



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO TALTIC,  
COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS,  
VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

**Héctor David Secay Pors**

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria

Guatemala, julio de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO TALTIC,  
COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS,  
VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**HÉCTOR DAVID SECAY PORS**

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, JULIO DE 2019

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. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## 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 PARA EL CASERÍO TALTIC,  
COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS,  
VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 10 de octubre de 2018.



**Héctor David Secay Pors**



Guatemala, 15 de marzo de 2019  
REF.EPS.DOC.262.03.2019

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

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Héctor David Secay Pors**, Registro Académico 201114702 y CUI 2226 41789 0101 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, 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"

Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra  
Asesora-Supervisora de EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
MRGSdS/ra



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 05 de abril de 2019  
REF.EPS.D.132.04.2019

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Héctor David Secay Pors, CUI 2226 41789 0101 y Registro Académico 201114702**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte de la Asesora-Supervisora, 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





**USAC**

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
22 de marzo de 2019

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

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Héctor David Secay Pors, con CUI 2226417890101 Registro Académico No. 201114702, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional 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, Luis Manuel Sandoval Mendoza  
Jefe Del Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/mrrm.



*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*



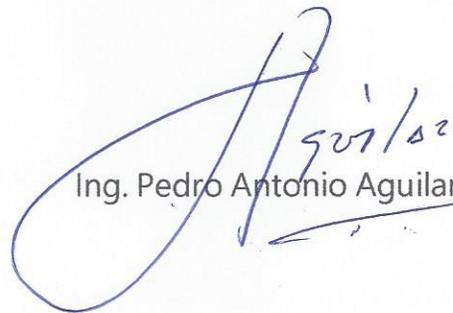
**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Héctor David Secay Pors titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, julio 2019

/mrrm.



*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 301.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLO SANITARIO PARA EL CASERÍO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Héctor David Secay Pors**, 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, julio de 2019



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por estar conmigo de forma incondicional en las buenas y en las malas decisiones que he realizado durante el transcurso de mi vida.
- Mis padres** José Secay y Rosa Pors, por brindarme su apoyo durante el transcurso de mi vida y brindarme lo necesario para completar esta etapa.
- Mis hermanos** Sergio Enrique y Ana Gabriela Secay Pors.
- Mi abuela** Juana Porix Pirir (q. e. p. d.).

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme la oportunidad de llegar a ser un profesional en una rama de la ingeniería.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser la casa de estudios que me albergó durante mi formación profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme las herramientas teóricas y prácticas para poder ejercer de manera adecuada la profesión.
<b>Mi padre</b>	Por darme su apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera.
<b>Mi madre</b>	Por apoyarme y estar al pendiente de mí en toda esta etapa.
<b>Ing. Juan Orellana</b>	Por la ayuda brindada en la realización de mi ejercicio profesional supervisado, dándome todo su apoyo.
<b>Mancomunidad Gran Ciudad del Sur</b>	Por darme la oportunidad de realizar mi ejercicio profesional supervisado en esta institución y el apoyo de sus profesionales realizando asesorías.

**Ing. Mayra García**

Por su colaboración en la asesoría de los proyectos realizados.



1.2.	Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Miguel Petapa .....	32
1.2.1.	Descripción de las necesidades .....	32
1.2.2.	Análisis y priorización de las necesidades .....	32
2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, VALLES DE PETAPA, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA DEPARTAMENTO DE GUATEMALA. ....	35
2.1.	Descripción general del proyecto .....	35
2.2.	Levantamiento topográfico .....	36
2.2.1.	Planimetría .....	36
2.2.2.	Altimetría .....	36
2.3.	Partes de un alcantarillado .....	37
2.3.1.	Colector .....	37
2.3.2.	Pozos de visita .....	38
2.3.3.	Conexiones domiciliarias.....	39
2.4.	Período de diseño .....	40
2.5.	Población futura .....	40
2.6.	Determinación de caudales.....	41
2.6.1.	Población tributaria.....	42
2.6.2.	Dotación .....	42
2.6.3.	Factor de retorno al sistema.....	43
2.6.4.	Factor de flujo instantáneo .....	43
2.6.5.	Caudal sanitario .....	43
2.6.5.1.	Caudal domiciliar .....	44
2.6.5.2.	Caudal industrial.....	45
2.6.5.3.	Caudal comercial.....	46

	2.6.5.4.	Caudal de conexiones ilícitas .....	47
	2.6.5.5.	Caudal de infiltración .....	48
	2.6.5.6.	Caudal medio.....	49
	2.6.5.7.	Factor de caudal medio .....	50
	2.6.5.8.	Factor de Harmond.....	50
	2.6.5.9.	Caudal de diseño.....	51
2.7.		Fundamentos hidráulicos.....	51
	2.7.1.	Ecuación de Manning para flujo de canales .....	52
	2.7.2.	Relaciones hidráulicas.....	53
2.8.		Parámetros de diseño hidráulico .....	54
	2.8.1.	Coeficiente de rugosidad .....	54
	2.8.2.	Sección llena y parcialmente llena.....	55
	2.8.3.	Velocidades máximas y mínimas.....	56
	2.8.4.	Diámetro del colector.....	57
	2.8.5.	Profundidad del colector .....	57
	2.8.6.	Profundidad mínima.....	58
	2.8.7.	Ancho de la zanja .....	58
	2.8.8.	Volumen de excavación.....	59
	2.8.9.	Cotas Invert .....	60
	2.8.10.	Ubicación de los pozos de visita.....	61
	2.8.11.	Profundidad de pozos de visita.....	63
	2.8.12.	Características de las conexiones domiciliarias .....	63
	2.8.13.	Diseño hidráulico .....	64
	2.8.13.1.	Ejemplo de diseño de un tramo .....	64
		2.8.13.1.1. Caserío Taltic .....	65
		2.8.13.1.2. Luisa Alejandra I y II .....	71
		2.8.13.1.3. Colonia San José .....	78
		2.8.13.1.4. Colonia El Rosario.....	85

	2.8.13.1.5.	Colonia Las Margaritas .....	92
	2.8.13.1.6.	Colonia Valles de María.....	99
	2.8.13.1.7.	Paraje Zamora .....	107
2.9.	Desfogue .....		113
2.10.	Ubicación .....		114
2.11.	Propuesta de tratamiento .....		115
2.12.	Administración, operación y mantenimiento .....		118
2.13.	Elaboración de planos.....		123
2.14.	Presupuesto del proyecto.....		123
2.15.	Elaboración de impacto ambiental .....		125
	2.15.1.	Evaluación ambiental inicial .....	128
2.16.	Evaluación socioeconómica .....		129
	2.16.1.	Estudio económico financiero.....	130
		2.16.1.1. Valor presente neto (VPN) .....	130
		2.16.1.2. Beneficio/Costo .....	132
		2.16.1.3. Tasa interna de retorno (TIR).....	134
CONCLUSIONES.....			135
RECOMENDACIONES .....			137
BIBLIOGRAFÍA.....			139
APÉNDICES.....			141
ANEXOS.....			157

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa del departamento de Guatemala.....	2
2.	Mapa de municipios colindantes con San Miguel Petapa .....	3
3.	Mapa de zonas del municipio.....	4
4.	Mapa de ubicación en el municipio .....	5
5.	Mapa de la división política de San Miguel Petapa .....	6
6.	Comportamiento de la lluvia anual .....	12
7.	Cantidad de días con lluvia al año .....	14
8.	Mapa de los principales ríos de San Miguel Petapa .....	15
9.	Pendientes de la superficie terrestre del municipio .....	17
10.	Clasificación del territorio municipal de acuerdo con el tipo de actividad de productiva.....	18
11.	Principales carreteras a San Miguel Petapa .....	20
12.	Mapa del departamento de Guatemala con los resultados nacionales del <i>ranking</i> de gestión de servicios públicos .....	22
13.	Información SIG de la red de agua potable de San Miguel Petapa.....	27
14.	Información SIG de los drenajes sanitarios de San Miguel Petapa.....	29
15.	Principales servicios públicos municipales y gubernamentales .....	31
16.	Sección llena y parcialmente llena de una tubería .....	56
17.	Planta PZ31 al PZ32 .....	65
18.	Planta PZ123, PZ127 y PZ143.....	72
19.	Planta PZ73 y PZ74 .....	79
20.	Planta PZ111 y PZ109 .....	86
21.	Planta PZ38 y PZ39 .....	93

22.	Planta PZ164 y PZ166.....	100
23.	Planta PZ4 y PZ3.....	107
24.	Ubicación de planta de tratamiento de agua del proyecto .....	115

## TABLAS

I.	Características meteorológicas de la Estación Amatitlán (E15) INSIVUMEH.....	11
II.	Resumen de lluvia del 2011 al 2018.....	12
III.	Días de lluvia al año.....	13
IV.	Datos de población .....	19
V.	Cobertura educativa.....	24
VI.	Cobertura educativa.....	25
VII.	Especificaciones de funcionamiento como canal abierto.....	37
VIII.	Distintos materiales con su respectivo coeficiente de rugosidad “n” .....	55
IX.	Anchos mínimos de zanja para instalación.....	59
X.	Presupuesto de alcantarillado sanitario para el caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, Valles de Petapa, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora, San Miguel Petapa, Guatemala .....	124
XI.	Matriz de Leopold para sistema de alcantarillado .....	127

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área de la tubería (a/A) expresada en m <sup>2</sup>
<b>a</b>	Área del tirante en la tubería expresada en m <sup>2</sup>
<b>Cant</b>	Cantidad
<b>Q</b>	Caudal a sección llena en tuberías expresado en m <sup>3</sup> /s
<b>q<sub>dis</sub></b>	Caudal de diseño
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>C</b>	Coefficiente de escorrentía superficial
<b>n</b>	Coefficiente de rugosidad
<b>D</b>	Diámetro de la tubería expresada en metros
<b>Est</b>	Estación
<b>FH</b>	Factor de Harmond
<b>Hab</b>	Habitantes
<b>L/hab/día</b>	Litros por habitante por día
<b>Máx</b>	Máxima
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros al cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metros cúbicos por segundo
<b>m/s</b>	Metros por segundo
<b>Min</b>	Mínima
<b>S</b>	Pendiente
<b>S%</b>	Pendiente en porcentaje
<b>Pob</b>	Población

<b>PZ</b>	Pozo de visita
<b>PU</b>	Precio unitario
<b>R</b>	Radio
<b>Rh</b>	Radio hidráulico
<b>a/A</b>	Relación de área de flujo / Área a sección llena
<b>q/Q</b>	Relación de caudal parcial / Caudal a sección llena
<b>d/D</b>	Relación de tirante de flujo / Profundidad a sección llena
<b>v/V</b>	Relación de velocidad de fluidos / Velocidad a sección llena
<b>r</b>	Tasa de crecimiento de la población, expresado en porcentaje
<b>V</b>	Velocidad a sección llena de la tubería expresada en m/s
<b>v</b>	Velocidad del flujo en la tubería expresada en m/s

## GLOSARIO

<b>Aguas residuales</b>	Aquellas aguas que resultan contaminadas por la interacción del ser humano.
<b>Alcantarillado sanitario</b>	Sistema compuesto de estructuras de inspección que están interconectadas por colectores usados para el transporte de aguas residuales o servidas hacia un desfogue.
<b>Candela</b>	Dispositivo que reciben las aguas negras de un domicilio que posteriormente las redirige hacia un colector del sistema de alcantarillado.
<b>Caudal de diseño</b>	Suma de los caudales de aguas residuales que aportan al sistema de alcantarillado sanitario en un tramo determinado.
<b>Concreto</b>	Mezcla de agregado grueso, fino y un material cementante que al mezclarse con agua se solidifica.
<b>Colector</b>	Elemento que por lo general es una tubería que tiene como función recolectar y transportar aguas residuales.
<b>Conexión</b>	Tubería que conduce las agua servidas del interior del domicilio hasta la candela.

<b>Cota Invert</b>	Cota que determina dónde se ubicará la parte inferior de la tubería.
<b>Desfogar</b>	Salida del fluido que ha sido conducido a través de un sistema de alcantarillas hacia un cuerpo receptor.
<b>Dotación</b>	Dato promedio de la cantidad o de agua que consume cada habitante en un tiempo determinado.
<b>Ecuación de Manning</b>	Ecuación con la cual se determina la velocidad de un flujo en un canal abierto, está relacionada con el tipo de material del canal, la pendiente y el radio hidráulico.
<b>Factor de rugosidad</b>	Parámetro que identifica la resistencia que ofrece un determinado material al flujo de un fluido.
<b>Mampostería</b>	Sistema constructivo que consiste en sobreponer materiales mampuestos en un determinado orden unos sobre otros adheridos con un mortero.
<b>Mortero</b>	Mezcla aglomerante, que es producto de la combinación de agua, agregado fino y materiales cementantes.
<b>Pendiente</b>	Inclinación necesaria que debe tener una tubería para que pueda dar dirección y sentido al flujo de un fluido.

<b>Período de diseño</b>	Período de tiempo en el cual se estima que el proyecto prestará servicio a la población beneficiada
<b>Planta de tratamiento</b>	Conjunto de obras que a su vez forman sistemas, operaciones y equipos, cuyo fin es reducir el grado de contaminación hasta rangos aceptables de las aguas residuales.
<b>Tasa interna de retorno</b>	Porcentaje que mide la viabilidad de un proyecto.
<b>TIR</b>	Tasa interna de retorno
<b>Valor presente neto</b>	Procedimiento que tiene como fin calcular el valor presente de un determinado flujo de caja de futuro.
<b>VPN</b>	Valor presente neto



## RESUMEN

El presente trabajo de graduación se realiza con el fin de realizar el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario para el caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora, ubicadas en la zona 10 del Municipio de San Miguel Petapa, del Departamento de Guatemala, con el objetivo de proporcionar una solución óptima de forma técnica a la necesidad de saneamiento que tiene la población de estos lugares en la actualidad. Este proyecto fue propuesto con el diagnóstico ejecutado juntamente con autoridades municipales.

El saneamiento se ha convertido en un tema importante a nivel nacional, debido a que el crecimiento poblacional en la actualidad presenta una tendencia de aumento en comparación a los datos de los últimos censos realizados en el territorio de Guatemala. Es por ello que las redes de saneamiento se deben diseñar con el objetivo de satisfacer las necesidades de las poblaciones en un futuro determinado.

Para el diseño del alcantarillado sanitario se trabajó por fases para el desarrollo de este. En la primera fase del proyecto, obteniendo y analizando la información básica del entorno donde se pretende realizar el proyecto, como por ejemplo: servicios existentes, número de población, datos topográficos de la superficie del terreno, clima, condiciones ambientales, etc. En la segunda fase se determina el caudal de diseño y luego se procede a realizar el diseño hidráulico, se determinaron las relaciones  $q/Q$ ,  $v/V$  y  $d/D$  para verificar si el diseño se encuentra en los rangos permisibles bajo las normas que lo rigen. Luego en la tercera fase se elaborarán los planos y el presupuesto.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora de San Miguel Petapa, Guatemala

### **Específicos**

1. Elaborar una investigación monográfica para caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora para conocer la situación actual de estos lugares.
2. Aplicar las normas y códigos para el diseño de alcantarillado sanitario.
3. Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario que pueda transportar las aguas residuales a una planta de tratamiento de aguas servidas aplicando las normas del INFOM.



## INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de la humanidad es de suma importancia la ejecución de obras civiles para crear entornos adecuados que sean habitables, agradables y confortables para el ser humano. No obstante, crear estos ambientes y habitarlos puede afectar el medio natural donde se encuentren por diversos factores, tales como generación de desechos sólidos, aguas residuales, la modificación del suelo, entre otros.

Las aguas residuales en la actualidad son una problemática que afecta tanto el área rural como urbana de Guatemala. Esta problemática es la que más contribuye en la contaminación de los cuerpos hídricos existentes, ya que estos reciben diversos caudales de aguas residuales sin recibir ningún tratamiento, preliminar, primario, secundario o terciario. La razón por la que las aguas residuales son una problemática nacional es porque estas aguas están compuestas de sólidos orgánicos disueltos y suspendidos sujetos a descomposición, también contienen bacterias y patógenos, que son responsables de transmitir enfermedades, incrementando el índice de morbilidad de las comunidades vecinas aguas abajo.

Este problema está relacionado de forma directa con las comunidades que no cuentan con sistema de saneamiento, como un alcantarillado sanitario, y también se relacionan con comunidades que tienen este sistema pero no cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales. La importancia de estos sistemas es que son una técnica viable para transportar las agua servidas y, antes de ser desfogadas a un cuerpo hídrico o a un pozo de absorción, son tratadas, generando así un impacto ambiental menor.



# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

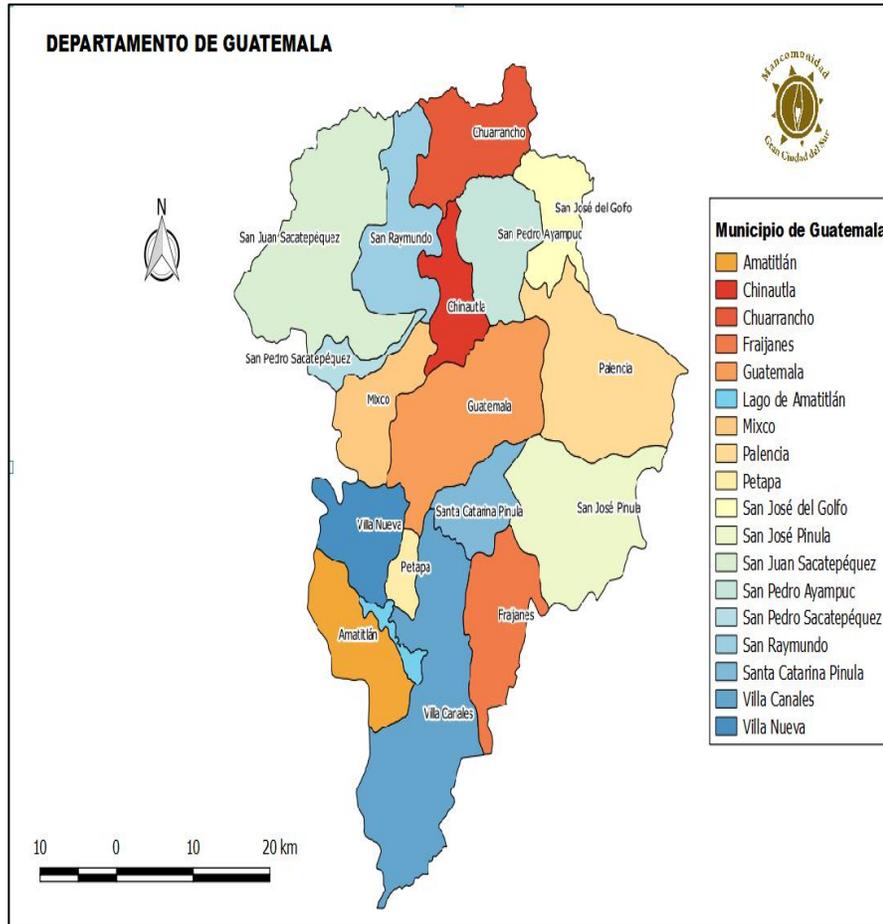
## 1.1. Monografía del municipio de San Miguel Petapa

El departamento de Guatemala está compuesto de diecisiete municipios, uno de estos es San Miguel Petapa, este es considerado uno de los más antiguos del país, tiene origen prehispánico y descendencia Kaqchikel. Se forma oficialmente según Acuerdo Gubernativo del 3 de junio de 1912. Según el Diccionario Geográfico de Guatemala, Petapa es una palabra india compuesta de *pet* que significa esfera y *thapque* que significa agua, lo cual quiere decir cama de agua o esfera de agua. En la actualidad se le denomina San Miguel Petapa a este municipio por estar bajo la advocación de dicho santo.

Este municipio tiene dos días festivos, uno en conmemoración de la virgen del Rosario, que es en febrero, y el otro en conmemoración al Arcángel Miguel, que es en septiembre.

En las últimas décadas este municipio ha presentado un incremento en su desarrollo económico, social, cultural y tecnológico, fundamentalmente por el acelerado crecimiento de su población, provocado por la migración de personas de los municipios vecinos y del interior del país. Este suceso ha dado lugar para que sea catalogado como una ciudad dormitorio, ya que la mayor parte de su población solo lo utiliza de forma estratégica como vivienda, porque se encuentra aledaño a la ciudad de Guatemala. Esta población solo se encuentra por las noches y fines de semana, ya que viajan constantemente a la ciudad de Guatemala para realizar diversas actividades.

Figura 1. **Mapa del departamento de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, empleando Quantum Gis.

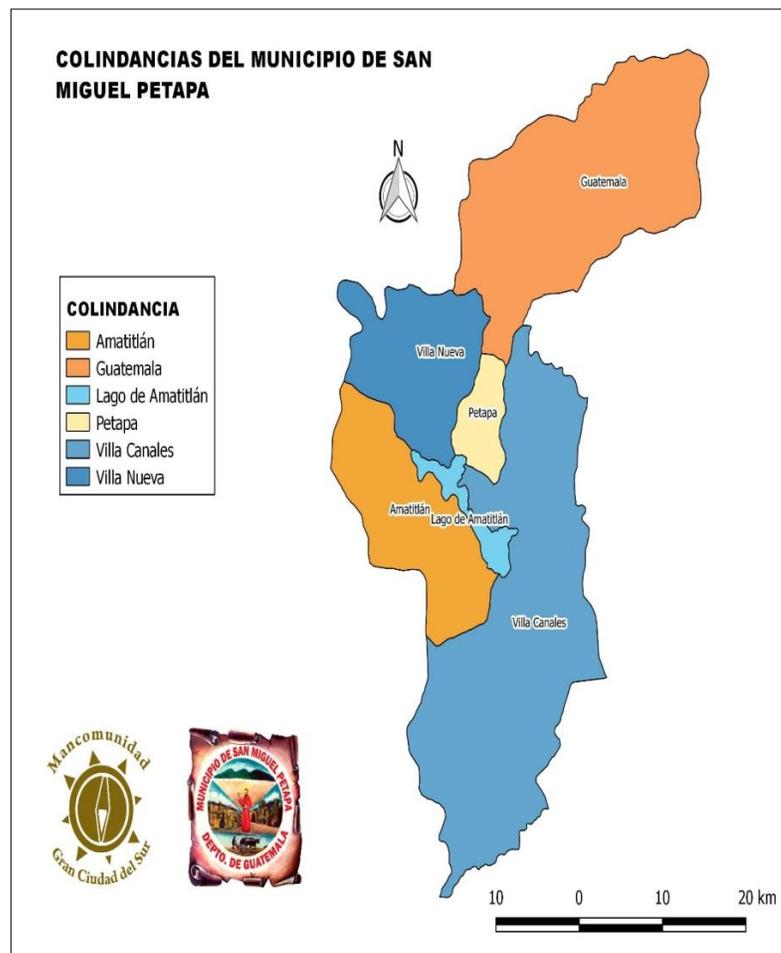
### 1.1.1. Aspectos físicos

Los aspectos físicos mínimos que se deben tener en consideración para la elaboración de un análisis adecuado son: ubicación, localización, división, política, clima, hidrografía, suelos, producción agrícola y población.

### 1.1.1.1. Ubicación

El municipio de San Miguel Petapa se encuentra en la Región I conocida también como la Región Metropolitana y se encuentra situado en la parte sur del departamento de Guatemala. Tiene colindancia al norte con el municipio de Guatemala, al sur con Villa Canales y con el lago de Amatitlán, y al oeste con el municipio de Villa Nueva.

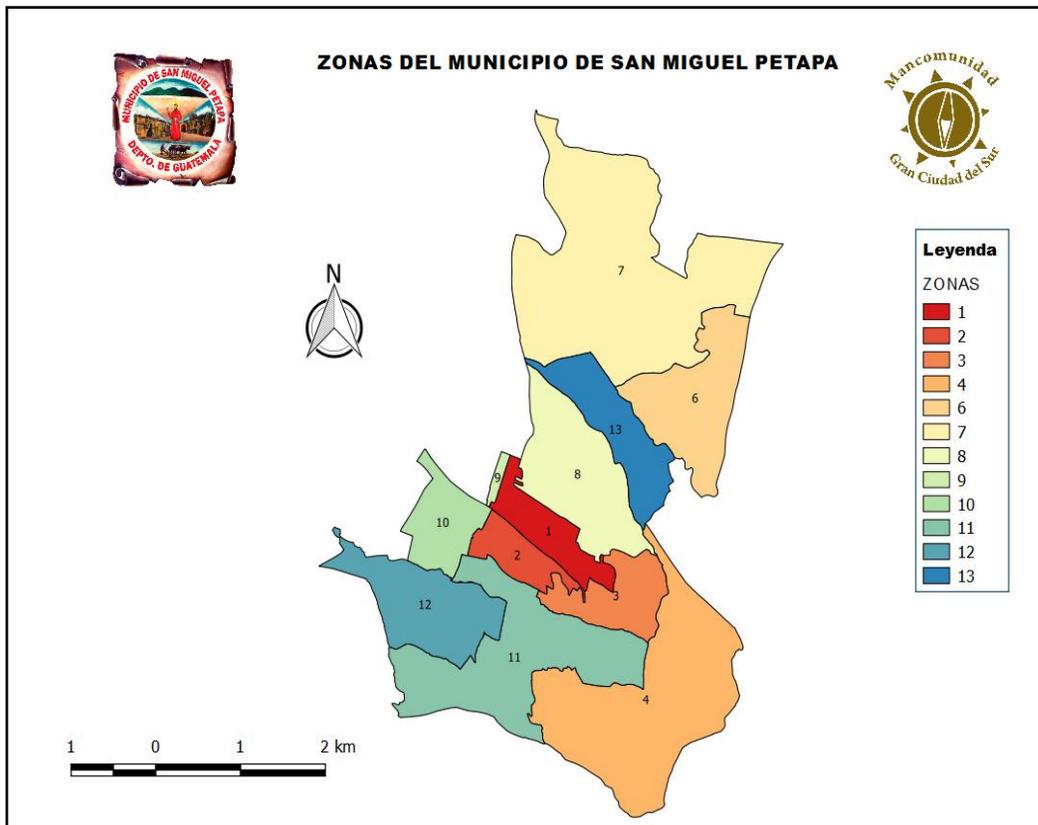
Figura 2. Mapa de municipios colindantes con San Miguel Petapa



Fuente: elaboración propia, empleando Quantum Gis.

El proyecto de drenaje sanitario se encuentra ubicado en el caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, Valles de Petapa, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora, todos los lugares indicados se encuentran dentro de la zona 10 de este municipio, esta zona colinda tanto con la zona 1 como con la zona 2, lo cual indica que se encuentra en el casco urbano.

Figura 3. **Mapa de zonas del municipio**



Fuente: elaboración propia, empleando Quantum Gis.

### 1.1.1.2. Localización

El municipio de San Miguel Petapa se encuentra a una distancia de 20 kilómetros de la cabecera departamental de Guatemala. Se localiza en la latitud 14°30'60" y en la longitud 90°33'37". Se encuentra a una altitud de 1260 metros sobre el nivel del mar. Su territorio tiene una extensión de 24,64 kilómetros cuadrados.

El proyecto de drenaje sanitario se encuentra localizado a 1 kilómetro aproximadamente de la cabecera municipal, está en la latitud 14°30'12" y en la longitud 90°34'1,88".

Figura 4. Mapa de ubicación en el municipio

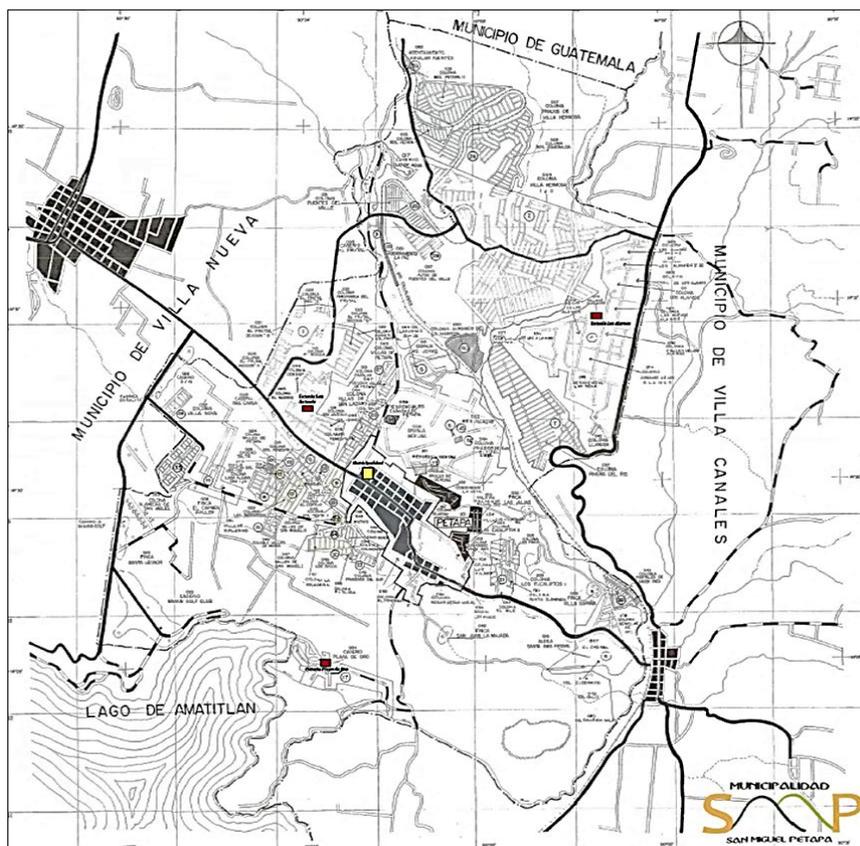


Fuente: elaboración propia, empleando Quantum Gis.

### 1.1.1.3. División política

Según datos del Instituto Nacional de Estadística en el año 2002, en el municipio se reconoce oficialmente 69 lugares con población, estos se dividen de la siguiente forma: 53 colonias, 4 caseríos, 4 fincas, 2 asentamientos, 2 condominios, 1 aldea, 1 paraje y 1 pueblo. Según la base de datos de la Dirección Municipal de Planificación del año 2015 estas cifras se han actualizado, por lo cual el territorio municipal está dividido como se detalla a continuación:

Figura 5. Mapa de la división política de San Miguel Petapa



Fuente: Departamento de Catastro de San Miguel Petapa.

- Zona 01
  - El Centenario (colonia)
  - El Deseo (colonia)
  - Exclusivas Villas de Petapa (colonia)
  - Villas Alboradas 1,2,3 y 4 (colonia)
  - Villas de Petapa (colonia)
  - Las Joyas 1, 2 y 3 (condominio)
  
- Zona 02
  - Israel (colonia)
  - Santa Teresita 5 (colonia)
  - Valles de San Miguel 2 (residenciales)
  - Las Palmas (paraje)
  
- Zona 03
  - El Nilo (colonia)
  - Los Eucaliptos 1 y 2 (residenciales)
  - Los Pinos (residenciales)
  - Casuarinas (residenciales)
  - Santa Inés (condominio)
  - Quebrada de San Miguel (condominio)
  
- Zona 04
  - Portal de Santa Inés (colonia)
  - Semillas de Paz (colonia)

- Galiz (caserío)
- Callejón Galiz (caserío)
- El Cerro (caserío)
- El Encinal (caserío)
- Santa Inés Petapa (aldea)
  
- Zona 05
  - Puente Piloto (paraje)
  
- Zona 06
  - Los Álamos(colonia)
  - Los Alamitos 1 y 2 (condominio)
  - Villa de Málaga (condominio)
  - Llanuba (condominio)
  - Sol de los Álamos (residenciales)
  - Prados de los Álamos (residenciales)
  - Villas de los Álamos (residenciales)
  - Jardín de los Álamos (residenciales)
  - Los Nuevos Álamos 1, 2 y 3 (residenciales)
  - Las Rosas (residenciales)
  - Los Álamos (lotificación)
  
- Zona 07
  - Aguilar Hernández (colonia)
  - Villa Hermosa (colonia)
  - Prados de Villa Hermosa (colonia)

- El Frutal (caserío)
- Esmeralda 1 y 2 (residenciales)
- Fuentes del Valle 1 (residenciales)
- Petapa 1 y 2 (residenciales)
- Altos de Fuentes del Valle 1 y 2 (residenciales)
  
- Zona 08
  - Brisas de Gerona 1,2 y 3 (colonia)
  - Cañadas de Petapa (residenciales)
  - Alcázar (residenciales)
  - Prados de San Miguel 1, 2 y 3 (residenciales)
  - Gerona (granjas)
  - Joyas (granjas)
  
- Zona 09
  - San Antonio (colonia)
  - El Bosque (colonia)
  - Cendisto (colonia)
  - Santa Teresita 4 (colonia)
  - Israel Poniente (colonia)
  - Papalha (colonia)
  
- Zona 10
  - El Cortijo (colonia)
  - Santa Teresita 2 (colonia)
  - Villas de San Tiago (colonia)

- Las margaritas (colonia)
- San José (colonia)
- Luisa Alejandra I y II (colonia)
- El Rosario (colonia)
- Ribera del Río (colonia)
- Taltic (caserío)
- El Carmen Guillen (finca)
- La Castellana (condominio)
- Zamora (paraje)
  
- Zona 11
  - El Tempisque (finca)
  - El Zare (finca)
  - Bebedero(finca)
  - San Mateo(finca)
  - La Voladora(finca)
  - Ajial (finca)
  - Sauzal(finca)
  - Los Arcos (condominio)
  - Gerona (residenciales)
  - Playa de oro (paraje)
  - Cerro Gordo (cerro)
  
- Zona 12
  - La Cerra (finca)
  - Guayabon (finca)

- Zona 13
  - Cañadas de Río (residenciales)
  - Jardines de la Mansión (residenciales)

#### 1.1.1.4.      **Clima**

En el territorio del municipio de San Miguel Petapa predomina el clima cálido con alta concentración de humedad. Durante el año se resaltan dos estaciones, las cuales son verano e invierno. La época de invierno acontece durante los meses de mayo a octubre. Para el proyecto el clima juega un factor importante, ya que de este dependerá la demanda que tendrá el sistema, esto debido al consumo de agua para satisfacer las necesidades de la población. No es el mismo un consumo de agua en lugares con climas cálidos que con climas fríos. A continuación se presentan datos meteorológicos promediados anualmente de la región.

Tabla I.      **Características meteorológicas de Estación Amatitlán (E15)**  
**INSIVUMEH**

<b>Resumen de datos meteorológicos</b>	
Temperatura [°C ]	20,00
Dirección de Viento [ ° ]	112,34
Precipitación promedio[mm]	1266,18
Brillo Solar [Hrs/Promedio]	204,40
Humedad Relativa [%]	46.31
Velocidad del Viento [Km/hr]	7,48
Evaporación [mm]	3,95
Nubosidad [%]	57,50

Fuente: INSIVUMEH, *año 1990 a 2012*. Departamento de Investigación y Servicios Meteorológicos. p. 58.

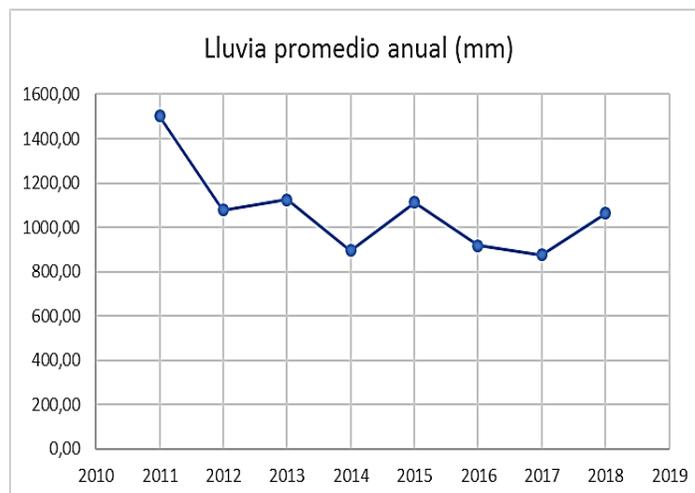
Otros datos que son de suma importancia respecto del clima del sector en estudio es el resumen de la cantidad de lluvia que se origina en los distintos meses del año. Este resumen está basado en los datos recolectados de la estación de Amatitlán de los años 2011 al 2018.

Tabla II. **Resumen de lluvia del 2011 al 2018**

Año	Variable	Dimisión	Anual
2011	lluvia	mm	1501,60
2012	lluvia	mm	1078,20
2013	lluvia	mm	1125,80
2014	lluvia	mm	895,30
2015	lluvia	mm	1112,90
2016	lluvia	mm	918,80
2017	lluvia	mm	876,00
2018	lluvia	mm	1063,60

Fuente: INSIVUMEH, *año 2011 a 2018*. Departamento de Investigación y Servicios Meteorológicos. p. 69.

Figura 6. **Comportamiento de la lluvia anual**



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica anterior se puede apreciar cómo ha sido el comportamiento de la lluvia en los últimos ocho años, pudiéndose observar una reducción de lluvia respecto del año 2011 al año 2018, teniendo el año 2011 como el que tuvo la cantidad de lluvia mayor, mientras que el que presenta menor cantidad de lluvia fue el año 2017. En la siguiente tabla se puede apreciar la cantidad de los días de lluvia por año desde el período de tiempo del 2011 y el 2018.

**Tabla III. Días de lluvia al año**

<b>Año</b>	<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Anual</b>
2011	lluvia	días	106
2012	lluvia	días	85
2013	lluvia	días	102
2014	lluvia	días	60
2015	lluvia	días	72
2016	lluvia	días	72
2017	lluvia	días	86
2018	lluvia	días	87

Fuente: INSIVUMEH, *año 2011 al 2018*. Departamento de Investigación y Servicios Meteorológicos. p. 88.

Figura 7. **Cantidad de días con lluvia al año**



Fuente: elaboración propia.

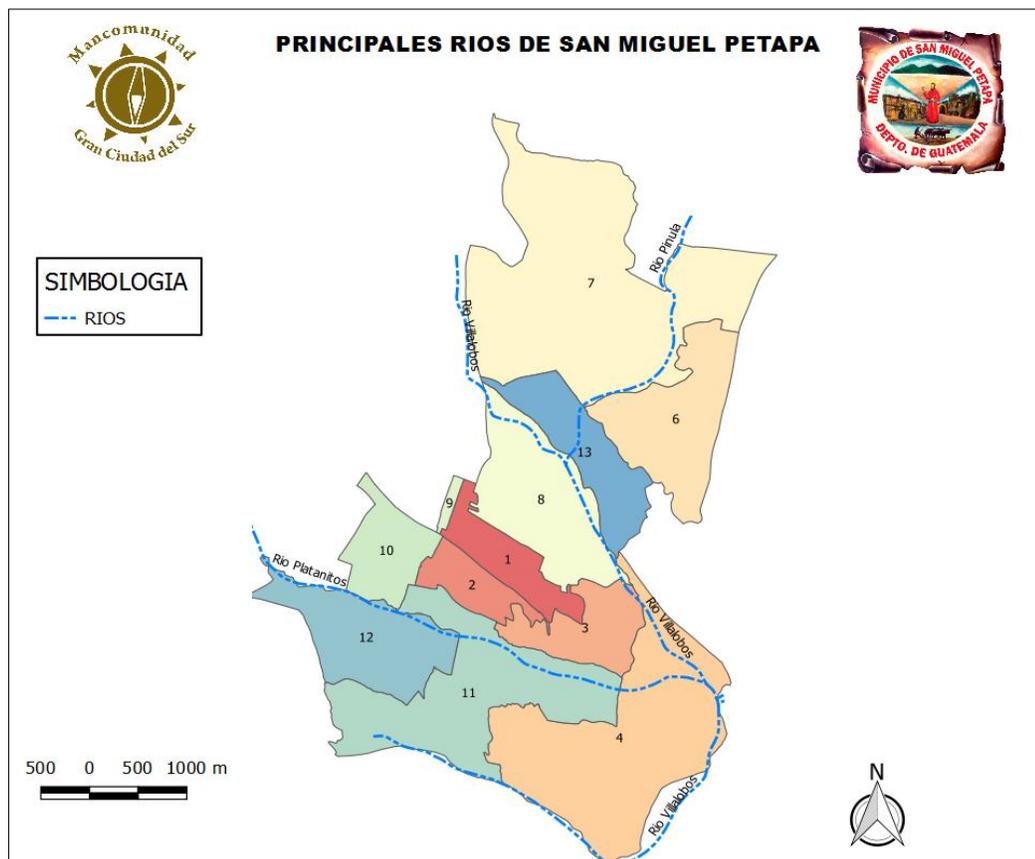
Los gráficos anteriores muestran el comportamiento aproximado de la lluvia en el territorio de San Miguel Petapa, este es un factor muy importante en la elaboración del cronograma de actividades del proyecto, ya que puede dar una perspectiva aproximada de la cantidad de días con lluvia y la cantidad de esta. Sin embargo, al analizar los gráficos y las tablas, se puede observar que la cantidad de lluvia no siempre está relacionada con la cantidad producida, por ejemplo, el año 2014 fue el que menos días de lluvia tuvo, sin embargo, no fue el año que tuvo menos producción de milímetros de precipitación, este fue el año 2017.

#### **1.1.1.5. Hidrografía**

El municipio de San Miguel Petapa es el más pequeño del departamento de Guatemala, por ello sus fuentes hidrológicas son pocas y las existentes no son utilizadas adecuadamente. Las fuentes de agua identificadas en la

superficie del municipio no se dan abasto para cubrir las necesidades básicas de la población, por ello la perforación de pozos hacia las fuentes subterráneas de agua se han incrementado en la actualidad. Por lo tanto, se podría indicar que el abastecimiento de agua es casi en su totalidad por medio de pozos mecánicos. Los recursos hidrológicos superficiales con los que cuenta el municipio son seis: Ojo de Agua, Quebradas, Villa Lobos, Pinula, Tuluja y Platanitos.

