	3	1020.697	1020.707	53.94	-0.02	18	45	270	566	0.38	0.79	0.079	0.0300	1	0.007	0	0.000
3	4	1020.707	1020.619	77.59	0.11	21	66	396	831	0.55	1.15	0.115	0.0377	0	0.000	0	0.000
4	8	1020.619	1020.06	48.31	1.16	0	66	396	831	0.55	1.15	0.115	0.0089	0	0.000	0	0.000
5	6	1020.492	1020.487	85.49	0.01	28	28	168	352	0.23	0.49	0.049	0.0469	0	0.000	0	0.000
6	7	1020.487	1020.205	74.39	0.38	24	52	312	654	0.43	0.91	0.091	0.0404	0	0.000	0	0.000
7	8	1020.205	1020.06	84.14	0.17	26	78	468	982	0.65	1.36	0.136	0.0445	0	0.000	0	0.000
8	12	1020.06	1019.341	49.89	1.44	0	144	864	1812	1.20	2.52	0.252	0.0092	0	0.000	0	0.000
9	10	1020.352	1020.191	93.89	0.17	30	30	180	378	0.25	0.52	0.052	0.0507	0	0.000	0	0.000
10	11	1020.191	1019.661	96.95	0.55	32	62	372	780	0.52	1.08	0.108	0.0535	0	0.000	0	0.000
11	12	1019.661	1019.341	71.68	0.45	22	84	504	1057	0.70	1.47	0.147	0.0377	0	0.000	0	0.000
12	16	1019.341	1019	46.11	0.74	0	228	1368	2869	1.90	3.99	0.399	0.0085	0	0.000	0	0.000
13	14	1020.317	1019.903	91.86	0.45	28	28	168	352	0.23	0.49	0.049	0.0481	0	0.000	0	0.000
14	15	1019.903	1019.421	97.17	0.50	32	60	360	755	0.50	1.05	0.105	0.0536	0	0.000	0	0.000
15	16	1019.421	1019	81.71	0.52	25	85	510	1070	0.71	1.49	0.149	0.0429	0	0.000	0	0.000
16	20	1019	1018.851	46.85	0.32	0	313	1878	3939	2.61	5.47	0.547	0.0087	0	0.000	0	0.000
17	18	1020.053	1019.533	95.08	0.55	31	31	186	390	0.26	0.54	0.054	0.0521	0	0.000	0	0.000
18	19	1019.533	1018.983	80.97	0.68	26	57	342	717	0.48	1.00	0.100	0.0439	0	0.000	0	0.000
19	20	1018.983	1018.852	65.84	0.20	18	75	450	944	0.63	1.31	0.131	0.0322	0	0.000	0	0.000
20	24	1018.647	1018.226	46.91	0.90	0	388	2328	4883	3.23	6.78	0.678	0.0087	0	0.000	0	0.000
21	22	1019.802	1019.115	77.81	0.88	24	24	144	302	0.20	0.42	0.042	0.0411	0	0.000	0	0.000
22	23	1019.115	1018.697	59.14	0.71	20	44	264	554	0.37	0.77	0.077	0.0332	0	0.000	0	0.000
23	24	1018.697	1018.226	78.16	0.60	22	66	396	831	0.55	1.15	0.115	0.0389	0	0.000	0	0.000
24	27	1018.226	1019.07	47.5	-1.78	0	454	2724	5714	3.78	7.94	0.794	0.0088	0	0.000	0	0.000
25	26	1019.226	1018.617	91.42	0.67	27	27	162	340	0.23	0.47	0.047	0.0469	0	0.000	0	0.000
26	27	1018.617	1019.07	95.73	-0.47	29	56	336	705	0.47	0.98	0.098	0.0500	0	0.000	0	0.000
27	30	1019.07	1018.313	47.45	1.60	0	510	3060	6419	4.25	8.91	0.891	0.0088	0	0.000	0	0.000
28	29	1018.903	1018.47	74.1	0.58	22	22	132	277	0.18	0.38	0.038	0.0382	0	0.000	0	0.000
29	30	1018.47	1018.313	82.36	0.19	20	42	252	529	0.35	0.73	0.073	0.0375	0	0.000	1	0.012
30	33	1018.313	1018.379	66.21	-0.10	0	552	3312	6947	4.60	9.65	0.965	0.0123	0	0.000	0	0.000
28	31	1018.903	1018.449	93.39	0.49	13	13	78	164	0.11	0.23	0.023	0.0317	0	0.000	0	0.000
31	32	1018.449	1018.387	27.05	0.23	3	16	96	201	0.13	0.28	0.028	0.0083	0	0.000	0	0.000
32	33	1018.387	1018.379	51.08	0.02	0	16	96	201	0.13	0.28	0.028	0.0095	0	0.000	0	0.000
33	PTAR	1018.379	1018.317	28	0.22	0	568	3408	7149	4.73	9.93	0.993	0.0052	0	0.000	0	0.000

Qmedio(l/s)		Factor Harmond		FQM		CAUDAL DE DIÑO		DIAMETRO (in)	S(%) Tubo	SECCION LLENA		ACTUAL					
Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro			V(m/s)	Q(l/s)	q/Q	v/V	d/D	v(m/s)	q/Q	
0.3272	0.5742	4.1800	4.0548	0.002	0.002	1.3677	2.7557	6	1.50	1.39	25.30	0.05	0.53	0.16	0.74	CUMPLE	0.11
0.4906	0.9022	4.0976	3.9458	0.002	0.002	2.2127	4.4693	6	1.00	1.13	20.65	0.11	0.65	0.22	0.74	CUMPLE	0.22
0.7031	1.3067	4.0242	3.8505	0.002	0.002	3.1872	6.3968	6	1.00	1.13	20.65	0.15	0.72	0.27	0.82	CUMPLE	0.31
0.6743	1.2780	4.0242	3.8505	0.002	0.002	3.1872	6.3968	6	1.00	1.13	20.65	0.15	0.72	0.27	0.82	CUMPLE	0.31
0.3292	0.5853	4.1747	4.0477	0.002	0.002	1.4027	2.8528	6	1.00	1.13	20.65	0.07	0.57	0.18	0.65	CUMPLE	0.14
0.5647	1.0403	4.0711	3.9112	0.002	0.002	2.5404	5.1193	6	0.50	0.80	14.60	0.17	0.75	0.28	0.60	CUMPLE	0.35
0.8308	1.5442	3.9888	3.8052	0.002	0.002	3.7335	7.4708	6	0.50	0.80	14.60	0.26	0.84	0.34	0.67	CUMPLE	0.51
1.4609	2.7780	3.8400	3.6187	0.002	0.002	6.6356	13.1162	6	1.50	1.39	25.30	0.26	0.84	0.35	1.17	CUMPLE	0.52
0.3532	0.6276	4.1644	4.0339	0.002	0.002	1.4992	3.0461	6	1.00	1.13	20.65	0.07	0.58	0.18	0.66	CUMPLE	0.15
0.6786	1.2456	4.0369	3.8669	0.002	0.002	3.0035	6.0346	6	0.60	0.88	16.00	0.19	0.77	0.29	0.67	CUMPLE	0.38
0.8845	1.6528	3.9724	3.7843	0.002	0.002	4.0042	8.0013	6	0.50	0.80	14.60	0.27	0.85	0.36	0.68	CUMPLE	0.55
2.3071	4.3925	3.7081	3.4587	0.002	0.002	10.1454	19.8496	8	0.80	1.23	39.79	0.26	0.84	0.34	1.02	CUMPLE	0.50
0.3304	0.5865	4.1747	4.0477	0.002	0.002	1.4027	2.8528	6	1.00	1.13	20.65	0.07	0.57	0.18	0.65	CUMPLE	0.14
0.6584	1.2072	4.0435	3.8753	0.002	0.002	2.9113	5.8527	6	0.50	0.80	14.60	0.20	0.78	0.30	0.62	CUMPLE	0.40
0.8998	1.6773	3.9698	3.7809	0.002	0.002	4.0492	8.0894	6	0.60	0.88	16.00	0.25	0.83	0.34	0.73	CUMPLE	0.51
3.1641	6.0269	3.6069	3.3393	0.002	0.002	13.5474	26.3084	8	0.50	0.97	31.45	0.43	0.96	0.46	0.93	CUMPLE	0.84
0.3646	0.6481	4.1594	4.0273	0.002	0.002	1.5473	3.1425	6	0.80	1.01	18.47	0.08	0.61	0.20	0.61	CUMPLE	0.17
0.6185	1.1399	4.0536	3.8884	0.002	0.002	2.7726	5.5788	6	0.70	0.95	17.28	0.16	0.73	0.27	0.69	CUMPLE	0.32
0.7883	1.4743	3.9973	3.8160	0.002	0.002	3.5976	7.2039	6	0.50	0.80	14.60	0.25	0.83	0.34	0.66	CUMPLE	0.49
3.9202	7.4690	3.5336	3.2545	0.002	0.002	16.4523	31.7844	8	1.50	1.68	54.48	0.30	0.87	0.38	1.47	CUMPLE	0.58
0.2830	0.5025	4.1967	4.0772	0.002	0.002	1.2087	2.4630	6	1.20	1.24	22.63	0.05	0.53	0.16	0.66	CUMPLE	0.11
0.4768	0.8792	4.1016	3.9510	0.002	0.002	2.1656	4.3758	6	0.80	1.01	18.47	0.12	0.67	0.23	0.68	CUMPLE	0.24
0.7043	1.3079	4.0242	3.8505	0.002	0.002	3.1872	6.3968	6	0.60	0.88	16.00	0.20	0.78	0.30	0.68	CUMPLE	0.40
4.5857	8.7382	3.4777	3.1908	0.002	0.002	18.9464	36.4631	8	1.00	1.37	44.48	0.43	0.96	0.46	1.32	CUMPLE	0.82
0.3191	0.5661	4.1800	4.0548	0.002	0.002	1.3543	2.7557	6	0.90	1.07	19.59	0.07	0.57	0.18	0.62	CUMPLE	0.14
0.6145	1.1267	4.0570	3.8929	0.002	0.002	2.7263	5.4872	6	0.50	0.80	14.60	0.19	0.76	0.29	0.61	CUMPLE	0.38
5.1503	9.8149	3.4351	3.1428	0.002	0.002	21.0227	40.3446	10	0.50	1.13	57.03	0.37	0.92	0.42	1.04	CUMPLE	0.71
0.2600	0.4612	4.2086	4.0931	0.002	0.002	1.1111	2.2666	6	2.00	1.60	29.21	0.04	0.48	0.13	0.77	CUMPLE	0.08
0.4725	0.8566	4.1097	3.9617	0.002	0.002	2.0713	4.1882	6	0.50	3.50	63.85	0.03	0.46	0.12	1.60	CUMPLE	0.07
5.5771	10.6260	3.4055	3.1098	0.002	0.002	22.5583	43.2083	10	0.50	1.13	57.03	0.40	0.94	0.44	1.06	CUMPLE	0.76
0.1628	0.2817	4.2716	4.1786	0.002	0.002	0.6664	1.3673	6	1.50	1.39	25.30	0.03	0.43	0.11	0.59	NO CUMPLE	0.05
0.1696	0.3160	4.2484	4.1470	0.002	0.002	0.8157	1.6701	6	1.50	1.39	25.30	0.03	0.46	0.12	0.63	CUMPLE	0.07
0.1708	0.3171	4.2484	4.1470	0.002	0.002	0.8157	1.6701	6	1.50	1.39	25.30	0.03	0.46	0.12	0.63	CUMPLE	0.07
5.7314	10.9265	3.3948	3.0978	0.002	0.002	23.1387	44.2893	10	1.00	1.59	80.65	0.29	0.86	0.37	1.37	CUMPLE	0.55

FUTURO				POZO											Ancho Zanja	Excavacion (m ³)	Relleno (m ³)
RELACIONES HIDRAULICAS				Ø Pozo 1	Ø Pozo 2	Distancia Pozo	COTA INVERT		CHEQUEO DE COTAS INVERT		Caida	Tipo de Disipacion	Prof. Pozo				
v/V	d/D	v(m/s)					Inicio	final	Inicio	Final			Inicio	Final			
0.65	0.22	0.91	CUMPLE	1.50	1.50	96.07	1019.42	1017.98	1.35	2.72	0.03	Ninguna	1.35	2.72	0.60	119.22	117.44
0.80	0.32	0.90	CUMPLE	1.50	1.50	52.44	1017.95	1017.42	2.75	3.28	0.03	Ninguna	2.75	3.28	0.60	97.66	96.68
0.88	0.38	1.00	CUMPLE	1.50	1.50	76.09	1017.39	1016.63	3.31	3.99	0.03	Ninguna	3.31	3.99	0.60	169.98	168.57
0.88	0.38	1.00	CUMPLE	1.50	1.50	46.81	1016.60	1016.13	4.02	3.93	0.03	Ninguna	4.02	3.93	0.60	115.14	114.26
0.70	0.25	0.80	CUMPLE	1.50	1.50	83.99	1019.14	1018.30	1.35	2.19	0.03	Ninguna	1.35	2.19	0.60	90.78	89.22
0.91	0.41	0.73	CUMPLE	1.50	1.50	72.89	1018.27	1017.91	2.22	2.30	0.03	Ninguna	2.22	2.30	0.60	100.81	99.45
1.01	0.51	0.81	CUMPLE	1.50	1.50	82.64	1017.88	1017.47	2.33	2.59	1.37	Codo Disipador	2.33	2.59	0.60	124.29	122.75
1.01	0.51	1.40	CUMPLE	1.50	1.50	48.39	1016.10	1015.37	3.96	3.97	0.05	Ninguna	3.96	3.97	0.60	118.64	117.73
0.71	0.26	0.81	CUMPLE	1.50	1.50	92.39	1018.95	1018.02	1.41	2.17	0.03	Ninguna	1.41	2.17	0.60	100.75	99.04
0.93	0.43	0.81	CUMPLE	1.50	1.50	95.45	1017.99	1017.42	2.20	2.24	0.03	Ninguna	2.20	2.24	0.60	129.21	127.44
1.02	0.53	0.82	CUMPLE	1.50	1.50	70.18	1017.39	1017.04	2.27	2.30	0.03	Ninguna	2.27	2.30	0.60	98.40	97.10
1.00	0.50	1.23	CUMPLE	1.50	1.50	44.61	1015.32	1014.96	4.02	4.04	0.03	Ninguna	4.02	4.04	0.60	111.46	109.97
0.70	0.25	0.80	CUMPLE	1.50	1.50	90.36	1018.90	1018.00	1.42	1.91	0.03	Ninguna	1.42	1.91	0.60	91.59	89.92
0.94	0.44	0.76	CUMPLE	1.50	1.50	95.67	1017.97	1017.49	1.94	1.93	0.03	Ninguna	1.94	1.93	0.60	112.80	111.03
1.00	0.50	0.88	CUMPLE	1.50	1.50	80.21	1017.46	1016.98	1.96	2.02	2.05	Bandejas	1.96	2.02	0.60	97.59	96.10
1.12	0.70	1.09	CUMPLE	1.50	1.50	45.35	1014.93	1014.70	4.07	4.15	0.03	Ninguna	4.07	4.15	0.60	115.50	113.98
0.75	0.28	0.76	CUMPLE	1.50	1.50	93.58	1018.70	1017.95	1.35	1.58	0.03	Ninguna	1.35	1.58	0.60	83.67	81.94
0.89	0.39	0.84	CUMPLE	1.50	1.50	79.47	1017.92	1017.36	1.61	1.62	0.03	Ninguna	1.61	1.62	0.60	78.52	77.04
1.00	0.50	0.80	CUMPLE	1.50	1.50	64.34	1017.33	1017.01	1.65	1.84	2.34	Bandejas	1.65	1.84	0.60	68.92	67.72
1.04	0.55	1.74	CUMPLE	1.50	1.50	45.41	1014.67	1013.99	3.90	4.24	0.03	Ninguna	3.90	4.24	0.60	114.51	112.99
0.65	0.22	0.81	CUMPLE	1.50	1.50	76.31	1018.45	1017.53	1.35	1.58	0.03	Ninguna	1.35	1.58	0.60	68.48	67.06
0.82	0.33	0.83	CUMPLE	1.50	1.50	57.64	1017.50	1017.04	1.61	1.65	0.04	Ninguna	1.61	1.65	0.60	57.93	56.86
0.94	0.44	0.83	CUMPLE	1.50	1.50	76.66	1017.01	1016.55	1.69	1.68	2.59	Bandejas	1.69	1.68	0.60	78.97	77.55
1.12	0.69	1.53	CUMPLE	1.50	1.50	46.00	1013.96	1013.50	4.14	5.57	0.03	Ninguna	4.14	5.57	0.60	138.37	136.83
0.71	0.25	0.76	CUMPLE	1.50	1.50	89.92	1017.87	1017.06	1.35	1.55	0.03	Ninguna	1.35	1.55	0.60	79.67	78.01
0.93	0.42	0.74	CUMPLE	1.50	1.50	94.23	1017.03	1016.56	1.58	2.51	3.09	Bandejas	1.58	2.51	0.60	117.45	115.70
1.08	0.62	1.22	CUMPLE	1.50	1.50	45.95	1013.47	1013.24	4.87	5.07	0.03	Ninguna	4.87	5.07	0.60	141.54	139.13
0.59	0.19	0.95	CUMPLE	1.50	1.50	72.60	1017.20	1015.75	1.70	2.72	0.03	Ninguna	1.70	2.72	0.60	98.37	97.02
0.56	0.17	1.97	CUMPLE	1.50	1.50	80.86	1015.72	1015.31	2.75	3.00	2.10	Bandejas	2.75	3.00	0.60	142.10	140.60
1.10	0.65	1.24	CUMPLE	1.50	1.50	64.71	1013.21	1012.89	5.10	5.49	-0.32	Ninguna	5.10	5.49	0.60	210.40	207.04
0.53	0.16	0.74	CUMPLE	1.50	1.50	91.89	1017.20	1015.82	1.70	2.63	0.03	Ninguna	1.70	2.63	0.60	121.32	119.62
0.57	0.17	0.78	CUMPLE	1.50	1.50	25.55	1015.79	1015.41	2.66	2.98	0.03	Ninguna	2.66	2.98	0.60	45.74	45.24
0.57	0.17	0.78	CUMPLE	1.50	1.50	49.58	1015.38	1014.63	3.01	3.74	1.42	Codo Disipador	3.01	3.74	0.60	103.48	102.55
1.02	0.17	1.63	CUMPLE	1.50	1.50	26.50	1013.21	1012.95	5.17	5.37	#¡REF!	#¡REF!	5.50	5.37	0.60	91.32	89.91

Apéndice 2.