Figura 8. Mapa de los principales ríos de San Miguel Petapa



Fuente: elaboración propia, empleando Quantum Gis.

Para este proyecto el recurso hidrográfico es de suma importancia, ya que se debe desfogar las aguas residuales que serán transportadas por la red de alcantarillado sanitario. Estas aguas residuales deberán ser tratadas según los parámetros que indica el Acuerdo Gubernativo 138-2017 (Reforma al Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006). El cuerpo hídrico donde se desfogará las aguas residuales luego de ser tratadas es el Rio Platanitos.

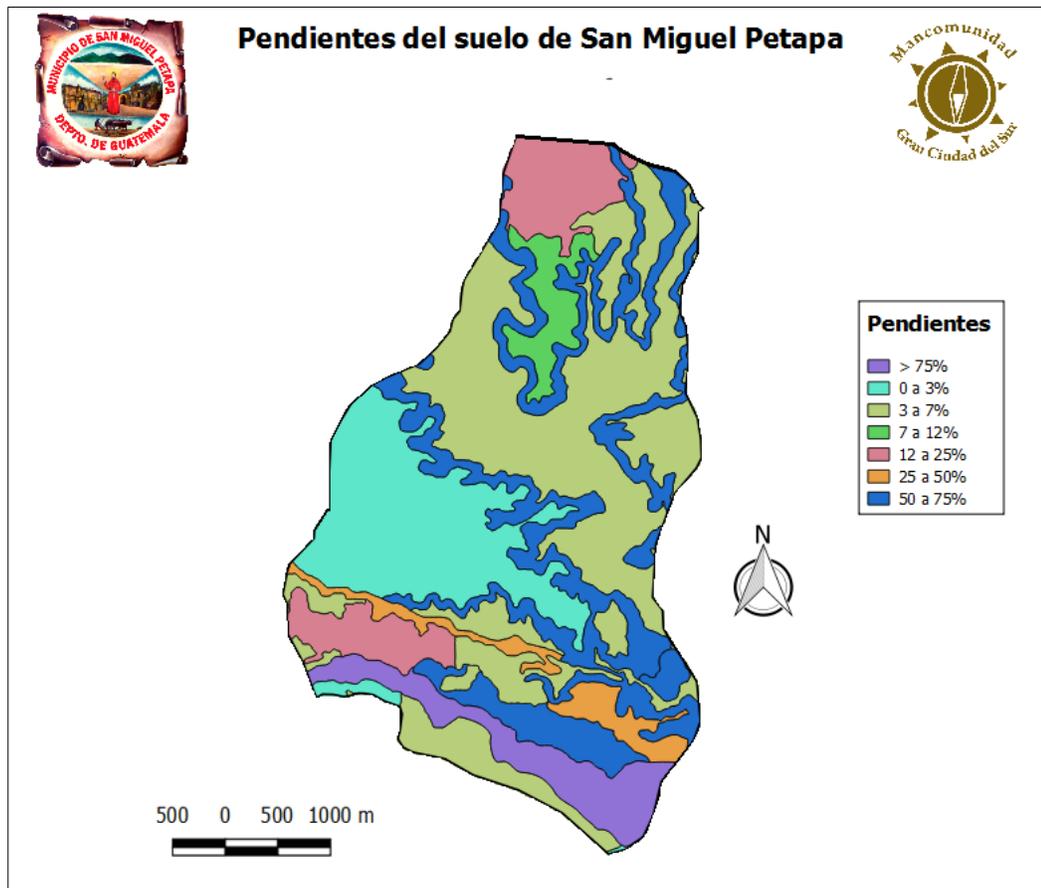
#### **1.1.1.6. Suelos**

Según datos obtenidos del Sistema Nacional de Información Territorial - SINIT-, unidad que pertenece a la SEGEPLAN, la morfología del municipio de San Miguel Petapa se divide en 13,86 km<sup>2</sup> de montaña y 9,94 km<sup>2</sup> de valle, lo que equivale a 58,24 % y 41,76 % respectivamente.

En los suelos de este municipio predominan las pendientes mínimas, ya que el 47,71 % de los suelos tienen pendientes de 10 a 10 %, el 43,04 % tiene pendientes del 5 % al 12 % y pendientes mayores o iguales del 45 % corresponden al 9,25 % del total. Por eso este municipio es el más poblado de todo el Departamento de Guatemala, debido a que el 90,75 % de su territorio es habitable, sin embargo, existen lugares de alto riesgo para habitar donde se han formado asentamientos humanos.

La pendiente que predomina en las áreas del proyecto se encuentra dentro de los parámetros de 0 al 10 %, dato que se refleja por la cantidad de población que se encuentra habitando estos lugares.

Figura 9. Pendientes de la superficie terrestre del municipio



Fuente: elaboración propia, empleando Quantum Gis y mapas deGeoServer.

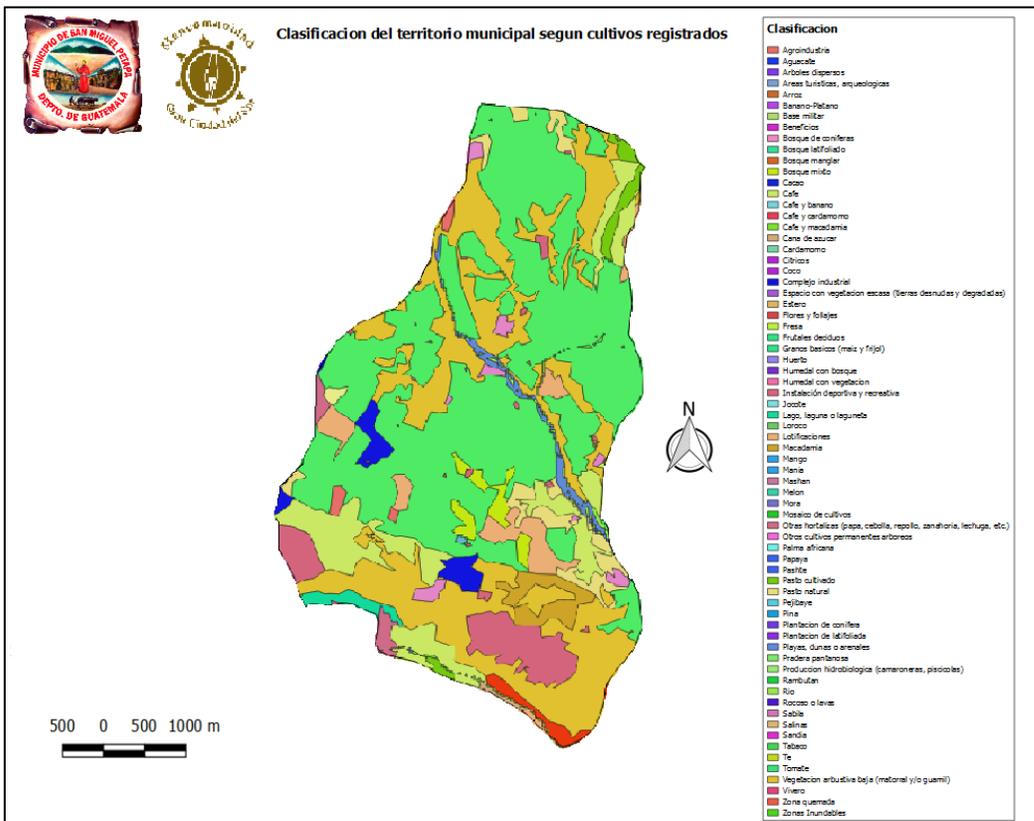
#### 1.1.1.7. Producción agrícola

El municipio de San Miguel Petapa tiene como producción agrícola los siguientes cultivos: maíz, frijol, caña de azúcar, tomate, café, repollo, cebolla, berros, patatas, tabaco, melón, sandía y güisquil. De acuerdo con los datos obtenidos por el Censo Agropecuario del año 2003, en el territorio existen 77 fincas con un área de 68,23 manzanas ocupadas del territorio de este municipio, de las cuales 11,20 manzanas de tierras son no clasificadas, 6,00

manzanas de cultivos permanentes y semipermanentes, 1,36 manzanas de pastos no cuentan con superficie de bosques registradas y 49,67 manzanas son ocupadas por cultivos anuales o temporales.

El lugar donde se realizará el proyecto no cuenta con sectores de producción agrícola, esto debido a la alta concentración de viviendas en el sector, ya que es considerado un sector urbanizado. Además es casi nula la existencia de personas que se dedican a la agricultura en estos sectores.

Figura 10. **Clasificación del territorio municipal de acuerdo con el tipo de actividad productiva**



Fuente: elaboración propia, empleando Quantum Gis y mapas de GeoServer.

### 1.1.1.8. Población

Según la proyección poblacional del Instituto Nacional de Estadística en el 2013, la población era de 175331 habitantes con una tasa de crecimiento anual del 0.004 %, esta proyección está basada de acuerdo en el censo realizado por la misma institución en el año 2002 en que la población era de 111389 habitantes. Esta población se divide en urbana, que representa un 93,10 %, y rural, representada en un 6,90 %. La densidad poblacional corresponde 2 578 habitantes por kilómetro cuadrado. La mayor cantidad de población está concentrada en Villa Hermosa y en la cabecera municipal. Para el año 2018 se tiene una proyección estimada de 208 629 habitantes. La población actual para el proyecto de alcantarillado sanitario del caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, el Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora es de 7 870 habitantes. Esta información se obtuvo realizando investigación bibliográfica respecto al municipio. A continuación se muestra la cantidad de población de acuerdo con su ubicación:

Tabla IV. Datos de población

Ubicación	Habitantes
Taltic	348
Las Margaritas	2 358
Luisa Alejandra I y II	2 184
El Rosario	366
Zamora	360
San José	720
Valles de María	1 494
<b>Total(aproximado)</b>	<b>7 870</b>

Fuente: GONZÁLEZ, Rosbelly. *Georeferenciación y digitalización de las zonas urbanas, y estudio preliminar de la propuesta del reglamento de construcción privada del Municipio de San Miguel Petapa de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, del Departamento Guatemala*. p. 88

### 1.1.2. Aspectos de infraestructura

Los aspectos de infraestructura son esenciales en la estructura de la solución que se pretenda emplear, ya que de estos dependerá la toma de decisiones al momento de diseñar. Entre estos aspectos se encuentran vías de acceso y servicios existentes.

#### 1.1.2.1. Vías de acceso

El acceso al municipio puede realizarse por tres vías principales, las cuales son carreteras asfaltadas, el primer acceso inicia desde El Trébol hasta el parque de San Miguel Petapa, por la Avenida Petapa. El segundo acceso de la ciudad de Guatemala al municipio debe realizarse por la carretera interoceánica CA-9 al sur, son 16 km aproximadamente a Villa Nueva, de allí por la carretera departamental Guatemala al sureste 4 km al municipio, y el tercer acceso es por la Carretera Interdepartamental que parte del Obelisco, luego la avenida Hincapié hasta llegar al municipio de Villa Canales y al este hacia San Miguel Petapa.

Figura 11. Principales carreteras a San Miguel Petapa



Fuente: elaboración propia, empleando Quantum Gis y mapas de GeoServer.

### **1.1.2.2. Servicios existentes**

Estos son todos los servicios que actualmente, tanto el gobierno central como el municipal prestan a su población, en este caso a la población del municipio de San Miguel Petapa.

#### **1.1.2.2.1. Gestión de servicios públicos**

La gestión de los servicios públicos, como también la gestión administrativa, financiera, estratégica y la participación ciudadana e información a la ciudadanía, fueron los factores para calificar el desempeño de las 340 municipalidades existentes en el país.

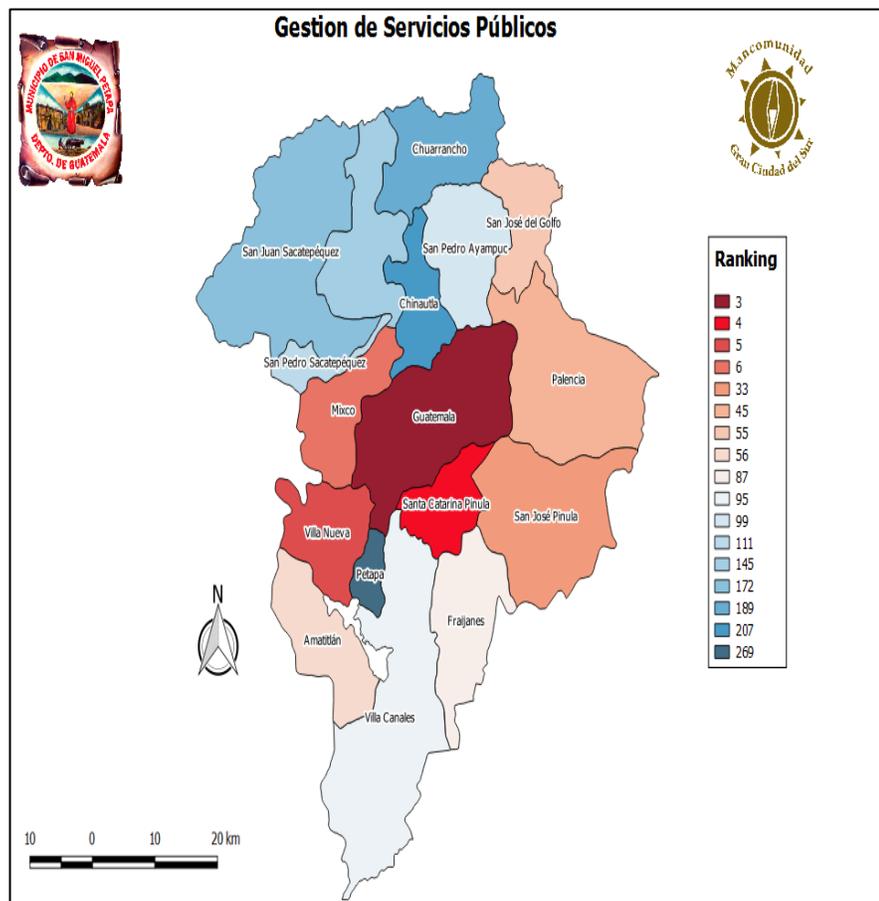
La calificación fue compleja, ya que se realizó con el apoyo de equipos técnicos como: la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), el Instituto Nacional de Administración Pública (INAP), la Secretaria de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia (SCEP), el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) y el Ministerio de Finanzas Públicas (MINFIN).

Estos entes generaron un *ranking* sobre la gestión municipal en el año 2016, fue presentado en el año 2017 con el fin de ser útil como un instrumento para la toma de decisiones de los gobiernos municipales en turno. Según este *ranking* los primeros lugares de acuerdo con los índices calificados los ocupan los municipios de: Santa Catarina Pinula, Guatemala (servicios públicos); Salamá, Baja Verapaz (estratégico); Mixco, Guatemala (administrativo); San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso (participación ciudadana); San Miguel

Tucurú, Alta Verapaz (información a la ciudadanía); y nuevamente Santa Catarina Pinula, Guatemala (Financiero).

El municipio de San Miguel Petapa se encuentra en el puesto 269 respecto a la gestión municipal y en el índice de servicios públicos, lo cual indica serias deficiencias en el manejo de los recursos por parte de las autoridades competentes, quedando como un municipio.

Figura 12. **Mapa del departamento de Guatemala con los resultados nacionales del *ranking* de gestión de servicios públicos**



Fuente: elaboración propia, empleando Quantum Gis y mapas de GeoServer.

#### **1.1.2.2. Servicios públicos**

En este municipio, por estar cerca de la ciudad de Guatemala, dentro de su territorio se presta la mayor cantidad de servicios existentes, tales como agua potable, luz eléctrica, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, ornato, telefonía, señal de televisión por paga, Internet, educación, seguridad, control de tránsito, salud, bomberos, entre otros. Todos los servicios enunciados anteriormente están disponibles para las colonias, caseríos y parajes donde se realizará el proyecto, esto debido a que se encuentra cerca de la cabecera municipal.

Los servicios que el Estado de Guatemala ofrece a este municipio son la seguridad, salud y educación.

- Seguridad:

En el municipio actualmente existe una estación y tres subestaciones de Policía Nacional Civil (PNC), estas trabajan las 24 horas del día, los 365 días del año y trabajan en coordinación con la municipalidad de este municipio.

- Salud:

Solo se cuenta con un centro de salud ubicado en la cabecera municipal y un puesto de salud en Villa Hermosa.

- Educación:

La educación es un factor importante para el desarrollo del municipio, por lo cual existe actualmente cobertura en todos los niveles educativos. A

continuación se muestra la cantidad de centros educativos de acuerdo con los niveles educativos.

Tabla V. **Cobertura educativa**

<b>Nivel educativos</b>	<b>Cantidad de centros</b>
Párvulos	19
Primaria	21
Primaria de adultos	0
Básicos	3
Diversificado	1
<b>Total</b>	<b>44</b>

Fuente: Ministerio de Educación. *Centros educativos del área urbana y rural.*

<https://www.mineduc.gob.gt/digeduca/?p=investigacionesMain1>. Consulta: 16 de enero de 2019.

Los servicios que la Municipalidad de San Miguel Petapa ofrece a sus pobladores son la seguridad, salud, educación, agua potable, alcantarillado sanitario, ornato, control de tránsito, bomberos, entre otros.

- Seguridad

La municipalidad cuenta con su propia institución de seguridad, la cual es la Policía Municipal (PM), esta se encuentra encargada del resguardo de los edificios municipales y trabaja en conjunto con la Policía Nacional Civil (PNC) para realizar la protección ciudadana.

- Salud

Existe una clínica municipal en que se atienden casos de enfermedad común y odontología, se encuentra en la cabecera municipal.

- Educación:

La cobertura que la municipalidad tiene en educación es en la mayoría de los niveles educativos. A continuación se muestra la cantidad de centros educativos de acuerdo con los niveles educativos.

Tabla VI. Cobertura educativa

Nivel educativos	Cantidad de centros
Párvulos	1
Primaria	1
Primaria de adultos	0
Básicos	1
Diversificado	0
<b>Total</b>	<b>3</b>

Fuente: Ministerio de Educación. *Centros educativos del área urbana y rural.*

<https://www.mineduc.gob.gt/digeduca/?p=investigacionesMain1>. Consulta: 16 de enero de 2019.

- Agua potable

Según datos del Plan de Desarrollo Municipal de San Miguel Petapa del año 2010, se deduce que en el municipio el 100 % de la población recibe el servicio de agua, por cualquier medio de suministro, entre los cuales se puede mencionar: chorro de uso exclusivo, chorro para varios hogares, chorro público, pozos, camión o tonel y por lago o manantial. La cantidad de viviendas que hacían uso de este servicio en ese año era 19 018, en la actualidad se tienen contabilizadas 26 890, lo cual representa un 29 % de crecimiento en demanda.

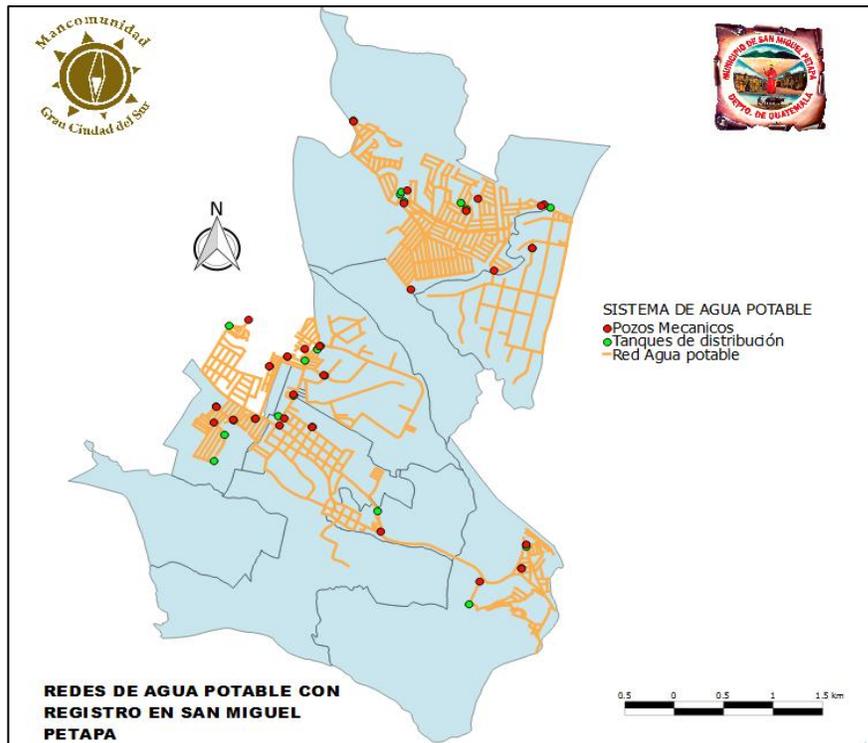
En cuanto al porcentaje de agua suministrada por chorro de uso exclusivo ha aumentado, sin embargo, como la demanda también ha aumentado se mantiene arriba del 80 %. Este porcentaje no representa solo el servicio que la municipalidad brinda, ya que existe una gran cantidad de viviendas que se

encuentran ubicadas en residenciales, condominios y colonias privadas. Estas viviendas tienen un servicio de agua que no pertenece a la municipalidad. En la municipalidad solo hay inscritos de forma oficial 12 555 usuarios.

Un factor que puede afectar el porcentaje de agua suministrada en el municipio, en un corto plazo, es su período de diseño, ya que en la mayor parte del territorio municipal las redes de agua potable ya están sobrepasando estos períodos, por lo tanto están comenzando a tener problemas de funcionamiento. Para determinar el crecimiento real de las redes de agua potable y verificar si cumplen el período de diseño, para la demanda de la población actual es necesaria la creación de bases de datos que contengan la descripción de los elementos y el lugar donde se encuentran, esto para facilitar los análisis pertinentes en las tomas de decisiones en la creación, mejora y mantenimiento correctivos que se pretendan realizar en un futuro en este municipio.

En la actualidad la Municipalidad de San Miguel Petapa cuenta con una base de datos en un Sistema de Información Geográfica (SIG) que contiene registro de los elementos de algunos sistemas de agua potable que operan en el municipio, sin embargo, esta información todavía está en un nivel bajo, ya que varios sectores de las diferentes zonas del municipio todavía no cuentan con estos registros. A esto hay que añadirle todos los sectores donde se encuentran residenciales, condominios, colonias privadas, lotificaciones que no han sido entregadas a la municipalidad y los sectores con problemas jurisdiccionales donde no se tiene una información certera de que pertenezcan o no a este municipio, por ello la información es nula en estos sectores.

Figura 13. Información SIG de la red de agua potable de San Miguel Petapa



Fuente: elaboración propia, empleando Quantum Gis e información del Departamento de Servicios Públicos de la Municipalidad de San Miguel Petapa.

- Alcantarillado sanitario

Según datos del Plan de Desarrollo Municipal de San Miguel Petapa del año 2010, se deduce que en el municipio el 96,23 % cuenta con un servicio sanitario. En este año se tenían contabilizadas 22 760 viviendas y actualmente existen 26 890 viviendas, lo cual genera un incremento de demanda del 15,00 %.

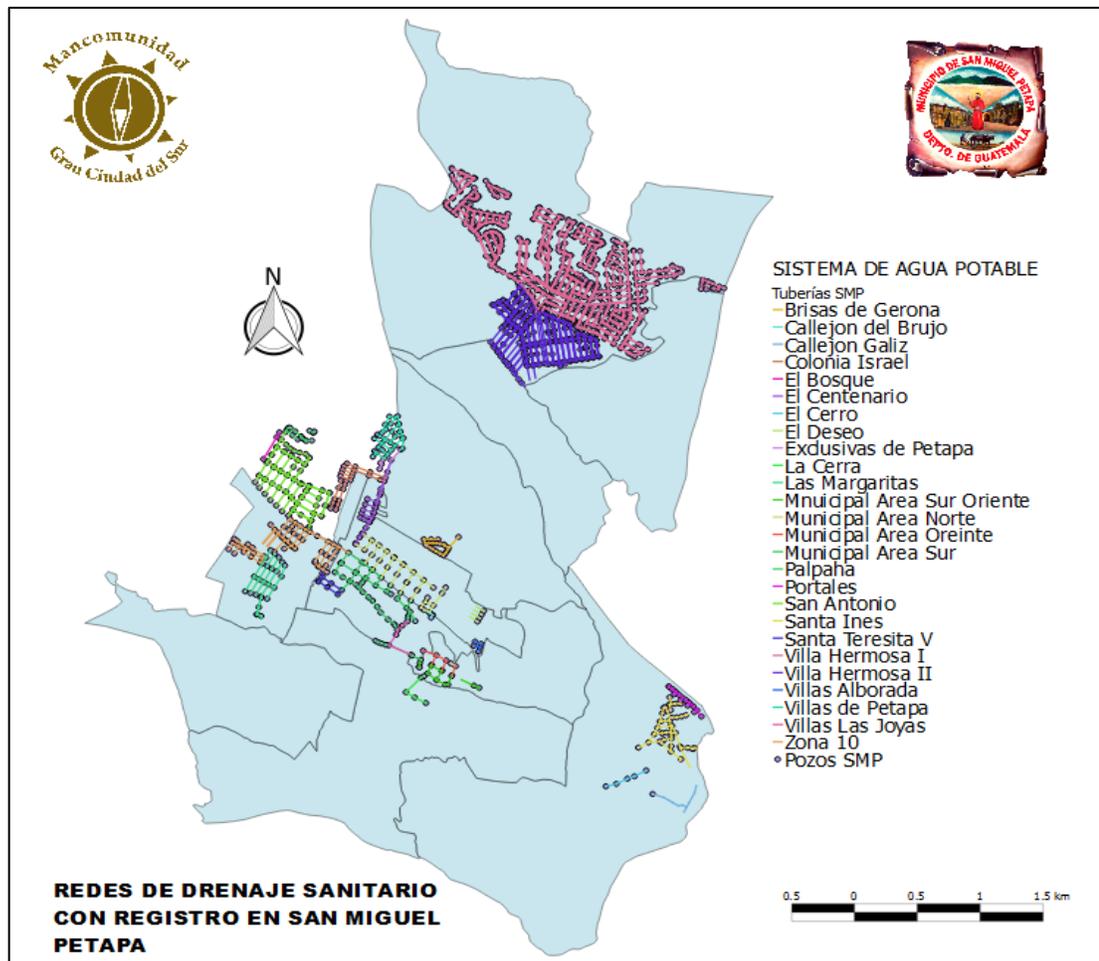
Los servicios sanitarios que están incluidos dentro del 96,23% son: inodoro conectado a red de drenaje, inodoro conectado a fosa séptica, letrina o pozo ciego y excusado lavable. El porcentaje de viviendas conectadas a drenajes sanitarios municipales en el año 2010 era del 56,13%, en la actualidad ese porcentaje se ha mantenido por el incremento de la demanda. Este porcentaje se mantiene bajo por el incremento de condominios, residenciales y colonias privadas, que tienen su propio sistema de drenajes y desfogan en pozos de absorción o directamente en los cuerpos hídricos que se encuentren en sus cercanías, por lo cual no se conectan en la red de drenajes sanitarios municipales

Un factor que puede afectar el porcentaje de viviendas conectadas a drenaje sanitario en el municipio, en un corto plazo, es su período de diseño, ya que en la mayor parte del territorio municipal las redes de drenaje sanitario ya están sobrepasando estos períodos, por lo tanto están comenzando a tener problemas de funcionamiento y colapsos. Para verificar cómo ha sido el crecimiento real de las redes de drenajes y determinar si cumplen el período de diseño, para la demanda de la población actual es necesaria la creación de bases de datos que contengan la descripción de los elementos y el lugar donde se encuentran, esto para facilitar los análisis pertinentes en las tomas de decisiones en la creación, mejora y mantenimiento correctivos que se pretendan realizar en un futuro en este municipio.

En la actualidad la Municipalidad de San Miguel Petapa cuenta con una base de datos en un Sistema de Información Geográfica (SIG) que contiene registro de los elementos de algunos sistemas de alcantarillado sanitario que operan en el municipio, sin embargo, esta información todavía está en un nivel bajo, ya que varios sectores de las diferentes zonas del municipio todavía no cuentan con estos registros. A esto hay que agregarle todos los sectores donde

se encuentran residenciales, condominios, colonias privadas, lotificaciones que no han sido entregadas a la municipalidad y los sectores con problemas jurisdiccionales donde no se tiene una información certera de que pertenezcan o no a este municipio, por ello la información es nula en estos sectores.

Figura 14. Información SIG de los drenajes sanitarios de San Miguel Petapa



Fuente: elaboración propia, empleando Quantum Gis e información del Departamento de Servicios Públicos de la Municipalidad de San Miguel Petapa.

- Ornato

En lo que respecta al ornato la municipalidad se encarga de realizar limpieza y chapeo por todo el municipio por medio del tren de limpieza, este es un grupo personas contratadas por la municipalidad y se encuentran en constante movimiento realizando estas actividades. La recolección de basura es realizada por la municipalidad, según datos del Plan de Desarrollo Municipal de San Miguel Petapa del año 2010 es el 12,00 % y el 78,18 % es recolectado por servicios privados. Una de las nuevas políticas de la municipalidad para aumentar este índice es presentar recibo de basura para poder realizar cualquier tipo de trámite en la municipalidad.

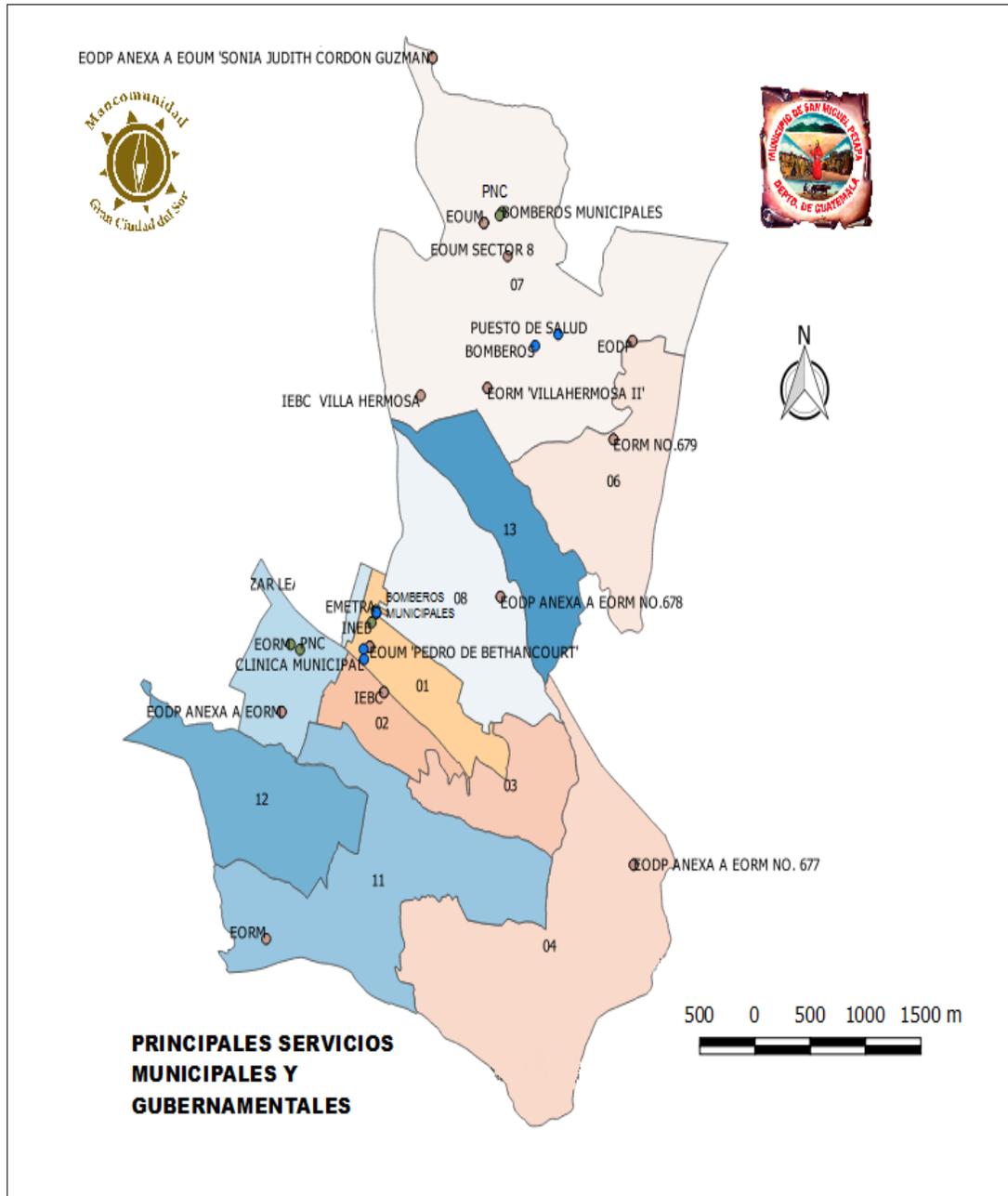
- Control de tránsito

La municipalidad tiene un departamento que se encarga de supervisar y regular el tránsito dentro de los límites del municipio y una de sus metas es la prevención de accidentes, esta institución es la Policía Municipal de Tránsito (PMT).

- Bomberos

El municipio cuenta con 4 estaciones de Bomberos Municipales ubicadas en la cabecera municipal, Villa Hermosa, Santa Inés Petapa y Prados de Villa Hermosa. Esta institución trabaja las 24 horas del día, los 365 días del año y actualmente atiende un promedio de 400 emergencias de diferente índole al mes.

Figura 15. Principales servicios públicos municipales y gubernamentales



Fuente: elaboración propia, empleando Quantum Gis.

## **1.2. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Miguel Petapa**

El municipio de San Miguel Petapa, a pesar de ser colindante con la ciudad de Guatemala y ser considerado urbano, presenta en algunos lugares carencia de servicios básicos e infraestructura adecuada que pueda suplir de forma óptima las necesidades de sus habitantes.

### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

Algunas de sus comunidades en la actualidad carecen de servicios básicos e infraestructura adecuada para cumplir con la demanda de sus pobladores, esto debido al incremento que ha tenido en poco tiempo la tasa de crecimiento poblacional. Entre las necesidades con mayor demanda en la población se encuentran un Plan de Ordenamiento Territorial (POT), sistemas de agua potable, alcantarillados sanitarios y pluviales, carreteras, edificios municipales destinados a la educación, salud, recreación y deporte.

### **1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades**

Según el análisis realizado se determinó que la necesidad con mayor prioridad son los sistemas de alcantarillado sanitario, esto debido a que las municipalidades deben cumplir a corto plazo el Acuerdo Gubernativo 138-2017 (Reforma al Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006).

El proyecto por realizar es el sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, Valles de Petapa, Las

Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora. Los factores por los cuales se dio prioridad a este proyecto son los siguientes:

- Todos estos lugares se encuentran interconectados, por lo cual se puede realizar un solo sistema de alcantarillado sanitario, este podrá dirigir las aguas residuales a un solo desfogue que puede ser controlado por medio de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- Todos estos lugares cuentan con sistema de alcantarillado sanitario, sin embargo, cada sistema tiene su propio desfogue, algunos lo realizan por medio de pozos de absorción, en plantas de tratamiento de agua y de forma directa al cuerpo hídrico.
- Los pozos no han sido ejecutados por un profesional especializado, lo cual genera una alta probabilidad de contaminación de las aguas subterráneas.
- En los lugares donde se realizará el proyecto su servicio de agua se obtiene por medio de pozos mecánicos, esto indica una dependencia de las aguas subterráneas.
- La mayoría de los sistemas actuales de alcantarillado sanitario existentes están por alcanzar o ya han sobrepasado su período de diseño, razón por la cual han incrementado los problemas de funcionamiento y se han generado colapsos parciales.



## **2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, VALLES DE PETAPA, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

### **2.1. Descripción general del proyecto**

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, Valles de Petapa, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora, en donde se encuentran ubicadas 1 547 viviendas. El diseño está conformado de 8 846,50 metros lineales de tubería de PVC normado por la ASTM F-949 (especificación estándar de tubo corrugado de policloruro de vinilo con interior liso y accesorios), esto debido a las características hidráulicas que estas tuberías poseen, su bajo coeficiente de rugosidad y su tiempo de instalación, los diámetros de estas tuberías oscilan entre las 6" hasta 18". El sistema posee 146 pozos de visita, con alturas variables de acuerdo con las exigencias que el diseño presenta. Este sistema trabajará por medio de gravedad, de acuerdo con las pendientes del terreno, verificando los límites máximos permisibles de velocidad del flujo. El sistema toma como referencia la línea central de las calles y avenida. El desfogue del sistema se realizará en dos puntos, en donde se encuentran dos plantas de tratamiento de agua existentes.

## **2.2. Levantamiento topográfico**

Levantamiento topográfico se refiere al conjunto de técnicas ejecutadas con instrumentos de medición apropiados con el propósito de realizar una descripción gráfica de la composición de la superficie de la tierra, donde se pretenda realizar un proyecto.

### **2.2.1. Planimetría**

Es la proyección de la superficie sobre un plano horizontal imaginario, que es la superficie media de la tierra y el cual se toma como referencia para su orientación un norte arbitrario o verdadero. El método topográfico que es más adecuado para un sistema de drenaje es el de conservación del azimut, con vuelta de campana. Todos los datos estarán orientados bajo un norte verdadero.

El levantamiento topográfico para este proyecto fue realizado con una estación total SOUTH NTS-375R6, los datos obtenidos utilizados en la planimetría son las coordenadas X-Y.

### **2.2.2. Altimetría**

Esta se refiere a los trabajos necesarios para representar sobre un plano horizontal la tercera dimensión de la superficie del terreno, definiendo las diferencias de niveles existentes, para ello es necesario medir distancias verticales y horizontales. Esta medida en lo que respecta al sistema de drenaje se debe realizar en la línea central del sistema.

El levantamiento topográfico para este proyecto fue realizado con una estación total SOUTH NTS-375R6, el dato obtenido y utilizado en la altimetría es la coordenada Z.

### 2.3. Partes de un alcantarillado

Para poder diseñar un sistema de alcantarillado óptimo es adecuado conocer los distintos elementos que lo conforman y su funcionamiento. Entre los elementos que conforman estos tipos de sistemas se encuentran: colectores, pozos de visita y conexiones domiciliarias.

#### 2.3.1. Colector

Son el conjunto de elementos que reciben y transportan las aguas servidas, desde un punto inicial hacia un sistema de tratamiento adecuado para luego ser desfogadas a un cuerpo hídrico. Estos elementos deben cumplir con ciertas normas y principios de diseño para que su funcionamiento sea óptimo. Uno de los principios básicos para diseñar un colector o la tubería es que el elemento funcione como un canal abierto y nunca funcionar a sección llena.

Tabla VII. **Especificaciones de funcionamiento como canal abierto**

Especificaciones	Sanitario
Tirante d = tirante D = tirante a sección llena	$0,10 \leq d/D \leq 0,75$
Caudal	$q_d < Q$

Fuente: elaboración propia.

Algunos parámetros que deben ser tomados en cuenta según el Reglamento de Diseño de Alcantarillado EMPAGUA son:

- Los diámetros mínimos que pueden ser utilizados según sea el material de la tubería, si la tubería es de concreto se debe utilizar 8" de diámetro, mientras que si la tubería es de PVC se debe utilizar 6" de diámetro.
- La velocidad de diseño debe estar dentro de los siguientes parámetros:  $0,60\text{m/s} < v < 3,00\text{m/s}$ . Esto para evitar erosión y sedimentación en el elemento.
- La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la misma, está regulada de acuerdo con el tipo de carga a la que será sometida. Para determinar la profundidad necesaria se puede tomar estos dos criterios: si es una vía peatonal o zona verde se utilizará 1,00 metro de altura, mientras que si es una vía vehicular se utilizará 1,20 metro de altura.

### **2.3.2. Pozos de visita**

Son elementos contruidos para conectar los ramales que constituyen un sistema de alcantarillado sanitario. Su principal función es verificar el funcionamiento, limpieza y mantenimiento de los tramos de la red de tubería. Los materiales utilizados para la construcción de estos elementos deben mantener impermeables las paredes del pozo, para que este sea duradero y cumpla con el período de diseño establecido.

Entre los materiales más frecuentes utilizados para la construcción de estos elementos se encuentran el concreto reforzado y no reforzado, ladrillo

tayuyo de punta, tubería de concreto con un diámetro de 42” o prefabricados, su forma es cilíndrica, con un remate en la parte superior en forma de cono truncado con tapadera para acceso de mantenimiento, inspección y limpieza.

Se debe diseñar pozos de visitas en los siguientes casos:

- En tramos iniciales
- En tramos rectos, a distancia no mayores a 100 m
- En los cruces de dos o más tuberías
- En cambio de diámetro de las tuberías
- En cambios de pendiente
- En cambio de dirección

Para este proyecto se deberán construir pozos de vista con ladrillo tayuyo en punta con su respectivos brocal y tapadera de concreto reforzado, este tipo de construcción se realizará para pozos de visitas que se encuentren en el rango de altura de 1,20 a 3,50 metros, mientras que para pozos de altura mayor a 3,50 se deberá realizar con mampostería reforzada que constará de ladrillo tayuyo en punta más columnas y soleras, este tipo de pozo también deben contar con un brocal y tapadera.

### **2.3.3. Conexiones domiciliarias**

Estas conexiones son de suma importancia, ya que trabajan como intermediarias entre los usuarios y el sistema principal. Su principal objetivo es transportar las aguas residuales que provienen de los domicilios hacia el colector principal. Para la ejecución de este tipo de conexiones es necesaria la implementación de candelas domiciliarias, cajas de registro y tubería adecuada.

## **2.4. Período de diseño**

Es el período de tiempo contemplado para el funcionamiento óptimo de un sistema de alcantarillado sanitario. De este dependen varios factores, tales como: la población futura, el caudal futuro, entre otros. Los factores que pueden reducir este período son: conexiones de sistemas de alcantarillado mixtos, un incremento de población fuera de los parámetros establecidos, la falta de mantenimiento y las conexiones no contempladas en el diseño.

Según las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del INFOM, los períodos de diseño para sistemas de alcantarillado sanitario deben proyectarse entre 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el sistema. Algunos diseñadores que trabajan con entidades gubernamentales o municipales sugieren aumentar un año al período de diseño seleccionado para cubrir el de tiempo de trámites. Para este proyecto de alcantarillado sanitario se ha seleccionado un período de diseño de 30 años.

## **2.5. Población futura**

Es la cantidad de población proyectada en un período de tiempo determinado, esta población es utilizada para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se puede estimar con distintos modelos matemáticos, entre los cuales se encuentra el método geométrico, aritmético, saturación, logarítmico, entre otros.

La población futura estimada definirá el caudal que se espera obtener al finalizar el período de diseño del proyecto, es por ello que la población futura también es llamada población de diseño. El cálculo de la población futura del

proyecto se realizó mediante el método geométrico, que se encuentra definido en la siguiente ecuación:

$$P_f = P_a * (1 + R)^n$$

Donde:

$P_f$  = población futura [hab]

$P_a$  = población actual [hab]

R = tasa de crecimiento [%]

n = período de diseño [años]

Este método se basa en el número de habitantes por vivienda, la tasa de crecimiento poblacional del municipio y el período de diseño seleccionado.

El promedio de habitantes estimado de acuerdo con los censos realizados es de 6 habitantes por vivienda, el período de diseño es de 30 años y la tasa de crecimiento poblacional fue proporcionada por la Dirección Municipal de Planificación (DMP) del municipio de San Miguel Petapa, la tasa corresponde al 2,70 %.

## **2.6. Determinación de caudales**

Para la determinación de caudales se debe tener como mínimo los siguientes datos.

### **2.6.1. Población tributaria**

Es el conjunto de personas que residen en un determinado sector y que interactúan de forma directa con el sistema. En el sistema de alcantarillado sanitario es la población que aporta directamente caudal en un tramo determinado. Para estimar esta población se deben realizar diversas actividades, en una de estas se realiza conteo de viviendas en un tramo determinado y se encuentra mediante censos el promedio de personas que habitan en una vivienda, actualmente en estos sectores habitan en promedio 6 personas por vivienda. Para realizar el cálculo de número de habitantes se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$\text{Número de habitantes} = \text{Numero de casas} * \text{habitantes por vivienda}$$

### **2.6.2. Dotación**

Es la cantidad de agua asignada a cada habitante para cubrir sus necesidades básicas en un tiempo determinado, la cantidad de agua signada por habitante se mide en litros y el tiempo en días. Para determinar la cantidad de dotación interactúan diversos factores, tales como las actividades diarias de la población, el clima, la clase social, entre otras.

Algunos parámetros que normalmente son utilizados para escoger la dotación necesaria se encuentran en función de tipo de área, si es un área rural, urbana o metropolitana. Estos parámetros deben ser confrontados con un aforo del abastecimiento de agua para verificar su validez.

Para el proyecto se utilizó una dotación de 125 lts/hab/día, este valor fue proporcionado por la Municipalidad de San Miguel Petapa.

### **2.6.3. Factor de retorno al sistema**

Es la cantidad de agua medida en porcentaje que regresa por el sistema de alcantarillado sanitario, luego de haber sido utilizada por los usuarios. Este valor se encuentra entre el 70,00 % al 90,00 % de la dotación de agua potable. El factor para utilizar queda a criterio del diseñador, sin embargo, se debe tener en cuenta que al utilizar un factor grande el caudal aumentará y esto generará un incremento considerable en los costos del proyecto.

Para el proyecto se utilizará en el sistema un factor de retorno del 80,00% considerando pérdidas del 20,00 % por la manipulación de los usuarios y evaporación

### **2.6.4. Factor de flujo instantáneo**

El factor de flujo instantáneo es conocido también como factor de Harmond. Este factor es único para todo el tramo en estudio, su principal función es estimar la probabilidad de que sean utilizados en forma conjunta varios accesorios al mismo tiempo y en el mismo tramo.

### **2.6.5. Caudal sanitario**

El caudal sanitario son todas las aguas servidas que se producen de las actividades que realiza una población en un área determinada. También se puede definir como la sumatoria del caudal industrial, comercial, domiciliar, conexiones ilícitas e infiltración. Para el cálculo del caudal sanitario se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{san} = Q_{ind} + Q_{com} + Q_{dom} + Q_{ci} + Q_{inf}$$

Donde:

$Q_{san}$ = caudal sanitario [lts/s]

$Q_{ind}$ = caudal industrial [lts/s]

$Q_{com}$ = caudal comercial [lts/s]

$Q_{dom}$ = caudal domiciliar [lts/s]

$Q_{ci}$  = caudal de conexiones ilícitas [lts/s]

$Q_{inf}$ = caudal de infiltración [lts/s]

Para este proyecto solo se tomará el caudal domiciliar, el de infiltración y el de conexiones ilícitas. No se utilizará el caudal industrial, ya que las colonias, caserío y parajes donde se encuentra el proyecto no poseen industria que pueda interactuar con el sistema. El caudal comercial no se tomará en cuenta ya que en el sector no existen comercios que demanden dotaciones altas de agua, solo existen pequeños comercios, algunos ubicados en locales y otros se encuentran ubicados en las viviendas. En cuanto al caudal de infiltración, sí se utilizará a pesar de que el material de la tubería es PVC, ya que existe infiltración a través de las conexiones entre la tubería y los pozos de visita, como también en la estructura de estos pozos. La ecuación de caudal sanitario se simplificaría de la siguiente forma:

$$Q_{san}=Q_{dom}+ Q_{inf}+ Q_{ci}$$

#### **2.6.5.1. Caudal domiciliar**

El caudal domiciliar son todas las aguas servidas producidas por las personas dentro de su vivienda al realizar sus distintas actividades cotidianas. Entre las actividades que realizan las personas diariamente que involucren la utilización de agua se pueden mencionar las siguientes: limpieza personal,

limpieza del hogar, producción de alimentos, entre otras. El agua utilizada en estas actividades es transportada y redirigida a través del sistema de drenajes de la vivienda hacia la red de alcantarillado. Este caudal es proporcional a la dotación de agua potable, la dotación que se utilizará en el proyecto está estipulada en la sección 2.6.2 y presenta el valor de 125 lts/hab/día. Para el cálculo de este caudal se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot.} * \text{No. Hab.} * \text{FR}}{86400}$$

Donde:

$Q_{\text{dom}}$  = caudal domiciliario [lts/s]

Dot. = dotación [lts/hab/día]

No.Hab. = número de habitantes [hab]

FR = factor de retorno [%]

### 2.6.5.2. Caudal industrial

Se refiere a la cantidad de aguas servidas producidas por alguna actividad industrial que se realice en el sector, son transportadas y dirigidas a la red de alcantarillado sanitario. La dotación de agua diaria para la industria depende del tamaño y el tipo de actividad industrial que realice, pero se encuentra dentro del rango de 1 000 hasta 18 000 litros por industria, y se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{\text{ind}} = \frac{\text{Dot.} * \text{No. Ind.}}{86400}$$

Donde:

No. Ind. = número de industrias [industria]

Dot. = dotación [lts/industria/día]

$Q_{ind}$  = caudal de infiltración [lts/s]

Para el proyecto no se toma en cuenta este caudal, ya que dentro del territorio donde estará ubicado el proyecto no existe ninguna industria.

### **2.6.5.3. Caudal comercial**

Este caudal corresponde a las aguas servidas producidas por alguna actividad comercial. Cuando se habla de comercio se refiere a lugares con alta concurrencia de personas, algunos lugares considerados como comercio son: centros comerciales, hoteles, teatros, restaurantes, entre otros. La dotación diaria de agua potable dependerá del tipo y la magnitud del comercio, pero se encuentra dentro del rango de 600 hasta 3 000 litros, y se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{inf} = \frac{Dot. * No. Com..}{86400}$$

Donde:

No. Com. = número de comercios [comercio]

Dot. = dotación [lts/comercio/día]

$Q_{inf}$  = caudal de infiltración [lts/s]

Para el proyecto no se toma en cuenta este caudal, ya que en el sector no existen comercios de esta magnitud, solo existen comercios que se encuentran

ubicados en locales pequeños o dentro de viviendas, por lo cual su caudal se puede considerar domiciliar.

#### **2.6.5.4. Caudal de conexiones ilícitas**

Este caudal es producido por las conexiones que se realizan de forma ilegal, estas conexiones son de tuberías de agua pluvial al sistema del alcantarillado sanitario. Realizar el cálculo de este caudal se deja a criterio del diseñador, pero es recomendable utilizar el rango de 0,50 hasta 2,50 por ciento del caudal domiciliar.

El Instituto de Fomento Municipal (INFOM) establece que para el cálculo del caudal domiciliar es adecuado utilizar el 10,00 % del caudal domiciliar. Esta institución aclara que en lugares donde no exista un sistema de alcantarillado sanitario es recomendable utilizar un 20,00 % del caudal domiciliar.

Para este proyecto se utilizó el criterio establecido por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) para lugares sin sistema de alcantarillado pluvial, ya que las colonias, caseríos y parajes donde se realizará el proyecto no cuentan con este sistema, por ello el porcentaje a utilizar para estimar este caudal es del 20,00 %. Para realizar este cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{ci} = C\% * Q_{dom}$$

Donde:

$Q_{ci}$  = caudal de conexiones ilícitas [lts/s]

$C\%$  = criterio de porcentaje [%]

$Q_{dom}$  = caudal domiciliar

### 2.6.5.5. Caudal de infiltración

Este caudal depende de varios factores, tales como el tipo de material de la tubería, las juntas utilizadas en la tubería y la ubicación del nivel freático, ya que se produce por medio de la infiltración que la tubería pueda tener. La dotación de infiltración se encuentra entre 12 000 a 18 000 litros por kilómetro por día, y se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{inf} = \frac{D.I. * L.T.}{86400}$$

Donde:

D.I. = dotación de Infiltración [litros/Km/día]

L.T. = longitud de tubería [Km]

$Q_{inf}$  = caudal de infiltración [lts/s]

El Instituto de Fomento Municipal (INFOM), en sus Normas Generales para Diseño de Alcantarillados, establece otra forma para estimar el caudal de infiltración que entra a las alcantarillas. Esta norma toma en cuenta el nivel freático del sector donde se construirá el proyecto, también el tipo de material con que se encuentran fabricadas las tuberías a utilizar, el resultado de la estimación de este caudal está dado en litros por segundo. Las expresiones utilizadas de acuerdo con los criterios de la norma para el cálculo del caudal de infiltración son las siguientes:

- Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático:
  - Tuberías de cemento

$$Q_{inf} = 0,025 * \text{diámetro en pulgadas}$$

- Tuberías de PVC

$$Q_{inf} = 0,010 * \text{diámetro en pulgadas}$$

- Para tuberías que quedarán bajo el nivel freático:

- Tuberías de cemento

$$Q_{inf} = 0,150 * \text{diámetro en pulgadas}$$

- Tuberías de PVC

$$Q_{inf} = 0,020 * \text{diámetro en pulgadas}$$

Para este diseño se utilizó el criterio de tubería de PVC colocadas sobre el nivel freático para el cálculo de caudal de infiltración.

#### **2.6.5.6. Caudal medio**

Este caudal es el resultado del producto del factor de caudal medio y la población futura. Se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_{med} = f.q.m. * \text{Pob. Fut.}$$

Donde:

$Q_{med}$  = caudal medio

f.q.m. = factor de caudal medio

Pob. Fut. = población futura

### **2.6.5.7. Factor de caudal medio**

Este se define como el valor que regula el aporte de caudal en los colectores. El factor de caudal medio está definido por diversas instituciones a nivel nacional. El factor de 0,0046 es utilizado en el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la Municipalidad de Guatemala lo tiene definido como 0,003 y la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) establece un rango que se encuentra desde 0,002 hasta 0,005, pero tiene las siguiente condicionantes: si el valor calculado se encuentra dentro del rango se utiliza el valor calculado, si el valor calculado se encuentra fuera de este rango se utiliza el limite más próximo al resultado.

Para este proyecto se utilizó los parámetros establecidos por la Dirección General de Obras Públicas (DGOP). Este parámetro se define de la siguiente forma:

$$0,002 \leq f.q.m. \leq 0,005$$

### **2.6.5.8. Factor de Harmond**

El factor de Harmond también es conocido como factor de flujo instantáneo. Se utiliza como factor de seguridad en el diseño cuando se presenta la máxima demanda, es adimensional y se calcula tanto en presente como en futuro. El rango permisible de este factor se encuentra dentro de 1,50 a 4,50. Para su cálculo se utiliza la siguiente expresión:

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

Donde:

F.H. = factor de Harmond

P = población presente en estudio [hab]

### **2.6.5.9. Caudal de diseño**

El caudal de diseño es directamente proporcional al factor de Harmond, al número de habitantes que residen en cada tramo y al factor de caudal medio. Para el cálculo de este caudal se debe tomar en cuenta que se debe realizar tanto en presente como en futuro, por lo tanto la población de habitantes por tramo y el factor de Harmond deben ser en presente y futuro. Para realizar el cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$q_{\text{Diseño}} = f.q.m. * F.H. * Hab_{\text{tramo}}$$

Donde:

$q_{\text{Diseño}}$  = caudal de diseño [lts/s]

f.q.m. = factor de caudal medio

F.H. = factor de Harmond

$Hab_{\text{tramo}}$  = número de habitantes por tramo

## **2.7. Fundamentos hidráulicos**

Para realizar un diseño de un sistema de alcantarillado sanitario se deben tomar en cuenta diversos factores que están relacionados con distintos conceptos de hidráulica y mecánica de fluidos. Estos conceptos explican el

comportamiento de un flujo con sólidos que es transportado por canales abiertos o cerrados.

También han sido determinados ciertos parámetros que se deben cumplir para que el sistema funcione de una forma óptima, entre estos se pueden mencionar: diámetros mínimos, rango de velocidades, rango de tirantes, entre otros.

### **2.7.1. Ecuación de Manning para flujo de canales**

La ecuación que comúnmente se utiliza para el diseño de canales abiertos y cerrados es la ecuación de Manning, nombrada así en honor del ingeniero irlandés Robert Manning.

La ecuación está basada en la pendiente del terreno, el coeficiente de rugosidad de Manning, la velocidad del flujo a sección llena y el diámetro de la sección circular. La ecuación en el sistema métrico se expresa de la siguiente forma:

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

Donde:

V = velocidad de flujo a sección llena [m/s]

R = radio hidráulico [m]

S = pendiente de la tubería hidráulica [m/m]

n = coeficiente de rugosidad de Manning [ ]

Para determinar el radio hidráulico se utiliza la siguiente expresión:

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

Donde:

A = área de la sección transversal mojada [m<sup>2</sup>]

P = perímetro mojado [m]

El diámetro mínimo que se utilizará en el sistema de alcantarillado sanitario será de 6 pulgadas, el cual irá aumentando de acuerdo con las exigencias que el proyecto presente. La norma que regirá la tubería de acuerdo con los requerimientos de dimensiones, rigidez y resistencia al impacto será la ASTM F-949, esta norma es aplicable para diámetros de 4 y 18 pulgadas, el coeficiente de rugosidad para la ecuación de Manning está dado por el fabricante y su valor es de 0,009.

### **2.7.2. Relaciones hidráulicas**

Las relaciones hidráulicas son producidas por la relación entre una alcantarilla donde el caudal que la recorre utiliza la altura completa de la sección transversal y una alcantarilla con las mismas especificaciones de la anterior, pero el caudal que la recorre utiliza diversas alturas dentro de los parámetros de la sección transversal. Los elementos que comúnmente son relacionados son: tirante de agua, caudal y velocidad. Estas relaciones son plasmadas en tablas para poder obtener resultados en el menor tiempo posible.

Para utilizar las tablas de relaciones hidráulicas que se encuentran ya determinadas se debe realizar la primera relación, la cual consiste en el caudal de una sección transversal parcialmente llena y el caudal de una sección transversal totalmente llena ( $q_{\text{Diseño}}/Q_{\text{sec llena}}$ ). Este resultado se compara con los

resultados de la tabla y si no se encuentra el valor exacto se escoge el valor más próximo. Este valor seleccionado tiene por defecto el valor de la relación de velocidades ( $v/V_{\text{sec llena}}$ ) y el valor de la relación de tirantes ( $d/D_{\text{sec llena}}$ )

## **2.8. Parámetros de diseño hidráulico**

Para la elaboración de un diseño de alcantarillado sanitario se deben tomar en cuenta los normativos y códigos nacionales que estén en vigor relacionados con este tema, ya que estos establecen los rangos y parámetros mínimos permisibles de los elementos que componen el sistema. También se puede utilizar como base los manuales del fabricante del elemento, estos establecen las especificaciones técnicas que este debe cumplir.

Algunos de los parámetros y rangos que se deben tomar en cuenta en un diseño de este tipo de sistema son: coeficiente de rugosidad, velocidades máximas y mínimas, diámetro del colector, profundidad del colector, ancho de zanja, cotas Invert, ubicación de pozos de visita, entre otras.

### **2.8.1. Coeficiente de rugosidad**

Este coeficiente es también conocido como número de Manning, “n”. Su función es establecer la resistencia que puede presentar la rugosidad del material del canal abierto o cerrado al avance de la lámina del flujo.

Este varía según el material, ya que depende de la cantidad, forma y tamaño de los granos que lo constituyen. Entre mayor sea este coeficiente, mayor será la rugosidad del material. A continuación se muestran algunos materiales con su coeficiente de rugosidad:

Tabla VIII. **Distintos materiales con su respectivo coeficiente de rugosidad “n”**

<b>Material</b>	<b>Coeficiente de rugosidad “n”</b>
Fierro fundido (nuevo)	0,012
Concreto simple	0,013
Cobre	0,011
Acero galvanizado	0,016
PVC	0,009
Asbesto cemento	0,011

Fuente: Haestad Methods. *Computer applications in hydraulic engineering*.

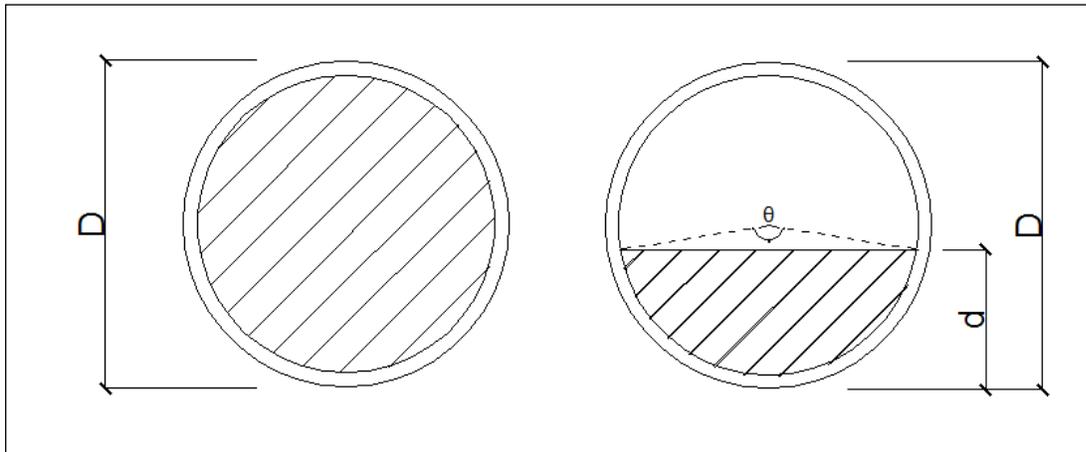
<https://www.mineduc.gob.gt/digeduca/?p=investigacionesMain1>. Consulta: 20 de enero de 2019.

### **2.8.2. Sección llena y parcialmente llena**

Para realizar el diseño de un alcantarillado sanitario es indispensable tener como referencia el comportamiento de los elementos cuando se encuentran en funcionamiento. Uno de los elementos fundamentales para este tipo de diseños son los colectores, que pueden ser abiertos o cerrados.

Los colectores que comúnmente se utilizan son los cerrados, los diámetros óptimos que estos deben tener se obtienen entre la relación de una sección llena y una parcialmente llena. Se hace referencia a sección llena cuando el tirante del caudal es igual al diámetro de la tubería, y a parcialmente llena cuando el tirante del caudal es menor al diámetro de la tubería. Ya que el caudal que transportan no se mantiene constante durante su período de diseño, se deben realizar diversas iteraciones para determinar si el elemento cumple con las exigencias del proyecto. Para minimizar el trabajo de cálculo se utilizan tablas de relaciones hidráulicas que tienen diversas relaciones de secciones llenas y parcialmente llenas, de acuerdo a su diámetro.

Figura 16. **Sección llena y parcialmente llena de una tubería**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD CIVIL 3D.

### **2.8.3. Velocidades máximas y mínimas**

La velocidad del flujo en el sistema dependerá de diversos factores, tales como: la pendiente, el caudal, diámetro y el tipo de material de la tubería.

Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) establecen un rango de velocidades que se deben cumplir para que los colectores tengan un funcionamiento óptimo en el transporte de las aguas servidas, está entre 0,60 m/s hasta 2,50 m/s. Según los datos del fabricante se establece que cualquiera de los diversos diámetros de las tuberías se encuentran capacitados para que el fluido viaje a una velocidad entre 0,40 m/s y 4,00 m/s.

Este parámetro establecido beneficia al sistema, impidiendo la acumulación de sedimentos en la tubería que puedan generar una obstrucción

del fluido y la prevención del desgaste de la superficie de las paredes de la misma.

#### **2.8.4. Diámetro del colector**

Los colectores son elementos del sistema de alcantarillado sanitario que tienen gran injerencia en el costo de los materiales del proyecto, el principal error que puede originar tal aumento es la utilización de un diámetro inadecuado. Por ello es indispensable realizar un diseño preciso con fundamentos físicos y matemáticos que generen un diámetro óptimo. Un parámetro establecido en las normas nacionales es el diámetro mínimo. Según las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), para los colectores de un sistema de alcantarillado sanitario el diámetro mínimo para tubería de concreto será 8 pulgadas, mientras que 6 pulgadas será para tubería de PVC. En cuanto a las conexiones domiciliarias es permisible utilizar un diámetro mínimo de 6 pulgadas en tubería de concreto y 4 pulgadas en tuberías de PVC. Estas deberán ser colocadas a 45° del colector principal, considerando el sentido del flujo.

Para este proyecto se utilizó tubería de PVC, por ello el diámetro mínimo de los colectores principales establecidos en este diseño es de 6 pulgadas y 4 pulgadas en las conexiones domiciliarias.

#### **2.8.5. Profundidad del colector**

La principal función de tener una profundidad adecuada para el colector es protegerlo de las cargas generadas por el tránsito vehicular pesado y liviano. Para evitar cualquier deformación o daño que pueda provocar algún tipo de

fuga del fluido, que pueda ocasionar daños en la estructura del suelo que envuelve o cubre la tubería.

Según las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) una profundidad mínima de 1,00 metro del coronamiento de la tubería hasta la superficie del terreno también indica que si la altura medida desde el terreno hasta el coronamiento de la tubería es mayor de 3,00 metros se debe diseñar una tubería auxiliar. El fabricante recomienda 0,50 metros desde la altura del terreno hasta el coronamiento de la tubería en el caso que no exista tráfico y 0,80 metros si existe tráfico vehicular.

#### **2.8.6. Profundidad mínima**

La profundidad mínima medida desde la superficie del terreno hasta el coronamiento de la tubería es de 1,00 metro, esta será utilizada en el diseño del proyecto y solo en casos especiales será utilizada la recomendación del fabricante.

#### **2.8.7. Ancho de la zanja**

El ancho de zanja debe ser amplio para que permita una instalación correcta de los colectores y para una colocación adecuada del material de relleno que permita un soporte lateral apropiado para el corte realizado. Si el ancho de zanja es muy angosto, la instalación de los colectores será difícil de ejecutar y pondrá en riesgo a los operarios, además no se podrá colocar el material de relleno de forma uniforme y la compactación no se podrá realizar de forma óptima. El fabricante, para una correcta instalación de colectores o tubería, establece los siguientes parámetros:

Tabla IX. **Anchos mínimos de zanja para instalación**

Diámetro nominal		Ancho de zanja	
mm	pulg	Metros	pulg
100	4	0.50	20
150	6	0.55	22
200	8	0.62	24
250	10	0.67	26
300	12	0.75	28
375	15	0.80	32
450	18	0.90	36
600	24	1.10	44
675	27	1.16	46
750	30	1.25	48
825	33	1.35	50
900	36	1.45	54
1000	42	1.55	60
1200	48	1.80	66
1350	54	2.00	72
1500	60	2.20	78

Fuente: elaboración propia.

### 2.8.8. Volumen de excavación

Es la cantidad de material, en este caso de suelo, que es extraído de acuerdo con las especificaciones dadas por el diseño. Esta extracción de material se realiza comúnmente para la instalación de tubería que conecta los pozos de visita o de pozos de visita al desfogue. La cantidad de material extraído está en función de la profundidad, longitud y el diámetro de la tubería a instalar. Ya que a mayor diámetro se requiere un ancho de zanja mayor, y con una profundidad grande, el volumen a extraer será mayor. La unidad de medida que se utiliza para el volumen de excavación será metros cúbicos. Para el cálculo de este volumen se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Vol} = \left( \frac{H_{PZXX1} + (Cota\ terr_{PZXX2} - CIS)}{2} \right) * \text{Dist} * H * t$$

Donde:

Vol. = volumen de excavación [ $m^3$ ]

$H_{PZXX1}$  = profundidad del primer pozo [m]

Cota terr $_{PZXX2}$  = cota de terreno del segundo pozo [m]

CIS = cota Invert de salida del tramo en estudio

DistH. = distancia entre pozos [m]

z = ancho de la zanja [m]

### **2.8.9. Cotas invert**

Las cotas invert son aquellas distancias que se miden desde la parte inferior de la tubería hasta el nivel del suelo. Esta cota debe tener en consideración el recubrimiento mínimo que la tubería debe tener. Estas son muy importantes, ya que definen tanto la entrada como la salida de la tubería en un tramo determinado del sistema de alcantarillado sanitario.

Para un diseño adecuado se deben tener en cuenta ciertos parámetros, los cuales contemplan lo siguiente:

- Cuando en un pozo de visita la tubería de entrada su diámetro sea menor a la tubería de salida, la diferencia de las cotas Invert será como mínimo la diferencia de estos diámetros.
- Cuando la diferencia de la altura de las tuberías de salida y entrada de un pozo de visita sea mayor a 0,70 metros, se debe diseñar un elemento que dirija el caudal con la menor cantidad de turbulencia.

- Cuando un pozo de visita tiene tubería de entrada y salida del mismo diámetro, la cota Invert de salida tiene que estar a 0,03 m debajo de la cota Invert de entrada.

Si se trabajó el diseño bajo los parámetros de las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), se debe considerar que la diferencia entre las cotas Invert de salida y entrada de un pozo de visita es como mínimo la carga de velocidad en el tubo de salida, ya que si la pendiente del terreno es muy pronunciada, la velocidad del flujo alcanza los límites máximos permisibles, razón por la cual es necesario controlar la velocidad a parámetros adecuados que permitan reducir la velocidad del flujo. Esto se puede expresar así:

$$H_v = \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

$H_v$  = cota Invert de salida [m]

$V$  = velocidad del flujo [m/s]

$g$  = constante de gravedad (9,807) [m/s<sup>2</sup>]

Esta norma solo se exceptúa cuando son del mismo diámetro y están en línea recta el tubo de entrada y salida, en este caso se instalará según pendiente.

#### **2.8.10. Ubicación de los pozos de visita**

Uno de los pasos importantes luego de haber definido dónde estará ubicado el sistema de drenaje sanitario, además de la densidad poblacional y el

material de la tubería a utilizar, es la ubicación de los pozos de visita, de estos dependerá que el sistema pueda ser inspeccionado periódicamente y que se le pueda brindar un mantenimiento tanto preventivo como correctivo en los momentos necesarios para que el funcionamiento del sistema sea el adecuado. Según las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) se establece lo siguiente:

Se deberá construir pozos de visita en los siguientes casos:

- En distancias menores o iguales a 300 metros, esto aplica cuando el diámetro de la tubería sea mayor a 24 pulgadas.
- En distancias menores o iguales a 100 metros, esto aplica cuando el diámetro de la tubería sea menor a 24 pulgadas.
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24 pulgadas.
- En el inicio de algún tramo de tubería.
- En las intersecciones de dos o más tuberías colectoras.
- En donde se tenga que realizar un cambio de diámetro.
- En donde se encuentre un cambio de pendientes.

### **2.8.11. Profundidad de pozos de visita**

La profundidad de los pozos de visita está relacionada con la pendiente que presenta el terreno y la tubería, esto debido a que el sistema debe cumplir con los requerimientos hidráulicos adecuados para que este funcione de forma eficaz, por lo cual la altura de la tubería es un factor que define esta profundidad, este factor también es conocido como cota Invert.

Para determinar la profundidad que deben tener los pozos de visita se debe tomar en cuenta la cota Invert de salida y su cama de agua, como se muestra en la siguiente forma:

$$h_{pz}=CT - CIS + Cama de agua (0.03m)$$

Donde:

$h_{pz}$  = altura de pozo

CT = cota Invert entrada

CIS = cota Invert salida

### **2.8.12. Características de las conexiones domiciliarias**

Las conexiones domiciliarias se caracterizan por sus dos elementos que la componen y sus procesos constructivos. Los elementos que comúnmente la conforman son la caja de registro y la candela domiciliar. La forma típica de construcción de una caja de registro es utilizar un tubo de concreto colocado en sentido vertical con un diámetro mínimo de 12", este debe ser impermeabilizado y tener una tapadera de concreto armado para poder realizar inspecciones y mantenimientos preventivos.

Luego de la construcción de la candela domiciliar se realiza la conexión hacia el colector principal, para ello se implementa tubería de PVC o concreto, con parámetros de pendientes mínimas y máximas que cumplan con el objetivo de dirigir las aguas sin provocar estancamientos dentro del elemento.

Para este proyecto se utilizará tubería de PVC con un diámetro de 4" con un reductor de 4" x 3" para protección de posibles obstrucciones en la entrada de la conexión. La instalación se realizará bajo los parámetros de pendientes de 2% a 6%, con un ángulo aproximado de 45° en el sentido que va el flujo en la tubería principal o colector.

### **2.8.13. Diseño hidráulico**

El procedimiento que se realiza para ejecutar un diseño hidráulico de un alcantarillado sanitario es el mismo en cada tramo del sistema, solo cambia el procedimiento si los elementos varían en los tramos. Los datos establecidos delimitan el sistema. El procedimiento para este proyecto contempla el cálculo de población futura, factor de flujo instantáneo, caudal domiciliar, caudal por conexiones ilícitas, caudal medio, factor de caudal medio, caudal de diseño, velocidad a sección llena, la aplicación de las relaciones hidráulicas, volumen de excavación, entre otros cálculos.

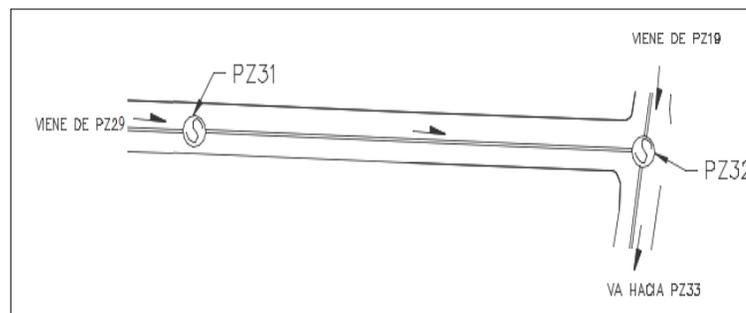
#### **2.8.13.1. Ejemplo de diseño de un tramo**

A continuación, se muestra el ejemplo del diseño de un tramo.

### 2.8.13.1.1. Caserío Taltic

A continuación se realizará un ejemplo para el diseño de un tramo que se encuentra ubicado en el caserío Taltic, este tramo contempla los pozos de visita número PZ31 al PZ32 en el diseño del alcantarillado sanitario para el caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora de San Miguel Petapa, Guatemala.

Figura 17. **Planta PZ31 al PZ32**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD CIVIL 3D.

- Datos para el diseño:
  - Dotación de agua potable 125 litros/habitante/día
  - Factor de retorno 0,80
  - Población actual acumulada 390 habitantes
  - Tasa de crecimiento 2,70por ciento
  - Población futura acumulada 867 habitantes
  - Longitud del tramo 72.70m
  - Cota inicial del terreno 1066,80 m.
  - Cota final del terreno 1066,41 m.
  - Período de diseño 30 años

- Población futura

$$P_f = P_a * (1+R)^n$$

$$P_f = P_a * (1+R)^n = 390 * (1+0.027)^{30} = 867 \text{ habitantes}$$

- Caudal domiciliar actual

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\ 400} = \frac{125\text{L/hab/día} * 390\text{hab} * 0,80}{86\ 400} = 0,45 \text{ L/s}$$

- Caudal domiciliar futuro

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\ 400} = \frac{125\text{L/hab/día} * 867\text{hab} * 0,80}{86\ 400} = 1,00 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas actual

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(presente)}} * 0,20 = 0,45 \text{ L/s} * 0,20 = 0,09 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas futuro

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(futuro)}} * 0,20 = 1,00 \text{ L/s} * 0,20 = 0,20 \text{ L/s}$$

- Caudal por infiltración

$$Q_{\text{infiltración}} = \text{Diámetro de tubería} * 0,01 = 6 \text{ in} * 0,01 = 0,06 \text{ L/s}$$

En el diseño del tramo no se tomó en cuenta el caudal industrial ni el caudal comercial, ya que en este tramo no existen industrias ni comercios.

- Factor de caudal medio presente:

$$f.q.m. = \frac{Q_{san}}{No. \text{ hab. act.}} = \frac{0,45+0,09+0,06}{390} = 0,0015$$

Como  $0,0015 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$ ,

- Factor de caudal medio futuro:

$$f.q.m. = \frac{Q_{san}}{No. \text{ hab. fut.}} = \frac{1,00+0,20+0,06}{867} = 0,0015$$

Como  $0,0015 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$ ,

- Pendiente del terreno

$$S\% = \frac{(Cota \text{ Ini. terr.}) - (Cota \text{ Fi. terr.})}{Longitud \text{ del tramo}} * 100$$

$$S\% = \frac{((1066,80) - (1066,41))m}{72,70 \text{ m}} * 100 = 0,53 \%$$

- Pendiente de la tubería

$$S\% = \frac{(Cota \text{ Ini. terr.} - \text{Altura de PZ31}) - (Cota \text{ Fi. terr.} - \text{Altura de PZ32})}{Longitud \text{ del tramo}} * 100$$

$$S\% = \frac{(1066,80-1.88)-(1066,41-1.95)\text{m}}{72,70 \text{ m}} * 100 = 0,63 \%$$

- Factor de Harmond actual

$$F.H. = \frac{18+\sqrt{P}}{4+\sqrt{P}} = \frac{18+\sqrt{390/1000}}{4+\sqrt{390/1000}} = 4,03$$

- Factor de Harmond futuro

$$F.H. = \frac{18+\sqrt{P}}{4+\sqrt{P}} = \frac{18+\sqrt{867/1000}}{4+\sqrt{867/1000}} = 3,84$$

Este factor es único para todo el tramo en diseño.

- Caudal de diseño actual

$$Q_{\text{dis}} = \text{habitantes} * f.q.m. * F.H. = L/s$$

$$Q_{\text{dis}} = 390 * 0,002 * 4,03 = 3,14 L/s$$

- Caudal de diseño futuro

$$Q_{\text{dis}} = \text{habitantes} * f.q.m. * F.H.$$

$$Q_{\text{dis}} = 867 * 0,002 * 3,84 = 6,66/s$$

- Diseño hidráulico actual

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 6 pulgadas.

$$V_{\text{sec llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D \times 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{6 * 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,0063)^{\frac{1}{2}} = 1,00 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = V_{\text{sec llena}} * A * 1000 = 1,00 * \left( \frac{\pi * (6 * 0,0254)^2}{4} \right) * 1000 = 18,22 \text{ L/s}$$

- Relación hidráulica q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{3,14}{18,20} = 0,17$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,30 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,70 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 0,70 * V_{\text{sec llena}} = 0,70 * 1,00 = 0,70 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Diseño hidráulico a futuro

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 6 pulgadas.

$$V_{\text{sec llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D \times 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{6 * 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,0063)^{\frac{1}{2}} = 1,00 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = V_{\text{sec llena}} * A * 1000 = 1,00 * \left( \frac{\pi * (6 * 0,0254)^2}{4} \right) * 1000 = 18,22 \text{ L/s}$$

- Relación hidráulica q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{6,66}{18,20} = 0,37$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,40 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,90 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 0,90 * V_{\text{sec llena}} = 0,90 * 1,00 = 0,90 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Cálculo de la cota Invert de salida

$$CIE = \text{Cota Ini. terr.}_{PZ31} - \text{Altura de Pozo}_{PZ31} = (1066,80 - 1,88) \text{ m} = 1064,91 \text{ m}$$

- Cálculo de la cota Invert de entrada

$$CIS = CIE_{PZ31} - \left( \frac{S_{\text{tubo}}}{100} \right) * \text{Dist. H} = (1064,91) \text{ m} - \left( \frac{0,63}{100} \right) * 72,70 \text{ m} = 1064,46 \text{ m}$$

- Altura de pozo

$$HPZ32 = CT - CIS + 0,03 \text{ m} = (1066,41 - 1064,46) \text{ m} = 1,98 \text{ m}$$

En este caso se omitió el 0,03m porque la altura verdadera del pozo es la del tramo PZ19 al PZ32, por lo tanto la altura real del pozo PZ32 es de 2.80 metros.

- Volumen de excavación

$$V = \left( \frac{H_{PZ31} + (\text{Cota Ini. terr.}_{PZ32} - CIS)}{2} \right) * \text{DistH} * t$$

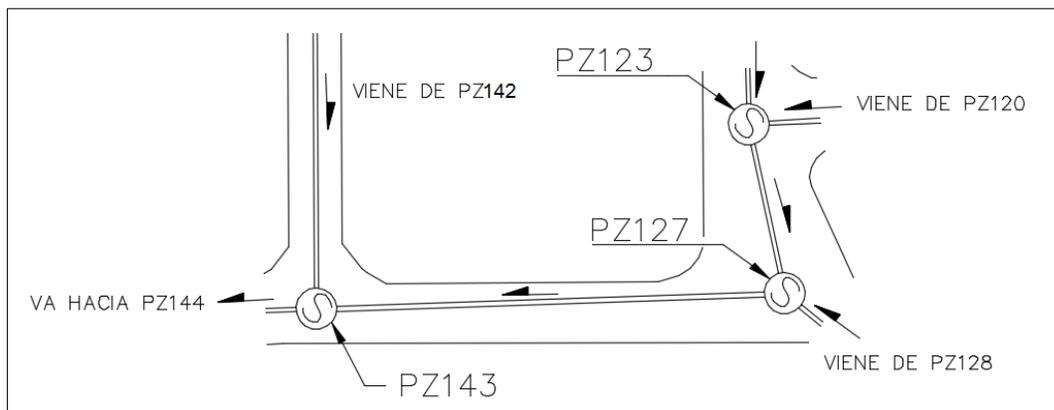
$$V = \left( \frac{1,88 + (1066,41 - 1064,46)}{2} \right) * 72,70 * 0,60 = 83,64 \text{ m}^3$$

### 2.8.13.1.2. Luisa Alejandra I y II

Este es un ejemplo para el diseño de un tramo que se encuentra ubicado en las colonias Luisa Alejandra I y II, este tramo contempla los pozos de visita

número PZ127 al PZ143 en el diseño del alcantarillado sanitario para el Caserío Taltic, Colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora de San Miguel Petapa, Guatemala.

Figura 18. **Planta PZ123, PZ127 y PZ143**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD CIVIL 3D.

- Datos para el diseño:
  - Dotación de agua potable                    125 litros/habitante/día
  - Factor de retorno                                0,80
  - Población actual acumulada                2 556 habitantes
  - Tasa de crecimiento                            2,70 por ciento
  - Población futura acumulada                5 684 habitantes
  - Longitud del tramo                             43,13 m.
  - Cota inicial del terreno                      1064,21 m.
  - Cota final del terreno                         1063,25 m.
  - Período de diseño                             30 años

- Población futura:

$$P_f = P_a * (1+R)^n$$

$$P_f = P_a * (1+R)^n = 2\,556 * (1+0.027)^{30} = 5\,684 \text{ habitantes}$$

- Caudal domiciliar actual:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\,400} = \frac{125 \text{L/hab/día} * 2\,556 \text{hab} * 0,80}{86\,400} = 2,96 \text{ L/s}$$

- Caudal domiciliar futuro:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\,400} = \frac{125 \text{L/hab/día} * 5\,684 \text{hab} * 0,80}{86\,400} = 6,58 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas actual:

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(presente)}} * 0,20 = 2,96 \text{ L/s} * 0,20 = 0,59 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas futuro:

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(futuro)}} * 0,20 = 6,58 \text{ L/s} * 0,20 = 1,32 \text{ L/s}$$

- Caudal por infiltración:

$$Q_{\text{infiltración}} = \text{Diámetro de tubería} * 0,01 = 8 \text{ in} * 0,01 = 0,08 \text{ L/s}$$

En el diseño del tramo no se tomó en cuenta el caudal industrial ni el caudal comercial, ya que en este tramo no existen industrias ni comercios.