Diseño alcantarillado pluvial

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

DATOS	
Area	URBANA
Tr	25
Hidrología Aplicada	
A	820
B	2
n	0.656
i	133.0182

Tr	25
Tesis Sanitaria 2	
A	820
B	2
n	0.656
i	133.0182

COEFICIENTE ESCORRENTIA (Tesis)			
Area Total	78528.46		
	c	a	c*a
Techos	0.7	51043.499	35730.4493
Asfalto	0.85	11779.269	10012.37865
Jardin	0.1	15705.692	1570.5692
		78528.46	47313.39715
	C=		0.6025

Coficiente "n"	0.01
----------------	------

Tipo de tramo	De PV	A PV	TERRENO				SUPERFICIE		FACTORES		AREA			SECCION LLENA							
			Cotas de Terreno		DH (m)	Pendiente	SUPERFICIE 1	SUPERFICIE 2	Impermeabilidad	Pendiente Decimales	Area (m2)	Area (ha)	Area acumulada (ha)	Ø	S (%) tubería	Area tubería	V (m/s) sección llena	Q sección llena	Coef. Ponderado	(Area *C) Futuro	Σ
			Inicio	Final																	
Inicial	1	2	1020.835	1020.697	95.6	0.14	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0014	4126.22	0.4126	0.4126	15	0.17	0.1140	0.8599	98.0395	0.6025	0.24860469	0.24860469
Continuidad	2	3	1020.697	1020.745	76.94	-0.06	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	-0.0006	3745.82	0.3746	0.7872	15	0.6	0.1140	1.6155	184.1842	0.6025	0.47429059	0.72289529
Continuidad	3	4	1020.745	1020.721	61.17	0.04	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0004	2713.86	0.2714	1.0586	15	1	0.1140	2.0857	237.7808	0.6025	0.63780072	1.360696
Continuidad	4	8	1020.721	1020.115	53.19	1.14	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0114	688.77	0.0689	1.1275	18	0.4	0.1642	1.4896	244.5438	0.6025	0.67929893	0.67929893
Inicial	5	6	1020.506	1020.496	96.67	0.01	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0001	3999.92	0.4000	0.4000	15	0.2	0.1140	0.9327	106.3388	0.6025	0.24099542	0.92029435
Continuidad	6	7	1020.496	1020.032	99.29	0.47	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0047	4665.17	0.4665	0.8665	15	0.7	0.1140	1.7450	198.9417	0.6025	0.52207179	1.44236614
Continuidad	7	8	1020.032	1020.115	53.087	-0.16	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	-0.0016	1874.15	0.1874	1.0539	15	1	0.1140	2.0857	237.7808	0.6025	0.63498903	0.63498903
Continuidad	8	12	1020.115	1019.389	45.63	1.59	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0159	11817.55	1.1818	2.2357	18	1.6	0.1642	2.9791	489.0877	0.6025	1.34699648	1.98198551
Inicial	9	10	1020.359	1020.301	81.91	0.07	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0007	3114.60	0.3115	0.3115	15	0.2	0.1140	0.9327	106.3388	0.6025	0.18765465	2.16964016
Continuidad	10	11	1020.301	1019.788	92.65	0.55	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0055	4159.68	0.4160	0.7274	18	0.8	0.1642	2.1066	345.8372	0.6025	0.43827537	0.43827537
Continuidad	11	12	1019.788	1019.389	94.23	0.42	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0042	3629.39	0.3629	1.0904	24	0.6	0.2919	2.2100	645.0187	0.6025	0.65694612	1.09522149
Continuidad	12	16	1019.389	1018.878	46.71	1.09	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0109	23017.70	2.3018	3.3921	24	2	0.2919	4.0350	1177.6377	0.6025	2.04376242	3.13898391
Inicial	13	14	1020.337	1019.935	90.8	0.44	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0044	3306.09	0.3306	0.3306	15	0.45	0.1140	1.3991	159.5082	0.6025	0.19919198	0.19919198
Continuidad	14	15	1019.935	1019.486	95.03	0.47	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0047	4290.49	0.4290	0.7597	15	0.6	0.1140	1.6155	184.1842	0.6025	0.45769413	0.45769413
Continuidad	15	16	1019.486	1018.878	92.38	0.66	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0066	3573.36	0.3573	1.1170	15	1.2	0.1140	2.2847	260.4758	0.6025	0.67298931	1.13068343
Continuidad	16	20	1018.878	1018.461	50.12	0.83	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0083	34567.08	3.4567	4.5737	30	0.5	0.4560	2.3411	1067.5996	0.6025	2.75565594	3.88633937
Inicial	17	18	1020.063	1019.542	96.38	0.54	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0054	3863.46	0.3863	0.3863	15	0.55	0.1140	1.5468	176.3429	0.6025	0.23277316	0.23277316
Continuidad	18	19	1019.542	1018.876	98.31	0.68	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0068	4513.01	0.4513	0.8376	15	0.7	0.1140	1.7450	198.9417	0.6025	0.50468184	0.737455
Continuidad	19	20	1018.876	1018.461	54.22	0.77	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0077	1853.74	0.1854	1.0230	15	1	0.1140	2.0857	237.7808	0.6025	0.61636961	1.35382461
Continuidad	20	24	1018.461	1018.146	47.14	0.67	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0067	46388.21	4.6388	5.6618	30	1	0.4560	3.3108	1509.8138	0.6025	3.41125938	3.41125938
Inicial	21	22	1019.836	1019.213	65.23	0.96	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0096	2324.17	0.2324	0.2324	15	1	0.1140	2.0857	237.7808	0.6025	0.14003142	3.55129081
Continuidad	22	23	1019.213	1018.794	60.4	0.69	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0069	2719.17	0.2719	0.5043	15	0.7	0.1140	1.7450	198.9417	0.6025	0.30386117	3.85515198
Continuidad	23	24	1018.794	1018.146	94.81	0.68	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0068	3676.71	0.3677	0.8720	15	0.7	0.1140	1.7450	198.9417	0.6025	0.52538307	0.52538307
Continuidad	24	27	1018.146	1018.194	47.57	-0.10	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	-0.0010	57168.46	5.7168	6.5889	30	1	0.4560	3.3108	1509.8138	0.6025	3.96978285	4.49516592
Inicial	25	26	1018.194	1018.6	95.89	-0.42	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	-0.0042	3583.74	0.3584	0.3584	12	0.5	0.0730	1.2709	92.7332	0.6025	0.21592052	4.71108644
Continuidad	26	27	1018.6	1018.194	95.4	0.43	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0043	3669.75	0.3670	0.7253	15	1	0.1140	2.0857	237.7808	0.6025	0.43702313	0.43702313
Continuidad	27	30	1018.194	1018.398	47.22	-0.43	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	-0.0043	66359.57	6.6360	7.3613	30	1.5	0.4560	4.0549	1849.1368	0.6025	4.43518741	4.87221054
Inicial	28	29	1018.802	1018.42	80.32	0.48	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0048	3487.85	0.3488	0.3488	12	1	0.0730	1.7974	131.1445	0.6025	0.21014296	0.21014296
Continuidad	29	30	1018.42	1018.398	72.35	0.03	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0003	4094.26	0.4094	0.7582	15	1	0.1140	2.0857	237.7808	0.6025	0.45682213	0.66696509
Continuidad	30	31	1018.398	1018.281	58.87	0.20	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0020	73613.07	7.3613	8.1195	30	1.5	0.4560	4.0549	1849.1368	0.6025	4.89200953	4.89200953
Continuidad	31	DES	1018.281	1017.854	58.76	0.73	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0073	0.00	0.0000	8.1195	30	1.5	0.4560	4.0549	1849.1368	0.6025	4.89200953	9.78401907
Inicial	1	5	1020.835	1020.506	51.81	0.64	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0064	699.96	0.0700	0.0700	15	1	0.1140	2.0857	237.7808	0.6025	0.0421723	0.0421723
Continuidad	5	9	1020.506	1020.359	42.08	0.35	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0035	592.08	0.0592	0.1292	15	1	0.1140	2.0857	237.7808	0.6025	0.07784512	0.12001742
Continuidad	9	13	1020.359	1020.337	45.73	0.05	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0005	631.34	0.0631	0.1923	15	1	0.1140	2.0857	237.7808	0.6025	0.1158836	0.23590102
Continuidad	13	17	1020.337	1020.063	64.59	0.42	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0042	796.20	0.0796	0.2720	15	0.5	0.1140	1.4748	168.1364	0.6025	0.16385465	0.39975567
Continuidad	17	21	1020.063	1019.836	62.5	0.36	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0036	743.99	0.0744	0.3464	15	0.5	0.1140	1.4748	168.1364	0.6025	0.20867992	0.60843559
Continuidad	21	25	1019.836	1019.247	62.2	0.95	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0095	876.80	0.0877	0.4340	15	1	0.1140	2.0857	237.7808	0.6025	0.26150736	0.86994295
Continuidad	25	32	1019.247	1018.899	67.07	0.52	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0052	890.76	0.0891	0.5231	15	0.5	0.1140	1.4748	168.1364	0.6025	0.31517565	1.18511861
Continuidad	32	33	1018.899	1018.617	54.17	0.52	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0052	990.49	0.0990	0.6222	15	0.5	0.1140	1.4748	168.1364	0.6025	0.3748528	1.55997141
Continuidad	33	34	1018.617	1018.34	94.82	0.29	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0029	4915.39	0.4915	1.1137	18	0.5	0.1642	1.6654	273.4083	0.6025	0.67100517	2.23097657
Continuidad	34	DES	1018.34	1018.3	18.95	0.21	ASFALTO	ZONAS VERDES	70	0.0021	0.00	0.0000	1.1137	18	0.5	0.1642	1.6654	273.4083	0.6025	0.67100517	2.90198174

Tesis Sanitaria 2							Pozos																
Timp Concentracion	Intesidad	q (l/s)	q/Q	v/V	d/D	V	CUMPLE	Cota Invert			Chequeo Cotas		Chequeo de Relleno		Caida	Tipo de Disipacion	Profundidad de Pozo		Ancho Zanja	Excavacion (m^3)	Relleno (m^3)		
								Ø pozo 1.	Ø pozo 2.	DH. entre pozos	Inicial	Final	Inicio	Salida			Inicio	Salida				Inicial	Final
14.00	133.02	91.86	0.93695075	1.136632	0.768	0.9774	CUMPLE	1.50	1.50	94.1	1019.05	1018.89	1.78	1.80	1.40	1.42	0.03	Ninguna	1.78	1.80	0.60	102.79	91.889
15.85	123.79	163.09	0.88548953	1.129099	0.731	1.8241	CUMPLE	1.50	1.50	75.44	1018.86	1018.41	1.83	2.33	1.45	1.95	0.03	Ninguna	1.83	2.33	0.60	96.17	87.401
16.65	120.31	213.15	0.89640935	1.131068	0.739	2.3590	CUMPLE	1.50	1.50	59.67	1018.38	1017.78	2.36	2.94	1.98	2.56	0.08	Ninguna	2.36	2.94	0.60	97.26	90.285
17.14	118.28	223.20	0.91270419	1.133473	0.75	1.6884	CUMPLE	1.50	1.50	51.69	1017.70	1017.49	3.02	2.62	2.56	2.16	0.30	Colchon de Agua	3.02	2.62	0.60	90.04	81.309
14.00	133.02	89.05	0.83738599	1.119774	0.7	1.0445	CUMPLE	1.50	1.50	95.17	1018.73	1018.53	1.78	1.96	1.40	1.58	0.03	Ninguna	1.99	1.96	0.60	114.59	103.572
15.73	124.37	180.36	0.90657837	1.132639	0.746	1.9764	CUMPLE	1.50	1.50	97.79	1018.50	1017.82	2.00	2.22	1.62	1.84	0.03	Ninguna	2.00	2.22	0.60	125.48	114.159
16.68	120.19	211.99	0.89154507	1.130107	0.735	2.3570	CUMPLE	1.50	1.5	51.587	1017.79	1017.27	2.24	2.84	1.86	2.46	0.08	Ninguna	2.24	2.84	0.60	80.95	74.898
17.74	115.90	433.64	0.88663191	1.129355	0.732	3.3645	CUMPLE	1.75	1.75	43.88	1017.19	1016.49	2.92	2.90	2.47	2.44	0.15	Ninguna	2.92	2.90	0.60	79.75	72.262
14.00	133.02	69.34	0.65204299	1.065041	0.588	0.9934	CUMPLE	1.50	1.50	80.41	1018.58	1018.42	1.78	1.88	1.40	1.50	0.08	Ninguna	2.27	1.88	0.60	102.07	92.733
15.46	125.60	152.90	0.44212662	0.968735	0.465	2.0407	CUMPLE	1.50	1.50	91.15	1018.34	1017.61	1.96	2.18	1.50	1.72	0.15	Ninguna	1.96	2.18	0.60	115.02	99.811
16.20	122.25	223.09	0.34587131	0.907697	0.405	2.0060	CUMPLE	1.50	1.75	92.605	1017.46	1016.90	2.33	2.48	1.72	1.88	0.56	Colchon de Agua	2.33	2.48	1.20	272.10	244.594
18.00	114.90	652.33	0.55392936	1.025108	0.531	4.1363	CUMPLE	1.75	1.75	44.96	1016.34	1015.44	3.05	3.44	2.44	2.83	0.15	Ninguna	3.05	3.44	1.20	181.78	168.149
14.00	133.02	73.60	0.46142115	0.979807	0.477	1.3709	CUMPLE	1.50	1.50	89.3	1018.56	1018.15	1.78	1.78	1.40	1.40	0.03	Ninguna	2.72	1.78	0.60	122.60	112.251
15.08	127.43	162.01	0.87961946	1.128046	0.727	1.8224	CUMPLE	1.50	1.50	93.53	1018.12	1017.56	1.81	1.93	1.43	1.55	0.03	Ninguna	1.81	1.93	0.60	106.69	95.852
16.06	122.85	229.66	0.88168508	1.128579	0.729	2.5785	CUMPLE	1.50	1.5	90.88	1017.53	1016.44	1.96	2.44	1.58	2.06	1.15	Codo Disipador	1.96	2.44	0.60	121.86	111.324
18.19	114.19	874.11	0.81876358	1.115461	0.688	2.6114	CUMPLE	1.75	1.75	48.37	1015.29	1015.05	3.59	3.41	2.83	2.65	0.03	Ninguna	3.59	3.41	1.20	210.53	187.673
14.00	133.02	86.01	0.48773448	0.993129	0.492	1.5361	CUMPLE	1.50	1.50	94.88	1018.28	1017.76	1.78	1.78	1.40	1.40	0.03	Ninguna	2.79	1.78	0.60	132.19	121.202
15.04	127.64	178.94	0.89946467	1.131532	0.741	1.9745	CUMPLE	1.50	1.50	96.81	1017.73	1017.05	1.81	1.82	1.43	1.44	0.03	Ninguna	1.81	1.82	0.60	107.22	96.009
15.98	123.23	210.98	0.88730643	1.129355	0.732	2.3554	CUMPLE	1.50	1.75	52.595	1017.02	1016.50	1.85	1.96	1.47	1.58	1.48	Codo Disipador	1.85	1.96	0.60	62.10	55.922
18.55	112.88	1069.60	0.70843195	1.084476	0.621	3.5905	CUMPLE	1.75	1.75	45.39	1015.02	1014.57	3.44	3.58	2.68	2.82	0.03	Ninguna	3.44	3.58	1.20	198.58	177.082
14.00	133.02	51.74	0.21759925	0.798407	0.316	1.6652	CUMPLE	1.50	1.50	63.73	1018.06	1017.42	1.78	1.80	1.40	1.41	0.03	Ninguna	2.90	1.80	0.60	91.88	84.446
14.52	130.25	109.94	0.55261735	1.024336	0.53	1.7875	CUMPLE	1.50	1.50	58.9	1017.39	1016.98	1.83	1.82	1.44	1.44	0.03	Ninguna	1.83	1.82	0.60	66.03	59.141
15.10	127.35	185.85	0.93421549	1.136329	0.766	1.9829	CUMPLE	1.50	1.75	93.185	1016.95	1016.30	1.84	1.85	1.46	1.47	1.76	Codo Disipador	1.84	1.85	0.60	105.02	94.211
18.79	112.02	1235.28	0.81816737	1.115084	0.687	3.6918	CUMPLE	1.75	1.50	45.945	1014.54	1014.08	3.61	4.11	2.84	3.35	0.03	Ninguna	3.61	4.11	1.20	220.33	198.635
14.00	133.02	79.78	0.86033483	1.124315	0.714	1.4289	CUMPLE	1.50	1.50	94.39	1016.49	1016.02	1.70	2.58	1.40	2.28	0.03	Ninguna	2.95	2.58	0.60	159.16	152.164
15.26	126.58	153.66	0.64622225	1.06314	0.585	2.2173	CUMPLE	1.50	1.75	93.775	1015.99	1015.05	2.61	3.14	2.23	2.76	1.00	Codo Disipador	2.61	3.14	0.60	164.62	153.739
19.03	111.18	1369.75	0.74075013	1.09443	0.64	4.4378	CUMPLE	1.75	1.50	45.595	1014.05	1013.37	4.14	5.03	3.38	4.27	0.03	Ninguna	4.14	5.03	1.20	259.97	238.438
14.00	133.02	77.65	0.59207054	1.041474	0.553	1.8719	CUMPLE	1.50	1.50	78.82	1017.10	1016.31	1.70	2.11	1.40	1.81	0.08	Ninguna	1.70	2.11	0.60	91.95	86.085
14.74	129.11	163.83	0.68899583	1.0783	0.61	2.2490	CUMPLE	1.50	1.5	70.85	1016.23	1015.52	2.19	2.87	1.81	2.49	2.18	Bandejas	2.19	2.87	0.60	109.85	101.598
19.22	110.53	1501.94	0.81224051	1.113938	0.684	4.5169	CUMPLE	1.75	1.75	57.12	1013.34	1012.48	5.06	5.80	4.30	5.04	0.03	Ninguna	5.10	5.80	1.20	384.93	358.085
19.44	109.79	1491.96	0.80684192	1.112372	0.68	4.5105	CUMPLE	1.75	1.50	57.135	1012.45	1011.60	5.83	6.26	5.07	5.50	#jREF!	#jREF!	5.83	6.00	1.20	417.00	390.204
14.00	133.02	15.58	0.06553287	0.563791	0.173	1.1759	CUMPLE	1.50	1.50	50.31	1019.05	1018.55	1.78	1.96	1.40	1.57	0.03	Ninguna	1.78	1.96	0.60	58.07	52.163
14.41	130.81	28.29	0.11895564	0.671122	0.232	1.3997	CUMPLE	1.50	1.5	40.58	1018.52	1018.12	1.99	2.24	1.60	1.86	0.03	Ninguna	1.99	2.24	0.60	53.39	48.589
14.75	129.08	41.55	0.1747423	0.750026	0.282	1.5643	CUMPLE	1.50	1.50	44.23	1018.09	1017.65	2.27	2.69	1.89	2.31	0.03	Ninguna	2.27	2.69	0.60	68.02	62.809
15.12	127.26	57.92	0.34450952	0.906597	0.404	1.3370	CUMPLE	1.50	1.50	63.09	1017.62	1017.30	2.72	2.76	2.34	2.38	0.03	Ninguna	2.72	2.76	0.60	106.19	98.823
15.85	123.83	71.78	0.42689887	0.950187	0.456	1.4013	CUMPLE	1.50	1.50	61	1017.27	1016.97	2.79	2.87	2.41	2.49	0.03	Ninguna	2.79	2.87	0.60	106.12	98.990
16.55	120.71	87.69	0.36876922	0.923862	0.42	1.9269	CUMPLE	1.50	1.50	60.7	1016.94	1016.33	2.90	2.92	2.52	2.54	0.03	Ninguna	2.90	2.92	0.60	108.52	101.426
17.05	118.64	103.86	0.61774023	1.051946	0.568	1.5514	CUMPLE	1.50	1.50	65.57	1016.30	1015.97	2.95	2.93	2.57	2.55	0.03	Ninguna	2.95	2.93	0.60	118.18	110.531
17.81	115.64	120.41	0.71613943	1.086647	0.625	1.6026	CUMPLE	1.50	1.50	52.67	1015.94	1015.68	2.96	2.94	2.58	2.56	0.08	Ninguna	2.96	2.94	0.60	95.79	89.616
18.42	113.35	211.28	0.77275289	1.103467	0.659	1.8377	CUMPLE	1.50	1.50	93.32	1015.60	1015.14	3.01	3.20	2.56	2.75	0.03	Ninguna	3.01	3.20	0.60	176.87	161.307
19.37	110.02	205.07	0.75006555	1.097383	0.646	1.8276	CUMPLE	1.50	1.5	17.45	1015.11	1015.02	3.23	3.28	2.78	2.82	#jREF!	#jREF!	3.23	3.28	0.60	37.04	33.925

Zona Urbana

Table with 2 columns: VALORES DE INTENSIDAD, Período de Retorno, and values for A, B, n.

Table with 2 columns: Kp, Kv and values 0.376, 0.817.

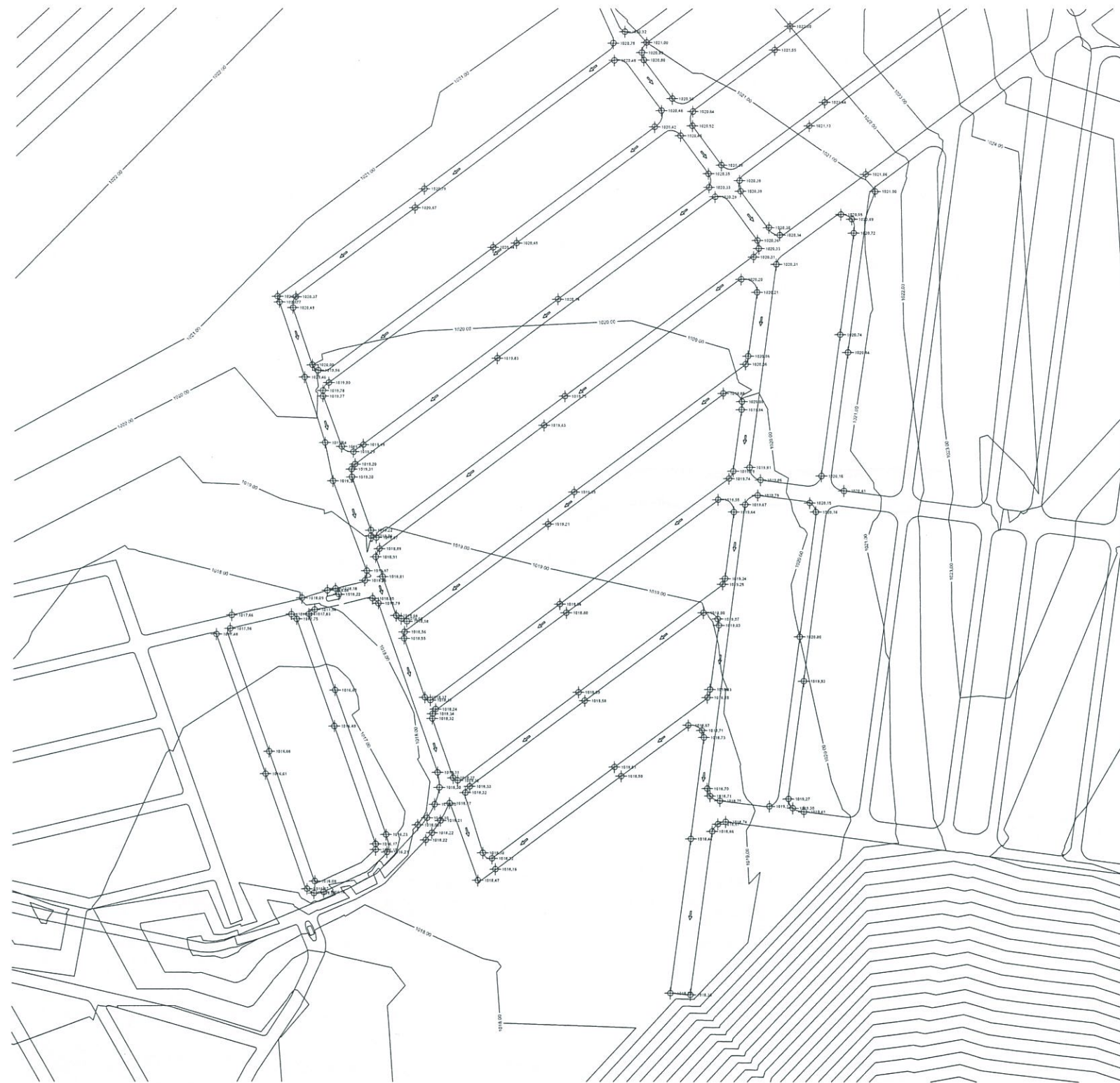
Table with 2 columns: Factor de obstrucción, No. Tragantes, Factor, and values 1, 2, 3, >4.

Table with 2 columns: DATOS, n, and values for Tuberia de concreto, Tuberia de PVC, Vel min, Vel max, Tirante min, Tirante max.

Main data table with columns: DE, A, TIPO, Lado, Superficie, Coef. n, Pendiente del terreno (%), SL (m/m), Sx (m/m), Ancho de la calle (m), DH (m), Area (m2), Area (Ha), Coeficiente C, Pend. APPROX., Impermeabilidad, Area(Ha)* C, TC (min), Intensidad, Qd (m3/s), Td (m), d(m), Numero de tragantes, No Tragantes aprox, Q (m3/s), Q (L/s), Caudal restante, T (m), h(m), a (m), W (m), EO, Cg, S'w, se, Lt, L, Le, E, Ql, Qb.

Apéndice 3. **Planos del sistema de alcantarillado sanitario**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



NO.	DESCRIPCION
1	PLANTA TOPOGRÁFICA
2	LIBRETA TOPOGRÁFICA
3	LIBRETA TOPOGRÁFICA
4	DENSIDAD DE VIVIENDA
5	PLANTA DRENAJE SANITARIO
6	PLANTA PERFIL 01
7	PLANTA PERFIL 02
8	PLANTA PERFIL 03
9	DETALLE DE POZOS
10	DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIAR

ANOTACIONES DE DISEÑO INFOM

- LOS SISTEMAS DE DRENAJE SE PROYECTAN PARA PERIODOS DE DISEÑO DE 30 A 40 AÑOS.
- LA POBLACIÓN QUE TRIBUTA AL SISTEMA SE ESTIMA POR EL MÉTODO DEL INCREMENTO GEOMÉTRICO.
- SE DEBE USAR SECCIONES CIRCULARES PARCIALMENTE LLENAS HASTA UN MÁXIMO DE 74% DEL DIÁMETRO DEL TUBO.
- LA CAPACIDAD, VELOCIDAD, DIÁMETRO Y PENDIENTE SE DETERMINARON CON LA FÓRMULA DE MANNING EN SISTEMA MÉTRICO PARA SECCIONES CIRCULARES.
- LOS GRÁFICOS DE RELACIONES HIDRÁULICAS DE SECCIÓN PARCIAL, SE UTILIZAN PARA CALCULAR LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS DE LOS TUBOS PARCIALMENTE LLENOS.
- CADA TRAMO SE CALCULA CON EL CAUDAL QUE TENGA EN SU EXTREMO MÁS BAJO.
- EL DIÁMETRO MÍNIMO A UTILIZAR EN LOS ALCANTARILLADOS SANITARIOS, PARA TUBOS DE PVC ES DE 6" SEGÚN MANUAL DEL INFOM.
- EN CONEXIONES DOMICILIARES EL DIÁMETRO MÍNIMO ES DE 4", PARA TUBOS DE PVC, USANDO UN REDUCTOR DE 4" X 3" COMO PROTECCIÓN DE OBSTRUCCIONES, A LA ENTRADA DE LA CONEXIÓN EN LA CANDELA DE REGISTRO DOMICILIAR, LA CUAL SERÁ UN DIÁMETRO MÍNIMO DE 12" SEGÚN MANUAL DEL INFOM.
- LA VELOCIDAD MÁXIMA ES DE 2.5 M/SEG. LA VELOCIDAD MÍNIMA, LA VELOCIDAD MÍNIMA ES DE 0.60 M/SEG SEGÚN MANUAL DEL INFOM.
- LA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE CORONAMIENTO DE LA TUBERÍA CON RESPECTO A LA SUPERFICIE DEL TERRENO ES DE 1.00 METROS.
- LOS POZOS DE VISITA SE UBICAN EN CAMBIOS DE DIÁMETRO, PENDIENTE, DIRECCIÓN HORIZONTAL PARA DIÁMETROS MENORES DE 24", INTERSECCIONES DE TUBERÍAS COLECTORAS, EN EXTREMOS SUPERIORES DE RAMALES INICIALES Y DISTANCIAS NO MAYORES DE 100 METROS EN LÍNEA RECTA EN DIÁMETRO DE HASTA 24".

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO

- TUBERÍA CORRUGADA CON PARED INTERIOR LISA DE POLICLORURO DE VINILO - PVC, CON DIÁMETRO DE 6", 8" Y 10". NORMAS ASTM F949.
- LA POBLACIÓN ACTUAL ES DE 3,408 HABITANTES. LA DENSIDAD DE POBLACIÓN FUTURA ES DE 7,149 HABITANTES.
- DENSIDAD DE POBLACIÓN ES DE 6 HABITANTES / CASA.
- MÉTODO DE PROYECCIÓN POBLACIONAL ES GEOMÉTRICO.
- TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL DE 2.5%.
- PERIODO DE DISEÑO DE 30 AÑOS.
- DOTACION DE 150 LITROS/HABITANTE/DÍA.
- COEFICIENTE DE RETORNO DEL 80%.
- RUGOSIDAD DEL PVC DE 0.01.
- FÓRMULA DE MANNING

$$V = (0.03429 \cdot D^{2/3} \cdot S^{1/2}) / n$$

$$Q = A \cdot V$$

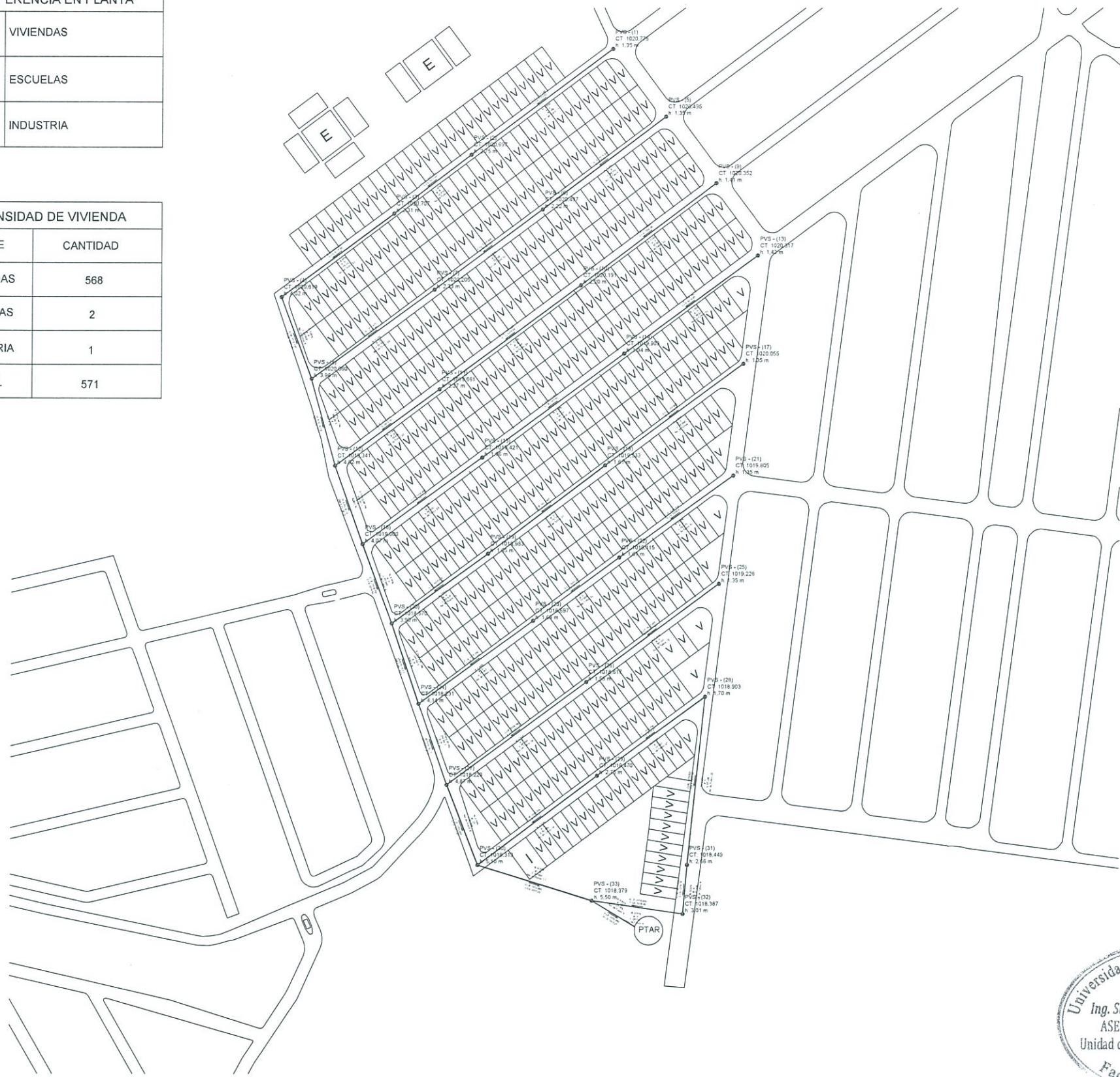


PLANTA TOPOGRÁFICA
ESCALA 1/1250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		PROGRAMA EPS USAC 2020
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA		
PROYECTO DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2 SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.		ESCALA INDICADA
PLANTA TOPOGRÁFICA		FECHA ENERO 2021
CALCULO GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ	REVISÓ ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	1
DIBUJO GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ	FIRMA	10

REFERENCIA EN PLANTA	
V	VIVIENDAS
E	ESCUELAS
I	INDUSTRIA

DENSIDAD DE VIVIENDA	
NOMBRE	CANTIDAD
VIVIENDAS	568
ESCUELAS	2
INDUSTRIA	1
TOTAL	571





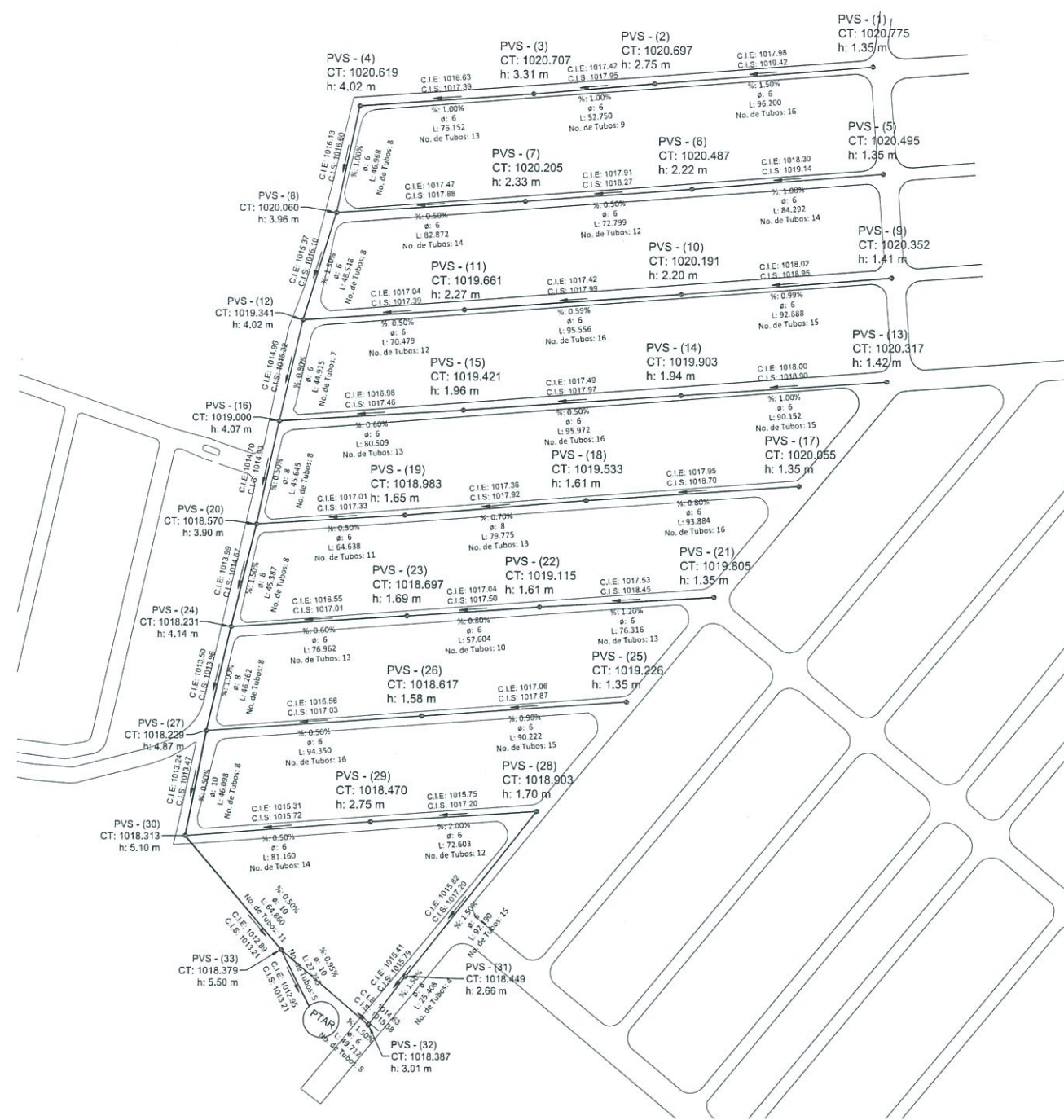
INFORMACION DE POZOS DE VISITA SANITARIOS			
POZO DE VISITA	NORTE	ESTE	ELEVACION
PSV - 1	4064.611	15534.507	1020.775
PSV - 2	4006.003	15456.498	1020.697
PSV - 3	3973.318	15413.576	1020.707
PSV - 4	3927.206	15351.266	1020.619
PSV - 5	4027.106	15564.160	1020.495
PSV - 6	3975.725	15495.831	1020.487
PSV - 7	3931.257	15436.191	1020.205
PSV - 8	3881.927	15368.112	1020.060
PSV - 9	3990.293	15592.207	1020.352
PSV - 10	3933.826	15517.198	1020.191
PSV - 11	3933.826	15517.198	1019.661
PSV - 12	3833.838	15381.409	1019.341
PSV - 13	3950.344	15615.340	1020.317
PSV - 14	3895.980	15541.291	1019.903
PSV - 15	3838.321	15463.074	1019.421
PSV - 16	3790.400	15396.893	1019.000
PSV - 17	3890.374	15607.570	1020.055
PSV - 18	3834.006	15530.996	1019.533
PSV - 19	3785.066	15466.483	1018.983
PSV - 20	3746.466	15413.148	1018.570
PSV - 21	3828.470	15602.275	1019.805
PSV - 22	3783.056	15539.087	1019.115
PSV - 23	3747.967	15491.484	1018.697
PSV - 24	3702.045	15428.235	1018.231
PSV - 25	3768.500	15594.500	1019.226
PSV - 26	3714.107	15521.020	1018.617
PSV - 27	3657.274	15443.989	1018.229
PSV - 28	3706.046	15587.058	1018.903
PSV - 29	3662.386	15527.182	1018.470
PSV - 30	3613.063	15461.224	1018.313
PSV - 31	3613.160	15577.366	1018.449
PSV - 32	3586.211	15575.035	1018.387
PSV - 33	3593.469	15524.471	1018.379

PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA Y ALCANTARILLADO SANITARIO

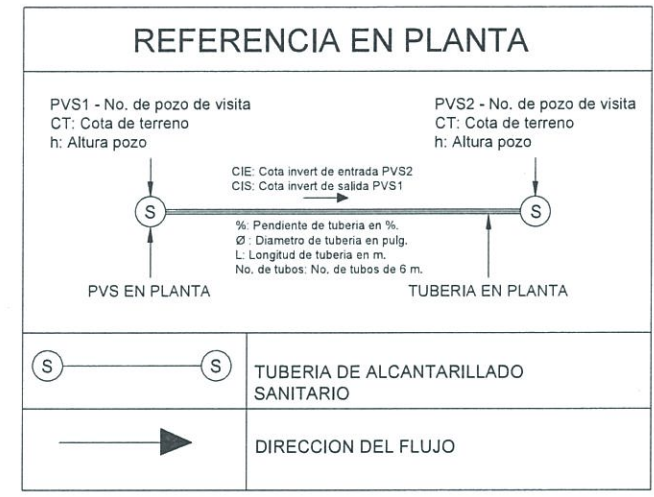
ESCALA 1/1250

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

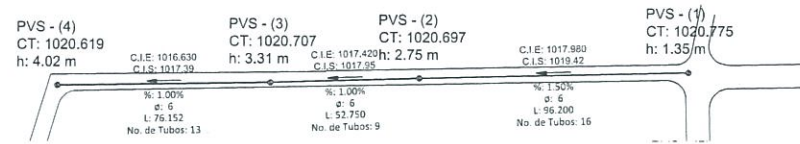
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA		
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.		PROGRAMA: EPS USAC 2020
CONTENIDO: PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA Y ALCANTARILLADO SANITARIO		ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
CALCULO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ	REVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	4
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ	FIRMA:	



PLANTA
ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2 ESCALA 1/1250

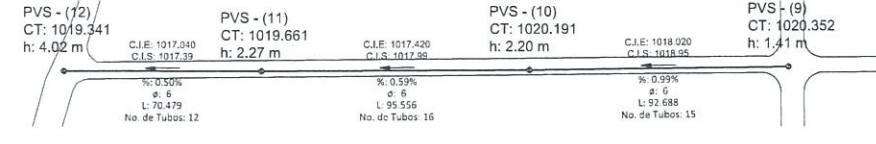


<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>		<p>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p>	
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.		PROGRAMA: EPS USAC 2020	
CONTENIDO: PLANTA ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2		ESCALA INDICADA: ENEERO 2021	
CALCULO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ	REVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	5	
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ	FIRMA:	10	



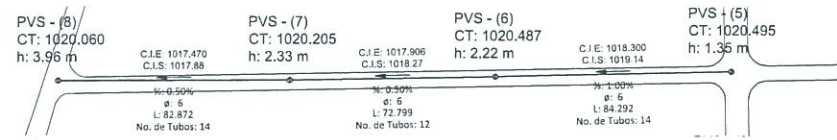
PLANTA

DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 1 - PVS 4 ESCALA 1/1250



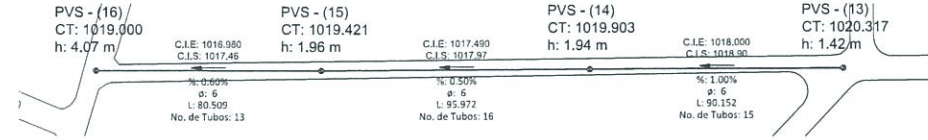
PLANTA

DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 9 - PVS 12 ESCALA 1/1250



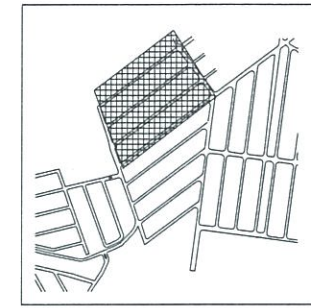
PLANTA

DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 5 - PVS 8 ESCALA 1/1250

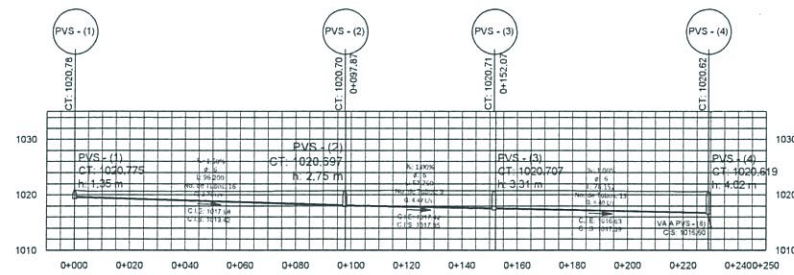
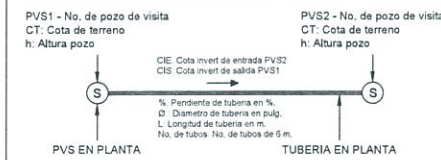


PLANTA

DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 13 - PVS 16 ESCALA 1/1250

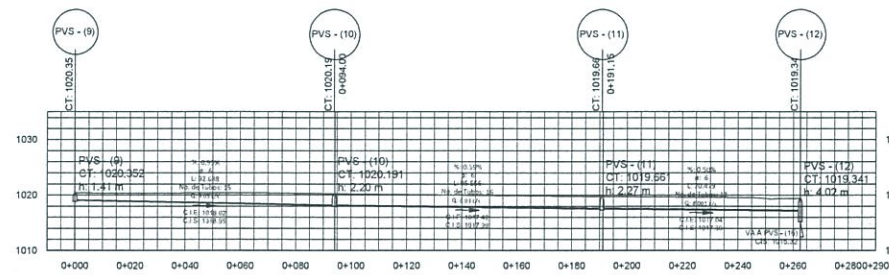


REFERENCIA EN PLANTA



PERFIL

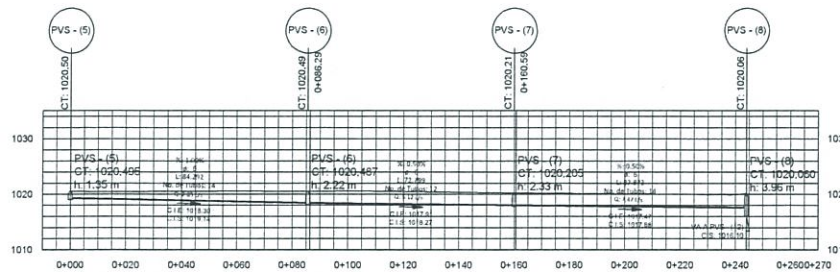
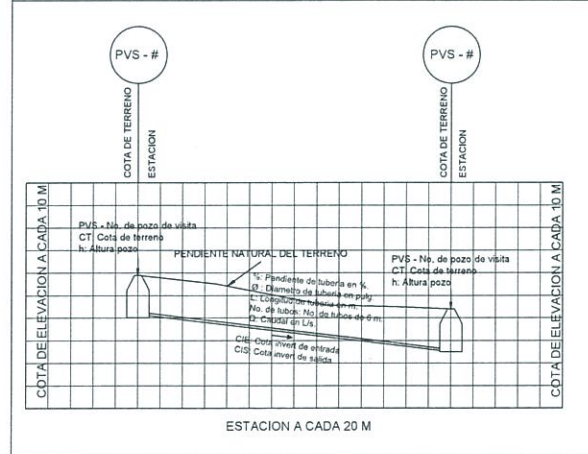
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 1 - PVS 4 ESCALA H:1/1250 V:1/625



PERFIL

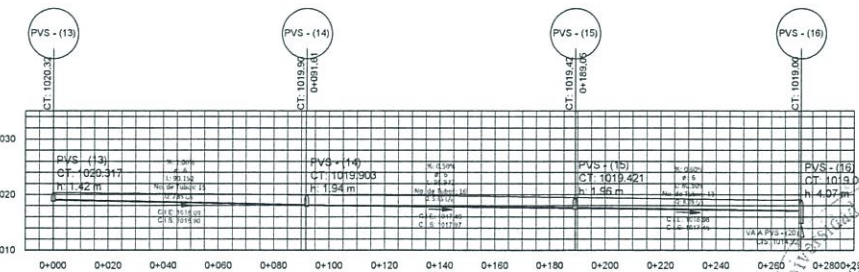
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 9 - PVS 12 ESCALA H:1/1250 V:1/625

REFERENCIA EN PERFIL



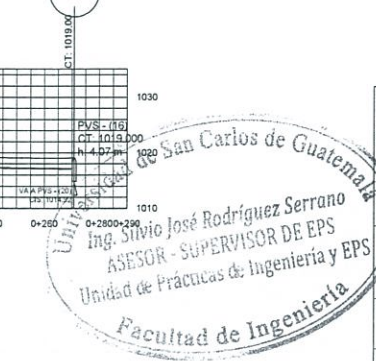
PERFIL

DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 5 - PVS 8 ESCALA H:1/1250 V:1/625

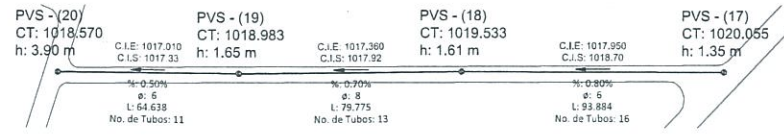


PERFIL

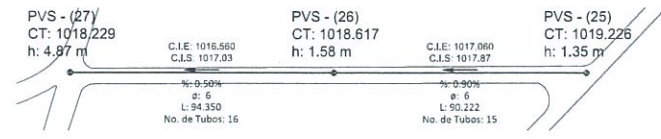
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 13 - PVS 16 ESCALA H:1/1250 V:1/625



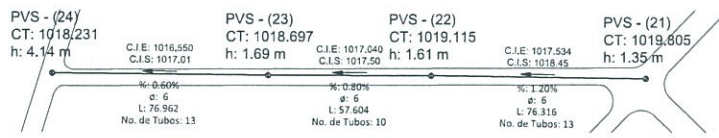
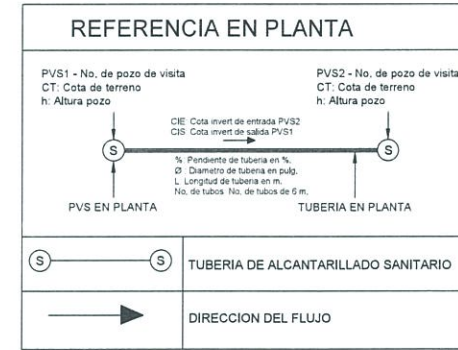
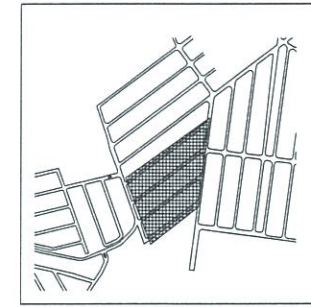
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>		<p>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2020</p>
<p>PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.</p>			
<p>CANTENIDO: PLANTA-PERFIL ALCANTARILLADO SANITARIO TRAMOS PV 1 - PV 4, TRAMO PV 5 - PV 8, TRAMO PV 9 - 12 Y TRAMO PV 13 - PV 16</p>		<p>FECHA: ENERO 2021</p>	
<p>CALCULO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ</p>	<p>REVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO</p>	<p>6</p>	
<p>DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ</p>	<p>FIRMA:</p>	<p>10</p>	



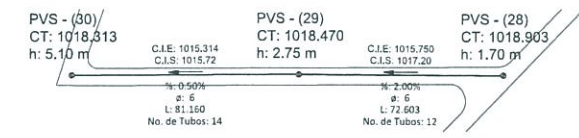
PLANTA
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 17 - PVS 20
ESCALA 1/1250



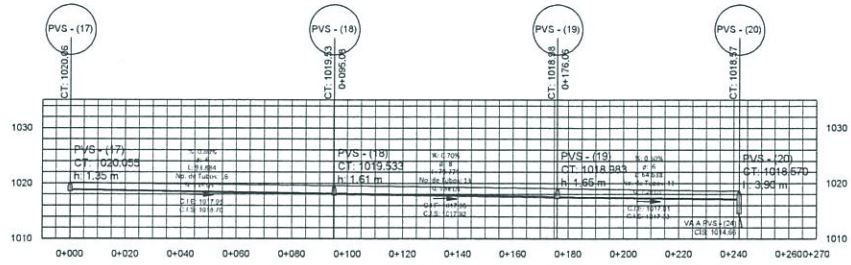
PLANTA
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 25 - PVS 27
ESCALA 1/1250



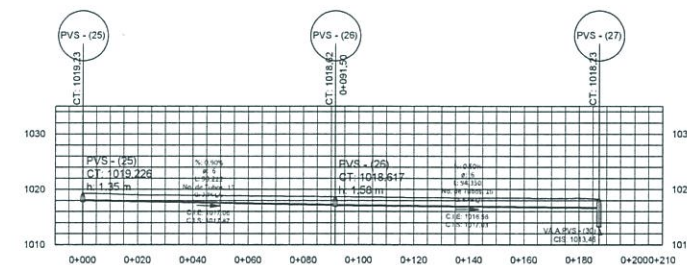
PLANTA
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 21 - PVS 24
ESCALA 1/1250



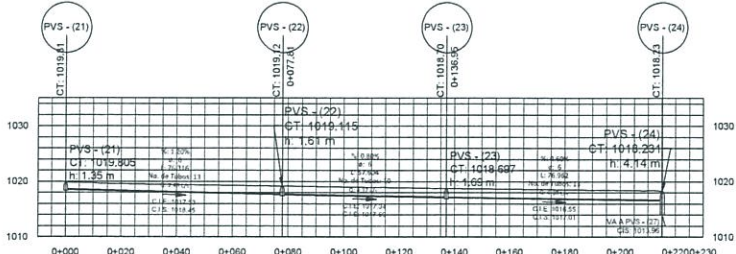
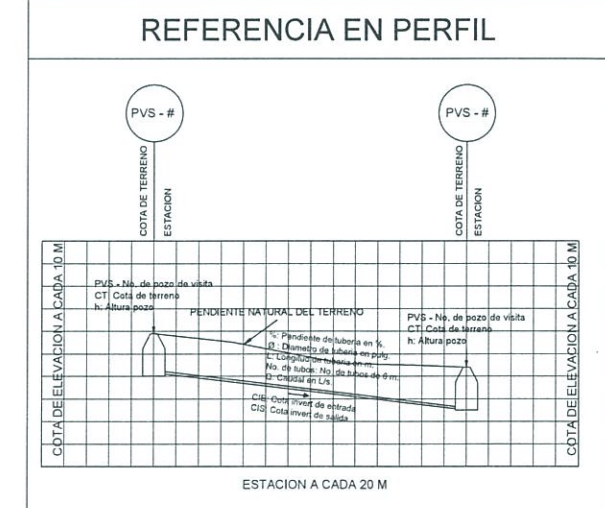
PLANTA
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 28 - PVS 30
ESCALA 1/1250



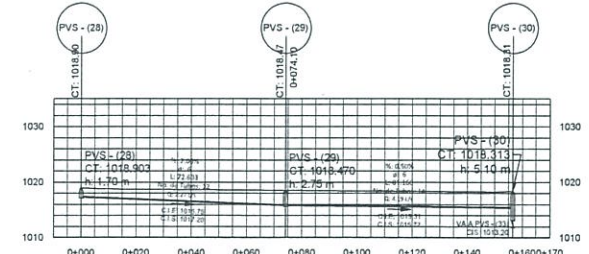
PERFIL
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 17 - PVS 20
ESCALA H: 1/1250
V: 1/625



PERFIL
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 25 - PVS 27
ESCALA H: 1/1250
V: 1/625