- Factor de caudal medio presente:

$$f.q.m. = \frac{Q_{san}}{No. \text{ hab. act}} = \frac{2,96+0,59+0,08}{2\ 556} = 0,0014$$

Como  $0,0014 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$ ,

- Factor de caudal medio futuro:

$$f.q.m. = \frac{Q_{san}}{No. \text{ hab. fut.}} = \frac{6,58+1,32+0,08}{5\ 684} = 0,0014$$

Como  $0,0014 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$ ,

- Pendiente del terreno:

$$S\% = \frac{(Cota \text{ Ini. terr.}) - (Cota \text{ Fi. terr})}{\text{Longitud del tramo}} * 100$$

$$S\% = \frac{(1064,21 - 1063,25)m}{43,13m} * 100 = 2,21 \%$$

- Pendiente de la tubería:

$$S\% = \frac{(Cota \text{ Ini. terr.} - \text{Altura de PZ127}) - (Cota \text{ Fi. terr.} - \text{Altura de PZ143})}{\text{Longitud del tramo}} * 100$$

$$S\% = \frac{((1\ 064,21 - 2,13) - (1\ 063,25 - 1,60))m}{43,13\ m} * 100 = 0,99 \%$$

- Factor de Harmond actual:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} = \frac{18 + \sqrt{2 \cdot 556/1000}}{4 + \sqrt{2 \cdot 556/1000}} = 3,50$$

- Factor de Harmond futuro:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} = \frac{18 + \sqrt{5684/1000}}{4 + \sqrt{5 \cdot 684/1000}} = 3,19$$

Este factor es único para todo el tramo en el diseño.

- Caudal de diseño actual:

$$Q_{dis} = \text{habitantes} \cdot f.q.m. \cdot F.H.$$

$$Q_{dis} = 2 \cdot 556 \cdot 0,002 \cdot 3,50 = 17,89 \text{ L/s}$$

- Caudal de diseño futuro:

$$Q_{dis} = \text{habitantes} \cdot f.q.m. \cdot F.H.$$

$$Q_{dis} = 5 \cdot 684 \cdot 0,002 \cdot 3,19 = 36,30 \text{ L/s}$$

- Diseño hidráulico actual:

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 8 pulgadas.

$$V_{\text{sec llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D \times 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{8 * 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,0099)^{\frac{1}{2}} = 1,51 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = V_{\text{sec llena}} * A = 1,51 * \left( \frac{\pi * (8 * 0,0254)^2}{4} \right) * 1000 = 49,06 \text{ L/s}$$

- Relaciones de q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{17,89}{49,06} = 0,36$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,40 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,90 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 0,90 * V_{\text{sec llena}} = 0,90 * 1,51 = 1,36 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Diseño hidráulico a futuro

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 8 pulgadas.

$$V_{\text{sec llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D \times 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{8 * 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,0099)^{\frac{1}{2}} = 1,51 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = V_{\text{sec llena}} * A = 1,51 * \left( \frac{n * (8 * 0,0254)^2}{4} \right) * 1000 = 49,06 \text{ L/s}$$

- Relaciones hidráulica q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{36,30}{49,06} = 0,74$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,60 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 1,10 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 1,10 * V_{\text{sec llena}} = 1,10 * 1,51 = 1,66 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Cálculo de la cota Invert de salida:

$$\text{CIE} = \text{Cota Ini. terr.}_{\text{PZ127}} - \text{Altura de Pozo}_{\text{PZ127}} = (1\ 064,21 - 2,13) \text{ m} = 1062,07 \text{ m}$$

- Cálculo de la cota Invert de entrada:

$$CIS = CIE_{PZ127} - \left( \frac{S_{\text{tubo}}}{100} \right) * \text{Dist. H} = (1062,07) \text{ m} - \left( \frac{0,99}{100} \right) * 43,13 \text{ m} = 1061,65 \text{ m}$$

- Altura de pozo:

$$HPZ143 = CT - CIS + 0,03 \text{ m} = (1063,25 - 1061,65) \text{ m} + 0,03 = 1,63 \text{ m}$$

La altura encontrada para el pozo de visita PZ143 es la que se utilizará, ya que el tramo PZ142 al PZ143 que tiene intersección con este tramo requiere un pozo de visita de 1,45 m, por lo cual se opta por utilizar el pozo a mayor altura, en este caso el que mide 1,63 m.

- Volumen de excavación:

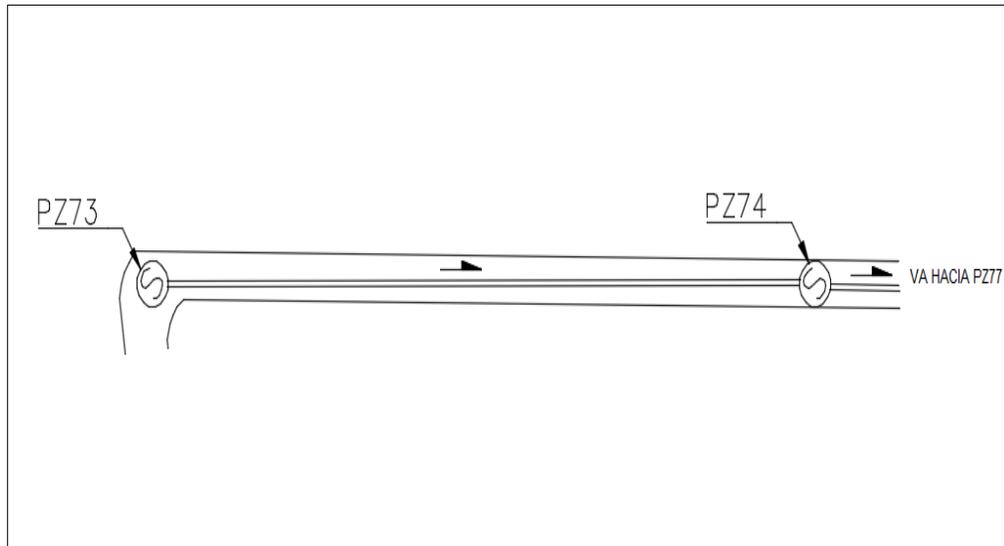
$$V = \left( \frac{H_{PZ127} + (Cota \text{ Ini. terr. } PZ143 - CIS)}{2} \right) * \text{Dist} * H * t$$

$$V = \left( \frac{2,13 + (1063,25 - 1061,65)}{2} \right) * 43,13 * 0,65 = 52,37 \text{ m}^3$$

### 2.8.13.1.3. Colonia San José

Este es un ejemplo para el diseño de un tramo que se encuentra ubicado en la colonia San José, este tramo contempla los pozos de visita número PZ73 al PZ74 en el diseño del alcantarillado sanitario para el Caserío Taltic, Colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora de San Miguel Petapa, Guatemala.

Figura 19. **Planta PZ73 y PZ74**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD CIVIL 3D

- Datos para el diseño:
  - Dotación de agua potable                    125 litros/habitante/día
  - Factor de retorno                                0,80
  - Población actual acumulada                    120 habitantes
  - Tasa de crecimiento                            2,70 por ciento
  - Población futura acumulada                    267 habitantes
  - Longitud del tramo                              83,15 m.
  - Cota inicial del terreno                        1 068,56 m.
  - Cota final del terreno                         1 068,02 m.
  - Período de diseño                              30 años

- Población futura:

$$P_f = P_a * (1+R)^n$$

$$P_f = P_a * (1+R)^n = 120 * (1+0.027)^{30} = 267 \text{ habitantes}$$

- Caudal domiciliar actual:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\,400} = \frac{125 \text{L/hab/día} * 120 \text{hab} * 0,80}{86\,400} = 0,14 \text{ L/s}$$

- Caudal domiciliar futuro:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\,400} = \frac{125 \text{L/hab/día} * 267 \text{hab} * 0,80}{86\,400} = 0,31 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas actual:

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(presente)}} * 0,20 = 0,14 \text{ L/s} * 0,20 = 0,03 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas futuro:

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(futuro)}} * 0,20 = 0,31 \text{ L/s} * 0,20 = 0,06 \text{ L/s}$$

- Caudal por infiltración:

$$Q_{\text{infiltración}} = \text{Diámetro de tubería} * 0,01 = 6 \text{ in} * 0,01 = 0,06 \text{ L/s}$$

En el diseño del tramo no se tomó en cuenta el caudal industrial ni el caudal comercial, ya que en este tramo no existen industrias ni comercios.

- Factor de caudal medio presente:

$$f.q.m. = \frac{Q_{san}}{No. hab. act} = \frac{0,14+0,03+0,06}{120} = 0,0019$$

Como  $0,0019 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$ ,

- Factor de caudal medio futuro:

$$f.q.m. = \frac{Q_{san}}{No. hab. fut.} = \frac{0,31+0,06+0,06}{267} = 0,0016$$

Como  $0,0016 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$ ,

- Pendiente del terreno:

$$S\% = \frac{(Cota Ini. terr.) - (Cota Fi. terr.)}{Longitud del tramo} * 100$$

$$S\% = \frac{(1068,56 - 1068,02)m}{83,15m} * 100 = 0,65 \%$$

- Pendiente de la tubería:

$$S\% = \frac{(Cota Ini. terr. - Altura de PZ73) - (Cota Fi. terr. - Altura de PZ74)}{Longitud del tramo} * 100$$

$$S\% = \frac{((1068,56 - 1,35) - (1068,02 - 1,65))m}{83,15m} * 100 = 1,01 \%$$

- Factor de Harmond actual:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} = \frac{18 + \sqrt{120/1000}}{4 + \sqrt{120/1000}} = 4,22$$

- Factor de Harmond futuro:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} = \frac{18 + \sqrt{267/1000}}{4 + \sqrt{267/1000}} = 4,10$$

Este factor es único para todo el tramo en el diseño.

- Caudal de diseño actual:

$$Q_{dis} = \text{habitantes} * f.q.m. * F.H.$$

$$Q_{dis} = 120 * 0,002 * 4,22 = 1,01 \text{ L/s}$$

- Caudal de diseño futuro:

$$Q_{dis} = \text{habitantes} * f.q.m. * F.H.$$

$$Q_{dis} = 267 * 0,002 * 4,10 = 2,19 \text{ L/s}$$

- Diseño hidráulico actual:

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 6 pulgadas.

$$V_{\text{sec llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D \cdot 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{6 \cdot 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot (0,0065)^{\frac{1}{2}} = 1,26 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = V_{\text{sec llena}} \cdot A \cdot 1000 = 1,26 \cdot \left( \frac{\pi \cdot (6 \cdot 0,0254)^2}{4} \right) \cdot 1000 = 23,06 \text{ L/s}$$

- Relaciones de q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{1,01}{23,08} = 0,04$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,10 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,50 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 0,50 \cdot V_{\text{sec llena}} = 0,50 \cdot 1,26 = 0,63 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Diseño hidráulico a futuro:

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 6 pulgadas.

$$V_{\text{sec llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D \times 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{6 \times 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \times (0,0065)^{\frac{1}{2}} = 1,26 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = V_{\text{sec llena}} \times A \times 1000 = 1,26 \times \left( \frac{\pi \times (6 \times 0,0254)^2}{4} \right) \times 1000 = 23,06 \text{ L/s}$$

- Relaciones hidráulica q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{2,19}{23,08} = 0,09$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,20 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,60 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 0,60 \times V_{\text{sec llena}} = 0,60 \times 1,26 = 0,76 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Cálculo de la cota Invert de salida:

$$\text{CIE} = \text{Cota Ini. terr.}_{P273} - \text{Altura de Pozo}_{P273} = (1068,56 - 1,35) \text{ m} = 1067,21 \text{ m}$$

- Cálculo de la cota Invert de entrada:

$$CIS = CIE_{PZ73} \left( \frac{S_{\text{tubo}}}{100} \right) * \text{Dist. H} = (1067,21) \text{ m} - \left( \frac{1,01}{100} \right) * 83,15 \text{ m} = 1066,37 \text{ m}$$

- Altura de pozo:

$$HPZ74 = CT - CIS + 0,03 \text{ m} = (1068,02 - 1066,37) \text{ m} + 0,03 = 1,68 \text{ m}$$

- Volumen de excavación:

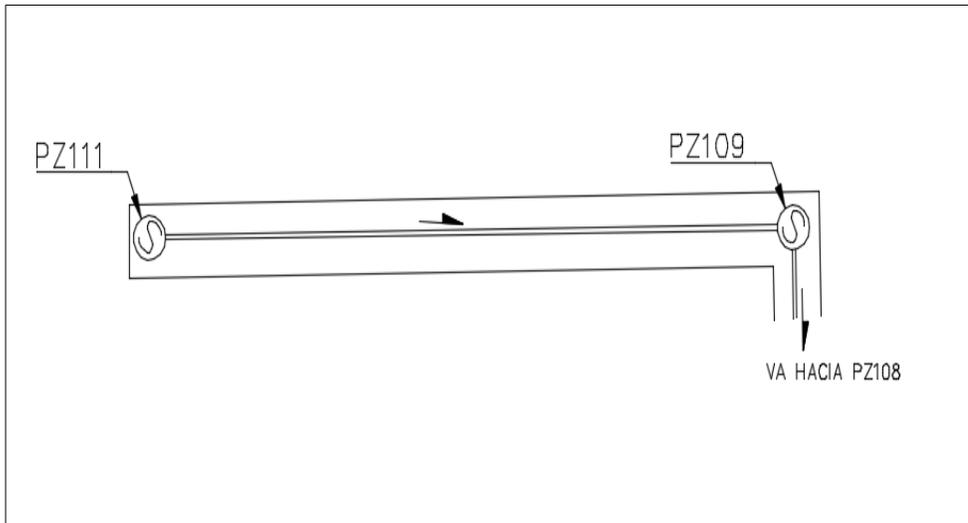
$$V = \left( \frac{H_{PZ73} + (Cota \text{ Ini. terr. } PZ74 - CIS)}{2} \right) * \text{Dist} * H * t$$

$$V = \left( \frac{1,35 + (1068,02 - 1066,37)}{2} \right) * 83,15 * 0,60 = 74,95 \text{ m}^3$$

#### 2.8.13.1.4. Colonia El Rosario

Este es un ejemplo para el diseño de un tramo que se encuentra ubicado en la colonia El Rosario, este tramo contempla los pozos de visita número PZ111 al PZ109 en el diseño del alcantarillado sanitario para el caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora de San Miguel Petapa, Guatemala.

Figura 20. **Planta PZ111 y PZ109**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD CIVIL 3D

- Datos para el diseño:
  - Dotación de agua potable            125 litros/habitante/día
  - Factor de retorno                    0,80
  - Población actual acumulada        102 habitantes
  - Tasa de crecimiento                2,70 por ciento
  - Población futura acumulada        227 habitantes
  - Longitud del tramo                 76,66 m.
  - Cota inicial del terreno            1 067,75 m.
  - Cota final del terreno              1 068,60 m.
  - Período de diseño                 30 años

- Población futura:

$$P_f = P_a * (1+R)^n$$

$$P_f = P_a * (1+R)^n = 102 * (1+0.027)^{30} = 227 \text{ habitantes}$$

- Caudal domiciliar actual:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\,400} = \frac{125\text{L/hab/día} * 102\text{hab} * 0,80}{86\,400} = 0,12 \text{ L/s}$$

- Caudal domiciliar futuro:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\,400} = \frac{125\text{L/hab/día} * 227\text{hab} * 0,80}{86\,400} = 0,26 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas actual:

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(presente)}} * 0,20 = 0,14 \text{ L/s} * 0,20 = 0,02 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas futuro:

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(futuro)}} * 0,20 = 0,26 \text{ L/s} * 0,20 = 0,05 \text{ L/s}$$

- Caudal por infiltración:

$$Q_{\text{infiltración}} = \text{Diámetro de tubería} * 0,01 = 6 \text{ in} * 0,01 = 0,06 \text{ L/s}$$

En el diseño del tramo no se tomó en cuenta el caudal industrial ni el caudal comercial, ya que en este tramo no existen industrias ni comercios.

- Factor de caudal medio presente:

$$f.q.m. = \frac{Q_{san}}{No. \text{ hab. act}} = \frac{0,12+0,02+0,06}{102} = 0,0019$$

Como  $0,0019 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$

- Factor de caudal medio futuro:

$$f.q.m. = \frac{Q_{san}}{No. \text{ hab. fut.}} = \frac{0,26+0,05+0,06}{227} = 0,0016$$

Como  $0,0016 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$ ,

- Pendiente del terreno:

$$S\% = \frac{(Cota \text{ Ini. terr.}) - (Cota \text{ Fi. terr})}{Longitud \text{ del tramo}} * 100$$

$$S\% = \frac{(1067,75 - 1068,60)m}{76,66m} * 100 = -1,10 \%$$

En este caso la pendiente del terreno va en contra del sentido del sistema, por lo cual este se debe adaptar a las condiciones del terreno, por ende, el pozo inicial de este tramo será menor mientras que el siguiente será mayor a su predecesor.

- Pendiente de la tubería:

$$S\% = \frac{(\text{Cota Ini. terr.}-\text{Altura de PZ111})-(\text{Cota Fi. terr.}-\text{Altura de PZ109})}{\text{Longitud del tramo}} * 100$$

$$S\% = \frac{((1\ 067,75-1,35)-(1\ 068,60-2,75))\text{m}}{76,66\ \text{m}} * 100 = 0,72\ \%$$

- Factor de Harmond actual:

$$F.H. = \frac{18+\sqrt{P}}{4+\sqrt{P}} = \frac{18+\sqrt{102/1000}}{4+\sqrt{102/1000}} = 4,24$$

- Factor de Harmond futuro:

$$F.H. = \frac{18+\sqrt{P}}{4+\sqrt{P}} = \frac{18+\sqrt{227/1000}}{4+\sqrt{227/1000}} = 4,13$$

Este factor es único para todo el tramo en el diseño.

- Caudal de diseño actual:

$$Q_{\text{dis}} = \text{habitantes} * f.q.m. * F.H.$$

$$Q_{\text{dis}} = 102 * 0,002 * 4,24 = 0,87\ \text{L/s}$$

- Caudal de diseño futuro:

$$Q_{\text{dis}} = \text{habitantes} * f.q.m. * F.H.$$

$$Q_{dis}=227*0,002*4,13= 1.87 \text{ L/s}$$

- Diseño hidráulico actual:

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 6 pulgadas.

$$V_{sec \text{ llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D*0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{6*0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} *(0,0072)^{\frac{1}{2}} = 1,07 \text{ m/s}$$

$$Q_{sec \text{ llena}} = V_{sec \text{ llena}} * A * 1000 = 1,07 * \left( \frac{\pi*(6*0,0254)^2}{4} \right) * 1000 = 19,49 \text{ L/s}$$

- Relaciones de q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{0,87}{19,49} = 0,04$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,10 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,50 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 0,50 * V_{sec \text{ llena}} = 0,50 * 1,07 = 0,53 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Diseño hidráulico a futuro:

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 6 pulgadas.

$$V_{\text{sec llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D \times 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{6 \times 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \times (0,0072)^{\frac{1}{2}} = 1,07 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = V_{\text{sec llena}} \times A \times 1000 = 1,07 \times \left( \frac{\pi \times (6 \times 0,0254)^2}{4} \right) \times 1000 = 19,49 \text{ L/s}$$

- Relaciones hidráulica q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{1,87}{19,49} = 0,10$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,20 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,60 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 0,60 \times V_{\text{sec llena}} = 0,64 \times 1,07 = 0,64 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Cálculo de la cota Invert de salida:

$$CIE = \text{Cota Ini. terr.}_{PZ111} - \text{Altura de Pozo}_{PZ109} = (1\ 067,75 - 1,35) \text{ m} = 1066,40 \text{ m}$$

- Cálculo de la cota Invert de entrada:

$$CIS = CIE_{PZ111} \left( \frac{S_{\text{tubo}}}{100} \right) * \text{Dist. H} = (1066,40) \text{ m} - \left( \frac{0,72}{100} \right) * 76,66 \text{ m} = 1065,84 \text{ m}$$

- Altura de pozo:

$$HPZ109 = CT - CIS + 0,03 \text{ m} = (1068,60 - 1065,84) \text{ m} + 0,03 = 2,78 \text{ m}$$

- Volumen de excavación:

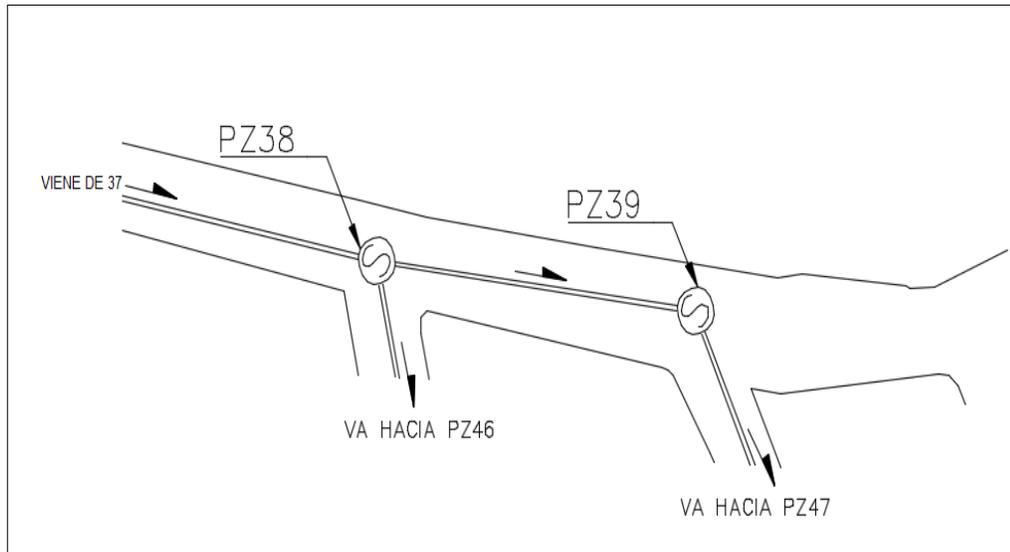
$$V = \left( \frac{H_{PZ111} + (\text{Cota Ini. terr.}_{PZ109} - CIS)}{2} \right) * \text{Dist} * H * t$$

$$V = \left( \frac{1,35 + (1068,60 - 1065,84)}{2} \right) * 76,66 * 0,60 = 94,41 \text{ m}^3$$

#### 2.8.13.1.5. Colonia Las Margaritas

Este es un ejemplo para el diseño de un tramo que se encuentra ubicado en la colonia Las Margaritas, este tramo contempla los pozos de visita número PZ38 al PZ39 en el diseño del alcantarillado sanitario para el Caserío Taltic, Colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora de San Miguel Petapa, Guatemala.

Figura 21. **Planta PZ38 y PZ39**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD CIVIL 3D

- Datos para el diseño:
  - Dotación de agua potable                    125 litros/habitante/día
  - Factor de retorno                                0,80
  - Población actual acumulada                2 064 habitantes
  - Tasa de crecimiento                            2,70 por ciento
  - Población futura acumulada                4 590 habitantes
  - Longitud del tramo                             32,20 m.
  - Cota inicial del terreno                      1 065,83 m.
  - Cota final del terreno                        1 065,65 m.
  - Período de diseño                             30 años

- Población futura:

$$P_f = P_a * (1+R)^n$$

$$P_f = P_a * (1+R)^n = 2\,064 * (1+0.027)^{30} = 4\,590 \text{ habitantes}$$

- Caudal domiciliar actual:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\,400} = \frac{125\text{L/hab/día} * 2\,064\text{hab} * 0,80}{86\,400} = 2,39 \text{ L/s}$$

- Caudal domiciliar futuro:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\,400} = \frac{125\text{L/hab/día} * 4\,590\text{hab} * 0,80}{86\,400} = 5,31 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas actual:

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(presente)}} * 0,20 = 2,39 \text{ L/s} * 0,20 = 0,48 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas futuro:

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(futuro)}} * 0,20 = 5,31 \text{ L/s} * 0,20 = 1,06 \text{ L/s}$$

- Caudal por infiltración:

$$Q_{\text{infiltración}} = \text{Diámetro de tubería} * 0,01 = 12\text{in} * 0,01 = 0,12 \text{ L/s}$$

En el diseño del tramo no se tomó en cuenta el caudal industrial ni el caudal comercial, ya que en este tramo no existen industrias ni comercios.

- Factor de caudal medio presente:

$$f.q.m. = \frac{Q_{san}}{No. \text{ hab. act}} = \frac{2,39+0,48+0,12}{2\ 064} = 0,0014$$

Como  $0,0014 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$

- Factor de caudal medio futuro:

$$f.q.m. = \frac{Q_{san}}{No. \text{ hab. fut.}} = \frac{5,31+1,06+0,12}{4590} = 0,0014$$

Como  $0,0014 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$ ,

- Pendiente del terreno:

$$S\% = \frac{(Cota \text{ Ini. terr.}) - (Cota \text{ Fi. terr.})}{\text{Longitud del tramo}} * 100$$

$$S\% = \frac{(1065,83 - 1065,65)m}{32,20m} * 100 = 0,56\%$$

- Pendiente de la tubería:

$$S\% = \frac{(Cota \text{ Ini. terr.} - \text{Altura de PZ111}) - (Cota \text{ Fi. terr.} - \text{Altura de PZ109})}{\text{Longitud del tramo}} * 100$$

$$S\% = \frac{((1\ 065,83-3,28)-(1\ 065,65-3,15))m}{32,20\ m} * 100 = 0,16\ \%$$

- Factor de Harmond actual:

$$F.H. = \frac{18+\sqrt{P}}{4+\sqrt{P}} = \frac{18+\sqrt{2064/1000}}{4+\sqrt{2\ 064/1000}} = 3,58$$

- Factor de Harmond futuro:

$$F.H. = \frac{18+\sqrt{P}}{4+\sqrt{P}} = \frac{18+\sqrt{4590/1000}}{4+\sqrt{4\ 590/1000}} = 3,28$$

Este factor es único para todo el tramo en el diseño.

- Caudal de diseño actual:

$$Q_{dis} = \text{habitantes} * f.q.m. * F.H.$$

$$Q_{dis} = 2\ 064 * 0,002 * 3,58 = 14,76\ \text{L/s}$$

- Caudal de diseño futuro:

$$Q_{dis} = \text{habitantes} * f.q.m. * F.H.$$

$$Q_{dis} = 4\ 590 * 0,002 * 3,28 = 30,10\ \text{L/s}$$

- Diseño hidráulico actual

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 12 pulgadas.

$$V_{\text{sec llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D * 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{12 * 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,0016)^{\frac{1}{2}} = 0,80 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = V_{\text{sec llena}} * A * 1000 = 0,80 * \left( \frac{\pi * (12 * 0,0254)^2}{4} \right) * 1000 = 58,29 \text{ L/s}$$

- Relaciones de q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{14,76}{58,29} = 0,25$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,30 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,80 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 0,80 * V_{\text{sec llena}} = 0,80 * 0,80 = 0,64 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Diseño hidráulico a futuro

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 12 pulgadas.

$$V_{\text{sec llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D \times 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{12 \times 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \times (0,0016)^{\frac{1}{2}} = 0,80 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = V_{\text{sec llena}} \times A \times 1000 = 0,70 \times \left( \frac{\pi \times (12 \times 0,0254)^2}{4} \right) \times 1000 = 58,29 \text{ L/s}$$

- Relaciones hidráulica q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{30,10}{58,29} = 0,52$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,50 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 1,00 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 1,00 \times V_{\text{sec llena}} = 1,00 \times 0,80 = 0,80 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Cálculo de la cota Invert de salida:

$$CIE = \text{Cota Ini. terr.}_{PZ38} - \text{Altura de Pozo}_{PZ39} = (1\ 065,83 - 3,33) \text{ m} = 1062,49 \text{ m}$$

- Cálculo de la cota Invert de entrada:

$$CIS = CIE_{PZ38} \left( \frac{S_{\text{tubo}}}{100} \right) * \text{Dist. H} = (1062,49) \text{ m} - \left( \frac{0,16}{100} \right) * 32,20 \text{ m} = 1062,44 \text{ m}$$

- Altura de pozo:

$$HPZ39 = CT - CIS + 0,03 \text{ m} = (1065,65 - 1062,49) \text{ m} + 0,03 = 3,20 \text{ m}$$

- Volumen de excavación:

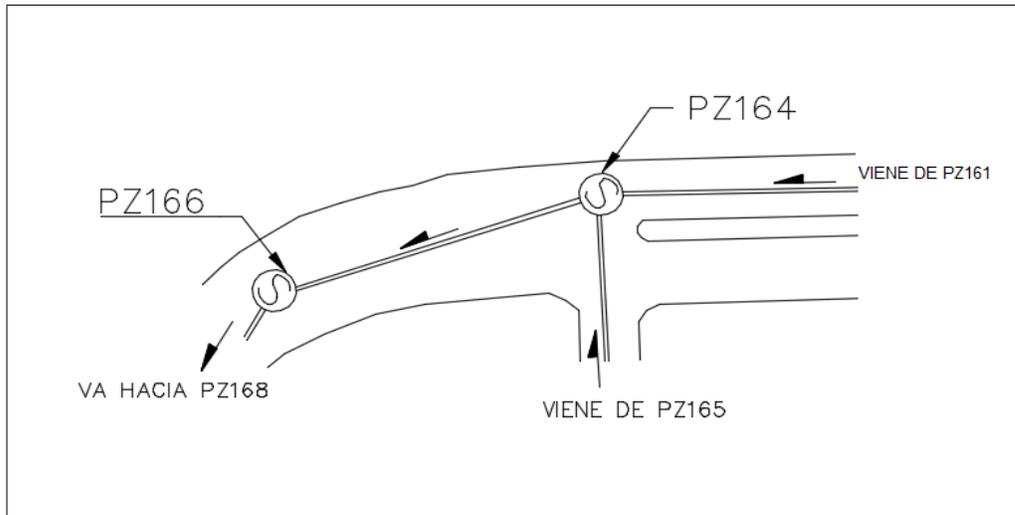
$$V = \left( \frac{H_{PZ38} + (\text{Cota Ini. terr.}_{PZ39} - CIS)}{2} \right) * \text{Dist} * H * t$$

$$V = \left( \frac{3,33 + (1065,65 - 1062,44)}{2} \right) * 32,20 * 0,75 = 78,97 \text{ m}^3$$

#### 2.8.13.1.6. Colonia Valles de María

Este es un ejemplo para el diseño de un tramo que se encuentra ubicado en la colonia Las Margaritas, este tramo contempla los pozos de visita número PZ164 al PZ166 en el diseño del alcantarillado sanitario para el caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora de San Miguel Petapa, Guatemala.

Figura 22. **Planta PZ164 y PZ166**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD CIVIL 3D.

- **Datos para el diseño:**

- Dotación de agua potable 125 litros/habitante/día
- Factor de retorno 0,80
- Población actual acumulada 3 660 habitantes
- Tasa de crecimiento 2,70 por ciento
- Población futura acumulada 8 139 habitantes
- Longitud del tramo 28,97 m.
- Cota inicial del terreno 1 063,64 m.
- Cota final del terreno 1 061,12 m.
- Período de diseño 30 años

- Población futura:

$$P_f = P_a * (1+R)^n$$

$$P_f = P_a * (1+R)^n = 3660 * (1+0.027)^{30} = 8\ 139 \text{ habitantes}$$

- Caudal domiciliar actual:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\ 400} = \frac{125\text{L/hab/día} * 3\ 660 \text{ hab} * 0,80}{86\ 400} = 4,24 \text{ L/s}$$

- Caudal domiciliar futuro:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\ 400} = \frac{125\text{L/hab/día} * 8\ 139 \text{ hab} * 0,80}{86\ 400} = 9,42 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas actual:

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(presente)}} * 0,20 = 4,24 \text{ L/s} * 0,20 = 0,85 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas futuro:

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(futuro)}} * 0,20 = 9,42 \text{ L/s} * 0,20 = 1,88 \text{ L/s}$$

- Caudal por infiltración:

$$Q_{\text{infiltración}} = \text{Diámetro de tubería} * 0,01 = 15 \text{ in} * 0,01 = 0,15 \text{ L/s}$$

En el diseño del tramo no se tomó en cuenta el caudal industrial ni el caudal comercial, ya que en este tramo no existen industrias ni comercios.

- Factor de caudal medio presente:

$$f.q.m. = \frac{Q_{san}}{No. \text{ hab. act}} = \frac{4,34+0,85+0,15}{3\ 660} = 0,0015$$

Como  $0,0015 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$

- Factor de caudal medio futuro:

$$f.q.m. = \frac{Q_{san}}{No. \text{ hab. fut.}} = \frac{9,42+1,88+0,15}{8\ 139} = 0,0014$$

Como  $0,0014 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$ ,

- Pendiente del terreno:

$$S\% = \frac{(\text{Cota Ini. terr.}) - (\text{Cota Fi. terr.})}{\text{Longitud del tramo}} * 100$$

$$S\% = \frac{(1063,64 - 1061,12)\text{m}}{28,97\text{m}} * 100 = 8,68\%$$

- Pendiente de la tubería:

$$S\% = \frac{(\text{Cota Ini. terr.} - \text{Altura de PZ164}) - (\text{Cota Fi. terr.} - \text{Altura de PZ166})}{\text{Longitud del tramo}} * 100$$

$$S\% = \frac{((1\ 063,64-5,03)-(1\ 061,12-2,55))m}{28,97\ m} *100=0,12\ \%$$

- Factor de Harmond actual:

$$F.H.=\frac{18+\sqrt{P}}{4+\sqrt{P}}=\frac{18+\sqrt{3\ 660/1000}}{4+\sqrt{3\ 660/1000}}=3,37$$

- Factor de Harmond futuro:

$$F.H.=\frac{18+\sqrt{P}}{4+\sqrt{P}}=\frac{18+\sqrt{8\ 139/1000}}{4+\sqrt{8\ 139/1000}}=3,04$$

Este factor es único para todo el tramo en el diseño.

- Caudal de diseño actual:

$$Q_{dis} = \text{habitantes} * f.q.m. * F.H.$$

$$Q_{dis} = 3\ 660 * 0,002 * 3,37 = 24,65\ \text{L/s}$$

- Caudal de diseño futuro:

$$Q_{dis} = \text{habitantes} * f.q.m. * F.H.$$

$$Q_{dis} = 8\ 139 * 0,002 * 3,04 = 49,53\ \text{L/s}$$

- Diseño hidráulico actual:

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 15 pulgadas.

$$V_{\text{sec llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D \cdot 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{15 \cdot 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot (0,0012)^{\frac{1}{2}} = 0,81 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = V_{\text{sec llena}} \cdot A \cdot 1000 = 0,81 \cdot \left( \frac{\pi \cdot (15 \cdot 0,0254)^2}{4} \right) \cdot 1000 = 91,83 \text{ L/s}$$

- Relaciones de q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{24,65}{91,83} = 0,27$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,40 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,80 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 0,80 \cdot V_{\text{sec llena}} = 0,80 \cdot 0,81 = 0,64 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Diseño hidráulico a futuro

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 8 pulgadas.

$$V_{\text{sec llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D \times 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{15 \times 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \times (0,0012)^{\frac{1}{2}} = 0,81 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = V_{\text{sec llena}} \times A \times 1000 = 0,81 \times \left( \frac{\pi \times (15 \times 0,0254)^2}{4} \right) \times 1000 = 91,83 \text{ L/s}$$

- Relaciones hidráulica q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{49,53}{91,83} = 0,54$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,50 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 1,00 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 1,00 \times V_{\text{sec llena}} = 1,00 \times 0,81 = 0,81 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Cálculo de la cota Invert de salida:

$$\text{CIE} = \text{Cota Ini. terr.}_{\text{PZ164}} - \text{Altura de Pozo}_{\text{PZ166}} = (1\ 063,64 - 5,11) \text{ m} = 1058,53 \text{ m}$$

- Cálculo de la cota Invert de entrada:

$$\text{CIS} = \text{CIE}_{\text{PZ164}} \left( \frac{S_{\text{tubo}}}{100} \right) * \text{Dist. H} = (1058,53) \text{ m} - \left( \frac{0,12}{100} \right) * 28,97 \text{ m} = 1058,49 \text{ m}$$

- Altura de pozo:

$$\text{HPZ166} = \text{CT} - \text{CIS} + 0,03 \text{ m} = (1061,12 - 1058,49) \text{ m} + 0,03 = 2,66 \text{ m}$$

Para disminuir la velocidad del fluido en el siguiente tramo fue necesario profundizar más este pozo hasta una altura de 3,88 m y disminuir la altura del siguiente pozo, en este caso el PZ168 hasta 1,93 m., ya que existe una pendiente de terreno muy prolongada, este tipo de criterio elegido ayuda a reducir la velocidad del flujo, sin embargo aumenta el tirante hidráulico en la tubería en estudio.

- Volumen de excavación:

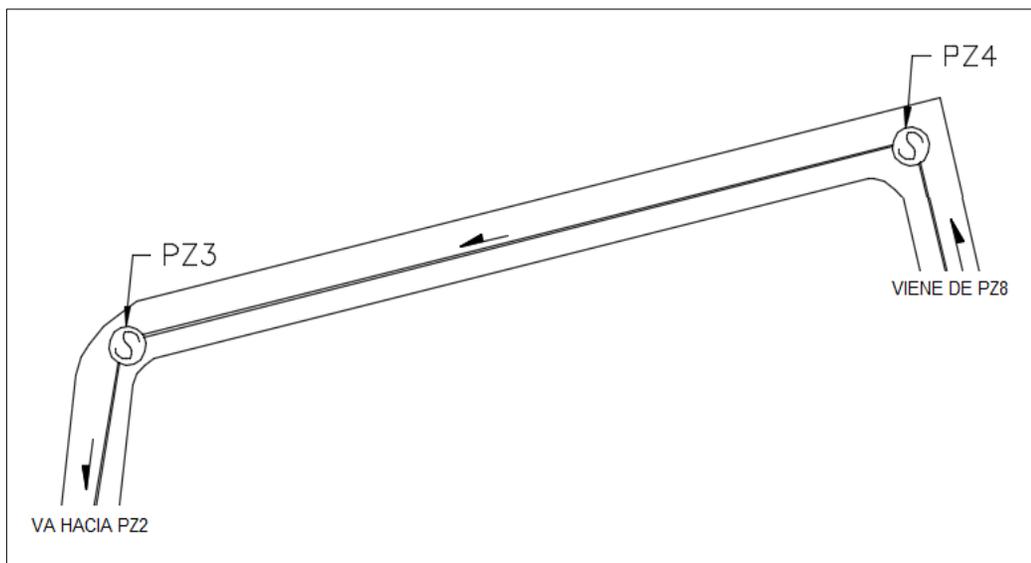
$$V = \left( \frac{H_{\text{PZ164}} + (\text{Cota Ini. terr.}_{\text{PZ166}} - \text{CIS})}{2} \right) * \text{Dist} * H * t$$

$$V = \left( \frac{5,11 + (1061,12 - 1058,49)}{2} \right) * 28,97 * 0,80 = 89,71 \text{ m}^3$$

### 2.8.13.1.7. Paraje Zamora

Este es un ejemplo para el diseño de un tramo que se encuentra ubicado en el paraje Zamora, este tramo contempla los pozos de visita número PZ4 al PZ3 en el diseño del alcantarillado sanitario para el Caserío Taltic, Colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora de San Miguel Petapa, Guatemala.

Figura 23. **Planta PZ4 y PZ3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD CIVIL 3D

- **Datos para el diseño:**

- Dotación de agua potable 125 litros/habitante/día
- Factor de retorno 0,80
- Población actual acumulada 186 habitantes
- Tasa de crecimiento 2,70 por ciento

- Población futura acumulada      414 habitantes
- Longitud del tramo                    84,03 m.
- Cota inicial del terreno            1 067,95 m.
- Cota final del terreno              1 068,98 m.
- Período de diseño                  30 años

- Población futura:

$$P_f = P_a * (1+R)^n$$

$$P_f = P_a * (1+R)^n = 186 * (1+0.027)^{30} = 414 \text{ habitantes}$$

- Caudal domiciliar actual:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\ 400} = \frac{125\text{L/hab/día} * 186 \text{ hab} * 0,80}{86\ 400} = 0,22 \text{ L/s}$$

- Caudal domiciliar futuro:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. hab} * \text{FR}}{86\ 400} = \frac{125\text{L/hab/día} * 414 \text{ hab} * 0,80}{86\ 400} = 0,48 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas actual:

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(presente)}} * 0,20 = 0,22 \text{ L/s} * 0,20 = 0,04 \text{ L/s}$$

- Caudal de conexiones ilícitas futuro:

$$Q_{\text{con-ilí}} = Q_{\text{dom(futuro)}} * 0,20 = 0,48 \text{ L/s} * 0,20 = 0,10 \text{ L/s}$$

- Caudal por infiltración:

$$Q_{\text{infiltración}} = \text{Diámetro de tubería} * 0,01 = 6 \text{ in} * 0,01 = 0,06 \text{ L/s}$$

En el diseño del tramo no se tomó en cuenta el caudal industrial ni el caudal comercial ya que en este tramo no existen industrias ni comercios.

- Factor de caudal medio presente:

$$f.q.m. = \frac{Q_{\text{san}}}{\text{No. hab. act}} = \frac{0,22+0,04+0,06}{186} = 0,0017$$

Como  $0,0017 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$

- Factor de caudal medio futuro:

$$f.q.m. = \frac{Q_{\text{san}}}{\text{No. hab. fut.}} = \frac{0,48+0,10+0,06}{414} = 0,0008$$

Como  $0,0008 < 0,002$ , se toma como  $f.q.m. = 0,002$ ,

- Pendiente del terreno:

$$S\% = \frac{(\text{Cota Ini. terr.}) - (\text{Cota Fi. terr.})}{\text{Longitud del tramo}} * 100$$

$$S\% = \frac{(1067,95 - 1068,98)\text{m}}{84,03\text{m}} * 100 = -1,22 \%$$

En este caso la pendiente del terreno va en contra del sentido del sistema, por lo cual este se debe adaptar a las condiciones del terreno, por ende, el pozo inicial de este tramo será menor mientras que el siguiente será mayor a su predecesor.

- Pendiente de la tubería:

$$S\% = \frac{(\text{Cota Ini. terr.} - \text{Altura de PZ164}) - (\text{Cota Fi. terr.} - \text{Altura de PZ166})}{\text{Longitud del tramo}} * 100$$

$$S\% = \frac{((1\ 067,95 - 2,03) - (1\ 068,98 - 3,25))\text{m}}{84,03\ \text{m}} * 100 = 0,23\%$$

- Factor de Harmond actual:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} = \frac{18 + \sqrt{186/1000}}{4 + \sqrt{186/1000}} = 4,16$$

- Factor de Harmond futuro:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} = \frac{18 + \sqrt{414/1000}}{4 + \sqrt{414/1000}} = 4,02$$

Este factor es único para todo el tramo en el diseño.

- Caudal de diseño actual:

$$Q_{\text{dis}} = \text{habitantes} * f.q.m. * F.H.$$

$$Q_{\text{dis}} = 186 * 0,002 * 4,16 = 1,55\ \text{L/s}$$

- Caudal de diseño futuro:

$$Q_{\text{dis}} = \text{habitantes} * \text{f.q.m.} * \text{F.H.}$$

$$Q_{\text{dis}} = 414 * 0,002 * 4,02 = 3,32 \text{ L/s}$$

- Diseño hidráulico actual:

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 6 pulgadas.

$$V_{\text{sec llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D * 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{6 * 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,0023)^{\frac{1}{2}} = 0,60 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = V_{\text{sec llena}} * A * 1000 = 0,60 * \left( \frac{\pi * (6 * 0,0254)^2}{4} \right) * 1000 = 11,01 \text{ L/s}$$

- Relaciones de q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{1,55}{11,03} = 0,14$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,30 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,70 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 0,70 * V_{\text{sec llena}} = 0,70 * 0,60 = 0,42 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Diseño hidráulico a futuro

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, con una tubería de diámetro de 6 pulgadas.

$$V_{\text{sec llena}} = \frac{1}{n} \left( \frac{D \times 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,009} \left( \frac{6 * 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * (0,00023)^{\frac{1}{2}} = 0,60 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = V_{\text{sec llena}} * A * 1000 = 0,60 * \left( \frac{\pi * (6 * 0,0254)^2}{4} \right) * 1000 = 11,03 \text{ L/s}$$

- Relaciones hidráulica q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{3,32}{11,03} = 0,30$$

- Relaciones de d/D y v/V

Tomando el valor de q/Q se busca un valor igual o aproximado en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V, y se obtienen los siguientes valores:

$$\frac{d}{D} = 0,40 \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,10 < \frac{d}{D} < 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,90 \rightarrow \text{despejando "v" queda}$$

$$v = 0,90 * V_{\text{sec llena}} = 0,90 * 0,60 = 0,54 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple la siguiente condición: } 0,40 < v < 4,00$$

- Cálculo de la cota Invert de salida:

$$CIE = \text{Cota Ini. terr.}_{PZ4} - \text{Altura de Pozo}_{PZ4} = (1\ 067,95 - 2,03) \text{ m} = 1065,92 \text{ m}$$

- Cálculo de la cota Invert de entrada:

$$CIS = CIE_{PZ4} \left( \frac{S_{\text{tubo}}}{100} \right) * \text{Dist. H} = (1065,92) \text{ m} - \left( \frac{0,23}{100} \right) * 84,03 \text{ m} = 1065,73 \text{ m}$$

- Altura de pozo:

$$HPZ166 = CT - CIS + 0,03 \text{ m} = (1068,98 - 1065,73) \text{ m} + 0,03 = 3,28 \text{ m}$$

- Volumen de excavación:

$$V = \left( \frac{HPZ4 + (\text{Cota Ini. terr.}_{PZ3} - CIS)}{2} \right) * \text{DistH} * t$$

$$V = \left( \frac{2,03 + (1068,98 - 1065,73)}{2} \right) * 84,03 * 0,60 = 133,22 \text{ m}^3$$

## 2.9. Desfogue

El desfogue es la descarga de las aguas residuales recolectadas por el sistema de alcantarillado sanitario de un área determinada hacia un cuerpo

receptor, y en algunos casos hacia una planta de tratamiento de aguas residuales, que posteriormente las redirige hacia el cuerpo receptor.

Uno de los criterios que se utilizan para determinar estos puntos de desfogue es elegir las partes más bajas del sistema, ya que la principal característica de los alcantarillados es funcionar por acción de la gravedad. Otro criterio es buscar un punto cercano a un cuerpo receptor, si el anterior criterio no se puede realizar es necesario encontrar un lugar con el área suficiente para la implementación del intermediario, en este caso la planta de tratamiento de aguas residuales, y la construcción de un sistema de absorción, ya sea de tipo zanja o pozo.

Este proyecto cuenta con dos sistemas de alcantarillado sanitario independientes entre sí, por lo cual tendrán dos desfogues hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales ya existentes. Estas se encuentran cercanas al Río Platanitos para que puedan realizar la descarga de las aguas ya tratadas a este cuerpo receptor.

## **2.10. Ubicación**

Las plantas de tratamiento de agua residuales existentes se encuentran ubicadas en la colonia Valles de María y en un anexo de la colonia Margaritas.

La planta de tratamiento de aguas residuales que se encuentra en la colonia Valles de María se localiza en la longitud  $90^{\circ}34'9,58''\text{O}$  y latitud  $14^{\circ}29'48''\text{N}$ . La planta de tratamiento de aguas residuales que se encuentra en el anexo de la colonia Margaritas se localiza en la longitud  $90^{\circ}34'9,58''\text{O}$  y latitud  $14^{\circ}34'7.42''\text{N}$ .

Figura 24. Ubicación de planta de tratamiento de agua del proyecto



Fuente: elaboración propia, empleando Quantum Gis y mapa de Open Street Map.

## 2.11. Propuesta de tratamiento

Para este proyecto ya se encuentran existentes dos plantas de tratamiento de aguas residuales, sin embargo estas plantas fueron construidas antes de

que el Acuerdo Gubernativo 236-2006, que es el Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, fuese aprobado.

Por ello es necesario realizar una evaluación de estos sistemas para verificar si cumplen con los parámetros mínimos requeridos por el reglamento expuesto anteriormente y si su capacidad es adecuada para el caudal que se espera tener.

Este tipo de evaluación se debe realizar antes de que la municipalidad proyecte estos sistemas de alcantarillado sanitario para ejecución y esta clase de evaluación la debe realizar un epesista de la Maestría en Ciencia en Ingeniería Sanitaria o un ingeniero con Maestría en Ingeniería Sanitaria activo.

Las plantas de tratamiento por lo general cuentan con diversidad de procesos o tratamiento que de acuerdo con el nivel de contaminación son utilizados según el criterio del diseñador. Entre estos tratamientos se encuentran el preliminar, primario, secundario y terciario.

- Tratamiento preliminar: este debe cumplir con dos objetivos: regular el caudal del fluido que ingresa en la planta de tratamiento y extraer los sólidos de gran tamaño que se encuentran flotando en el fluido, así como la arena y en algunos casos la grasa existente, esto dependerá del diseño planteado. Las estructuras encargadas de esta función son las rejillas, tamices, desgrasadores y desarenadores.
- Tratamiento primario: su función es reducir los sólidos sedimentables y también reduce un porcentaje de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Los elementos patógenos no se reducen de forma completa, ya

que con estos tratamientos solo se reduce un porcentaje de contaminación al medio ambiente.

Los elementos que son contemplados para este tipo de tratamiento son: las fosas sépticas y los tanques Imhoff.

- Las fosas sépticas son aquellas que separan las partes sólidas del agua servida por un proceso de sedimentación. El elemento que se deben contemplar de forma preliminar a la entrada de la fosa séptica son las trampas de grasas.
- Los tanques Imhoff tienen como principal ventaja sobre el tanque séptico que los lodos se separan del fluido, lo que permite una sedimentación y una digestión más completa. Cuando trabajan de forma óptima, este sistema es capaz de eliminar entre el 30% al 60% de la materia en suspensión, y entre el 25% al 40% de la DBO.
- Tratamiento secundario: busca la eliminación de sólidos transformando estos en organismos no sedimentables. Durante el proceso hay una reducción del número de patógenos en especial por los procesos aeróbicos. Con esto se reduce el daño al medio ambiente al reducir la DBO a valores comparables con los cuerpos receptores naturales, se reduce el riesgo relacionado con la salud, pero no se remueven nutrientes, en donde los cuerpos con período de retención prolongados aumentan la concentración a los valores que tienden a producir eutrofización.

- Tratamiento terciario: se busca remover los sólidos, en especial los nitratos, metales pesados y también los fosfatos, existen muchos sistemas de tratamiento de aguas residuales, entre más avanzados sean, son más complejos en su operación y mantenimiento, por ende, el costo de operación es muy elevado.

## **2.12. Administración, operación y mantenimiento**

La administración, operación y mantenimiento consisten en aplicar procesos adecuados que permitan mantener el sistema de alcantarillado sanitario en óptimas condiciones y así poder garantizar el funcionamiento óptimo del sistema durante el período de diseño planificado en este caso durante 30 años.

La responsabilidad del mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario será de la Municipalidad de San Miguel Petapa junto con los diversos COCODE y asociaciones de vecinos de estos sectores. La administración que tendrá mayor influencia en este sistema será la municipalidad, ya que a esta institución le corresponde la coordinación del personal que tendrá como principal función realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas, así como realizar las gestiones y actividades correspondientes para que las plantas de tratamiento operen ininterrumpidamente.

En cuanto a la responsabilidad de las asociaciones de vecinos y COCODE, les correspondería estar vigilantes de que sus vecinos no causen ningún daño al sistema y denunciar si en algún sector se encuentra algún desperfecto. El tiempo recomendado para realizar inspecciones al sistema es de tres meses.

A continuación se detallan las inspecciones y el mantenimiento que se deben realizar periódicamente al sistema:

- **Mantenimiento**

Existen dos clases de mantenimiento que se pueden realizar en el sistema de acuerdo con el tipo de falla detectada o por prevención, estos son el mantenimiento correctivo o preventivo.

- **Mantenimiento correctivo**

Consiste en la reparación inmediata y oportuna de cualquier falla que pueda producirse en las instalaciones y equipos. Como las fallas son variadas, como también pueden suceder en el momento inoportuno, el mantenimiento correctivo no puede planificarse, sin embargo, sí se puede estar preparado para enfrentar este tipo de situaciones que se convierten en emergencia, disponiendo de los recursos necesarios para actuar inmediatamente.

- **Mantenimiento preventivo**

Consiste en ejecutar en las instalaciones una serie de acciones de mantenimiento, sin esperar a que el sistema falle, y su principal función es evitar futuras fallas en el sistema. El mantenimiento preventivo debe planificarse de forma periódica escogiendo adecuadamente las acciones a ejecutar. Este mantenimiento es la única garantía para asegurar el buen funcionamiento de los sistemas a través del tiempo.

- Mantenimiento de sistemas de alcantarillado sanitario
  - Pozos de visita
    - ✓ Tapadera del pozo en mal estado: se debe realizar una inspección visual del elemento verificando la existencia de grietas o fracturas del concreto del cual está conformado el elemento. Si presenta daños se debe reemplazar por una nueva para garantizar el funcionamiento del sistema, la seguridad de los peatones y vehículos que transitan por las calles.
    - ✓ Deterioro de pozo: se debe realizar una inspección a las paredes de los pozos de visita para verificar si se encuentran en condiciones adecuadas, así como el brocal de arriba, los escalones y el cernido. Si las paredes del pozo prestan daños estructurales es necesario notificarlo a la entidad correspondiente para que busque la solución óptima, si solo es la capa de cernido esta debe ser reemplazada para evitar futuras filtraciones al suelo colindante a las paredes del pozo. En cuanto a daño en el brocal superior es necesario realizar trabajos de restauración y si son los escalones deteriorados deberán ser reemplazarlos por unos nuevos, ya que sin estos el operario no puede realizar las acciones de mantenimiento.
    - ✓ Obstrucción del canal: cuando se realice la inspección de los pozos de visita se deberá verificar si existen obstáculos en los canales que conectan las

tuberías para evitar obstrucciones en el paso de aguas negras, estos obstáculos se pueden dar por la acumulación de residuos y lodos que las aguas servidas transportan. Si existen estos obstáculos se deberá proceder a removerlos y extraerlos del pozo.

- Colectores principales:
  - ✓ Taponamientos en los colectores: si se tiene una acumulación de aguas servidas en los pozos de visita, se debe extraer estas aguas y verificar si hay existencia de posibles tapones en el inicio de los colectores, si no se encuentra nada se deberá realizar la prueba de reflejo de corrimiento de flujo, estas pruebas para verificar si la obstrucción se encuentra dentro del colector principal.

La prueba de reflejo consiste en colocar una linterna en el interior de un pozo de visita y verificar el reflejo de esta en el próximo pozo de visita, si no se puede verificar el reflejo de forma clara es porque existe un taponamiento parcial y si es totalmente nula la existencia del reflejo es porque existe un taponamiento total. La otra técnica que se puede utilizar es la prueba de corrimiento de flujo, esta consiste en verter una cantidad de agua al pozo de vista y verificar si en el siguiente pozo el agua está fluyendo, si el agua corre con un flujo lento significa que existe un taponamiento parcial y si no corre el agua en el siguiente pozo de visita es porque existe un taponamiento total. Para solucionar este problema se inyecta agua a presión al colector, luego se debe realizar la prueba nuevamente para verificar si se solucionó el problema, si no se solucionó el problema se inserta una guía para verificar la distancia a la que

se encuentra el taponamiento, ya con la distancia determinada el operador tiene que proseguir a excava para descubrir la tubería y realizar un corte parcial o completo para poder extraer la basura o tierra que provoque el taponamiento.

- Conexiones domiciliars
  - ✓ Tapaderas de la candela en mal estado: se debe inspeccionar el elemento y verificar posibles fracturas en este. Si se presenta fractura se debe realizar un cambio de la tapadera por una nueva para así poder evitar que se introduzca basura o tierra a la tubería para que no existan taponamientos futuros.
  - ✓ Tubería parcialmente tapada: esta puede ser provocada por basura o tierra que esté dentro de la misma, se verifica de forma visual si en la candela el agua corre libremente o no. En el caso que el agua no corra libremente, es necesario verter una cierta cantidad de agua de forma brusca para liberar el paso del agua y eliminar las obstrucciones.
  - ✓ Tubería totalmente tapada: cuando una tubería del sistema domiciliar esté totalmente tapada, ya que por alguna razón no corre el agua y se estanca en la candela, se debe verter una cierta cantidad de agua de forma brusca para que el obstáculo que origina el tapón sea despejado. Si el taponamiento continúa se introduce una grúa metálica para tratar de empujarlo y luego nuevamente se vierte agua bruscamente

para desaparecer el taponamiento. De lo contrario se tiene que proseguir a excavar para descubrir la tubería y realizar un corte parcial o completo para poder extraer la basura o tierra que provoque el taponamiento.

### **2.13. Elaboración de planos**

Los planos que se realizaron para el sistema de alcantarillado sanitario se presentan en el apéndice 1, están conformados por los planos que son requeridos por la Municipalidad de San Miguel Petapa:

- Plano de ubicación
- Planta general
- Planta general de curvas de nivel
- Planta de densidad de vivienda
- Planta hidráulica
- Plantas y perfiles
- Detalle de pozos de visita
- Detalles de conexiones domiciliarias

### **2.14. Presupuesto del proyecto**

Para la elaboración del presupuesto para el proyecto se realizaron cotizaciones de materiales cercanos a la cabecera municipal. La mano de obra no calificada se cotizó en el casco urbano del municipio y para la obra de mano calificada se utilizaron rendimientos y precios que maneja la Municipalidad de San Miguel Petapa para realizar sus planificaciones.

Tabla X. **Presupuesto de alcantarillado sanitario para el caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, Valles de Petapa, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora, San Miguel Petapa, Guatemala**

ALCANTARILLADO SANITARIO					
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
<b>TRABAJO PRELIMINARES</b>					
1	Rotulo de identificación del proyecto	unidad	1	Q3 151,57	Q3 151,57
2	<b>Trazo y replanteo topográfico</b>	m	8847,00	Q18,58	Q164 377,26
3	Demolición y extracción de carpeta de rodadura (concreto)	m2	7519,55	Q146,44	Q1 101 162,90
<b>TRABAJO PRINCIPAL</b>					
<b>POZOS DE VISITA</b>					
4	Pozo de visita h= 0-1.35 m	unidad	32,00	Q5 861,59	Q187 570,88
5	Pozo de visita h= 1.36-1.64 m	unidad	16,00	Q6 298,24	Q100 771,84
6	Pozo de visita h= 1.65-1.90 m	unidad	25,00	Q7 067,94	Q176 698,50
7	Pozo de visita h= 1.91-2.09 m	unidad	13,00	Q7 714,22	Q100 284,86
8	Pozo de visita h= 2.10-2.50 m	unidad	15,00	Q8 461,35	Q126 920,25
9	Pozo de visita h= 2.51-3.00 m	unidad	20,00	Q9 864,29	Q197 285,80
10	Pozo de visita h= 3.01-3.35m	unidad	9,00	Q11 071,94	Q99 647,46
11	Pozo de visita h= 3.50-3.70m	unidad	2,00	Q17 119,78	Q34 239,56
12	Pozo de visita h= 4.80-5.50m	unidad	2,00	Q23 268,63	Q46 537,26
13	Pozo de visita h= 6.20-6.35m	unidad	2,00	Q29 444,81	Q58 889,62
14	Pozo de visita h= 6.70-7.35m	unidad	2,00	Q33 730,66	Q67 461,32
15	Pozo de visita h= 2.30-3.10m con bajada auxiliar 6"	unidad	3,00	Q11 552,97	Q34 658,91
16	Pozo de visita h= 5.00-7.30m con disipador de energia	unidad	3,00	Q26 927,90	Q80 783,70
17	Pozo de visita h= 3.80-4.10m sin disp de enrg y tubería aux 6"	unidad	1,00	Q20 212,89	Q20 212,89
18	Pozo de visita h= 3.80-4.10m sin disp de enrg y tubería aux 12"	unidad	1,00	Q23 387,97	Q23 387,97
<b>EXCAVACIÓN</b>					
19	excavación para drenaje	m3	12561,24	Q61,00	Q766 235,64
<b>COLOCACION DE TUBERIA</b>					
20	Suministro y colocación de tubería PVC de 6" ASTM F949	ml	6456,87	Q202,99	Q1 310 679,78
21	Suministro y colocación de tubería PVC de 8" ASTM F949	ml	931,41	Q286,54	Q266 886,22
22	Suministro y colocación de tubería PVC de 10" ASTM F949	ml	158,89	Q414,68	Q65 888,51
23	Suministro y colocación de tubería PVC de 12" ASTM F949	ml	974,79	Q545,57	Q531 816,18
24	Suministro y colocación de tubería PVC de 15" ASTM F949	ml	312,33	Q776,76	Q242 605,45
25	Suministro y colocación de tubería PVC de 18" ASTM F949	ml	12,21	Q1 171,20	Q14 300,35
26	Suministro y colocación de tubería PVC de 6" ASTM F949 auxiliar	ml	549,98	Q268,54	Q147 691,63
<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>					
27	Construcción conexión domiciliar 6"	unidad	1380,00	Q1 819,29	Q2 510 620,20
28	Construcción conexión domiciliar 8"	unidad	95,00	Q2 231,97	Q212 037,15
29	Construcción conexión domiciliar 10"	unidad	28,00	Q2 415,15	Q67 624,20
30	Construcción conexión domiciliar 12"	unidad	22,00	Q2 594,84	Q57 086,48
31	Construcción conexión domiciliar 15"	unidad	22,00	Q2 808,75	Q61 792,50
<b>TRABAJOS POSTERIORES</b>					
32	Relleno Compactado	m3	11130,64	Q51,32	Q571 224,44
33	Suministro y conformación de material para base	m3	1061,64	Q318,83	Q338 482,68
34	Carpeta de rodadura t=0.15 m de 4,000 psi	m2	7519,55	Q431,63	Q3 245 663,37
<b>TOTAL</b>					<b>Q13 034 677,33</b>

Fuente: elaboración propia.

El proyecto de alcantarillado sanitario tendrá un costo de trece millones treinta y cuatro mil seiscientos setenta y siete quetzales con treinta y tres centavos.

### **2.15. Elaboración de impacto ambiental**

El impacto ambiental es el resultado de la interacción humana sobre el medio ambiente. También puede generarse por los efectos de los fenómenos naturales catastróficos que afectan un área determinada. Para verificar qué tipo de comportamiento tiene el medio ambiente luego de que el ser humano ha interactuado en este se realiza un estudio de impacto ambiental. Esta clase de estudio identifica las posibles consecuencias originadas por la relación humano versus medio ambiente, así como las medidas que deberían ser aplicadas para reducir el daño.

Entre los posibles métodos a utilizar para realizar una evaluación de impacto ambiental está la matriz de Leopold, este método es versátil ya que puede evaluar los impactos ambientales relacionados con diversas ramas de proyectos constructivos e identifica los impactos que puedan derivarse de estas actividades.

Esta evaluación, como su nombre lo indica, está basada en la configuración de una matriz. Entre las filas que constituyen esta matriz están los factores ambientales susceptibles a algún tipo de alteración, y las columnas identifican las acciones humanas que pueden alterar el medio donde se ejecutará el proyecto, y la relación entre filas y columnas puede identificar la interacción existente.

Los factores que son tomados en cuenta para la construcción de la matriz son los siguientes: fisicoquímicos, condiciones biológicas, factores culturales y relaciones ecológicas. Para la matriz ejecutada para este proyecto los parámetros utilizados están en el rango de -5 a 5, los cuales califican cada acción humana sobre cada factor ambiental. La suma de los dígitos de las columnas reflejará el impacto de las acciones que se producirán en la ejecución del proyecto, mientras que la suma de las filas refleja el impacto sobre los factores ambientales.

Tabla XI. Matriz de Leopold para sistema de alcantarillado

<b>COMPONENTES</b> PONDERACION DE IMPACTO BAJO 1 MODERA 3 ELEVADO 5 IMPACTO (-) IMPACTO (+)				Acciones del Proyecto							Resultados I V
				Modificación del regimen			Transformación del Territorio		Operación y mantenimiento		
				Alteracion cubierta terrestre	Ruido y Vibraciones	Excavacion de la zanja	drenaje pluvial	Desfogue de Aguas	Operación Alcantarillado Sanitario	Mantenimeinto Alcantarillado Sanitario	Impacto
Factores Ambientales	Fisicoquimicas	Suelos	Calidad	-1	-1	-1	-1	3	1	3	3
			5	4	3	5	5	5	5	32	
		Agua	Calidad	1	0	2	0	4	5	5	17
			3	2	3	0	5	4	5	22	
		Atmosfera	Calidad	1	-1	0	4	4	4	4	
			2	1	3	-3	4	2	5		
	inundacion		0	0	2	5	3	3	4	33	
	Procesos	compactacion	5	1	1	5	3	5	2	36	
			1	0	-2	3	3	2	2	9	
			3	2	-4	4	2	3	3	13	
	Condición biológica	Flora	Arboles	0	0	0	0	0	0	0	
			1	1	1	1	1	1	1		
		Cosechas	0	0	0	0	0	1	0	1	
		1	1	1	1	1	2	1	1	15	
	Fauna	Macro Fauna	0	-1	0	1	2	2	3	8	
			3	-3	3	2	3	3	2	13	
	Factores Culturales	Uso de terrotorio	Agricultura	0	0	0	0	1	0	0	
				1	1	1	1	1	1	1	
				2	-3	-2	5	5	5	5	18
		Zona Urbana	Culturas	5	-4	-4	5	5	5	5	24
				-2	-2	-2	4	4	4	4	
				3	3	3	5	5	4	4	
		Nivel cultura	Salud	1	0	1	3	3	3	3	
				3	4	5	5	5	5	4	
Empleo			0	0	0	0	0	0	0	24	
			2	3	3	5	4	3	3	81	
Servicios	transporte	-2	-2	0	2	0	1	1			
		5	3	5	3	3	3	1			
	Servicios publicos y privados	-2	-1	-1	3	3	3	4	9		
		4	3	4	5	1	4	4	48		
Resultados	IMPACTO		-1	-11	-3	29	35	34	38		
	IMPORTANCIA		45	21	27	43	47	49	45		

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos por la matriz demuestran que en este proyecto no será permanente el impacto ambiental, ya que solo se reflejará este impacto durante el período constructivo, en que el suelo tendrá un cambio al ser removido en los trabajos de excavación, dificultando el tránsito vehicular, lo cual generará problemas relacionados con el polvo y el ruido.

El aspecto o impacto positivo que producirá este proyecto será el manejo adecuado de las aguas residuales, ya que este sistema las transportará de forma óptima hasta una planta de tratamiento de aguas residuales, donde serán tratadas hasta que sus niveles de contaminación estén en rangos permitidos, para luego desfogarlas a un cuerpo hídrico cercano. Esto disminuirá el riesgo de contaminación de la napa freática y posibles fuentes de proliferación de enfermedades. Esta acción mejorará la calidad de vida de las personas que viven en el Caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora de San Miguel Petapa.

#### **2.15.1. Evaluación ambiental inicial**

Todo proyecto que se quiera realizar en Guatemala debe ser estudiado, analizado y planificado de acuerdo con las exigencias de este. Por ello, de acuerdo con su tipo, deberá realizar todos los procedimientos legales para poder ser ejecutado. Uno de los procesos que es indispensable es la evaluación del impacto ambiental que el proyecto pueda provocar en el ambiente donde se ejecutará, por ello el Acuerdo Ministerial No. 199-2016 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) especifica un listado taxativo donde se encuentra la clasificación de los distintos proyectos, en función del impacto ambiental que estos puedan generar.

La categoría para este proyecto de alcantarillado sanitario del caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, el Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora, es de tipo C1, que corresponde a actividades de bajo impacto ambiental, por lo cual se debe completar el formulario de Evaluación Ambiental Inicial (forma DVGA-GA-R-002) y un plan de gestión ambiental, por ser un proyecto dedicado al saneamiento ambiental. Este formulario debe ser presentado ante el Ministerio de Ambiente y Recursos

Naturales (MARN). En el apéndice 2 se muestra cómo se debe completar el formulario descrito anteriormente.

## **2.16. Evaluación socioeconómica**

Para realizar la evaluación socioeconómica para este proyecto fue necesario investigar algunos aspectos relacionados con la sociedad y la economía que tiene el municipio de San Miguel Petapa, para determinar los aspectos que se deben cumplir para que este proyecto pueda ejecutarse sin ningún problema y de dónde procederán los fondos para la ejecución, el mantenimiento y funcionamiento del proyecto a futuro.

Actualmente casi en su totalidad la población de San Miguel Petapa no paga ningún tipo de cuota de manteamiento ni de funcionamiento respecto a los sistemas de alcantarillado sanitario, la única cuota que se realiza es cuando el usuario se conecta al sistema. Por lo tanto, actualmente la municipalidad cubre estos gastos, por lo cual en la mayoría de los casos el mantenimiento que se realiza es un manteniendo correctivo.

El tipo de financiamiento para el proyecto deberá realizarlo la Municipalidad de San Miguel Petapa, trabajando de forma independiente o con una alianza con el Gobierno Central u otro tipo de entidad. El período de tiempo mínimo para la ejecución del proyecto por la magnitud de este deberá ser de un año, ya que el desembolso de los pagos parciales y el anticipo lleva un período de tiempo considerable por los procesos administrativos que se deben realizar por la magnitud del proyecto. Se realiza esta observación para que el contratista y la municipalidad no tengan problemas para la ejecución del proyecto.

Otro aspecto que es adecuado en el análisis económico de la municipalidad es el tiempo en el cual se ejecutará el proyecto, ya que si la municipalidad realiza el proyecto de forma independiente, se tendrá que hacer un análisis financiero por la magnitud del proyecto y se verificará si es necesario realizar un préstamo para ejecutarlo en un período corto de tiempo, o de lo contrario se realizará el proyecto en un período de tiempo mayor, pero con una liquidez adecuada para la inversión.

### **2.16.1. Estudio económico financiero**

Para verificar si el proyecto es rentable o no se debe realizar un estudio económico financiero, este se ejecutará mediante el análisis financiero pertinente. Las técnicas que se emplearán en el análisis financiero serán el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

#### **2.16.1.1. Valor presente neto (VPN)**

Es una técnica del análisis financiero para la toma de decisiones en inversiones, porque consiste en la determinación anticipada de si una inversión es factible o no, con el objetivo de prevenir o reducir pérdidas a futuro. Una de las ventajas de utilizar esta técnica es su fácil aplicación y la otra es que se puede observar el comportamiento de los ingresos y egresos futuros en la actualidad y con ello verificar si los ingresos van a ser mayores que los egresos.

Para el cálculo correspondiente se utiliza la siguiente expresión:

$$VP = F * \left( \frac{1}{(1+i)^n} \right)$$

$$VP=A*\left(\frac{(1+i)^n-1}{i*(1+i)^n}\right)$$

Donde:

VP = valor presente

F= valor de pago futuro

A = valor de pago constante

i = tasa de interés de cobro por la operación

n= período de duración de la operación

El valor presente neto será la diferencia entre los egresos (costos de ejecución, mantenimiento y operación del proyecto) e ingresos (costos de beneficio) en el presente:

$$VPN = VPb - VPeom$$

Donde:

VPN = valor presente

VPb= valor presente de beneficio

VPeom= valor presente de ejecución, mantenimiento y operación

Los posibles resultados que puede presentar este análisis son los siguientes:

- VPN>0; la inversión es recuperada, se obtiene rentabilidad y ganancia.
- VPN=0; la inversión es recuperada, se obtiene rentabilidad.

- VPN<0; cuando es menor que cero, se evalúa la tasa de interés y el porcentaje de ganancia.

Este análisis se realizó con los datos obtenidos en el municipio de San Miguel Petapa y del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala:

- n= 30 años.
- i = 13 % (según tasa activa del Banco de Guatemala para el año 2018).
- Ejecución de la obra = Q 13 034 677,33.
- Personal de operación = (4 personas) (Q 3 250,00 c/u) /mes.
- Personal de mantenimiento = (4 personas) (Q 3 000,00 c/u) /mes.
- Insumos, pago de servicios = Q 8 000,00/mes.
- Beneficios de salud = Q 144/habitantes/mes.
- Cantidad de beneficiados= 9282 habitantes.

$$VPN=104\ 222\ 048,13$$

El resultado demuestra que el VPN es mayor que cero, lo que indica que el proyecto es económicamente rentable. Esto indica que existe un beneficio mayor al egreso que se realizará durante 30 años relacionado con la salud, para la población del caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora.

#### **2.16.1.2. Beneficio/Costo**

El beneficio/costo es un indicador que mide el grado de bienestar que un proyecto puede brindar a una comunidad.

Para este proyecto el siguiente análisis que se debe realizar es el de beneficio/costo, para que la certeza de la decisión de realizar este proyecto sea respaldada y evitar así cualquier duda para su ejecución.

Para este proyecto se utilizará la siguiente ecuación:

$$B/C = \left( \frac{VPb}{VPeom} \right)$$

Donde:

B/C = beneficio/costo

VPb= valor presente de beneficio

VPeom= valor presente de ejecución, mantenimiento y operación

Los posibles resultados que puede presentar este análisis son los siguientes:

- B/C > 1. Indica que el beneficio a obtenerse del proyecto es mayor que el costo, lo cual significa que rentabilidad existe en la propuesta del proyecto.
- B/C < 1. Indica que el beneficio a obtenerse del proyecto es menor que el costo, lo cual significa que no existe rentabilidad en la propuesta del proyecto.

Este análisis se realizó con los datos obtenidos del VPN.

B= 120 225 004,23

$$C= 16\ 002\ 956,09$$

$$B/C = \left( \frac{120\ 225\ 004,23}{16\ 002\ 956,09} \right) = 7,51$$

De acuerdo con el análisis de beneficio/costo (B/C) de este proyecto se puede determinar que es rentable y sostenible a través del tiempo. Esto debido a que genera un beneficio relacionado con la salud a toda la población de las colonias, paraje y caserío donde se realizará el proyecto. Esta inversión es de carácter social, ya que está relacionada con la salud de los habitantes y esto a su vez mejorará su calidad de vida, ya que al tener un servicio básico de saneamiento se podrá reducir índices de morbilidad y contaminación en estos sectores, disminuyendo el uso de los servicios de salud relacionados con enfermedades gastrointestinales y otras.

### **2.16.1.3. Tasa interna de retorno (TIR)**

La tasa interna de retorno (TIR) es aquella tasa de interés que equilibra los ingresos con los egresos, esto es para analizar las alternativas de inversión que el proyecto ofrece. Esto quiere decir que hace que el VPN sea igual a cero.

Este proyecto, que tiene un fin social, no contempla ningún tipo de utilidad, por lo que el valor de la TIR que se procede a tomar como referencia es del 4,5%. El porcentaje indicado es el costo que el estado debe invertir para la ejecución del proyecto. Este valor se calcula tomando la tasa libre de riesgo del país, que es inversión en títulos públicos, estas se pagan actualmente con esta cantidad y es el esfuerzo que el Estado realiza para captar esos fondos que serán invertidos en obras públicas.

## CONCLUSIONES

1. El diseño de alcantarillado sanitario para caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora, se desarrolló con el fin de crear un sistema que permitiera la conducción de aguas servidas, conectarlo a una planta de tratamiento de agua y desfogar esta en el cuerpo hídrico más cercano a las comunidades.
2. Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se tomaron los criterios de las normas generales para el diseño de alcantarillados de INFOM 2001 y también las especificaciones técnicas del fabricante de los materiales, con el fin de garantizar la calidad del proyecto en la fase de diseño y ejecución.
3. El proyecto cubrirá una necesidad básica por medio de la administración del gobierno local, pero este tipo de proyectos no permiten generar ningún tipo de ingreso económico constante. De acuerdo con estas condiciones, se determina que el proyecto no es sostenible a través del tiempo; sin embargo, al tener un alto impacto en el área de salud y con el medio ambiente de varias comunidades, el proyecto es validado bajo el análisis beneficio/costo.
4. La evaluación de impacto ambiental en la fase de construcción de este proyecto tiene un impacto negativo debido a que, en esta etapa, diversidad de componentes del medio ambiente serán alterados. Sin

embargo, el proyecto contempla las medidas de mitigación apropiadas para evitar impactos negativos considerables.

## RECOMENDACIONES

1. Para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario se deben seguir las especificaciones técnicas plasmadas en los planos finales, para que los materiales sean de la calidad adecuada y la ejecución de la construcción produzca resultados óptimos.
2. La Dirección Municipal de Planificación debe actualizar el presupuesto del proyecto, ya que la inflación del país puede alterar los precios de materiales, combustible, equipo y mano de obra, pues este factor puede poner en riesgo la adecuada ejecución del proyecto.
3. Para la ejecución del alcantarillado sanitario es de suma importancia la supervisión topográfica constante de las pendientes y las cotas Invert de entrada y salida de las tuberías, para evitar cualquier error en el funcionamiento del sistema.
4. Realizar el mantenimiento preventivo de forma constante en todo el sistema, luego de la ejecución del proyecto, durante el tiempo de diseño (30 años), para evitar mantenimientos correctivos que pongan en riesgo el funcionamiento del sistema, debido a que es un servicio de saneamiento que beneficia a más de una comunidad.
5. Es de suma importancia que la municipalidad llegue a convenios con los pobladores de las colonias privadas que aún no han sido entregadas a esta institución y que se encuentran contempladas dentro de este diseño, y que estas colonias se comprometan a ceder los derechos de

las calles o a ser entregadas en su totalidad para que la municipalidad pueda administrarlas y así realizar inversiones públicas necesarias para ejecutar el diseño.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniería sanitaria*  
2. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería.  
Universidad de San Carlos de Guatemala, 1989. 131 p.
2. CASTRO ALPÍREZ, José Alejandro. *Diseño del edificio municipal para el Centro de Atención Integral (CAI) para el sector 8 Villa Hermosa y diseño del sistema de alcantarillado sanitario para las colonias Santa Inés y Portal de Santa Inés, San Miguel Petapa, Guatemala.*  
Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería.  
Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018.18 p.
3. GALICIA GARCÍA, José Manuel. *Diseño de sistemas de alcantarillado sanitario en el Caserío El Cerro zona 4 y Colonia Los Álamos zona 7, San Miguel Petapa, Guatemala.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017. 20 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados.* Guatemala: INFOM, 2008. 31 p.
5. Mancomunidad Gran Ciudad del Sur (MGCS). *Monografía del Municipio de San Miguel Petapa.* Guatemala, 2015. 8 p.
6. MCGHEE, Terence J. *Abastecimiento de agua y alcantarillado: ingeniería ambiental.* 6a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2000. 600 p.

7. PABLO GAITÁN, Pedro. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el Caserío el Chajil, Aldea El Durazno y localización predial y uso de suelo del Barrio Ingenio, Amatitlán, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018. 12 p.

## APÉNDICES

- Apéndice 1. **Cronograma físico-financiero del proyecto sistema de alcantarillado sanitario para caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora de San Miguel Petapa, Guatemala**

Fuente: elaboración propia.





AMATI TLAX • MIXICO • SAN MIGUEL PETAPA  
SANTA CRISTINA PINOLA • VILLA CANALES • VILLANUEVA

## CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCIERO



PROYECTO: CONSTRUCCION ALCANTARILLADO SANITARIO  
UBICACION: CASERÍO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARA

NO.	REGLONES	MONTO	DURACIÓN	Tiempo Estimado																																																		
				mes 1				mes 2				mes 3				mes 4				mes 5				mes 6				mes 7				mes 8				mes 9				mes 10				mes 11				mes 12						
				S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4			
1	ROTULO DE IDENTIFICACION DEL PROYECTO	Q3,151.57	12 meses	[Gantt chart bars showing cumulative progress]																																																		
2	TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRAFICO	Q164,377.26																																																				
3	DEMOLICION Y EXTRACCION DE CARPETA DE RODADURA (CONCRETO)	Q1,101,162.90																																																				
4	POZOS DE VISITA	Q1,355,350.82																																																				
5	EXCAVACION PARA DERENAJE	Q766,235.64																																																				
6	COLOCACION DE TUBERIA	Q2,579,868.12																																																				
7	CONEXIONES DOMICILIARES	Q2,909,160.53																																																				
8	RELLENO Y COMPACTACION	Q571,224.44																																																				
9	COLOCACION Y CONFORMACION DE BASE	Q338,482.68																																																				
10	COLOCACION DE CARPETA DE RODADURA DE CONCRETO (t=15cm)	Q3,245,683.37																																																				
<b>TOTAL</b>		<b>Q13,034,677.33</b>	Q	Q217,581.69	Q326,148.98	Q883,481.93	Q1,559,894.92	Q1,793,079.20	Q1,793,079.20	Q1,642,920.63	Q1,592,867.77	Q1,442,273.23	Q935,138.46	Q466,368.56	Q381,842.75	Q	Q217,581.69	Q543,730.67	Q1,427,212.60	Q2,987,107.52	Q4,780,186.72	Q6,573,265.92	Q8,216,186.55	Q9,809,054.32	Q11,251,327.55	Q12,186,466.01	Q12,652,834.57	Q13,034,677.32	%	1.67%	2.50%	6.78%	11.97%	13.76%	13.76%	12.60%	12.22%	11.06%	7.17%	3.58%	2.93%	%	1.67%	4.17%	10.95%	22.92%	36.67%	50.43%	63.03%	75.25%	86.32%	93.49%	97.07%	100.00%

Apéndice 2.

**Evaluación ambiental inicial del proyecto sistema de alcantarillado sanitario para caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora de San Miguel Petapa, Guatemala**

FORMATO DVGA-GA-002	
 <p>                     GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE  <b>GUATEMALA</b>                      MINISTERIO DE AMBIENTE                      Y RECURSOS NATURALES                 </p> <p>                     DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES                      VENTANILLA AMBIENTAL-DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-                 </p>	
<p><b>EVALUACION AMBIENTAL INICIAL</b></p> <p><b>ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL</b></p> <p>(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)</p>	
<p><b>INSTRUCCIONES</b></p> <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"> <li>• Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y <u>debe</u> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera.</li> <li>• Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información.</li> <li>• La información <u>debe</u> ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir.</li> <li>• 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: <a href="mailto:vnica@marn.gob.gt">vnica@marn.gob.gt</a></li> <li>• 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).</li> <li>• Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.</li> </ul>	<p><b>PARA USO INTERNO DEL MARN</b></p> <p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>sección E, división 36, grupo 360, categoría b1, división 37, grupo 370 y numeral 551</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
<p><b>I. INFORMACION LEGAL</b></p> <p>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar):</p> <p style="text-align: center;">ALCANTARILLADO SANITARIO</p> <p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.                  El proyecto consiste en la instalación de 8846.5 metros de tubería PVC con norma ASTM F-949 de distintos diámetros, 146 pozos de visita hechos con mampostería simple y reforzado con diámetro de 1.20 m, 1547 conexiones domiciliarias para satisfacer a toda la población del caserío.</p> <p>I.2. Información legal:</p> <p>A) Persona Individual:</p> <p>A.1. Representante Legal: LUIS ALBERTO REYES NORIEGA</p> <p>A.2. No. de CUI del Documento Personal de Identificación (DPI):</p> <p>B) De la empresa:</p> <p>Razón social: Organización Gubernamental                  Nombre Comercial: Municipalidad de San Miguel Petapa                  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. _____</p> <p>C) De la Propiedad:</p> <p>No. De Finca _____      Folio No. _____      Libro No. _____ de _____                  dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p> <p>D) De la Empresa y/o persona individual:                  Número de Identificación Tributaria (NIT): 672030-7</p>	
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500	
www.marn.gob.gt      Regístrate en    	

Continuación del apéndice 2.



DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES  
VENTANILLA AMBIENTAL-DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

FORMATO DVGA-GA-002

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN								
<p>I.3 Teléfono: 6662-1111 Correo electrónico: <a href="mailto:dmp@munisanmiguelpetapa.gob.gt">dmp@munisanmiguelpetapa.gob.gt</a></p> <p>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; <b>OBLIGATORIAMENTE</b> indicar el municipio y departamento)</p> <p>MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERÍO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p> <p>Especificar Coordenadas Geográficas</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Coordenadas Geográficas Datum WGS84</th> </tr> <tr> <th>Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator) Datum WGS84</th> <th>Coordenadas Geográficas Datum WGS84</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Inicio: 761901.40 m E , 1604777.42 m N</td> <td>Inicio: 14°30'11.75"N , 90°34'12.14"O</td> </tr> <tr> <td>Fin: 761990.52 m E , 1603974.87 m N</td> <td>Fin: 14°29'45.62"N , 90°34'9.45"O</td> </tr> </tbody> </table>			Coordenadas Geográficas Datum WGS84		Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator) Datum WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84	Inicio: 761901.40 m E , 1604777.42 m N	Inicio: 14°30'11.75"N , 90°34'12.14"O	Fin: 761990.52 m E , 1603974.87 m N	Fin: 14°29'45.62"N , 90°34'9.45"O
Coordenadas Geográficas Datum WGS84										
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator) Datum WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84									
Inicio: 761901.40 m E , 1604777.42 m N	Inicio: 14°30'11.75"N , 90°34'12.14"O									
Fin: 761990.52 m E , 1603974.87 m N	Fin: 14°29'45.62"N , 90°34'9.45"O									
<p>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; <b>OBLIGATORIAMENTE</b> indicar el municipio y departamento)</p> <p style="text-align: center;">1a. calle 1-56 zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala.</p> <p>I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo</p> <p style="text-align: center;">MSc. Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa</p>										
<p><b>II. INFORMACION GENERAL</b></p> <p>Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>II.1 Etapa de Construcción</th> <th>Operación</th> <th>Abandono</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades a realizar                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trazo y estaqueo</li> <li>2. Zanjeo</li> <li>3. Retiro de material</li> <li>4. Colocación de tubería</li> <li>5. Colocación y fundición de pozos de visita</li> <li>6. Colocación de conexiones domiciliarias</li> <li>7. Relleno lateral, inicial y final en tubería</li> <li>8. Compactación</li> <li>9. Retiro de material sobrante</li> </ol> </li> <li>• Insumos necesarios                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agua potable</li> <li>2. Energía eléctrica</li> <li>3. Combustibles</li> <li>4. Aceites</li> <li>5. Refrigerantes</li> </ol> </li> <li>• Maquinaria                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retroexcavadora</li> <li>2. Camiones de volteo</li> <li>3. Compactadores de mano</li> <li>4. Rodos vibratorios</li> </ol> </li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades o procesos                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pruebas de estanqueidad</li> <li>2. Limpieza de candela y pozos de visita</li> <li>3. Mantenimiento de pozos</li> <li>4. Prohibir destape de tapadera de pozos</li> <li>5. Prohibir conexión de agua pluvial</li> </ol> </li> <li>• Materia prima e insumos                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agua potable</li> <li>2. Energía eléctrica</li> </ol> </li> <li>• Maquinaria                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Camiones</li> </ol> </li> <li>• Productos y Subproductos (bienes y servicios)                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bomba de agua potable</li> <li>2. Servicio de limpieza municipal</li> </ol> </li> <li>• Horario de Trabajo                             <ol style="list-style-type: none"> <li>8 horas</li> </ol> </li> <li>• Otros de relevancia</li> </ul> </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones a tomar en caso de cierre                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrega de planos hidráulicos al caserío.</li> <li>2. Reunión con autoridades locales y municipales.</li> <li>3. Diseño de nuevo sistema para el manejo de aguas residuales ordinarias.</li> </ol> </li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>			II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades a realizar                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trazo y estaqueo</li> <li>2. Zanjeo</li> <li>3. Retiro de material</li> <li>4. Colocación de tubería</li> <li>5. Colocación y fundición de pozos de visita</li> <li>6. Colocación de conexiones domiciliarias</li> <li>7. Relleno lateral, inicial y final en tubería</li> <li>8. Compactación</li> <li>9. Retiro de material sobrante</li> </ol> </li> <li>• Insumos necesarios                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agua potable</li> <li>2. Energía eléctrica</li> <li>3. Combustibles</li> <li>4. Aceites</li> <li>5. Refrigerantes</li> </ol> </li> <li>• Maquinaria                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retroexcavadora</li> <li>2. Camiones de volteo</li> <li>3. Compactadores de mano</li> <li>4. Rodos vibratorios</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades o procesos                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pruebas de estanqueidad</li> <li>2. Limpieza de candela y pozos de visita</li> <li>3. Mantenimiento de pozos</li> <li>4. Prohibir destape de tapadera de pozos</li> <li>5. Prohibir conexión de agua pluvial</li> </ol> </li> <li>• Materia prima e insumos                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agua potable</li> <li>2. Energía eléctrica</li> </ol> </li> <li>• Maquinaria                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Camiones</li> </ol> </li> <li>• Productos y Subproductos (bienes y servicios)                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bomba de agua potable</li> <li>2. Servicio de limpieza municipal</li> </ol> </li> <li>• Horario de Trabajo                             <ol style="list-style-type: none"> <li>8 horas</li> </ol> </li> <li>• Otros de relevancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones a tomar en caso de cierre                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrega de planos hidráulicos al caserío.</li> <li>2. Reunión con autoridades locales y municipales.</li> <li>3. Diseño de nuevo sistema para el manejo de aguas residuales ordinarias.</li> </ol> </li> </ul>		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono								
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades a realizar                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trazo y estaqueo</li> <li>2. Zanjeo</li> <li>3. Retiro de material</li> <li>4. Colocación de tubería</li> <li>5. Colocación y fundición de pozos de visita</li> <li>6. Colocación de conexiones domiciliarias</li> <li>7. Relleno lateral, inicial y final en tubería</li> <li>8. Compactación</li> <li>9. Retiro de material sobrante</li> </ol> </li> <li>• Insumos necesarios                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agua potable</li> <li>2. Energía eléctrica</li> <li>3. Combustibles</li> <li>4. Aceites</li> <li>5. Refrigerantes</li> </ol> </li> <li>• Maquinaria                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retroexcavadora</li> <li>2. Camiones de volteo</li> <li>3. Compactadores de mano</li> <li>4. Rodos vibratorios</li> </ol> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades o procesos                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pruebas de estanqueidad</li> <li>2. Limpieza de candela y pozos de visita</li> <li>3. Mantenimiento de pozos</li> <li>4. Prohibir destape de tapadera de pozos</li> <li>5. Prohibir conexión de agua pluvial</li> </ol> </li> <li>• Materia prima e insumos                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Agua potable</li> <li>2. Energía eléctrica</li> </ol> </li> <li>• Maquinaria                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Camiones</li> </ol> </li> <li>• Productos y Subproductos (bienes y servicios)                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bomba de agua potable</li> <li>2. Servicio de limpieza municipal</li> </ol> </li> <li>• Horario de Trabajo                             <ol style="list-style-type: none"> <li>8 horas</li> </ol> </li> <li>• Otros de relevancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones a tomar en caso de cierre                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entrega de planos hidráulicos al caserío.</li> <li>2. Reunión con autoridades locales y municipales.</li> <li>3. Diseño de nuevo sistema para el manejo de aguas residuales ordinarias.</li> </ol> </li> </ul>								

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

Continuación del apéndice 2.

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------



**GUATEMALA**  
MINISTERIO DE AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES**  
**VENTANILLA AMBIENTAL-DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-**

<p>5. Compactadores vibratorios 6. Equipo de laboratorio • Otros de relevancia 1. Inodoros portátiles 2. Bodegas</p>		
--	--	--

**II.3 Área**

a) Área total de terreno en metros cuadrados: 341,846

b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 66348.75  
Área total de construcción en metros cuadrados: 7961.85

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN															
<p><b>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</b></p> <p>NORTE ViviendasSUR Río Platanitos ESTE ViviendasOESTE Viviendas Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">DESCRIPCION</th> <th style="width: 30%;">DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th style="width: 40%;">DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Vivienda</td> <td style="text-align: center;">NORTE</td> <td style="text-align: center;">2 metros</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">vivienda</td> <td style="text-align: center;">ESTE</td> <td style="text-align: center;">2 metros</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">vivienda</td> <td style="text-align: center;">OESTE</td> <td style="text-align: center;">2 metros</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Río Platanitos</td> <td style="text-align: center;">SUR</td> <td style="text-align: center;">60 metros</td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO	Vivienda	NORTE	2 metros	vivienda	ESTE	2 metros	vivienda	OESTE	2 metros	Río Platanitos	SUR	60 metros
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO														
Vivienda	NORTE	2 metros														
vivienda	ESTE	2 metros														
vivienda	OESTE	2 metros														
Río Platanitos	SUR	60 metros														
<p><b>II.5 Dirección del viento:</b> Noreste</p>																
<p><b>II.6 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</b></p> <p>a) inundación ( x )                      b) explosión ( )                      c) deslizamientos ( )</p>																

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

www.mam.gob.gt
Síguenos en

Continuación del apéndice 2.

FORMATO DVGA-GA-002



**GUATEMALA**  
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE  
MINISTERIO DE AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES**  
**VENTANILLA AMBIENTAL-DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-**

d) derrame de combustible ( )    e) fuga de combustible ( )    d) Incendio ( )    e) Otro ( )

**Detalle la información:** El proyecto esta ubicado en un conjunto de colonias un paraje y un caserío, una de estas colonias esta colindante al Río Platanitos a una distancia de 60m y la colonia se encuentra a una altura de 6 metros sobre la rivera del río, sin embargo, en época lluviosa la crecida del río llega a los 7.5 metros sobre la rivera del río, por lo cual una calle de esta colonia ha quedado deshabilitada.

**II.7 Datos laborales**

a) Jornada de trabajo: Diurna (X)    Nocturna ( )    Mixta ( )    Horas Extras \_\_\_\_\_

b) Número de empleados por jornada    35-75    Total empleados    75

**II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...**  
SI

**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	150 lt/hora	Municipalidad	Riego		Pipas
	Pozo	No					
	Agua especial	Si	100 lt/hr	Privado	Beber		Botellas
	Superficial	No					
Combustible	Otro						
	Gasolina	Si	40 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Diesel	Si	75 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	Si	6 botes/día	Privado	Tubería		Cajas
	No solubles						
Refrigerantes		Si	20 Gal/día	Privado	Maquinaria		Galones
Otros							

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

www.marn.gob.gt    Síguenos en

Continuación del apéndice 2.

	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">FORMATO</td> <td style="padding: 2px;">DVGA-GA-002</td> </tr> </table>	FORMATO	DVGA-GA-002	
FORMATO	DVGA-GA-002			
 <p style="font-size: small;">GUBIERNADO DE LA REPUBLICA DE <b>GUATEMALA</b> MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	<p><b>DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES</b> <b>VENTANILLA AMBIENTAL-DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</b></p>			
<p><b>NOTA:</b> 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><b>III. IMPACTO AL AIRE</b> <b>GASES Y PARTICULAS</b></p> <p><b>III.1</b> Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases u 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 style="padding-left: 40px;">Si, generados por el movimiento de suelo al momento de excavación y del transporte del mismo hasta su disposición final.</p> <p><b>MITIGACION</b> <b>III.2</b> ¿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 style="padding-left: 40px;">Constante riego al suelo para evitar partículas en el aire y protección de los camiones de volteo con lonas a la hora del transporte.</p>				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 60%;">INSTRUCCIONES</th> <th style="width: 40%;">PARA USO INTERNO DEL MARN</th> </tr> </table>		INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN	
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN			
<p><b>RUIDO Y VIBRACIONES</b></p> <p><b>III.3</b> Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p style="padding-left: 40px;">No</p> <p><b>III.4</b> En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p style="padding-left: 40px;">Maquinaria, equipo, vehículos</p> <p><b>III.5</b> ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p style="padding-left: 40px;">Se generarán ruidos no mayores a los 70 Db, por lo que es recomendado la utilización de protección para los oídos de los trabajadores con sentido del oído muy fino.</p>				
<p><b>OLORES</b></p> <p><b>III.6</b> 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:</p> <p style="padding-left: 40px;">No</p> <p><b>III.7</b> Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <p style="padding-left: 40px;">No aplica</p>				
<p><b>IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA</b> <b>AGUAS RESIDUALES</b></p> <p><b>CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES</b></p> <p><b>IV.1</b> 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>7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500</p>				
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="font-size: x-small;">www.mamr.gob.gt</td> <td style="font-size: x-small;">Síguenos en:</td> <td style="text-align: right;">     </td> </tr> </table>		www.mamr.gob.gt	Síguenos en:	   
www.mamr.gob.gt	Síguenos en:	   		

Continuación del apéndice 2.

 <b>GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA</b> MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	FORMATO DVGA-GA-002  <b>DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES</b> <b>VENTANILLA AMBIENTAL-DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</b>
--	--

<p>a) <b>Ordinarias</b> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <b>Especiales</b> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) <b>Mezcla</b> 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>No aplica, ya que se utilizarán inodoros portátiles los cuales serán limpiados tres veces por semana durante la ejecución del proyecto a cargo de un servicio privado.</p>	
<p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios</p> <p style="text-align: center;">6 inodoros portátiles</p>	

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<b>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b>	
<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) <b>sistema de tratamiento</b></p> <p>b) Capacidad</p> <p>c) Operación y mantenimiento</p> <p>d) Caudal a tratar</p> <p>e) Etc.</p>	
<b>DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES</b>	
<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 style="text-align: center;">Río Platanitos</p>	
<b>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</b>	
<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 style="text-align: center;">No aplica, ya que el proyecto esta referido a la construcción de un sistema</p>	
<b>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</b>	
<b>DESECHOS SÓLIDOS</b>	
<b>VOLUMEN DE DESECHOS</b>	
<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 style="text-align: center;">Plástico, papel, orgánicos.</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 style="text-align: center;">No aplica.</p>	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

Continuación del apéndice 2.

 <p><b>GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA</b> MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">FORMATO</td> <td style="padding: 2px;">DVGA-GA-002</td> </tr> </table> <p><b>DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES</b> <b>VENTANILLA AMBIENTAL-DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</b></p>	FORMATO	DVGA-GA-002
FORMATO	DVGA-GA-002		
<p><b>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado</b></p> <p style="text-align: center;">No aplica.</p> <p><b>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</b></p> <p style="text-align: center;">Servicio recolector de basura municipal.</p> <p><b>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?</b></p> <p style="text-align: center;">No</p> <p><b>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</b></p> <p style="text-align: center;">Basurero municipal.</p>			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"><b>INSTRUCCIONES</b></td> <td style="width: 40%;"><b>PARA USO INTERNO DEL MARN</b></td> </tr> </table>		<b>INSTRUCCIONES</b>	<b>PARA USO INTERNO DEL MARN</b>
<b>INSTRUCCIONES</b>	<b>PARA USO INTERNO DEL MARN</b>		
<p><b>VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA</b></p> <p><b>CONSUMO</b></p> <p><b>VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) 247 kW/h</b></p> <p><b>VI.2 Forma de suministro de energía</b></p> <p style="margin-left: 20px;">a) Sistema público</p> <p style="margin-left: 20px;">b) Sistema privado</p> <p style="margin-left: 40px;">Empresa Eléctrica de Guatemala EEGSA</p> <p style="margin-left: 20px;">c) generación propia</p> <p><b>VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?</b></p> <p style="text-align: center;">No aplica</p> <p><b>VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?</b></p> <p style="text-align: center;">Utilizar la energía eléctrica solamente en horarios de trabajo</p>			
<p><b>VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)</b></p> <p><b>VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bosques</li> <li>- Animales</li> <li>- Otros _____</li> </ul> <p style="text-align: center;">No aplica</p> <p>Especificar información _____</p> <p>_____</p> <p><b>VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?</b></p> <p style="text-align: center;">No</p>			
<p>7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500</p> <p style="font-size: small;">www.marn.gob.gt      Siguenos en:    </p>			

Continuación del apéndice 2.

 <b>GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE</b> <b>GUATEMALA</b> MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	<b>FORMATO</b> DVGA-GA-002
<b>DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES</b> <b>VENTANILLA AMBIENTAL-DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</b>	
<b>VII.3</b> Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI ( ) NO (X) Por qué? <p style="text-align: center;">Las actividades se encuentran en área de paso de vehículos.</p>	
<b>VIII. TRANSPORTE</b> <b>VIII.1</b> En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Número de vehículos: 6 vehículos</li> <li>b) Tipo de vehículo: Picop doble cabina y tracción.</li> <li>c) sitio para estacionamiento y área que ocupa: calles aledañas al proyecto 36 m2.</li> <li>d) Horario de circulación vehicular: 5:00 am a 21:00</li> <li>e) Vías alternas: No aplica</li> </ul>	
<b>IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS</b> <b>ASPECTOS CULTURALES</b> <b>IX.1</b> En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? <p style="text-align: center;">No</p>	
<b>INSTRUCCIONES</b> PARA USO INTERNO DEL MARN	
<b>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</b> <b>IX.2</b> Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico.</li> <li>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico.</li> <li>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico.</li> </ul> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p> <p>La actividad del proyecto se efectuara en casco urbano del municipio, y el recurso natural mas cercano es el Rio Platanitos ubicado a una distancia aproximada 60 metros del proyecto</p>	
<b>ASPECTOS SOCIAL</b> <b>IX.3.</b> En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI ( ) NO ( X ) <b>IX.4</b> Qué tipo de molestias? <p style="text-align: center;">No aplica</p> <b>IX.5</b> Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
<b>PAISAJE</b> <b>IX.6</b> Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explique por qué? <p style="text-align: center;">Si se verá afectado el paisaje en la zona, esto ocurrirá solamente en su fase de construcción.</p>	
<b>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</b> <b>X.1</b> Efectos en la salud humana de la población circunvecina: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</li> <li>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</li> <li>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</li> </ul> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500	

Continuación del apéndice 2.

 <b>GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA</b> MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	<b>DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL-DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</b>
<b>FORMATO</b> DVGA-GA-002	
<b>X.3 riesgos ocupacionales:</b>	
<input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores	
<input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores	
<input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores	
<input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores	
Ampliar información:	
<b>Equipo de protección personal</b>	
X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores?    SI ( X )    NO ( )	
X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:	
Casco protector, lentes de protección, botas punta de acero y chalecos reflectivos	
X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?	
Se propone realizar charlas con la población para que conozcan los tiempos en los cuales no deben de estar expuestos a la actividad ya que pueden tener problemas respiratorios, por esto es por lo que se dará a conocer el uso de mascarillas. Para evitar las molestias de la población se realizarán las actividades solamente en los horarios del día, 8 horas al día.	
A los trabajadores se les proveerá información sobre seguridad industrial a cargo de personal competente en el área, así como equipo de protección proporcionada.	

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

Fuente: elaboración propia con base en formulario DVGA-GA-R-002 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).



Apéndice 3. **Diseño hidráulico del proyecto sistema de alcantarillado sanitario para caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora de San Miguel Petapa, Guatemala**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.







Apéndice 4.

**Juego de planos del proyecto sistema de alcantarillado sanitario para caserío Taltic, colonias Luisa Alejandra I y II, San José, El Rosario, Las Margaritas, Valles de María y Paraje Zamora de San Miguel Petapa, Guatemala**

Fuente: elaboración propia.





# PLANTA DE UBICACION

SIN ESCALA

	<p>MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTI, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
<p>PLANO:</p>	<p>PLANTA DE UBICACION</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2018</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p>	<p>DISEÑO Y CÁLCULO SUPERVISORA DE EPS HECTOR DAVID SECAY PORS</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>
<p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRAFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS</p>	<p>SUPERVISORA: I Practicas de Ingenieria y EPS INGA: MAYRA GRACIA</p>	<p>FECHA: ENERO 2019</p>
<p>FIRMA EPESISTA:</p>	<p>FIRMA SUPERVISORA: <i>[Signature]</i></p>	<p>44</p>



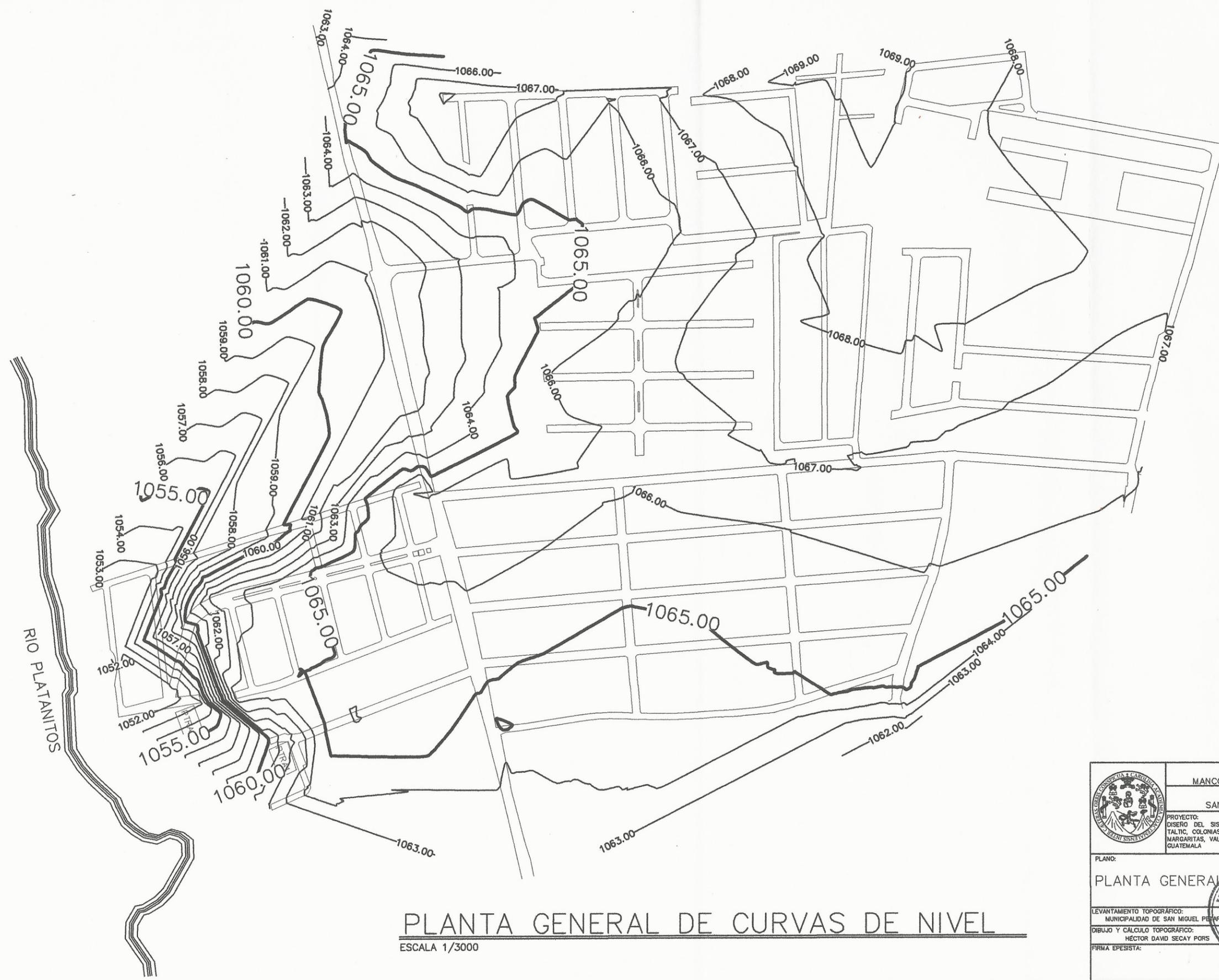
SIMBOLOGÍA	
⊙	POZO DE VISITA
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECIÓN DE FLUJO
==	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMINETO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

# PLANTA GENERAL

ESCALA 1/3000

	<b>MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</b> MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO:  <b>PLANTA GENERAL</b>	PROGRAMA: EPS USAC 2018	ESCALA: INDICADA
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	FECHA: ENERO 2019	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS	DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019
FIRMA EPESISTA:	FIRMA SUPERVISORA: 	



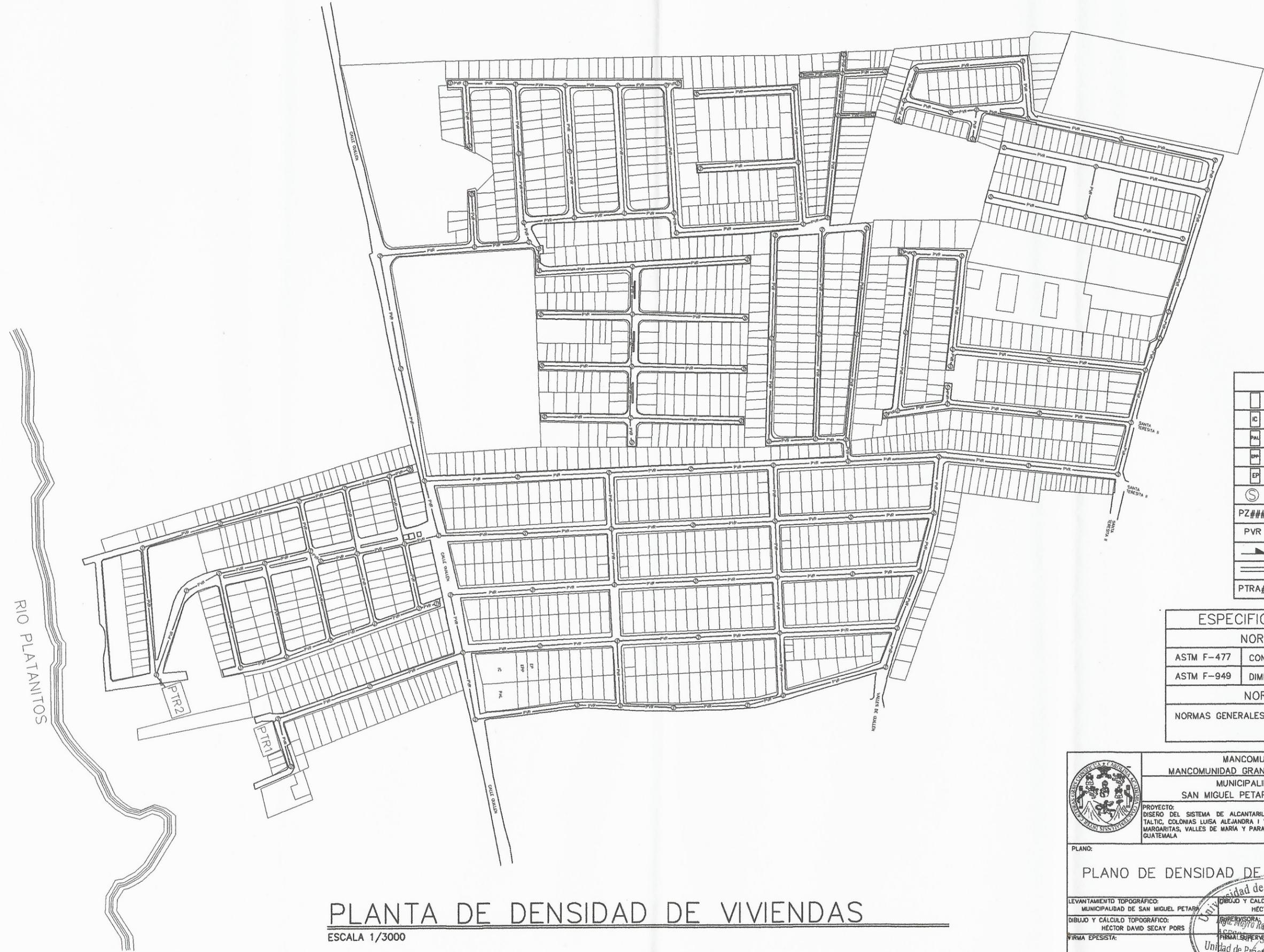
# PLANTA GENERAL DE CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1/3000

SIMBOLOGÍA	
PTRA#	PLANTA DE TRATAMINETO DE AGUA

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARA EL ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA GENERAL DE CURVAS DE NIVEL	PROGRAMA: EPS USAG 2018	ESCALA: INDICADA
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PONS	FECHA: ENERO 2019
FIRMA EPESISTA: 	FIRMA SUPERVISORA: 	3/44

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Inga Mayra Behera Carpio de Sierra  
 ABESORA  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

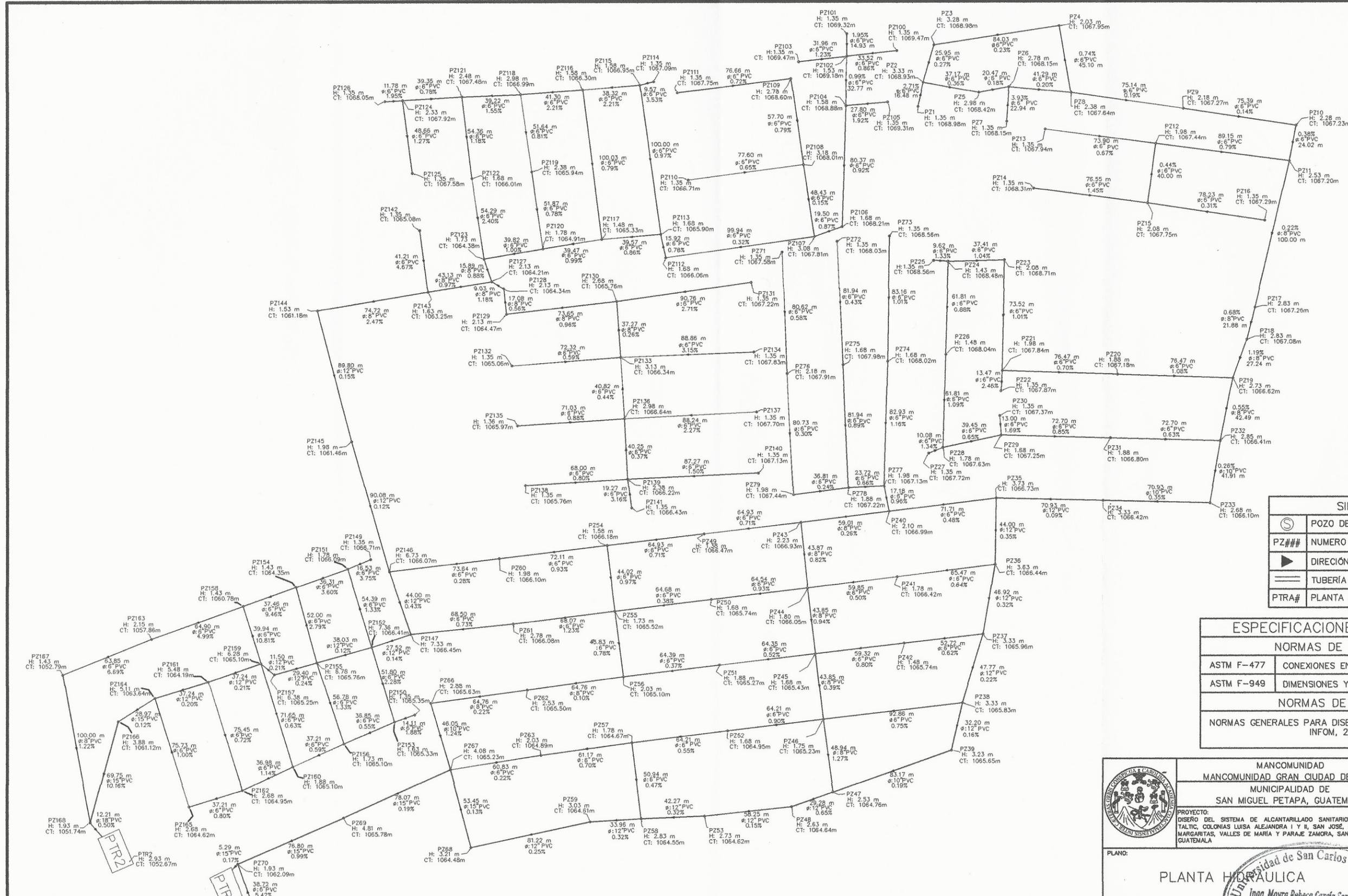


SIMBOLOGÍA	
[Empty box]	VIVIENDA
[IC symbol]	IGLESIA CATOLICA
[PAL symbol]	POLIDEPORTIVO AL AIRE LIBRE
[EP1 symbol]	ESCUELA PREPRIMARIA
[EP2 symbol]	ESCUELA PRIMARIA
[S symbol]	POZO DE VISITA
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
PVR	PAVIMENTO RIGIDO
[Arrow symbol]	DIRECIÓN DE FLUJO
[Double line symbol]	TUBERIA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMINETO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERIA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERIA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERIA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

**PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDAS**  
ESCALA 1/3000

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA		
PLANO:  <b>PLANO DE DENSIDAD DE VIVIENDAS</b>	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS FIRMA EPESISTA:	
DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS FIRMA SUPERVISORA:		FIRMA SUPERVISORA: HÉCTOR DAVID SECAY PORS FIRMA SUPERVISORA:	
Unidad de Planeación Urbana, Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería		4 / 44	



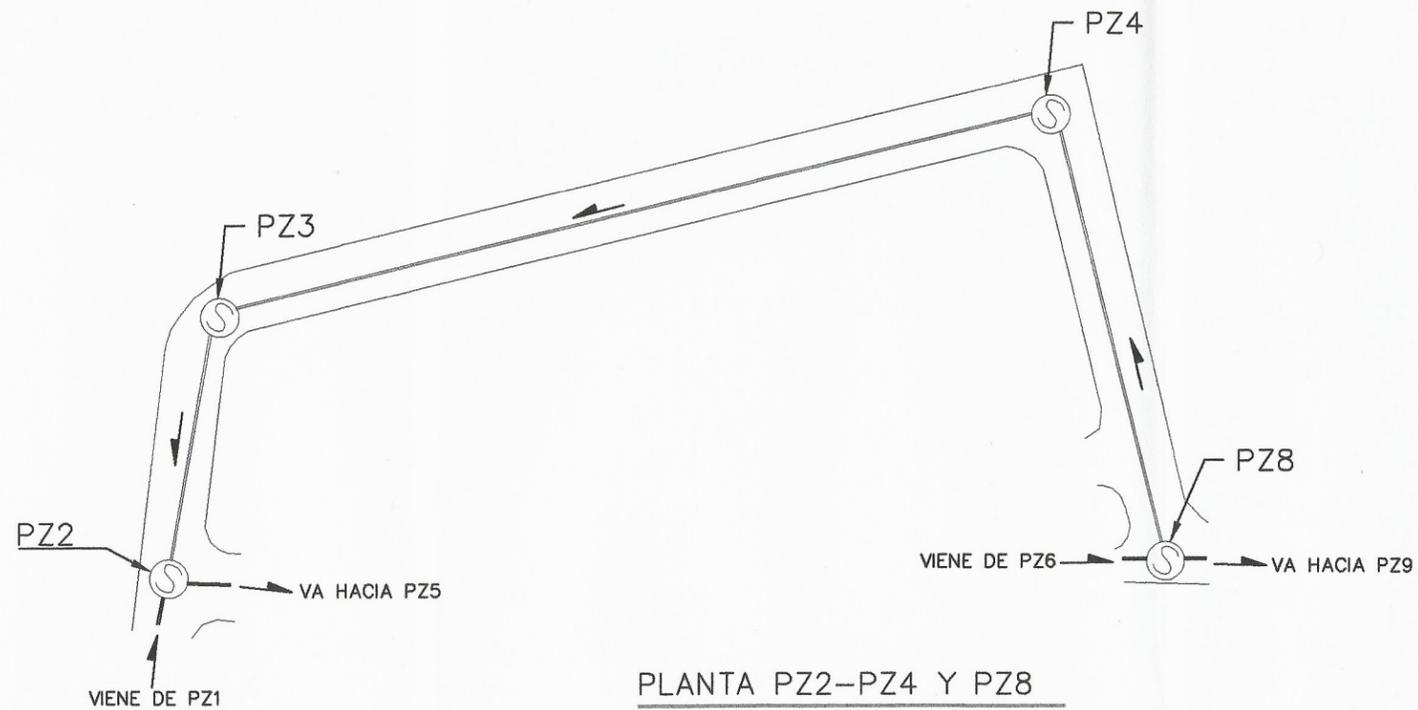
SIMBOLOGIA	
	POZO DE VISITA
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECIÓN DE FLUJO
	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

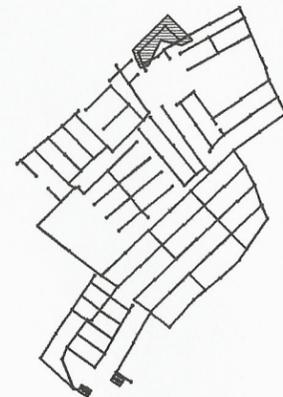
	<b>MANCOMUNIDAD</b> <b>MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</b> MUNICIPALIDAD DE <b>SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: <b>PLANTA HIDRAULICA</b>	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	5 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRAFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS FIRMA EPESISTA:	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	

# PLANTA DE DISEÑO HIDRAULICO

ESCALA 1/2500

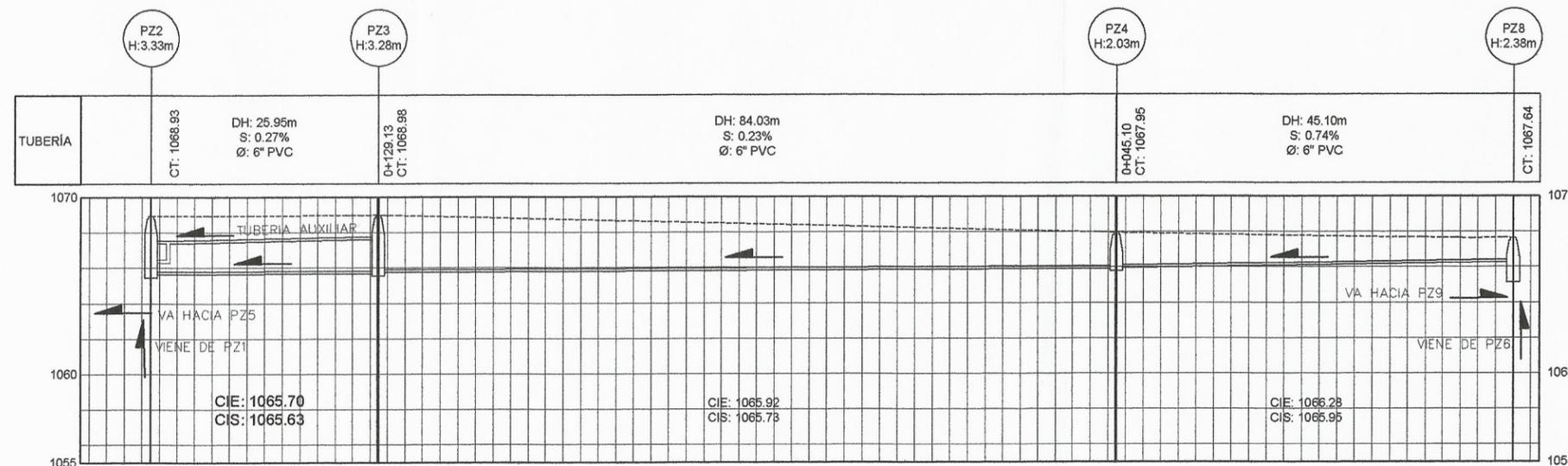


PLANTA PZ2-PZ4 Y PZ8  
ESCALA 1/700



PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERIA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA



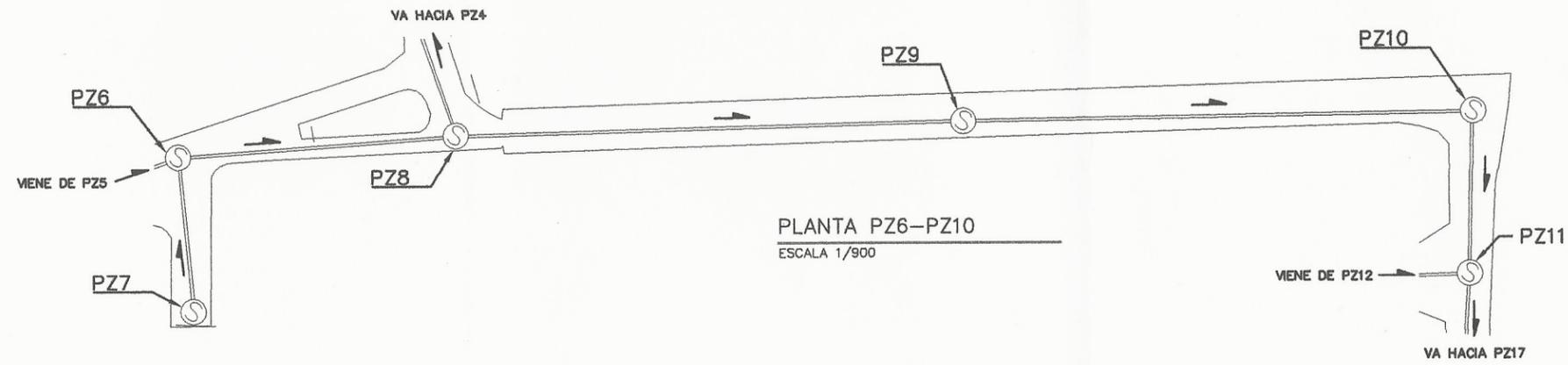
DISTANCIA HORIZONTAL: 25.95m; 05 TUBOS PVC 6" ASTM F-949 AUXILIAR  
DISTANCIA HORIZONTAL: 155.08m; 26 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ2-PZ4 Y PZ8