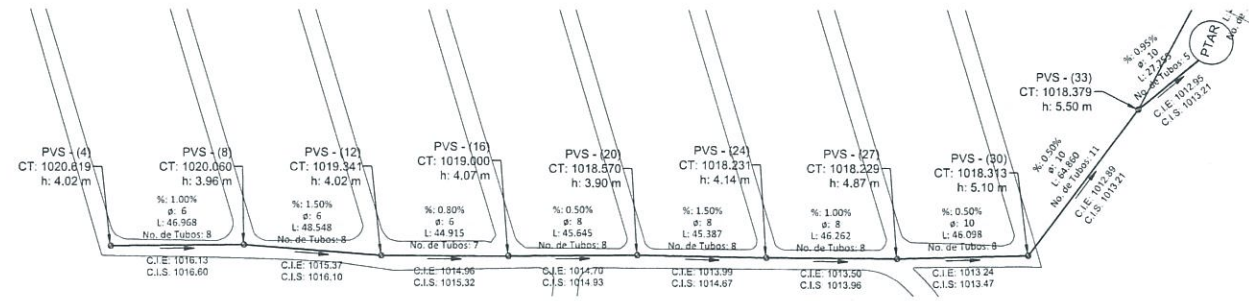
PERFIL
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 21 - PVS 24
ESCALA H: 1/1250
V: 1/625



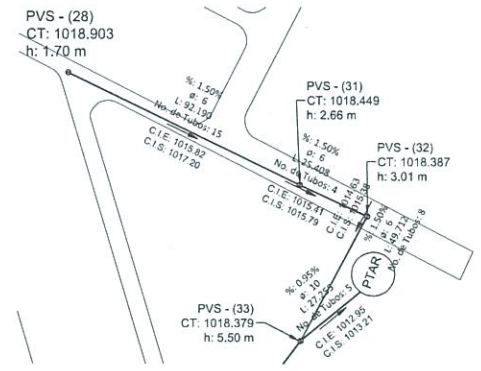
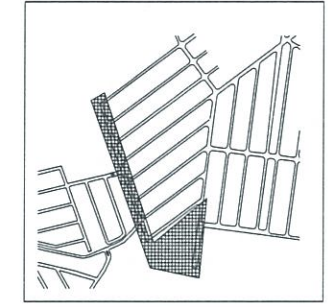
PERFIL
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 28 - PVS 30
ESCALA H: 1/1250
V: 1/625



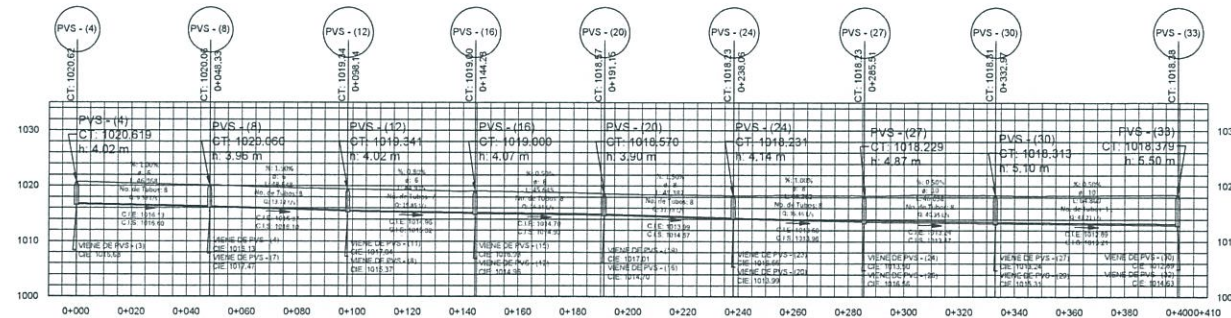
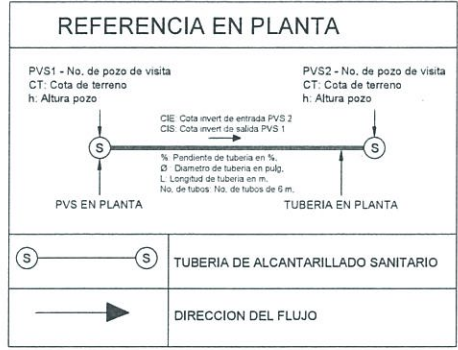
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA		 PROGRAMA: EPS USAC 2020
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.		
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO, TRAMO PVS 17-20, TRAMO PVS 21-24, TRAMO PVS 25-27 Y TRAMO PVS 28-30		ESCALA: INDICADA
CÁLCULO: GLENDA AZUCENA BORRERO RUIZ		FECHA: ENERO 2021
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRERO RUIZ		REVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
		7
		10



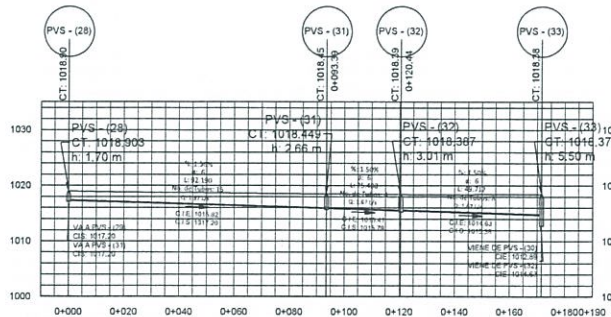
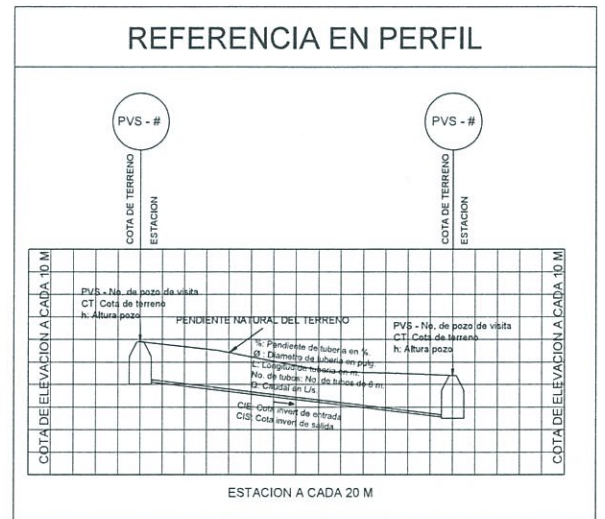
PLANTA
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 4 - PVS 33
ESCALA 1/1250



PLANTA
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 28 - PVS 33
ESCALA 1/1250



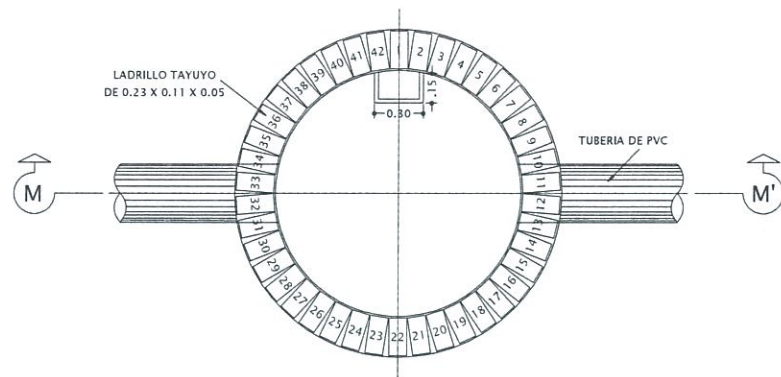
PERFIL
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 4 - PVS 33
ESCALA H:1/1250
V:1/625



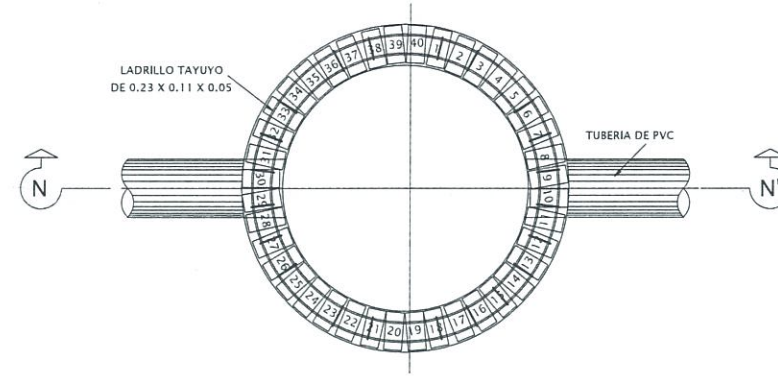
PERFIL
DRENAJE SANITARIO TRAMO PVS 28 - PVS 33
ESCALA H:1/1250
V:1/625



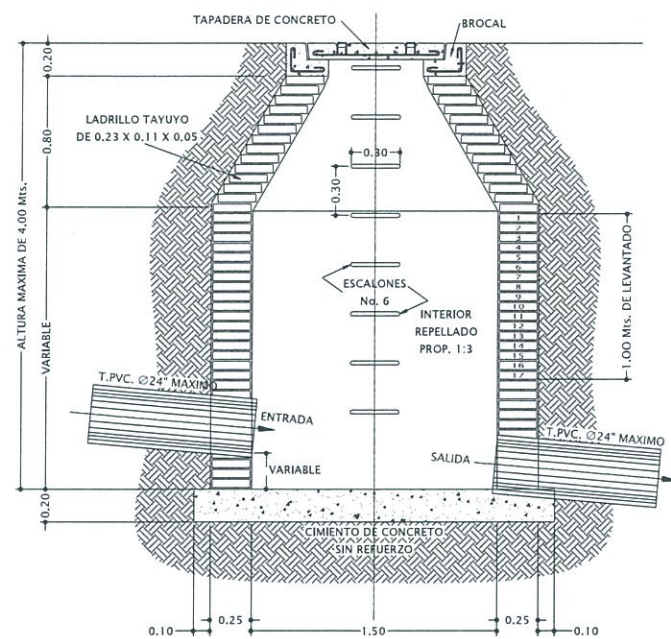
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA		
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.		PROGRAMA: EPS USAC 2020
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO, TRAMO PVS 4-33 Y TRAMO PVS 28-33		ESCALA: INDICADA
CÁLCULO: GLENDA AZUCENA BORRERO RUIZ	REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	FECHA: ENERO 2021
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRERO RUIZ	PRIMA:	8
		10



PLANTA M-M'



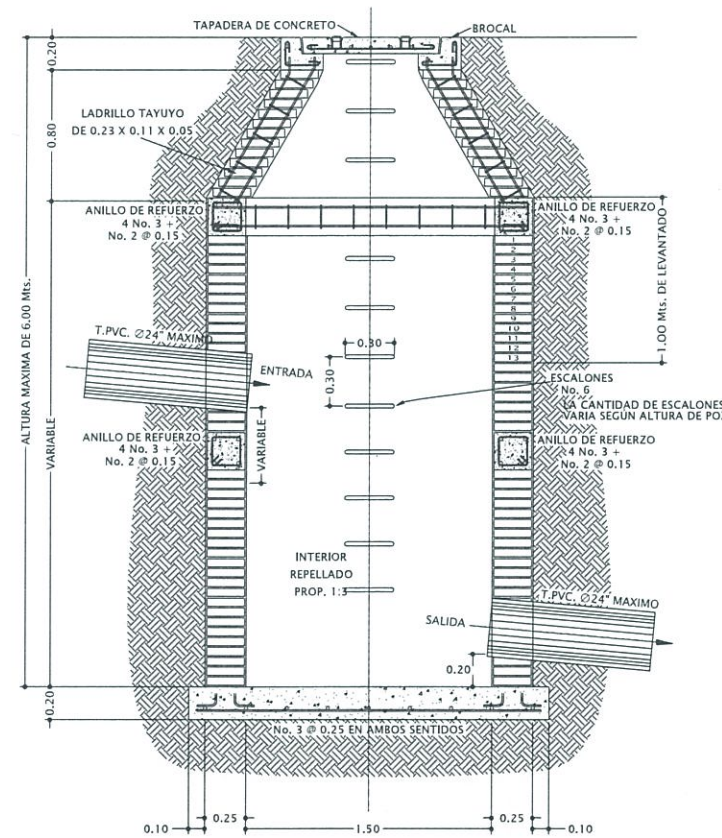
PLANTA N-N'



SECCION M-M'

POZO DE VISITA Ø 1.50
PARA ALTURAS ENTRE 0 Y 4 Mts.
Y DIAMETRO DE T. PVC MAXIMO DE 24"

ESCALA 1:20



SECCION N-N'

POZO DE VISITA Ø 1.50
PARA ALTURAS ENTRE 4 Y 6 Mts.
Y DIAMETRO DE T. PVC MAXIMO DE 24"

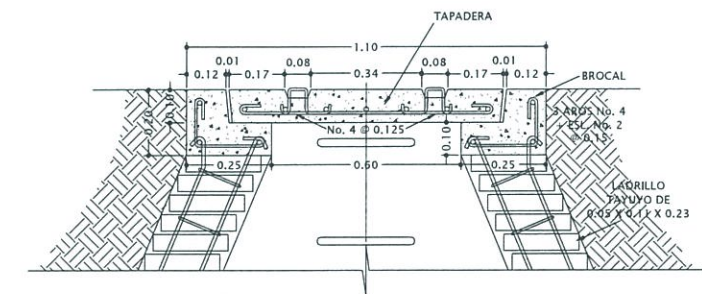
ESCALA 1:20

NOTAS:

EN CASO DE QUE LA DIFERENCIA ENTRE LA COTA INVERT DE ENTRADA Y LA DE SALIDA SEA MAYOR DE 0.20 Mts. DEBE DEJARSE EN EL FONDO DEL POZO UN COLCHON DE AGUA DE 0.20 Mts. DE ALTURA.

EL DIAMETRO DEL POZO A CONSTRUIR DEBERA ESTAR DE ACUERDO CON EL DIAMETRO MAXIMO DE ENTRADA INDICADO EN ESTA HOJA, PERO LOS POZOS MAYORES DE 4.00 Mts. DEBERAN TENER POR LO MENOS 1.50 Mts. DE DIAMETRO Y LOS MAYORES DE 6.00 Mts. POR LO MENOS 1.75 Mts. DE DIAMETRO

TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.






BROCAL Y TAPADERA
TIPICO PARA POZOS DE VISITA

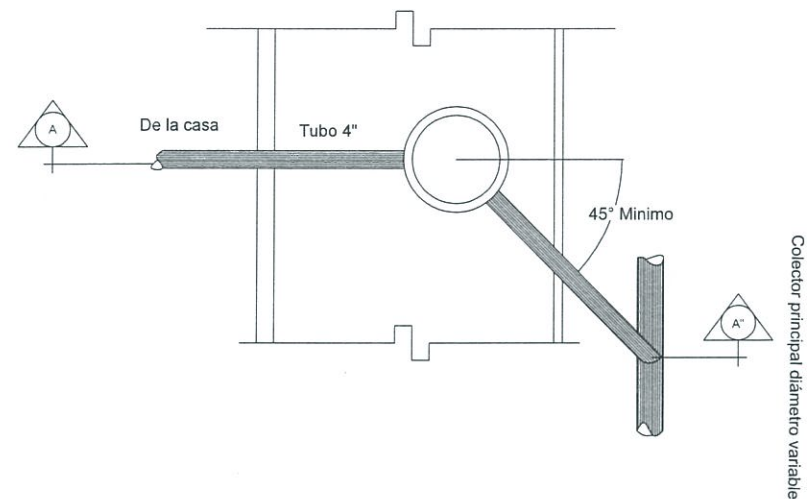
ESCALA 1:10

DETALLE DE POZO Ø 1.5

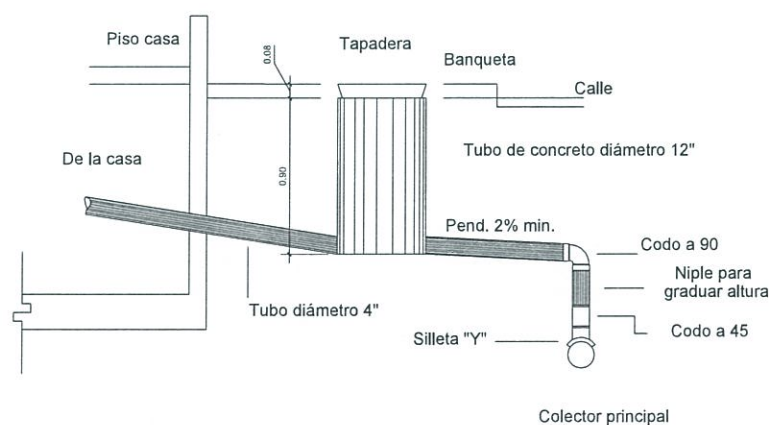
ESCALA 1:20



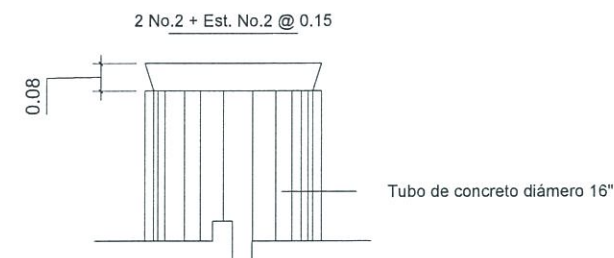
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA		
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR 1, VILL. HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.		PROGRAMA: EPS USAC 2020
DETALLE DE POZO DRENAJE SANITARIO		ESCALA: INDICADA
CALCULO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ		FECHA: ENERO 2021
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ		FIRMA: 
		9
		10



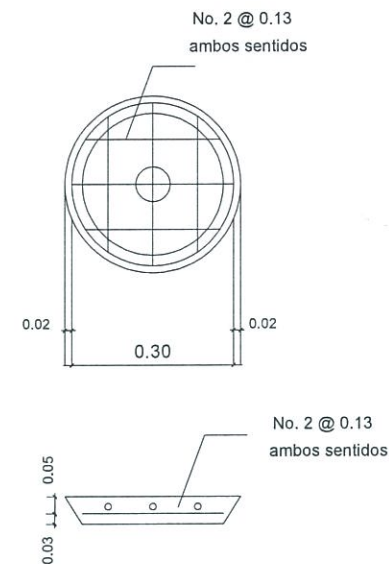
PLANTA ESCALA 1:20



SECCIÓN A-A" ESCALA 1:20



DOMICILIAR ESCALA 1:05



DETALLE TAPADERA ESCALA 1:05

ESPECIFICACIONES

1. LA TUBERIA PARA LA CONEXION DOMICILIAR DEBE SER DE 4" PVC PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SEGUN NORMA F-949
2. EL CONCRETO PARA LA TAPADERA Y BASE DEBERA TENER UN $F_c' = 217 \text{ Kg/cm}^2$ CON UNA PROPORCION 1:2:2.
3. LA CAJA DE REGISTRO SERA UN TUBO DE CONCRETO DE 12" DE DIAMETRO CON SU RESPECTIVA BASE, BROCAL Y TAPADERA, LA CUAL DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.90 m.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA		
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR 1 VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.	PROGRAMA: EPS USAC 2020	
DETALLE CONEXIÓN DOMICILIAR		
CÁLCULO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ	REVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ	FIRMA:	10 10

Apéndice 4. **Planos del sistema de alcantarillado pluvial**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Table with 10 columns: EST, PO, ADM, DEPT, HOK, NOME, ESTE, CUTA. It contains a large grid of numerical data points, likely representing a topographic map or survey data.

LIBRETA TOPOGRÁFICA

ESCALA 1:1250



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL DEL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

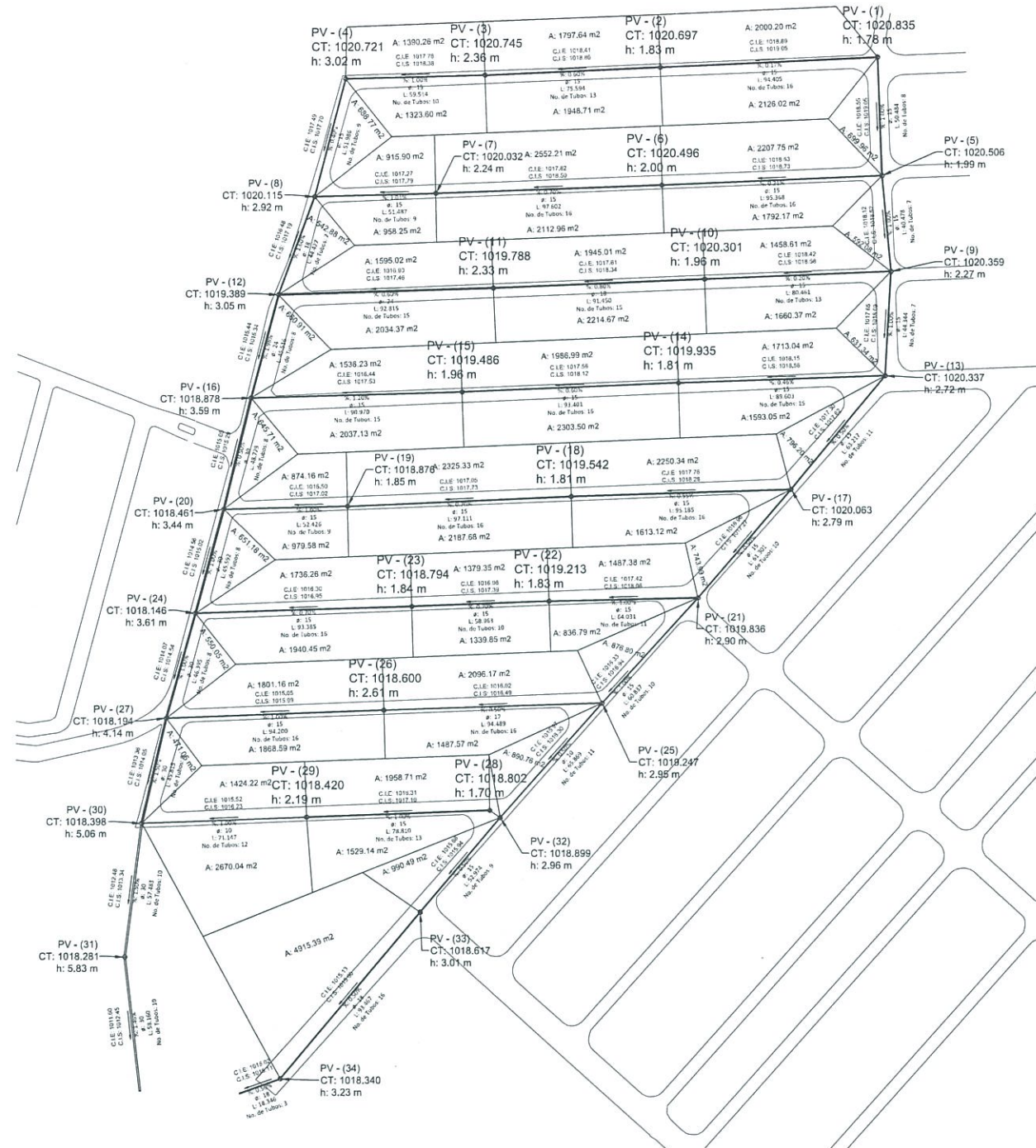
PROGRAMA: EPS USAC 2020

CONTENIDO: ESCALA INDICADA

FECHA: ENERO 2021

CALCULO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUÍZ

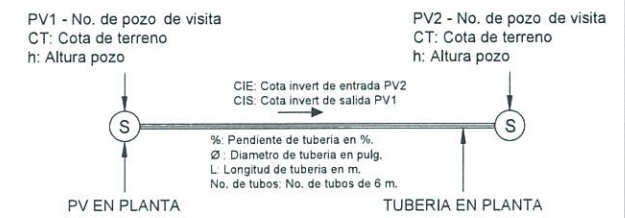
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUÍZ



ÁREAS TRIBUTARIAS
ALCANTARILLADO PLUVIAL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2

ESCALA 1/1250

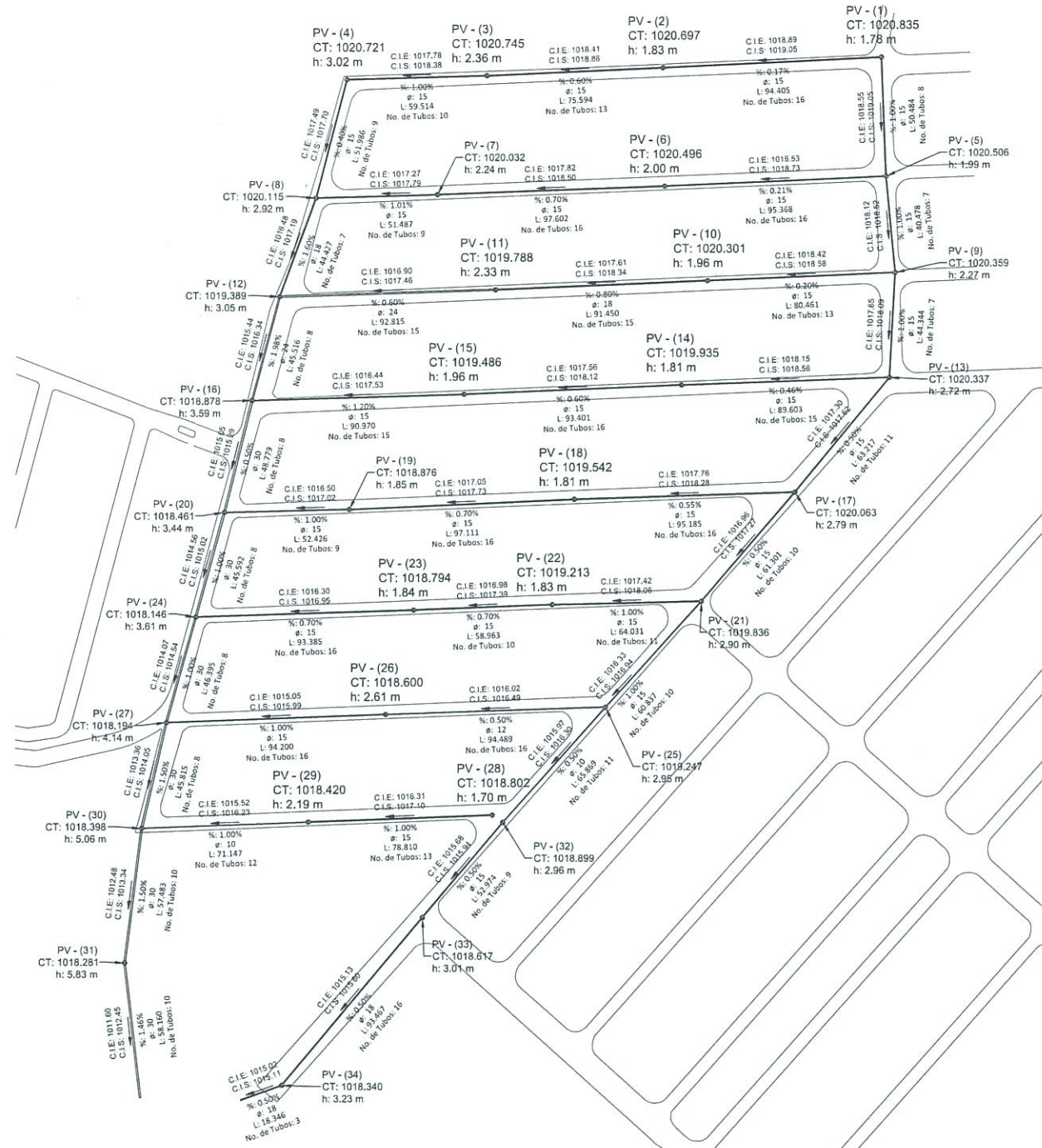
REFERENCIA EN PLANTA



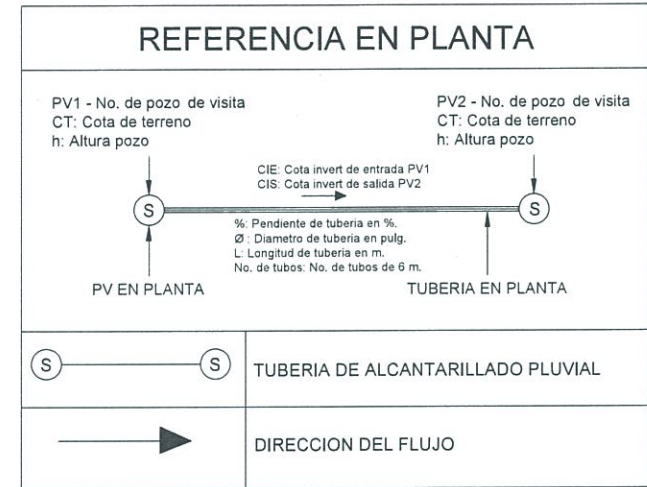
	TUBERIA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL
	DIRECCION DEL FLUJO



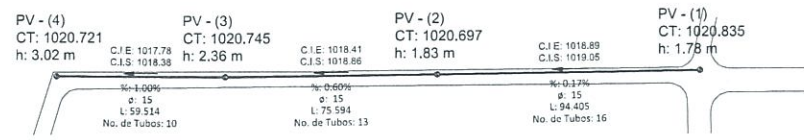
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL, PETAPA, GUATEMALA.	PROGRAMA: EPS USAC 2020
CONTENIDO: ÁREAS TRIBUTARIAS DRENAJE PLUVIAL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2	ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2021
CÁLCULO: GLENDA AZUCENA BARRAYO RUIZ	REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BARRAYO RUIZ	FIRMA:



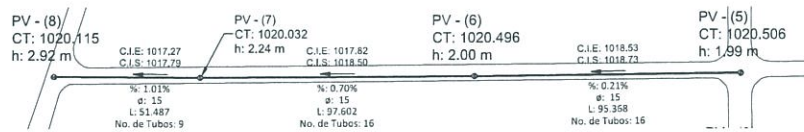
PLANTA
ALCANTARILLADO PLUVIAL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2
ESCALA 1/1250



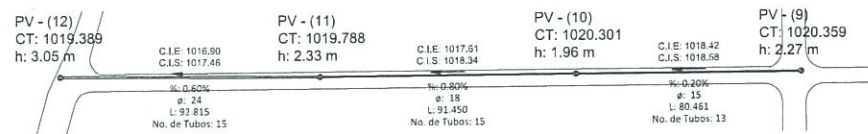
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>		
<p>MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p>		
<p>PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL, PETAPA, GUATEMALA.</p>		<p>PROGRAMA: EPS USAC 2020</p>
<p>CONTENIDO: PLANTA ALCANTARILLADO PLUVIAL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2</p>		<p>ESCALA: INDICADA</p>
<p>CÁLCULO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ</p>		<p>FECHA: ENERO 2021</p>
<p>DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ</p>		<p>REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO</p>
<p>FIRMA:</p>		<p>5</p>



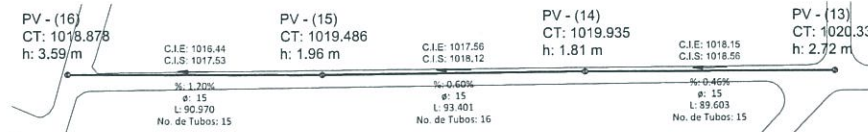
PLANTA
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 1 - PV 4
ESCALA 1/1250



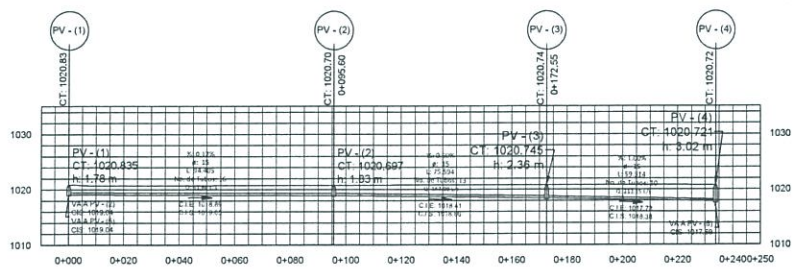
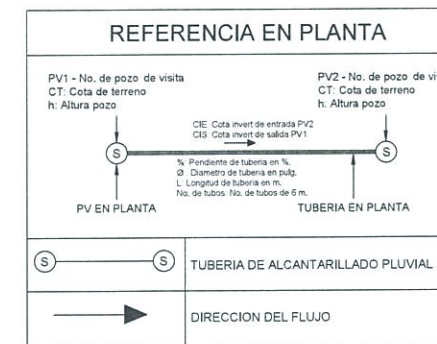
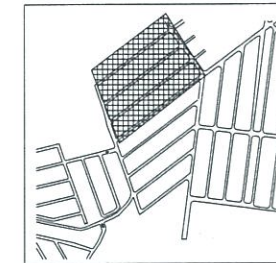
PLANTA
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 5 - PV 8
ESCALA 1/1250



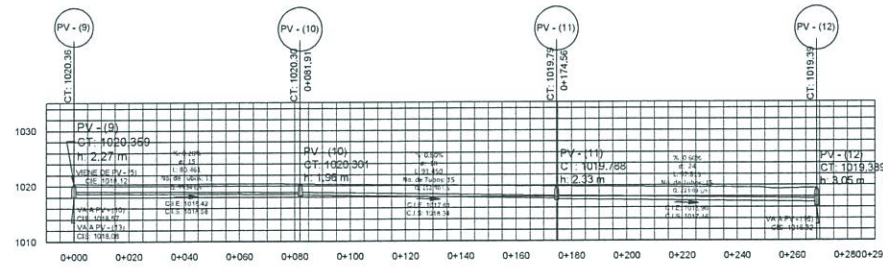
PLANTA
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 9 - PV 12
ESCALA 1/1250



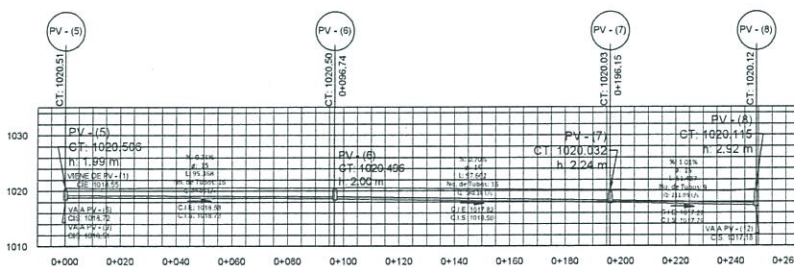
PLANTA
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 13 - PV 16
ESCALA 1/1250



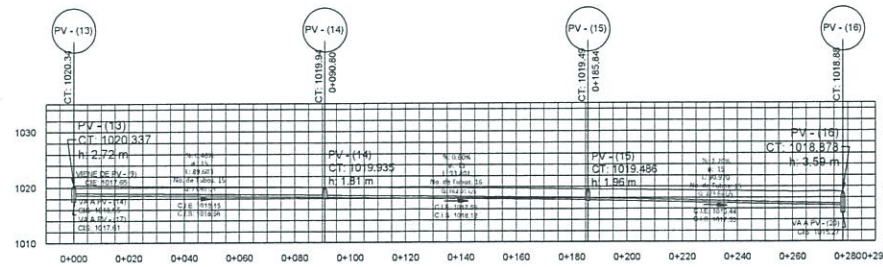
PERFIL
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 1 - PV 4
ESCALA H. 1/1250
V. 1/625



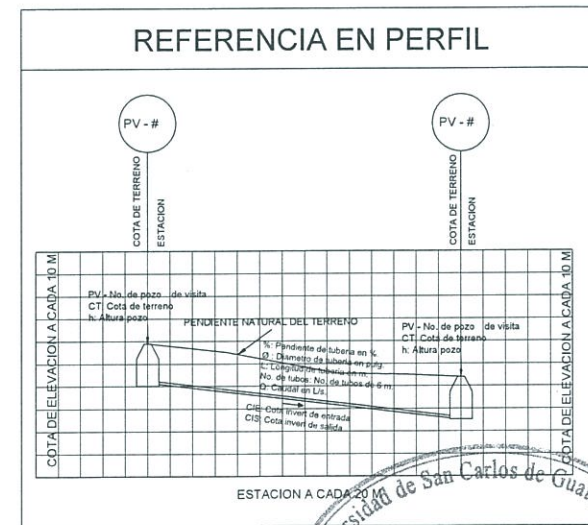
PERFIL
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 9 - PV 12
ESCALA H. 1/1250
V. 1/625



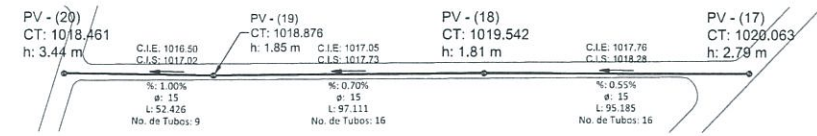
PERFIL
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 5 - PV 8
ESCALA H. 1/1250
V. 1/625



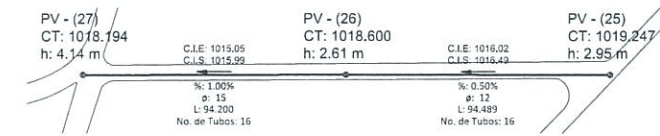
PERFIL
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 13 - PV 16
ESCALA H. 1/1250
V. 1/625



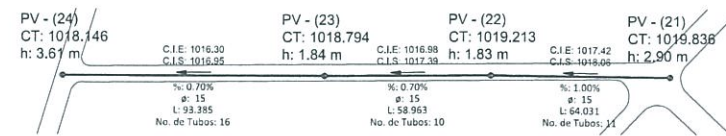
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.	PROGRAMA: EPS USAC 2020
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMOS PV 1 - PV 4, TRAMO PV 5 - PV 8, TRAMO PV 9 - 12 Y TRAMO PV 13 - PV 16	ESCALA: INDICADA
CÁLCULO: GLENDA AZUCENA BORRAYO FUJ	FECHA: ENERO 2021
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRAYO FUJ	REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
	FIRMA: <i>[Signature]</i>