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

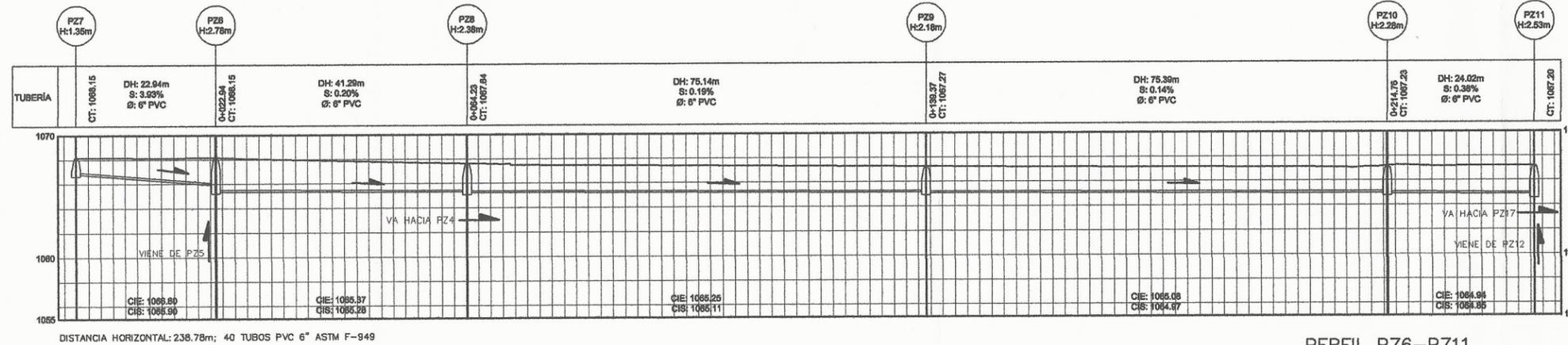
	<p>MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
<p>PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ2, PZ3, PZ4 Y PZ8</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019</p>	<p>6 44</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p> <p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS</p> <p>FIRMA EPESISTA:</p>	<p>DISEÑO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: HECTOR DAVID SECAY PORS</p> <p>SUPERVISORA: Ing. Maury Ríos de la Sierra</p> <p>FIRMA SUPERVISORA: ASESORA SUPERVISORA DE EPS Unidad de Producción de Ingeniería y EPS</p>	



PLANTA PZ6-PZ10  
ESCALA 1/900



PLANTA DE REFERENCIA  
SN ESCALA

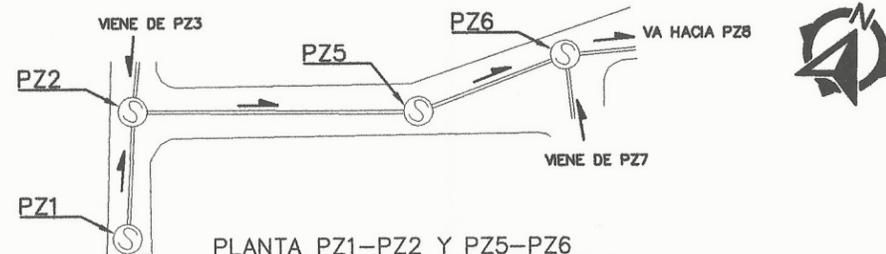


DISTANCIA HORIZONTAL: 238.78m; 40 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

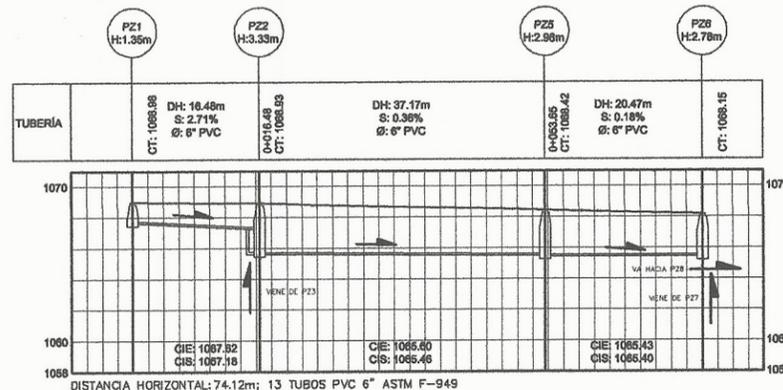
PERFIL PZ6-PZ11

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON TUBERÍA AUXILIAR
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA



PLANTA PZ1-PZ2 Y PZ5-PZ6  
ESCALA 1/900



DISTANCIA HORIZONTAL: 74.12m; 13 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ1-PZ2 Y PZ5-PZ6

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

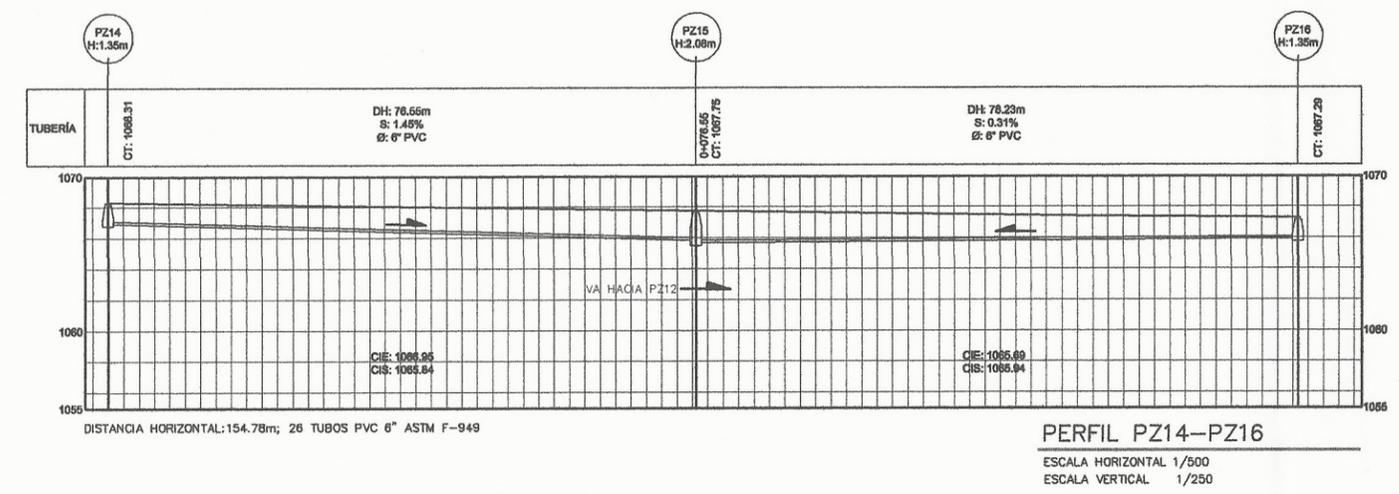
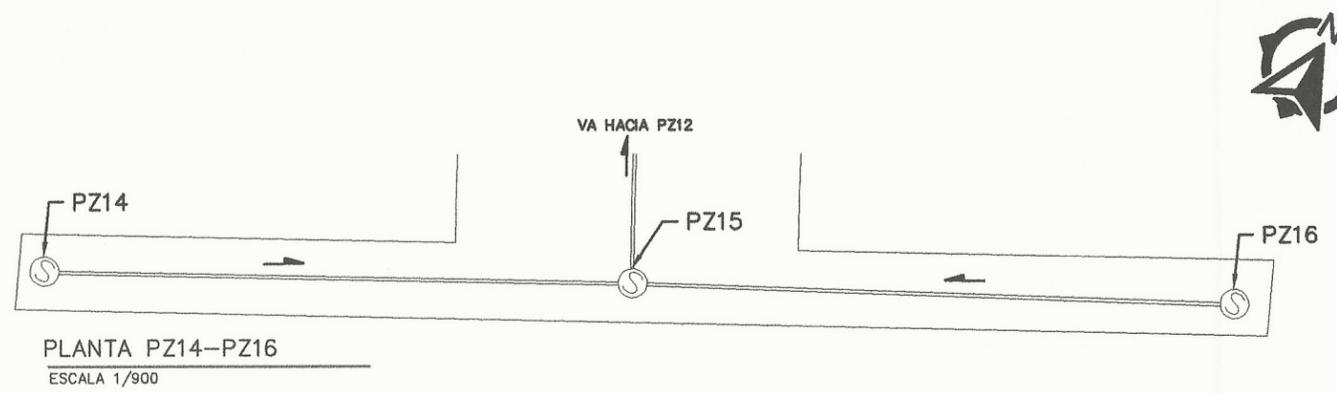
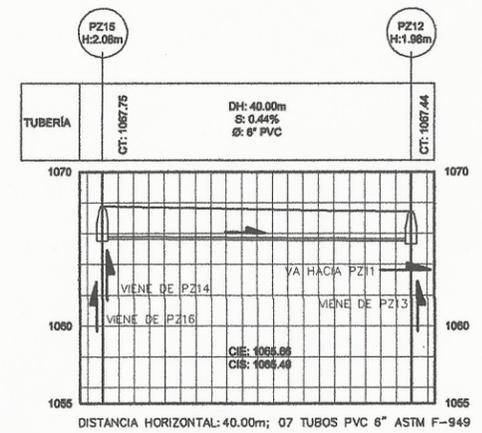
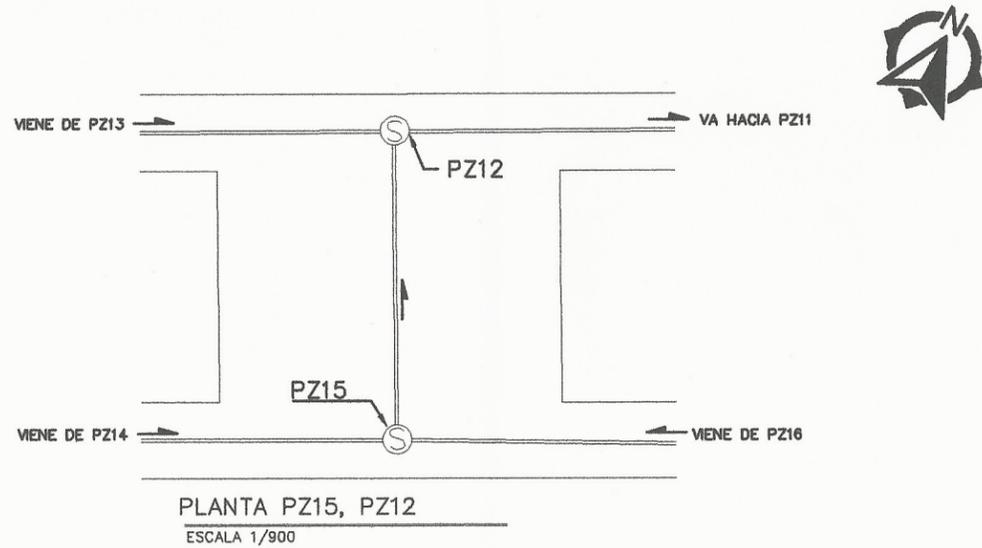
NORMAS DE TUBERÍA

ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA

NORMAS DE DISEÑO

NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS  
INFOM, 2001

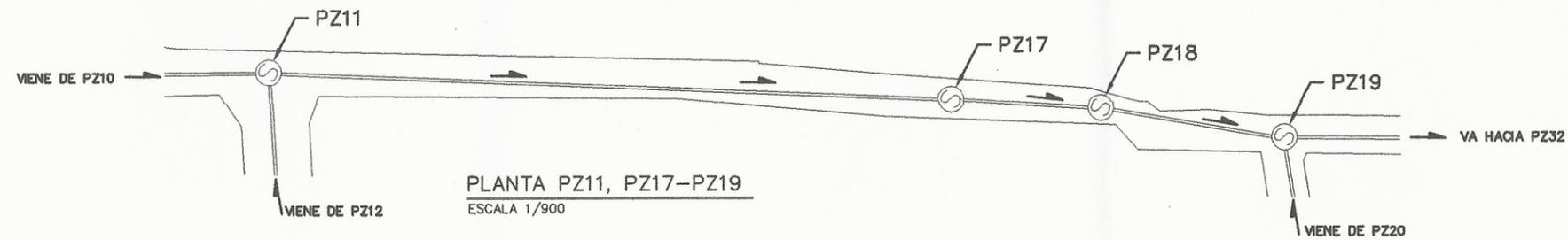
	<p>MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZANORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
<p>PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ2, PZ5-PZ11</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019</p>	
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p>	<p>DISEÑO Y CÁLCULO HIDRAULICO: ING. HECTOR DAVID SECAY PORS</p>	<p>PROGRAMA DE INGENIERIA Y EPS ING. MAYRA GRACIA</p>
<p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS</p>	<p>FIRMA SUPERVISORA: ING. MAYRA GRACIA</p>	
<p>FIRMA EPESISTA:</p>	<p>FIRMA SUPERVISORA: ING. MAYRA GRACIA</p>	



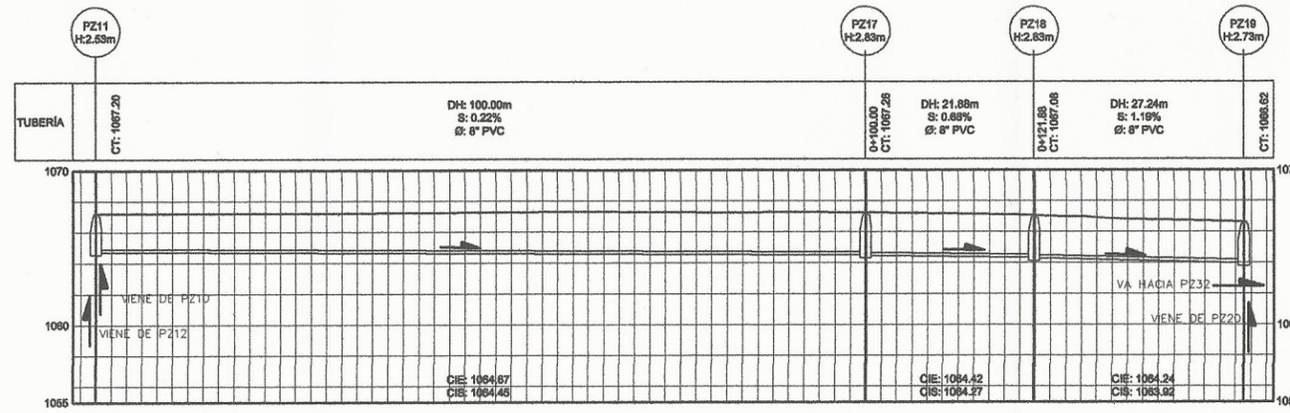
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
∅	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA ∅ 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ12, PZ14-PZ16	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	8 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DISEÑO Y CÁLCULO HIDRAULICO: ASESORIA TECNICA DE EPS DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS FIRMA EPESISTA: HECTOR DAVID SECAY PORS	



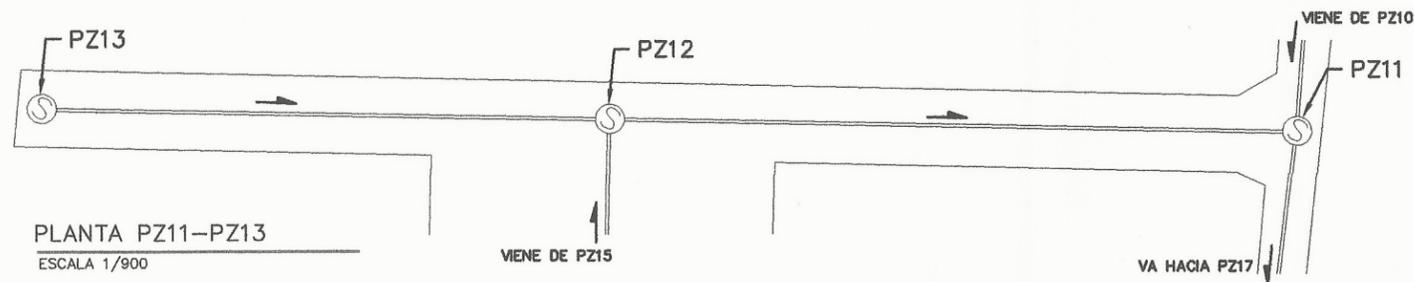
PLANTA PZ11, PZ17-PZ19  
ESCALA 1/900



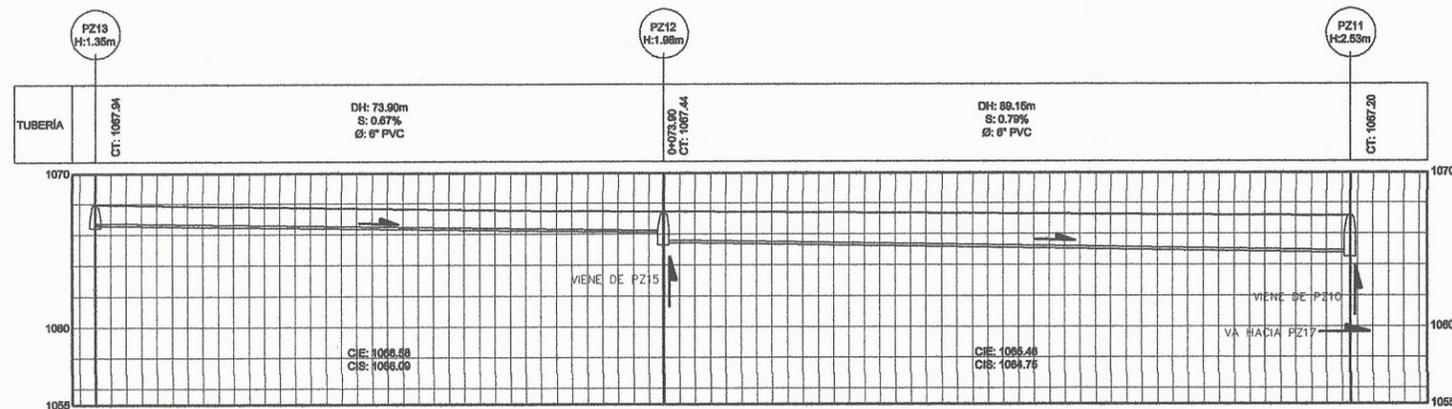
PERFIL PZ11, PZ17-PZ19

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

DISTANCIA HORIZONTAL: 149.12m; 25 TUBOS PVC 8" ASTM F-949



PLANTA PZ11-PZ13  
ESCALA 1/900



PERFIL PZ11-PZ13

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

DISTANCIA HORIZONTAL: 163.05m; 28 TUBOS PVC 8" ASTM F-949



PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NÚMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

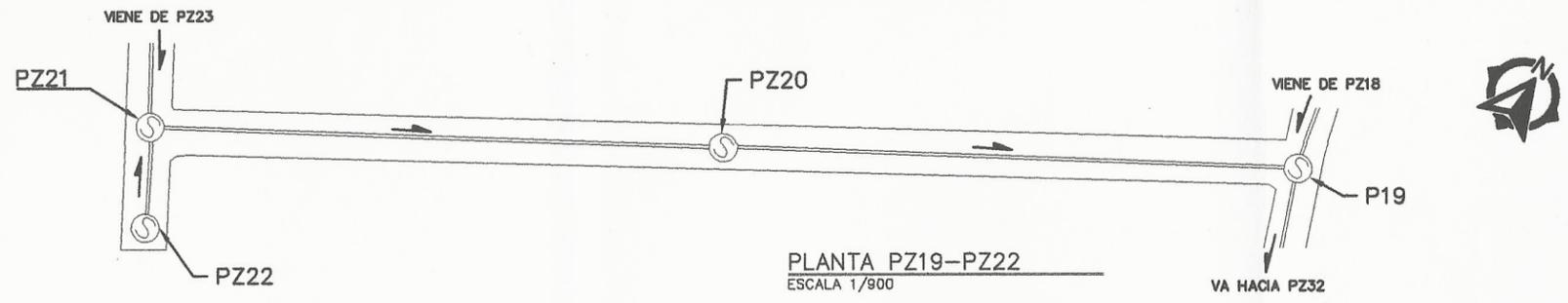
NORMAS DE TUBERÍA

ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA

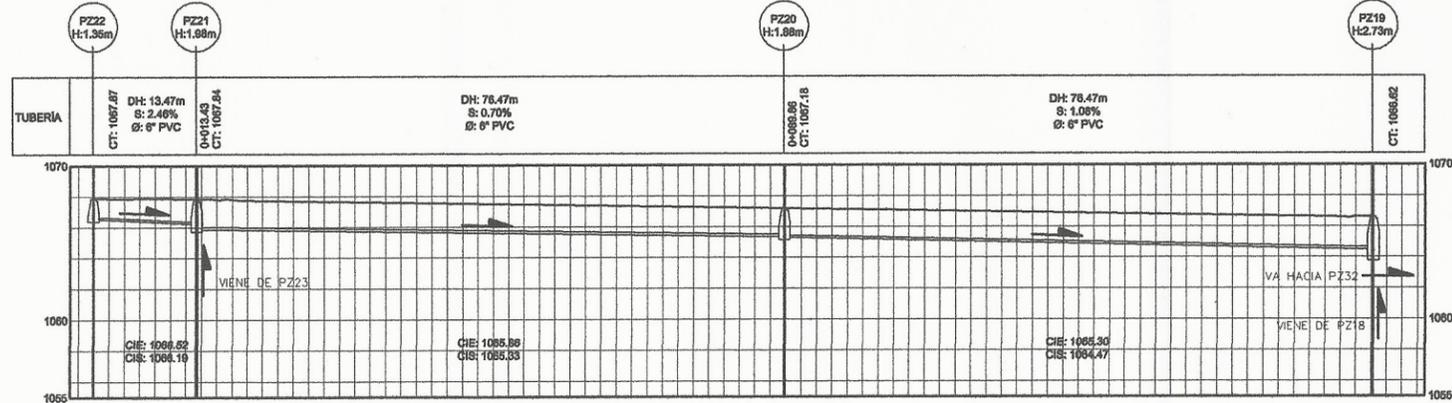
NORMAS DE DISEÑO

NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS  
INFOM, 2001

	<p>MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARA EL ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.</p>	
<p>PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ11-PZ13, PZ17-PZ19</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019</p>	<p>9 44</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p> <p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HECTOR DAMO SECAY PORS</p> <p>FIRMA EPESISTA:</p>	<p>MANCOMUNIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Inga Mayra Boveca García Sorio de Sierra ASESORA SUBDIRECCIÓN DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS INGA MAYRA GRAGA</p> <p>FIRMA SUPERVISORA: Cultura de Ingeniería</p>	

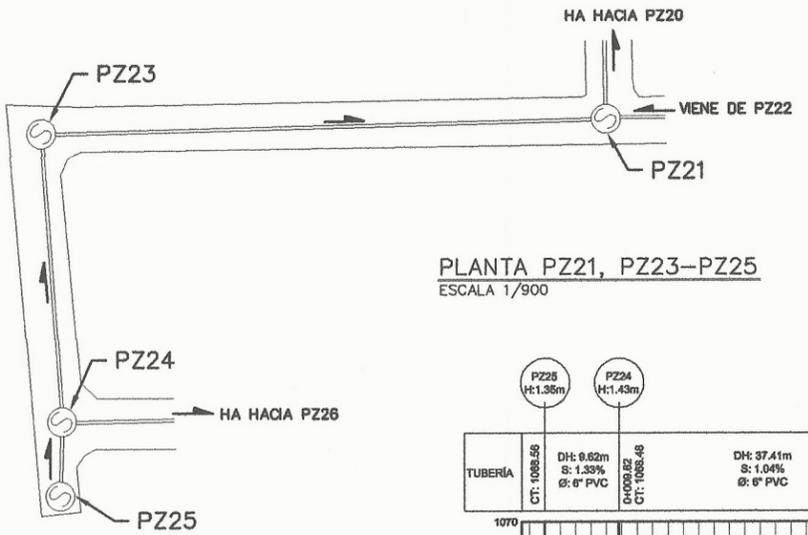


PLANTA PZ19-PZ22  
ESCALA 1/900

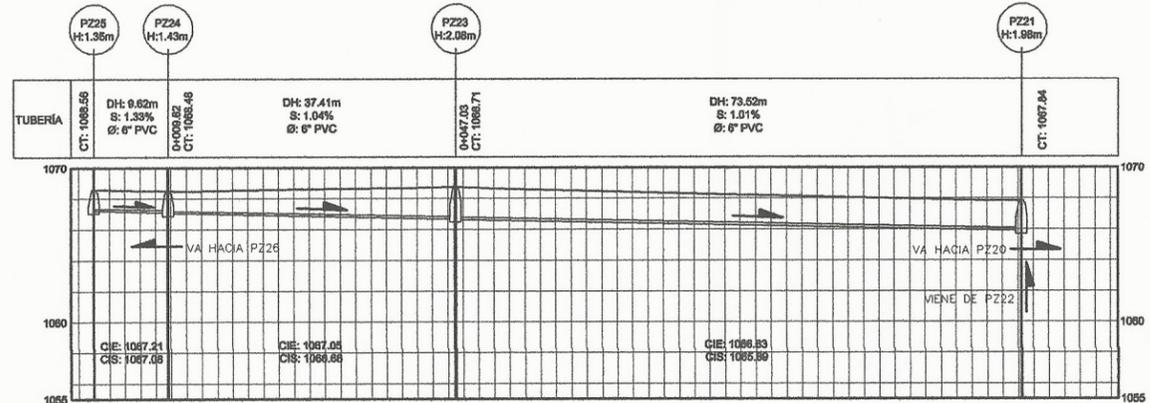


DISTANCIA HORIZONTAL: 166.41m; 28 TUBOS PVC 6\"/>

PERFIL PZ19-PZ22  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

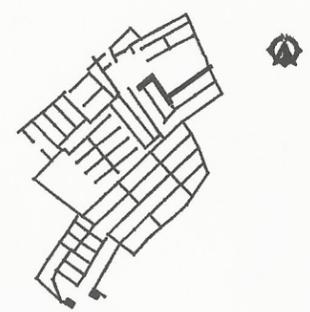


PLANTA PZ21, PZ23-PZ25  
ESCALA 1/900



DISTANCIA HORIZONTAL: 120.55m; 20 TUBOS PVC 6\"/>

PERFIL PZ21, PZ23-PZ25  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

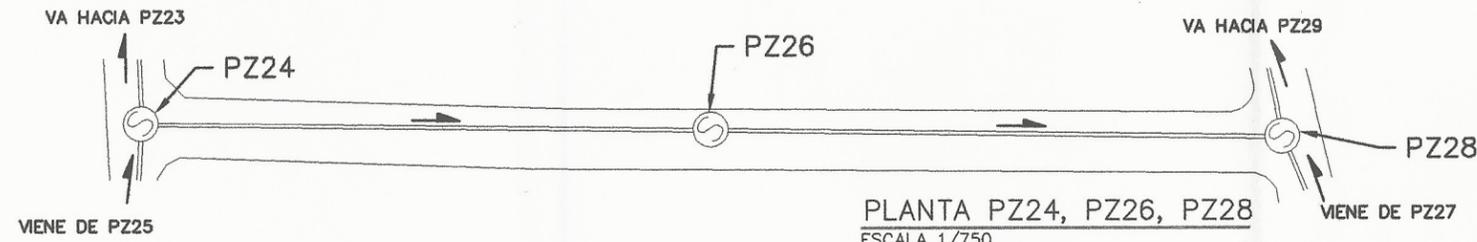


PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

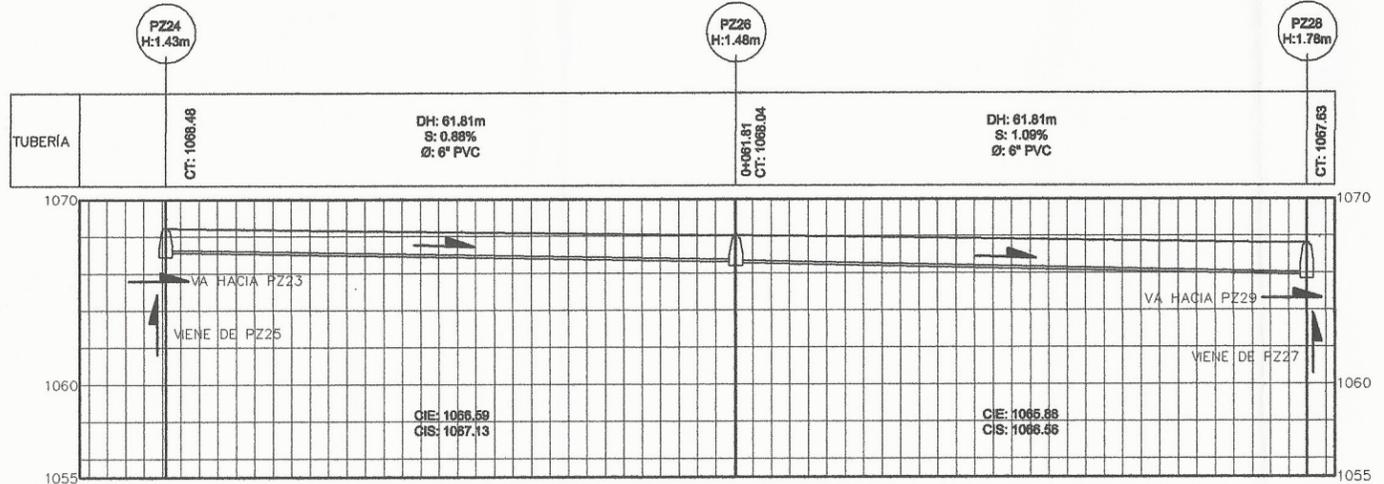
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARA EL ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ19-PZ25	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DISEÑO Y CÁLCULO HIDRAULICO: INGENIERA MARGARITA GRACIA	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS	SUPERVISOR: INGENIERA MARGARITA GRACIA	10
FIRMA EPESISTA:	FIRMA SUPERVISORIA: Ingeniería	



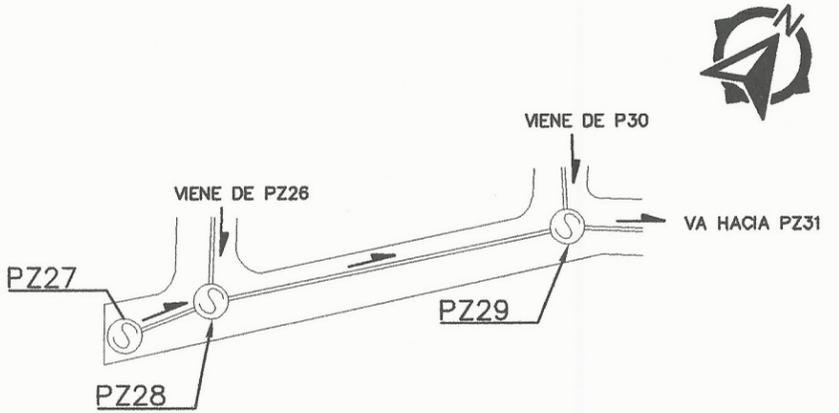
PLANTA PZ24, PZ26, PZ28  
ESCALA 1/750



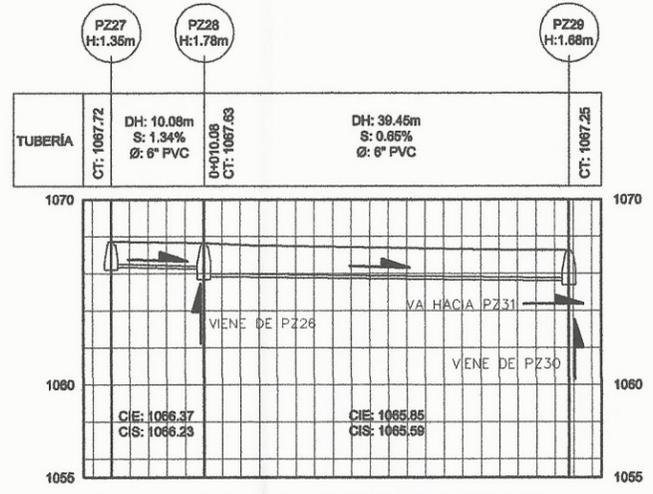
DISTANCIA HORIZONTAL: 123.62m; 21 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ24, PZ26, PZ28

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA PZ27-PZ29  
ESCALA 1/750



DISTANCIA HORIZONTAL: 49.53m; 09 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ27-PZ29

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

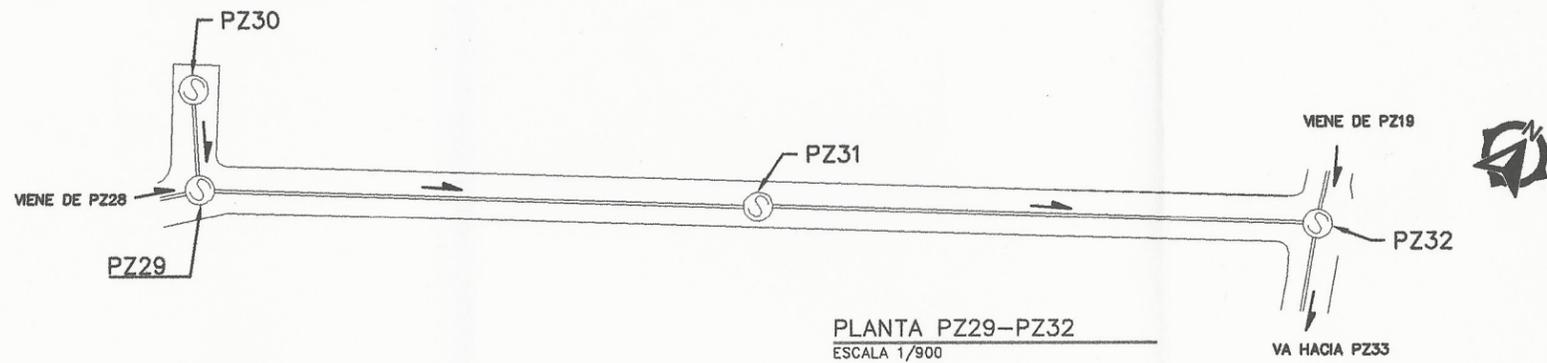


PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

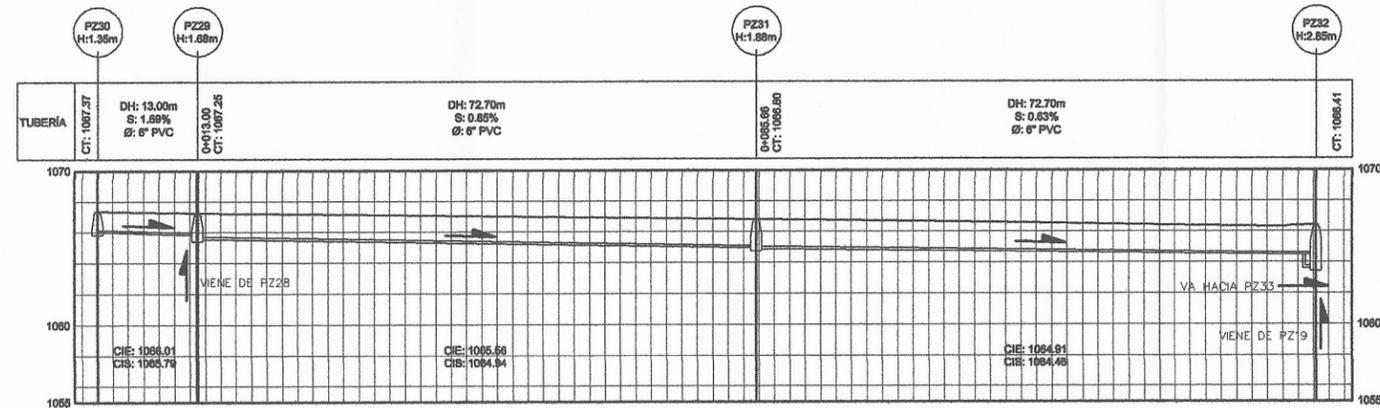
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZANORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ24, PZ26-PZ29	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRAULICO: ASSESOR POR SUPERVISORA DE EPS Ing. Mauro Roberto García Sorio de Sierra	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS	SUPERVISORA: Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Ing. MARGARITA GRACIA	
FIRMA EPESISTA:	FIRMA SUPERVISORA: Ing. Mauro Roberto García Sorio de Sierra	



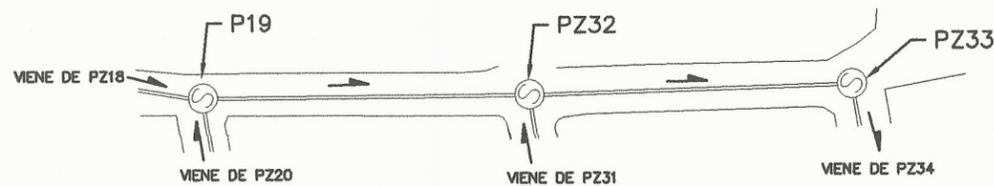
PLANTA PZ29-PZ32  
ESCALA 1/900



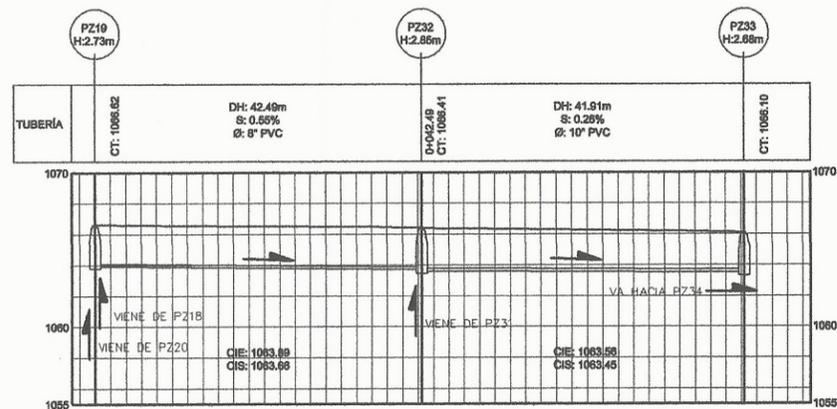
DISTANCIA HORIZONTAL: 158.40m; 25 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ29-PZ32

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



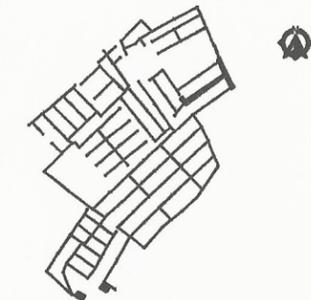
PLANTA PZ19, PZ32, PZ33  
ESCALA 1/900



DISTANCIA HORIZONTAL 1: 42.49m; 07 TUBOS PVC 8" ASTM F-949  
DISTANCIA HORIZONTAL 2: 41.91m; 07 TUBOS PVC 10" ASTM F-949

PERFIL PZ19, PZ32, PZ33

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON TUBERÍA AUXILIAR
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

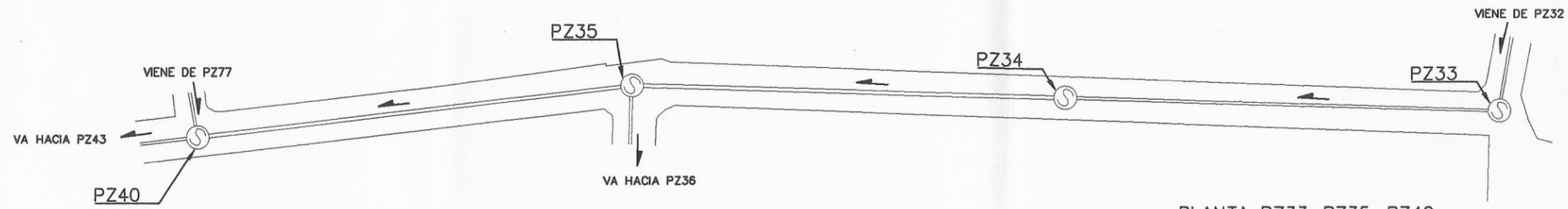
NORMAS DE TUBERÍA

ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA

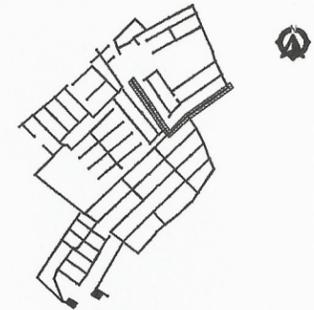
NORMAS DE DISEÑO

NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS  
INFOM, 2001

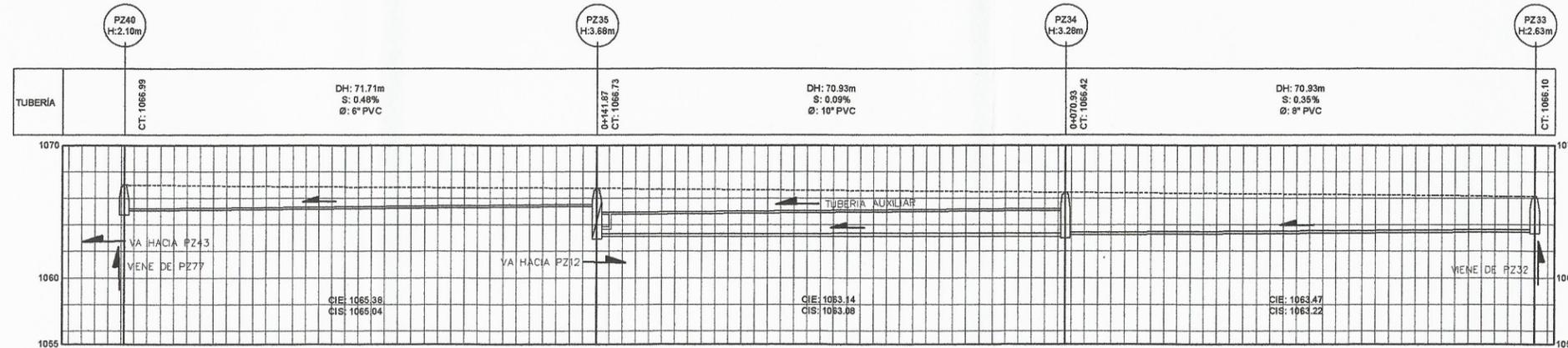
	<p>MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARA EL ZANORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
<p>PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ19, PZ29-PZ33 Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra</p>		<p>PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p>	<p>DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS</p>	<p>DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS</p>
<p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS</p>	<p>FIRMA SUPERVISORA: ING. MAYRA GRACIA</p>	<p>FIRMA EPESISTA: HECTOR DAVID SECAY PORS</p>