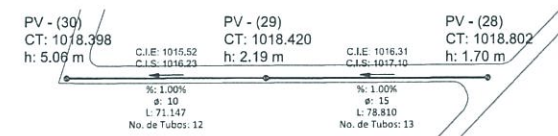
PLANTA
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 17 - PV 20
ESCALA 1/1250



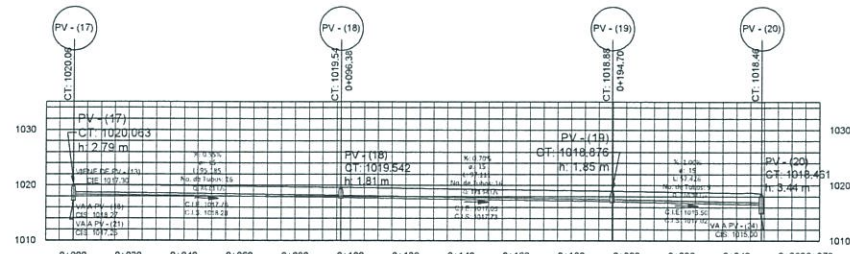
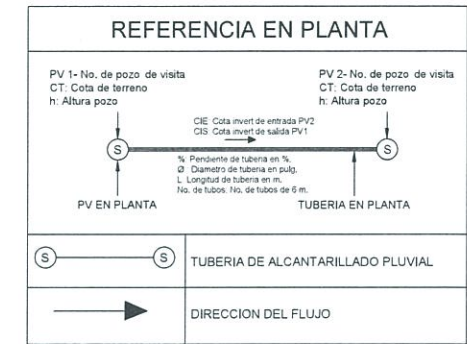
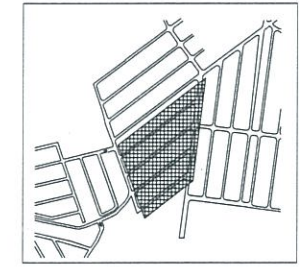
PLANTA
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 25 - PV 27
ESCALA 1/1250



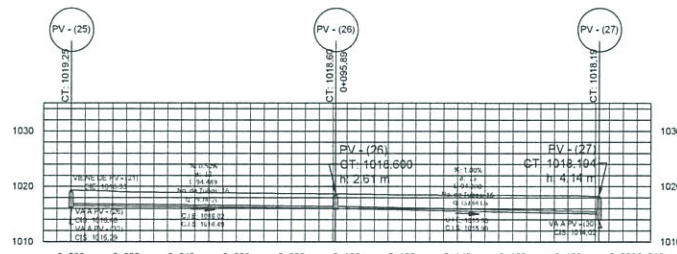
PLANTA
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 21 - PV 24
ESCALA 1/1250



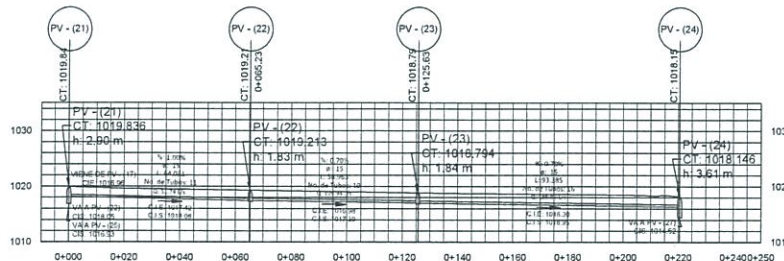
PLANTA
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 28 - PV 30
ESCALA 1/1250



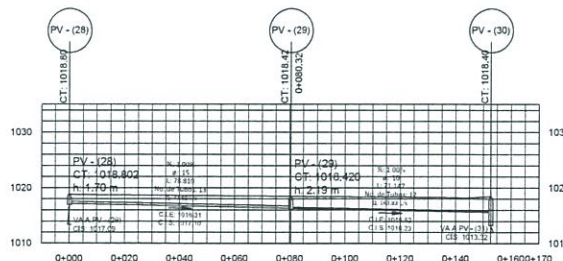
PERFIL
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 17 - PV 20
ESCALA H: 1/1250
V: 1/625



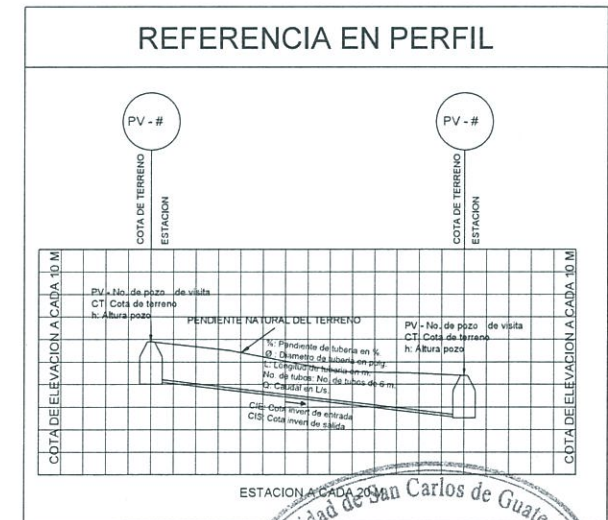
PERFIL
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 25 - PV 27
ESCALA H: 1/1250
V: 1/625



PERFIL
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 21 - PV 24
ESCALA H: 1/1250
V: 1/625



PERFIL
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 28 - PV 30
ESCALA H: 1/1250
V: 1/625



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA

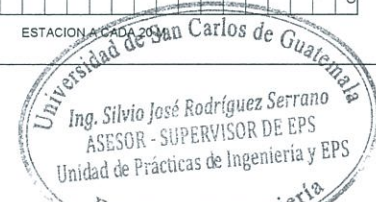
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA. PROGRAMA: EPS USAC 2020

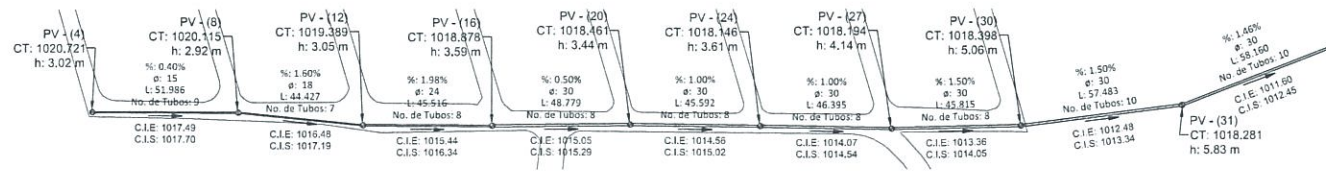
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMOS PV 17 - PV 20, TRAMO PV 21 - PV 24, TRAMO PV 25 - PV 27 Y TRAMO PV 28 - PV 30. ESCALA: INDICADA

FECHA: ENERO 2021

CALCULO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ. REVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO. 7

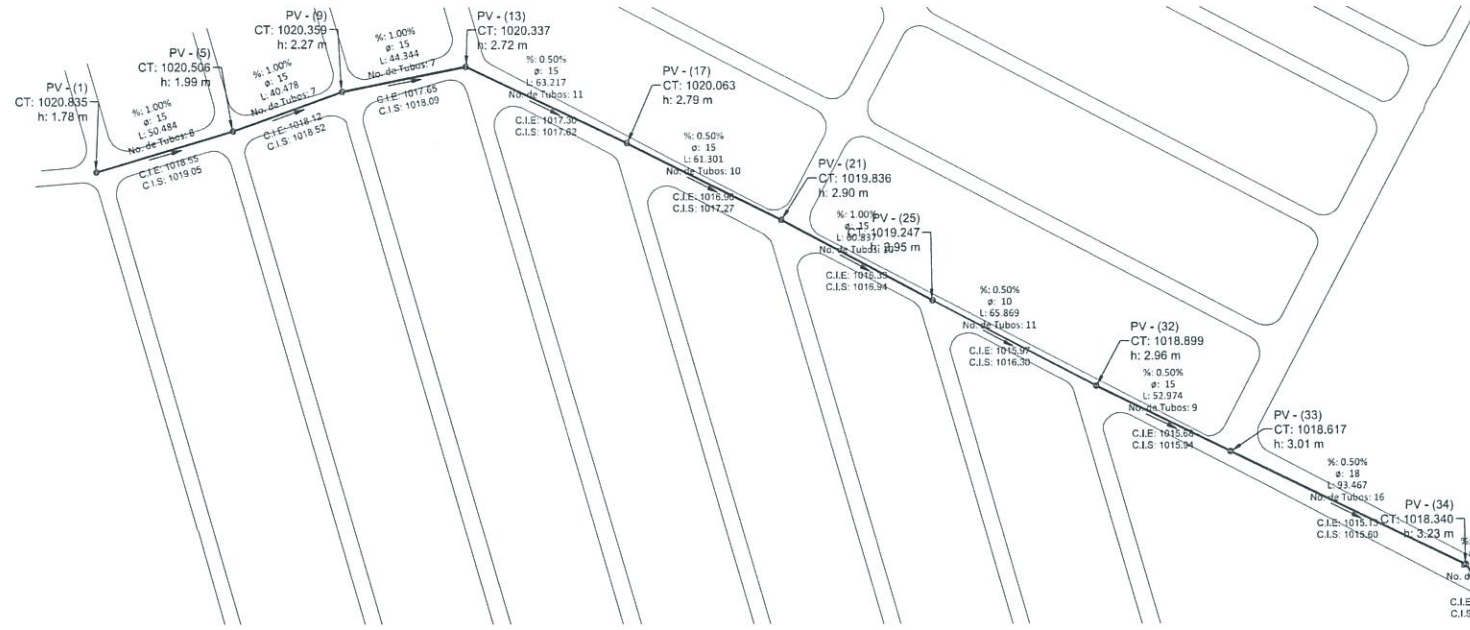
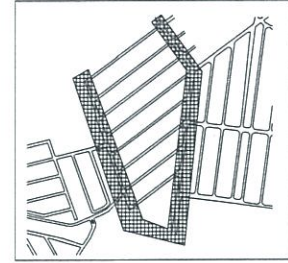
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ. FIRMA: [Signature]





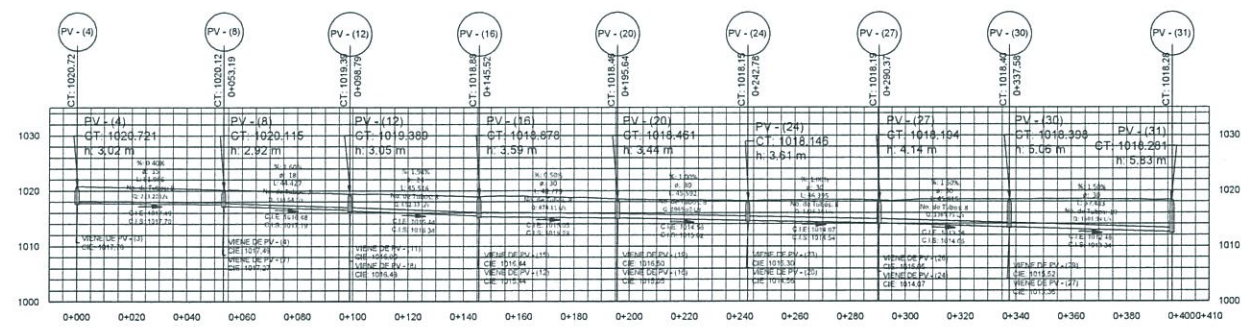
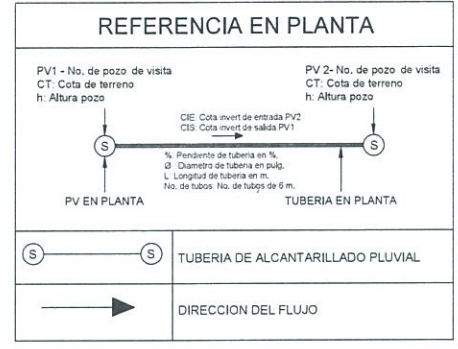
PLANTA
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 4 - PV 31

ESCALA 1/1250



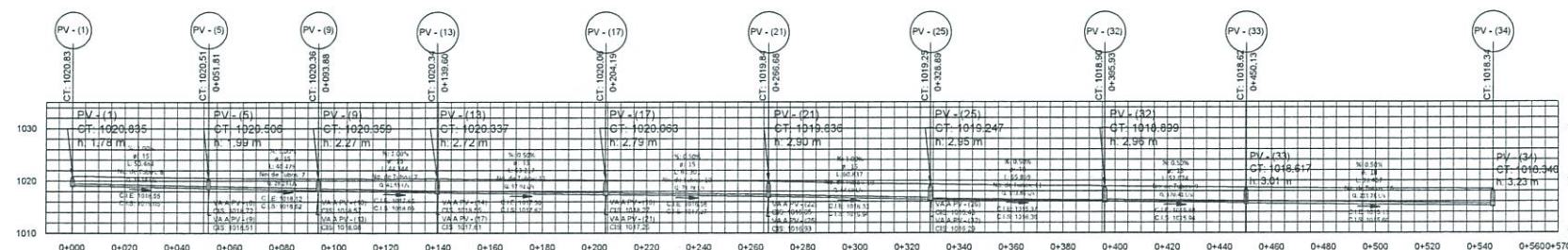
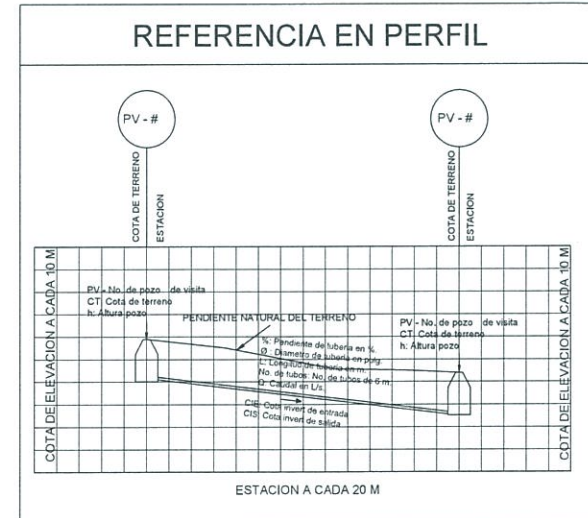
PLANTA
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 1 - PV 34

ESCALA 1/1250



PERFIL
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 4 - PV 31

ESCALA H:1/1250
V:1/625

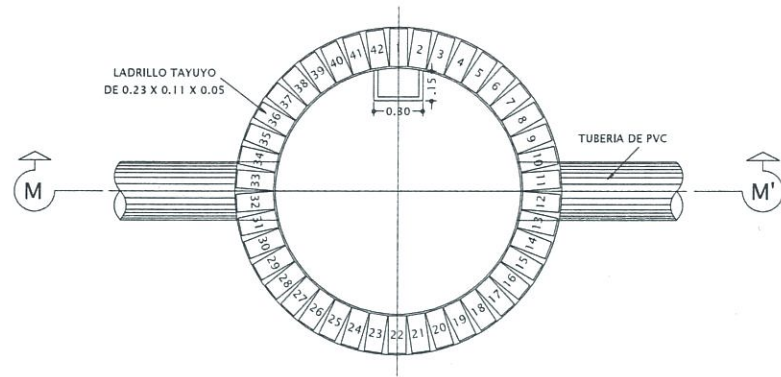


PERFIL
ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMO PV 1 - PV 34

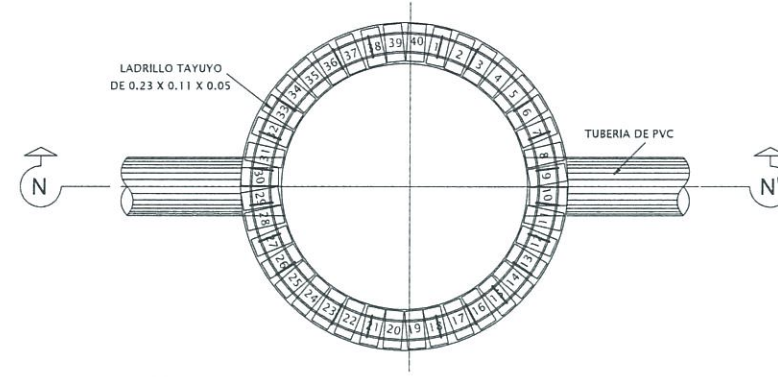
ESCALA H:1/1250
V:1/625



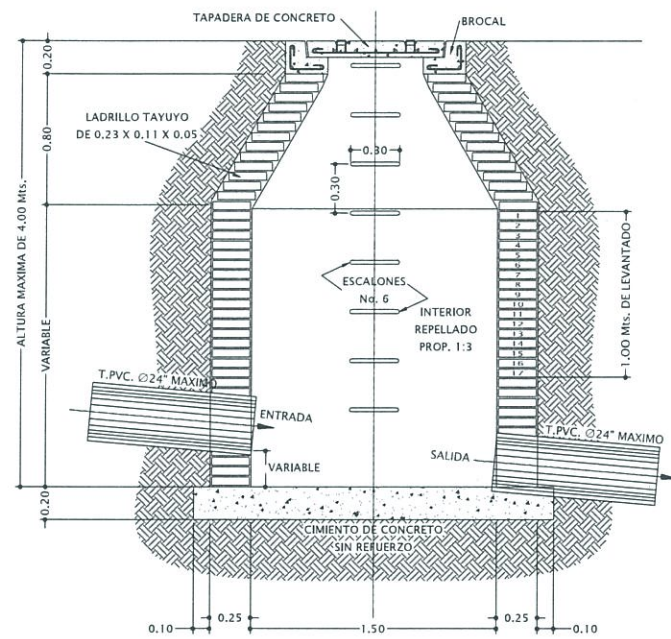
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA		
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL SECTOR VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.	PROGRAMA: EPS USAC 2020	
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL ALCANTARILLADO PLUVIAL TRAMOS PV 4 - PV 31 Y TRAMO PV 1 - PV 34	ESCALA: INDICADA	
CALCULO: GLENDA AZUCENA BORRERO RUIZ	FECHA: ENERO 2021	
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRERO RUIZ	8	



PLANTA M-M'



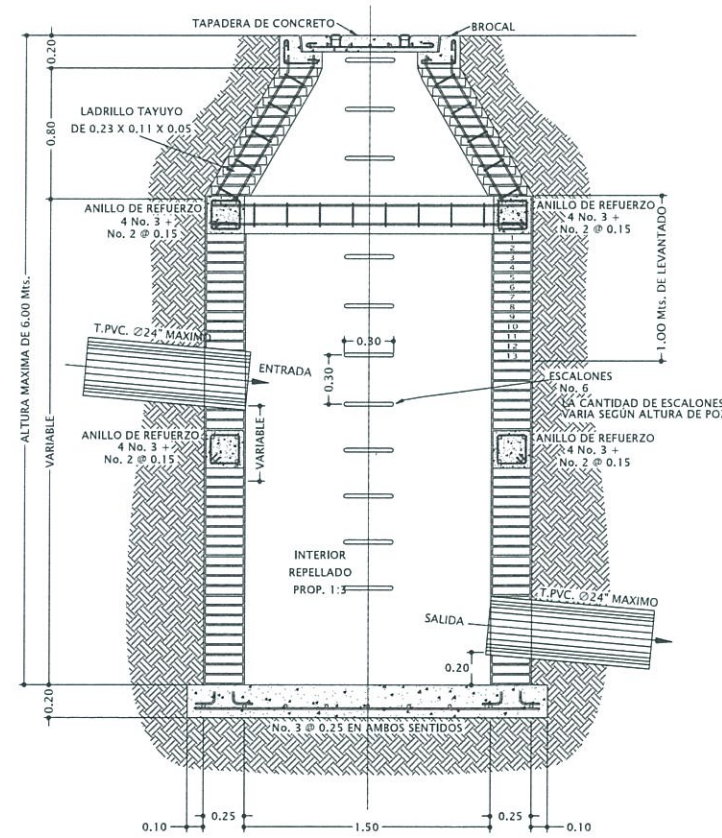
PLANTA N-N'



SECCION M-M'

POZO DE VISITA Ø 1.50
PARA ALTURAS ENTRE 0 Y 4 Mts.
Y DIAMETRO DE T. PVC MAXIMO DE 24"

ESCALA 1:20



SECCION N-N'

POZO DE VISITA Ø 1.50
PARA ALTURAS ENTRE 4 Y 6 Mts.
Y DIAMETRO DE T. PVC MAXIMO DE 24"

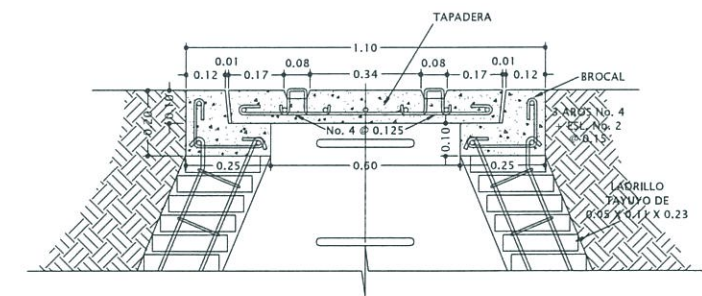
ESCALA 1:20

NOTAS:

EN CASO DE QUE LA DIFERENCIA ENTRE LA COTA INVERT DE ENTRADA Y LA DE SALIDA SEA MAYOR DE 0.20 Mts. DEBE DEJARSE EN EL FONDO DEL POZO UN COLCHON DE AGUA DE 0.20 Mts. DE ALTURA.

EL DIAMETRO DEL POZO A CONSTRUIR DEBERA ESTAR DE ACUERDO CON EL DIAMETRO MAXIMO DE ENTRADA INDICADO EN ESTA HOJA, PERO LOS POZOS MAYORES DE 4.00 Mts. DEBERAN TENER POR LO MENOS 1.50 Mts. DE DIAMETRO Y LOS MAYORES DE 6.00 Mts. POR LO MENOS 1.75 Mts. DE DIAMETRO

TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.



BROCAL Y TAPADERA
TIPICO PARA POZOS DE VISITA

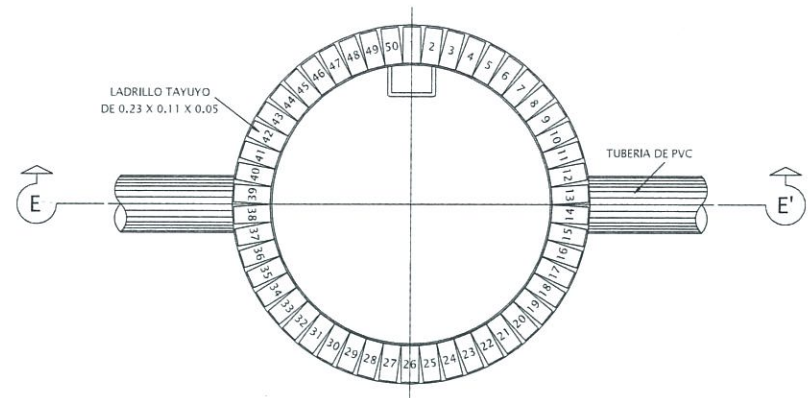
ESCALA 1:10

DETALLE DE POZO Ø 1.5

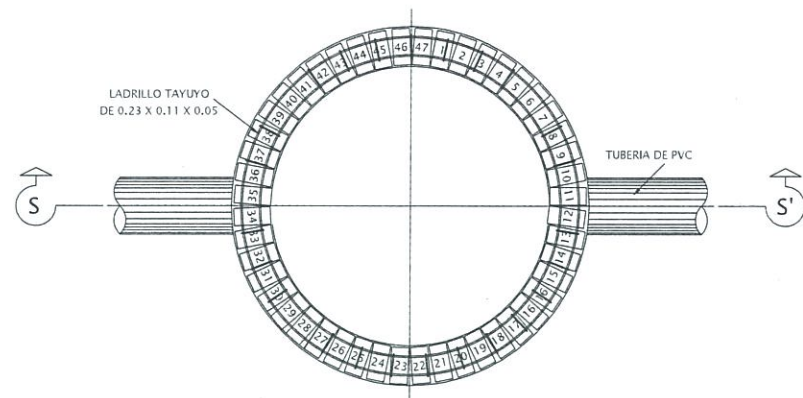
ESCALA 1:20



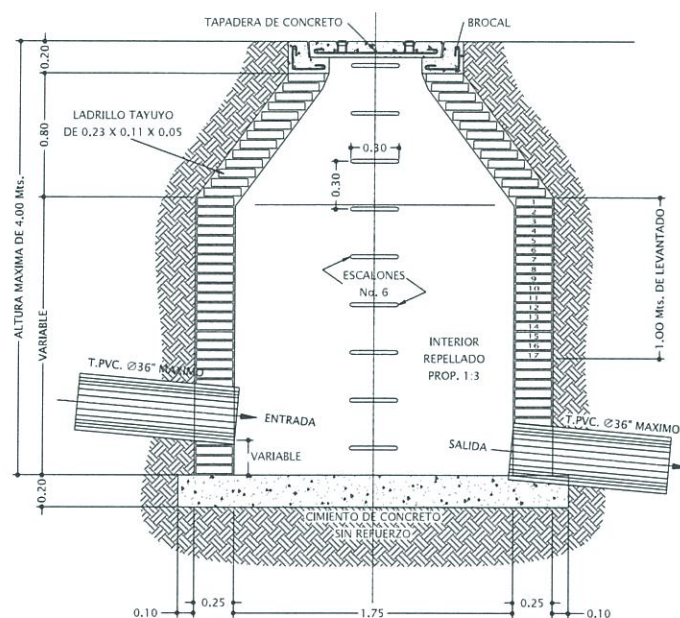
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA		
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL, SECTOR VILLA HERMOOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA		PROGRAMA: EPS USAC 2020
DETALLE DE POZO DRENAJE PLUVIAL		ESCALA: INDICADA
		FECHA: ENERO 2021
CALCULO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ	REVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	9
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ	FIRMA:	



PLANTA E-E'



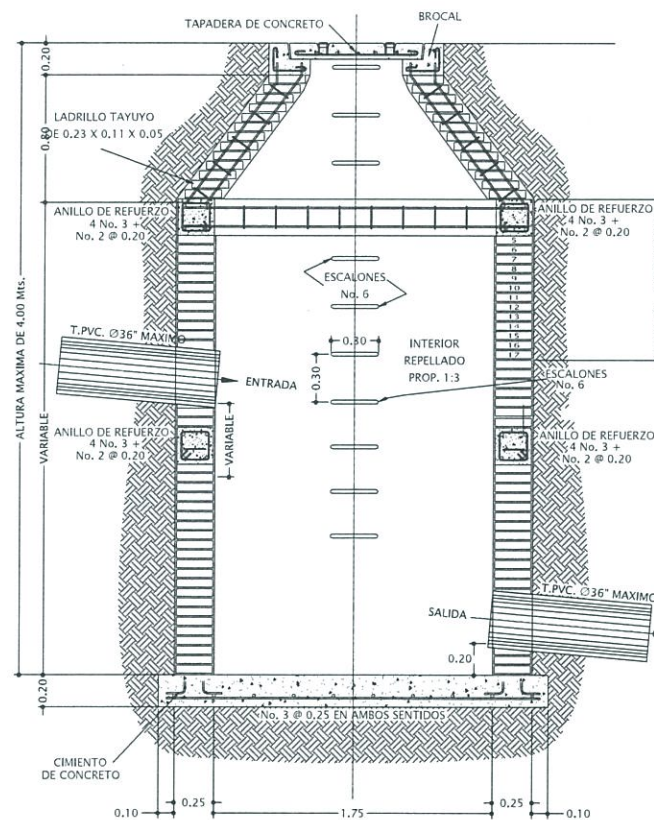
PLANTA S-S'



SECCION E-E'

POZO DE VISITA Ø 1.75
PARA ALTURAS ENTRE 0 Y 4 Mts.
Y DIAMETRO DE T. PVC MAXIMO DE 36"

ESCALA 1:20



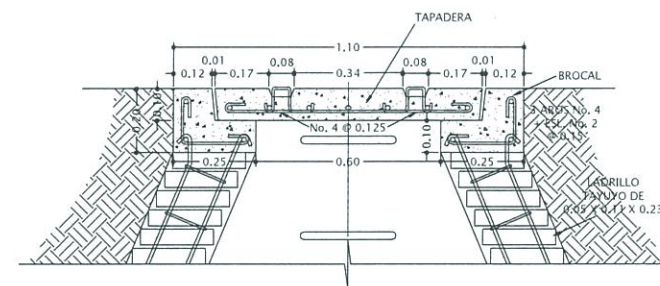
SECCION S-S'

POZO DE VISITA Ø 1.75
PARA ALTURAS ENTRE 4 Y 6 Mts.
Y DIAMETRO DE T. PVC MAXIMO DE 36"

ESCALA 1:20

NOTAS:
EN CASO DE QUE LA DIFERENCIA ENTRE LA
COTA INVERT DE ENTRADA Y LA DE SALIDA
SEA MAYOR DE 0.20 Mts. DEBE DEJARSE EN
EL FONDO DEL POZO UN COLCHON DE AGUA
DE 0.20 Mts. DE ALTURA.

TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.



BROCAL Y TAPADERA
TÍPICO PARA POZOS DE VISITA

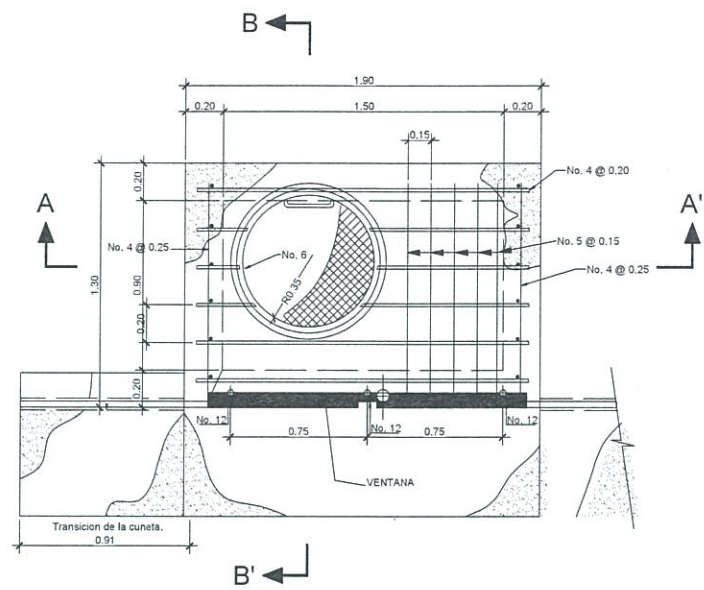
ESCALA 1:10

DETALLE DE POZO Ø 1.75

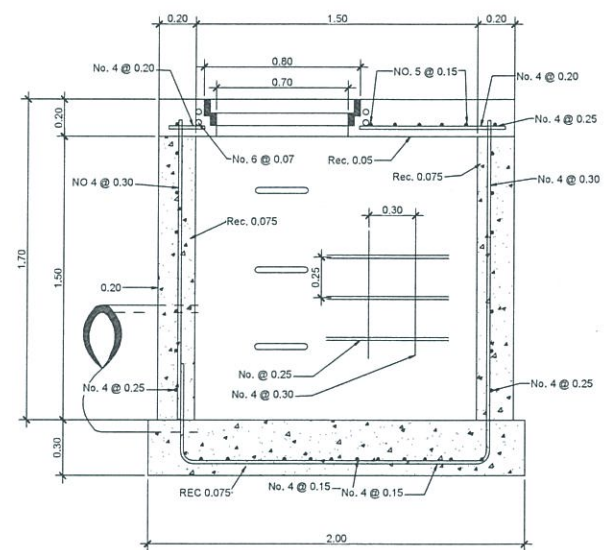
ESCALA 1:20



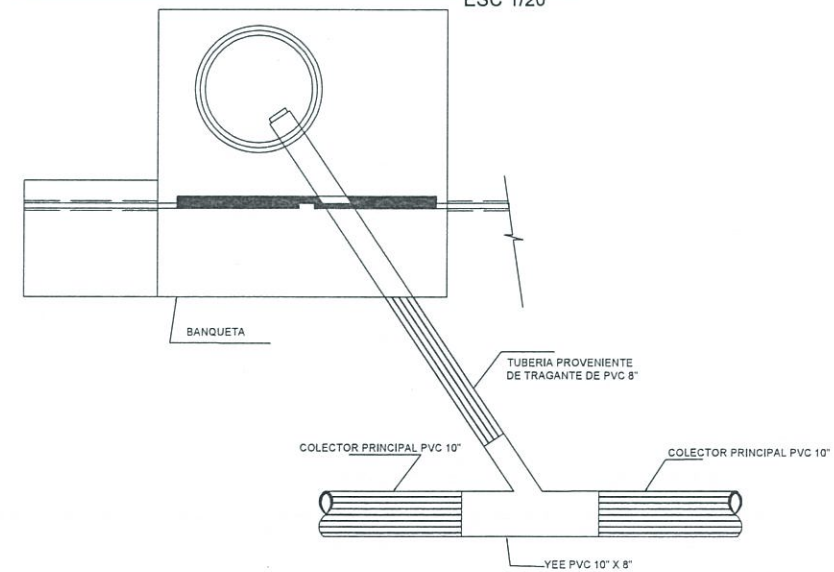
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANARILLADO LUVIAL SECTOR V. J. LLERAMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.	PROGRAMA: EPS USAC 2020
DETALLE DE POZO DRENAJE PLUVIAL	
ESCALA: INDICADA	
FECHA: ENERO 2021	
CALCULO: GLENDA AZUCENA BARRAYO RUIZ	REVISOR: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BARRAYO RUIZ	FIRMA: <i>[Signature]</i>
10	



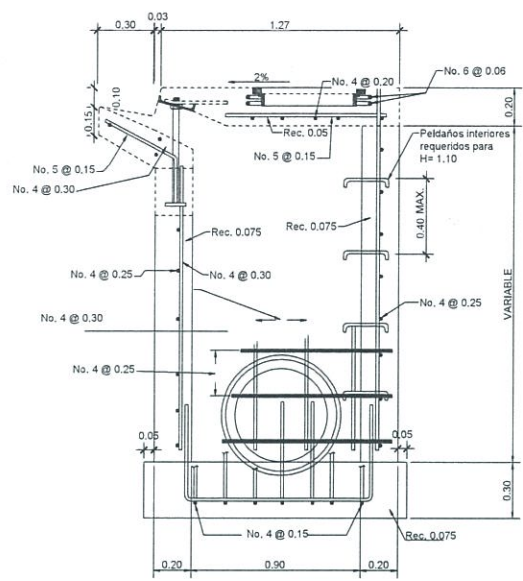
PLANTA TRAGANTE TIPO R
ESC 1/20



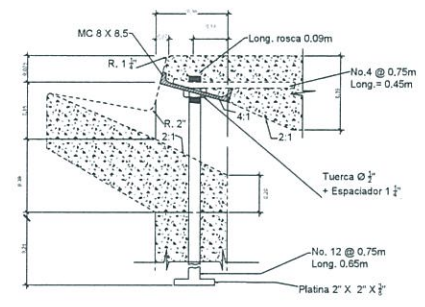
SECCIÓN C-C' TRAGANTE TIPO R
ESC 1/20



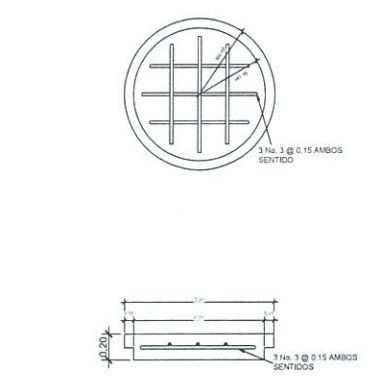
DETALLE DE CONEXIÓN A COLECTOR
ESC 1/20



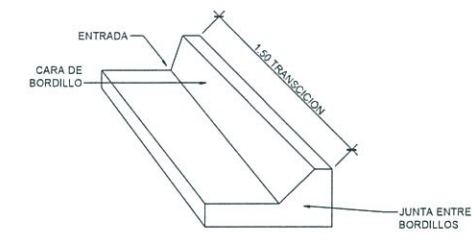
SECCION F-F'
ESC 1/20



DETALLE
ESC 1/20



DETALLE DE TAPADERA
ESC 1/20



NOTA:
PARA LAS ENTRADAS TIPO "R" DE CUNETAS Y BORDILLOS SE CONSTRUIRA UNA TRANSICION DE 1.50 MTS. A CADA LADO

DETALLE DE TRANSICIÓN
ESC 1/20

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - COGUANOR NTG 41048
- LIMITE DE INFLUENCIA, ACERTO GRADO 40 - COGUANOR NTG 36011
- MORTERO Y SABIETA (CEMENTO Y ARENA) -COGUANOR NTG 41031 Y 41050
- ASENTAMIENTO
- AGREGADO GRUESO
- 3000 PSI
- 2800 KG/CM2
- PROPORCIÓN 1:3
- 8 CMS
- 1 PLG



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCAANTARILLADO PERIFERICO SECTOR 1, VILLA HERMOSA 2, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.		PROGRAMA: EPS USAC 2020	
DETALLE DE TRAGANTE TIPO VENTANA		ESCALA: INDICADA	
		FECHA: ENERO 2021	
CÁLCULO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ	REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	11	
DIBUJO: GLENDA AZUCENA BORRAYO RUIZ	FIRMA:	11	