PLANTA PZ33-PZ35, PZ40  
ESCALA 1/900



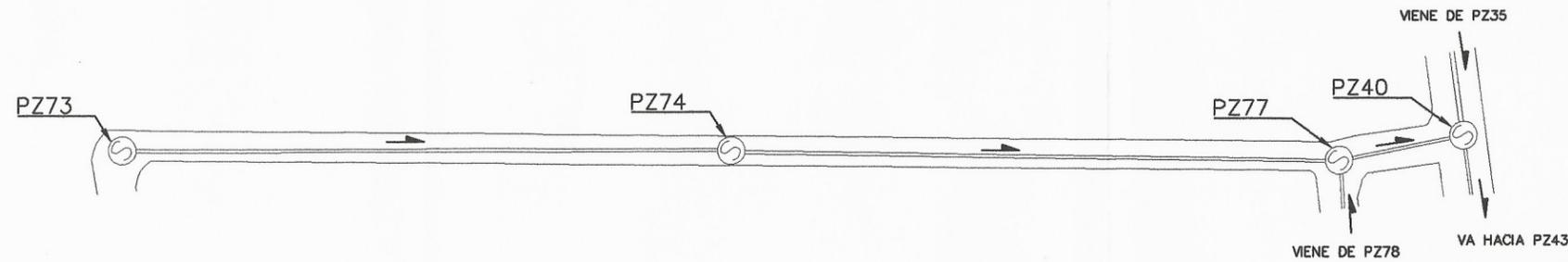
PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA



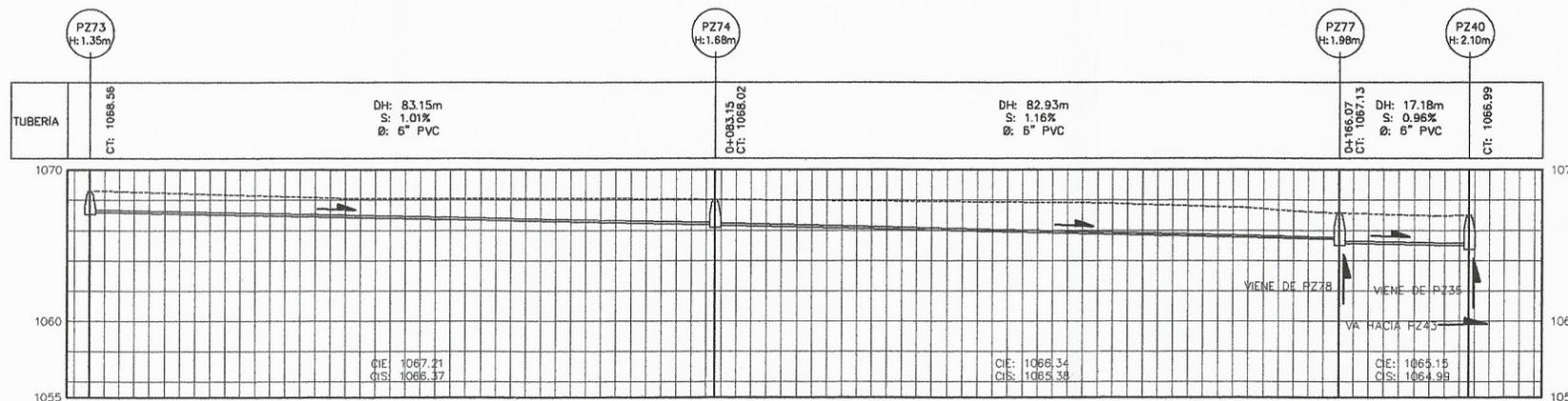
DISTANCIA HORIZONTAL: 70.93m; 12 TUBOS PVC 06" ASTM F-949 AUXILIAR  
 DISTANCIA HORIZONTAL: 71.71m; 12 TUBOS PVC 06" ASTM F-949  
 DISTANCIA HORIZONTAL: 70.93m; 12 TUBOS PVC 10" ASTM F-949  
 DISTANCIA HORIZONTAL: 71.71m; 12 TUBOS PVC 08" ASTM F-949

PERFIL PZ33-PZ35, PZ40  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERIA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA



PLANTA PZ73, PZ74, PZ77, PZ40  
ESCALA 1/900

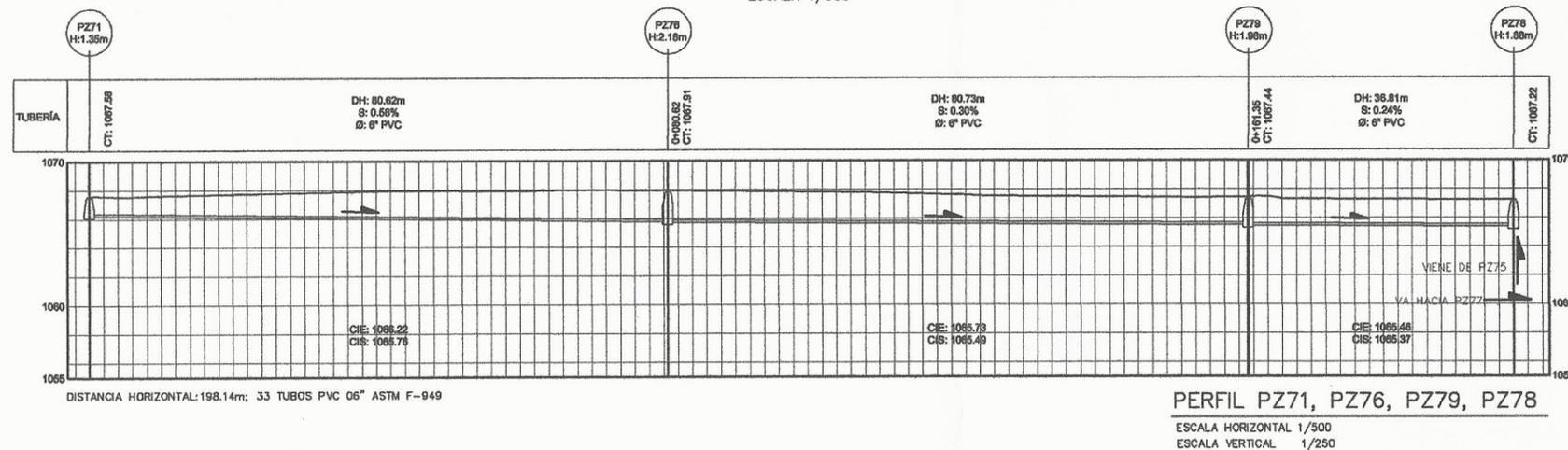
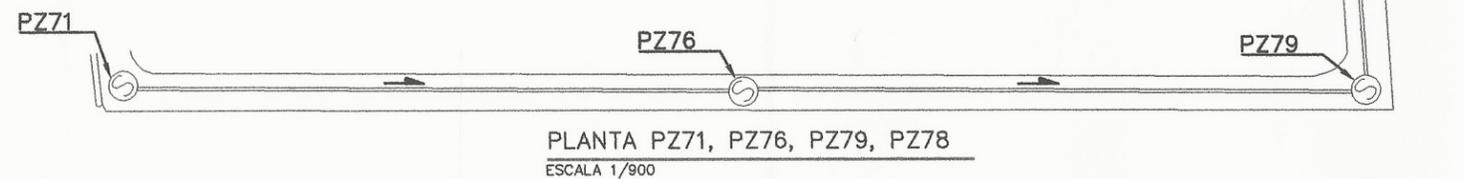
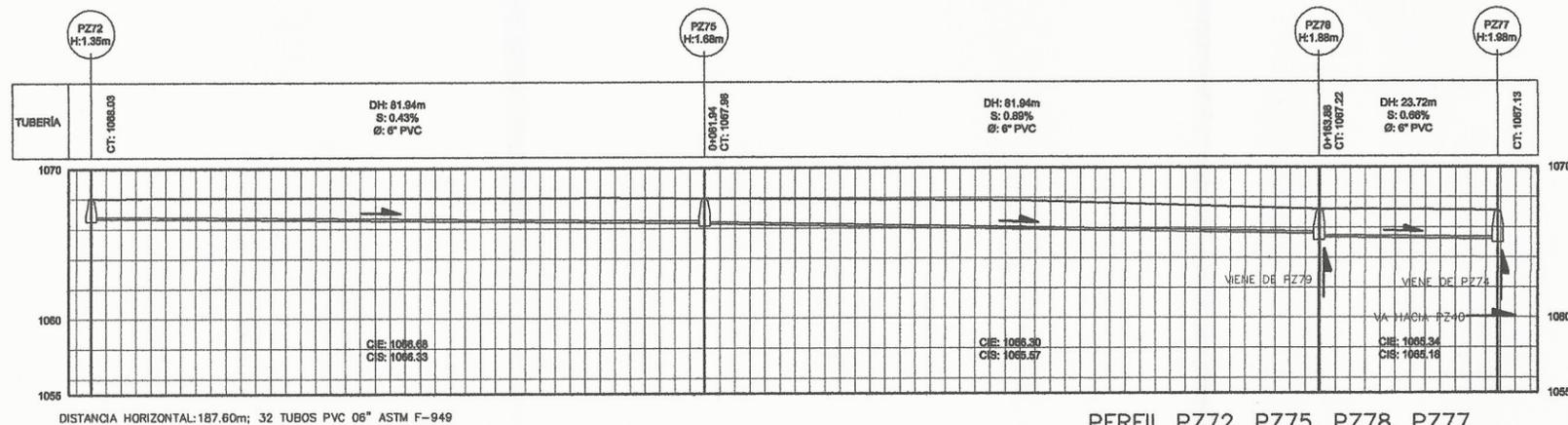
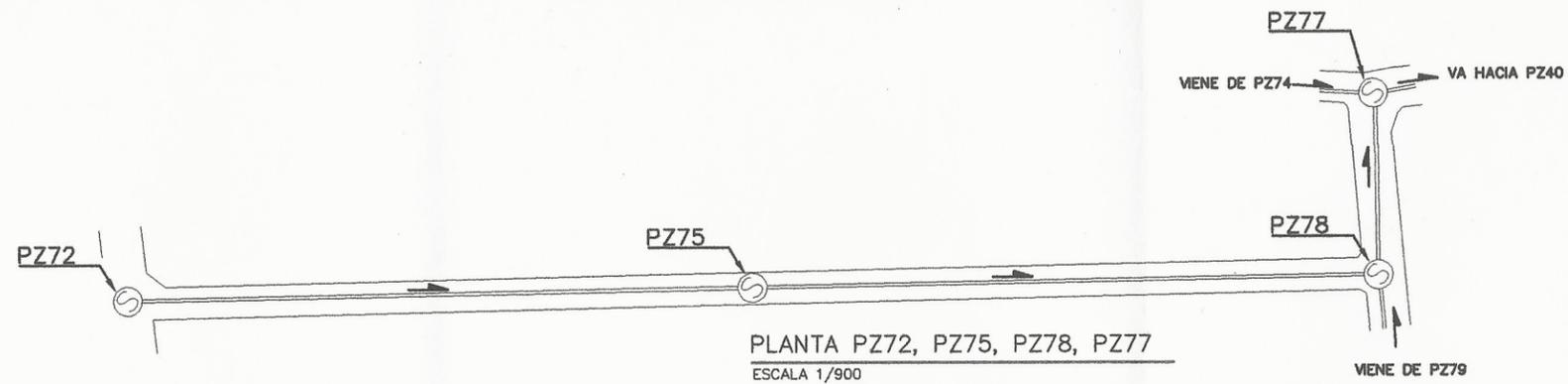


DISTANCIA HORIZONTAL: 183.26m; 31 TUBOS PVC 06" ASTM F-949

PERFIL PZ73, PZ74, PZ77, PZ40  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

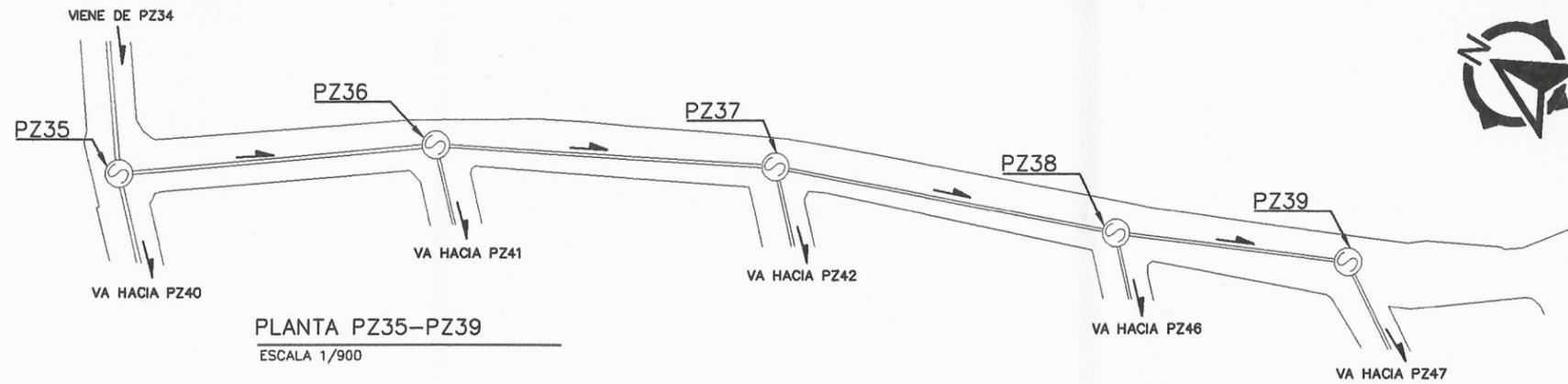
	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARA EJ. ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ33-PZ35, PZ73, PZ74, PZ77 Y PZ40	PROGRAMA: EPS USAC 2018	13 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	ESCALA: INDICADA	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRAFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS	FECHA: ENERO 2018	
FIRMA EPESISTA:	SUPERVISORA: LUGA MEYRINOLA MANDIA GRACIA SUPERVISORA DE EPS Unidad de Planeación e Ingeniería y EPS	



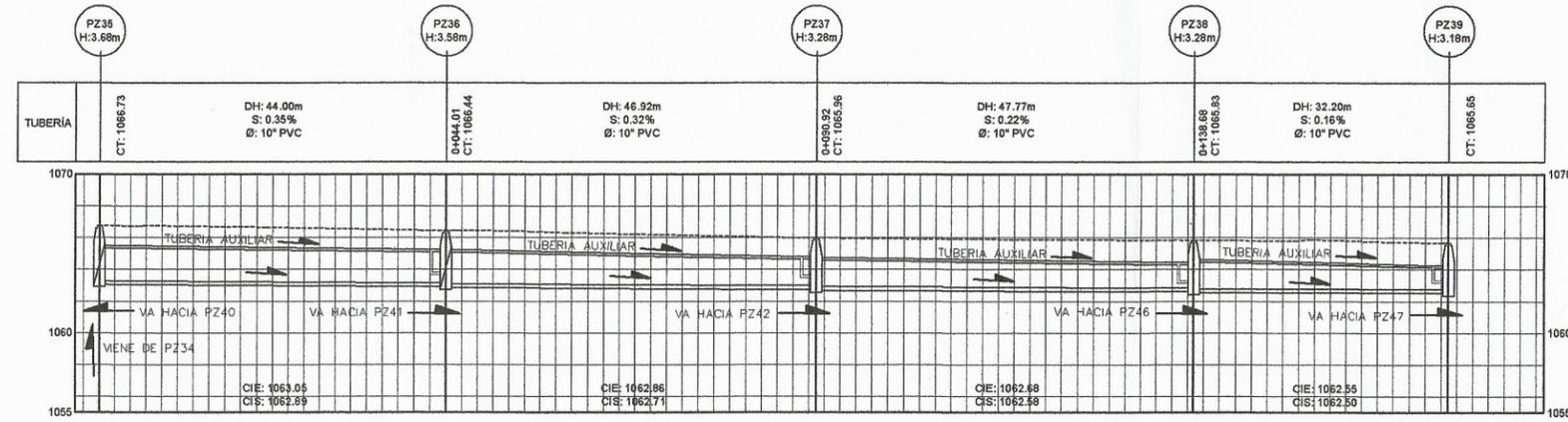
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VIÑO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGANTAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ71, PZ72, PZ75, PZ79	PROGRAMA: EPS USAC 2016 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRAULICO: ASOCIACIÓN DE INGENIEROS EN EPS HECTOR DAVID SECAY PORS	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS	FIRMA SUPERVISORA: INGA. MATRIZ GRACIA	4
FIRMA EPESISTA: 	FIRMA SUPERVISORA: 	



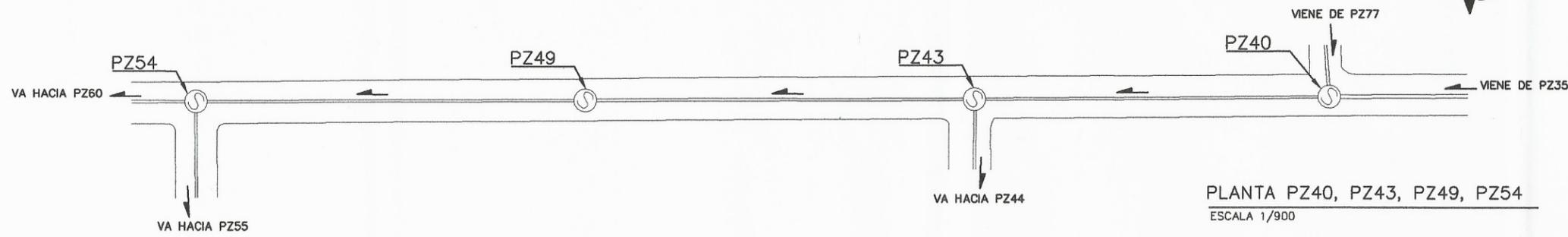
PLANTA PZ35-PZ39  
ESCALA 1/900



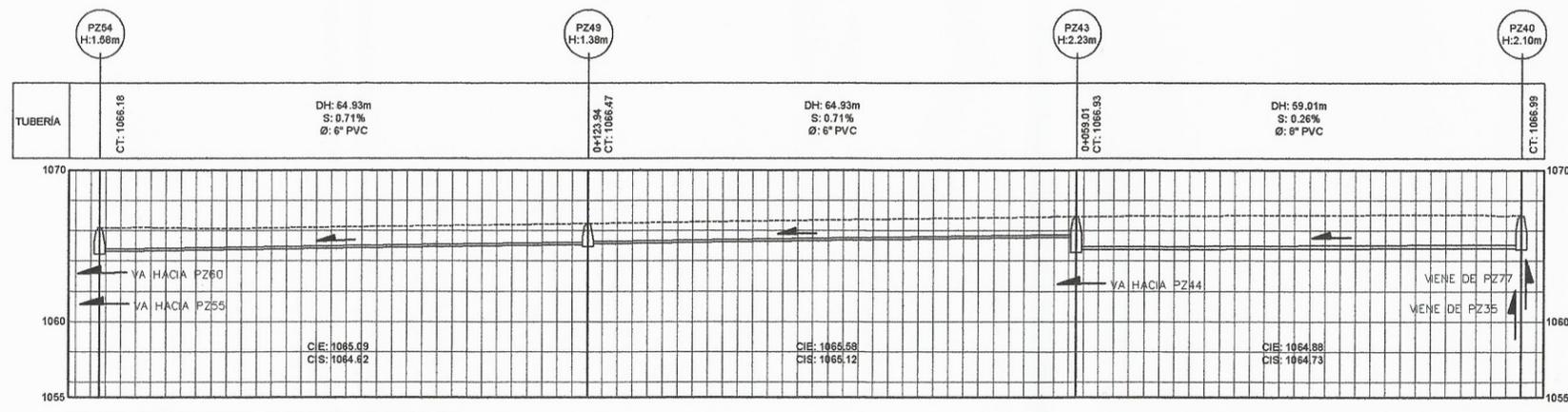
DISTANCIA HORIZONTAL: 170.89m; 29 TUBOS PVC 06" ASTM F-949 AUXILIAR  
DISTANCIA HORIZONTAL: 170.89m; 29 TUBOS PVC 10" ASTM F-949

PERFIL PZ35-PZ39  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON ALTURA > 3.50 M. SIN DISIPADOR DE ENERGIA
	POZO DE VISITA CON TUBERIA AUXILIAR
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERIA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA



PLANTA PZ40, PZ43, PZ49, PZ54  
ESCALA 1/900

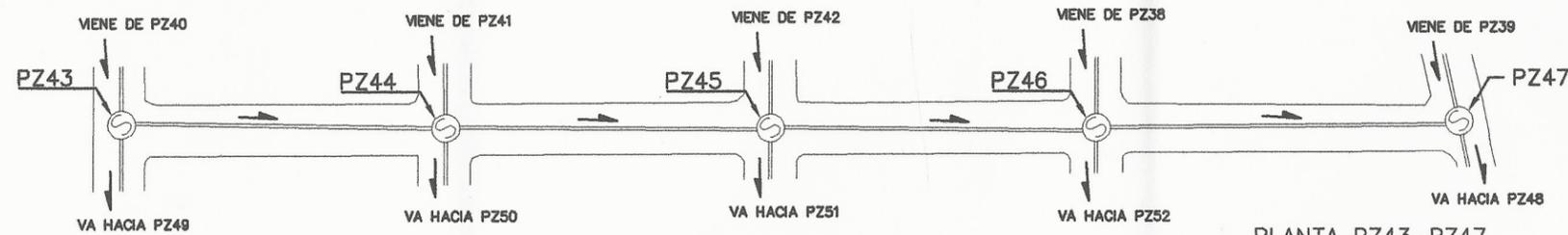


DISTANCIA HORIZONTAL: 188.87m; 31 TUBOS PVC 10" ASTM F-949

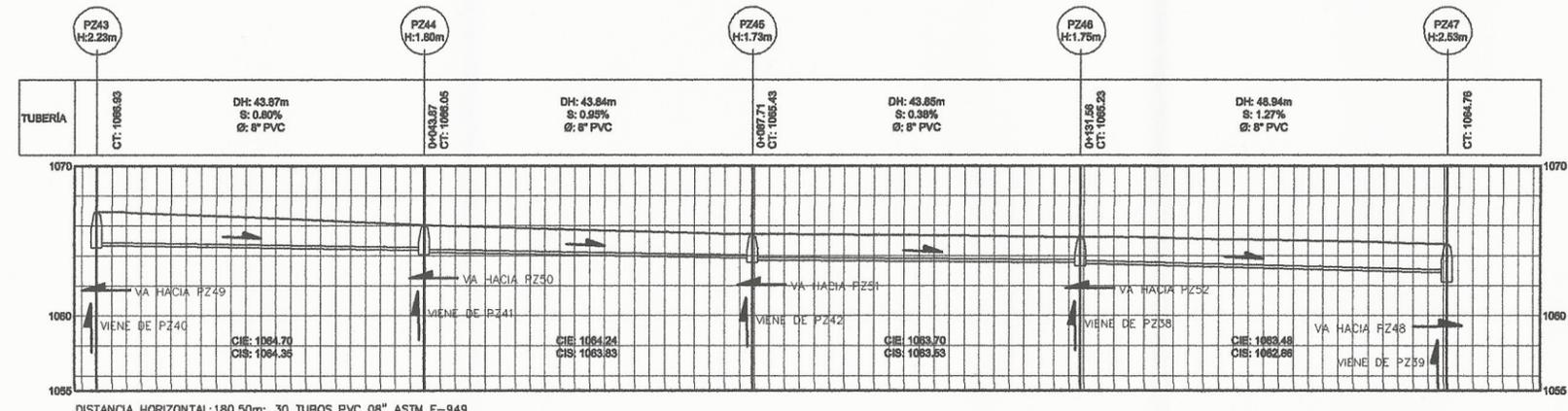
PERFIL PZ40-PZ43, PZ49, PZ54  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA		
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ35-PZ40, PZ43, PZ49 Y PZ54	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019		5 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: HECTOR DAVID SECAY PORS		
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS	SUPERVISORA: Mónica Juárez, Reyes, Con, Jarama de Sierra FIRMA SUPERVISORA DE EPS Unidad de Proyectos de Ingeniería y EPS		
FIRMA EPESISTA: HECTOR DAVID SECAY PORS	FIRMA EPESISTA: HECTOR DAVID SECAY PORS		

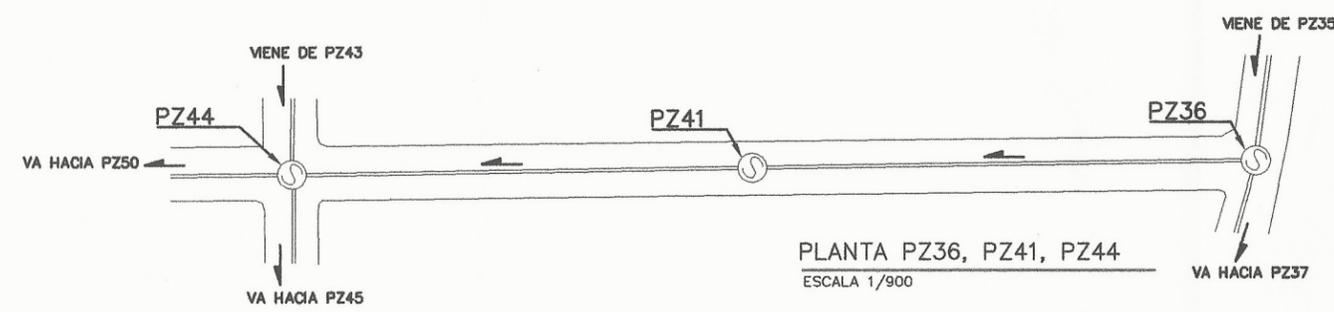


PLANTA PZ43-PZ47  
ESCALA 1/900

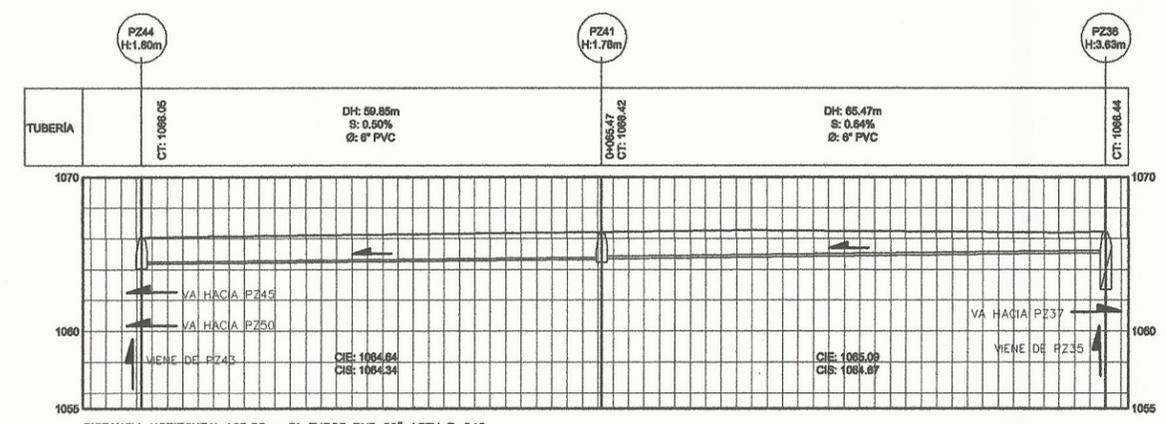


DISTANCIA HORIZONTAL: 180.50m; 30 TUBOS PVC 08" ASTM F-949

PERFIL PZ43-PZ47  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA PZ36, PZ41, PZ44  
ESCALA 1/900



DISTANCIA HORIZONTAL: 125.32m; 21 TUBOS PVC 08" ASTM F-949

PERFIL PZ36, PZ41, PZ44  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

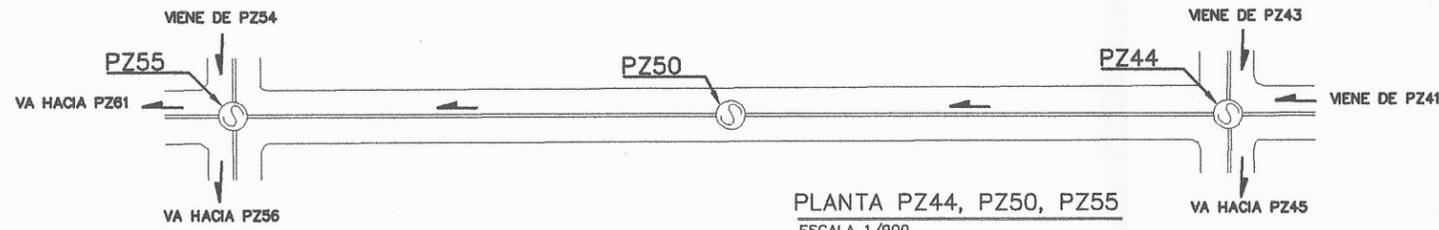


PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

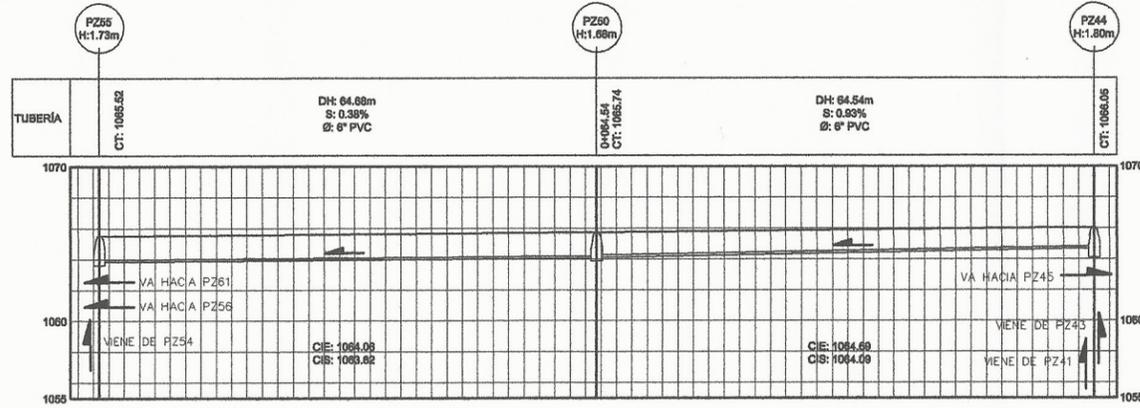
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON ALTURA > 3.50 M. SIN DISIPADOR DE ENERGÍA
	POZO DE VISITA CON TUBERÍA AUXILIAR
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERÍO TALIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ36, PZ41 Y PZ43-PZ47	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	16 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS FIRMA EPESISTA:	DISEÑO Y CÁLCULO HIDRAULICO: ASESORA - INGENIERIA Y EPS UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EPS FIRMA SUPERVISORA:	



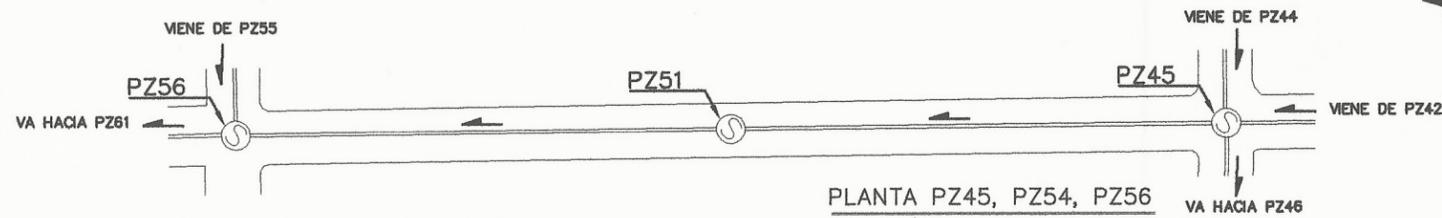
PLANTA PZ44, PZ50, PZ55  
ESCALA 1/900



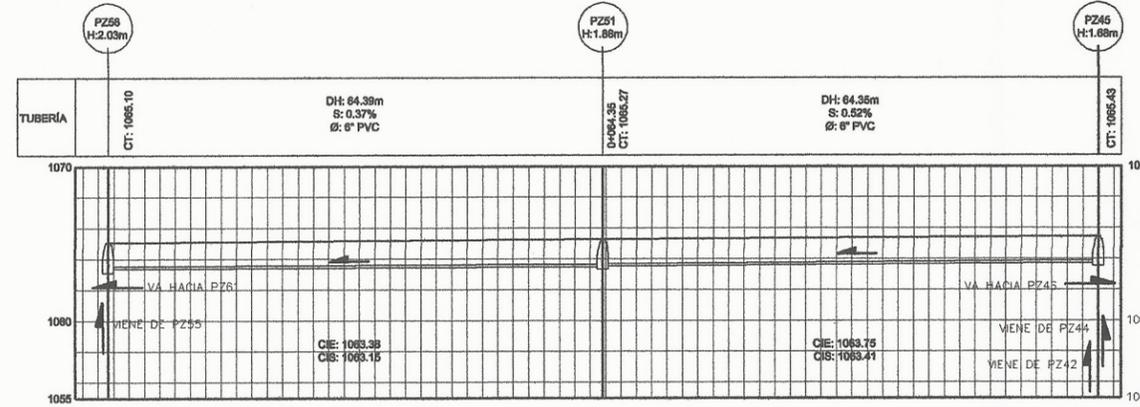
DISTANCIA HORIZONTAL: 129.22m; 22 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ44, PZ50, PZ55

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



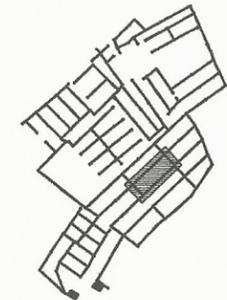
PLANTA PZ45, PZ51, PZ56  
ESCALA 1/900



DISTANCIA HORIZONTAL: 128.74m; 22 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ45, PZ51, PZ56

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

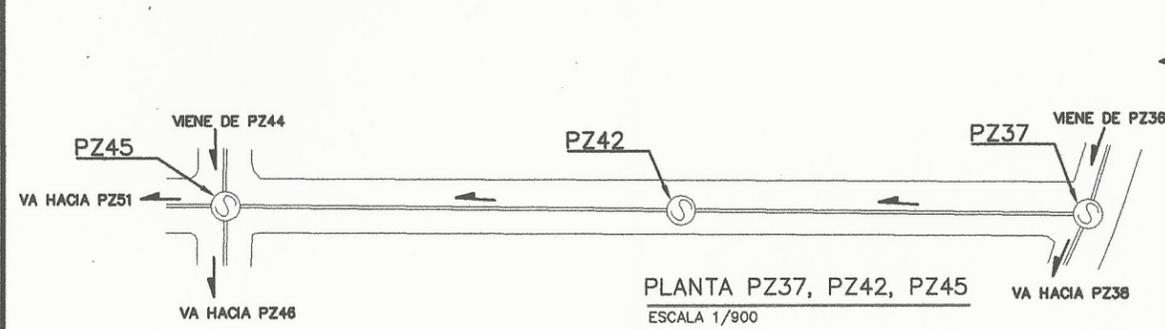


PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

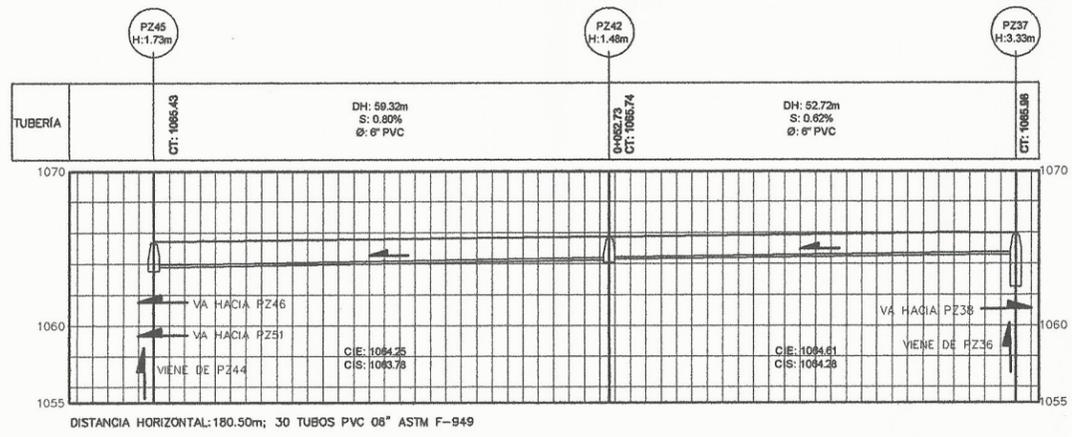
SIMBOLOGIA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMINETO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

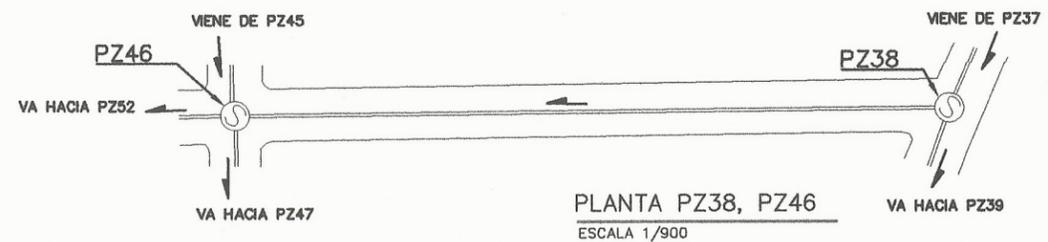
	<p>MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARA EL ZANORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
<p>PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ44, PZ45, PZ50, PZ51, PZ55 Y PZ56</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019</p>	<p>17 44</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p> <p>DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS</p> <p>FIRMA EPESISTA:</p>	<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>ING. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA</p> <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>ING. MAYRA GRACIA</p> <p>FIRMA SUPERVISORA:</p>	



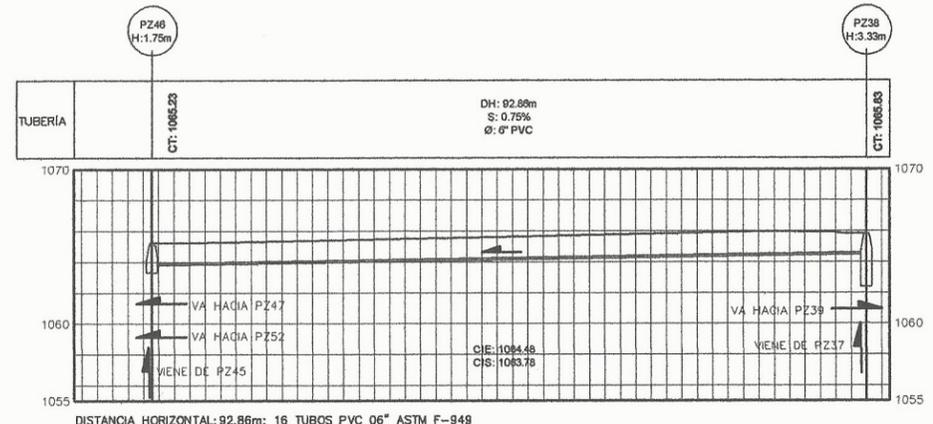
PLANTA PZ37, PZ42, PZ45  
ESCALA 1/900



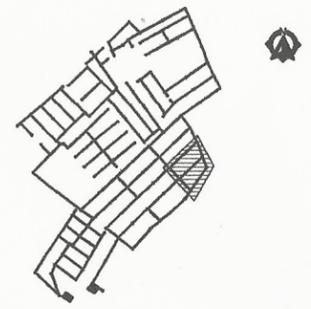
PERFIL PZ37-PZ47  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



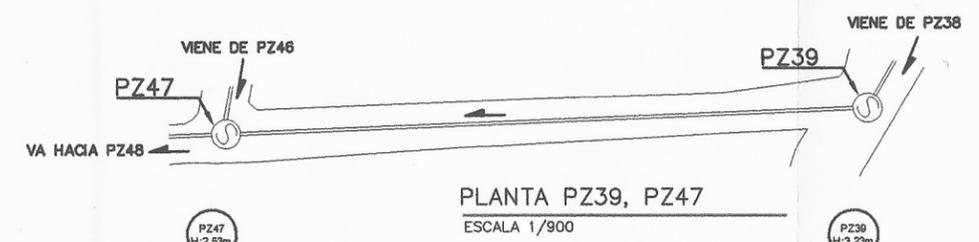
PLANTA PZ38, PZ46  
ESCALA 1/900



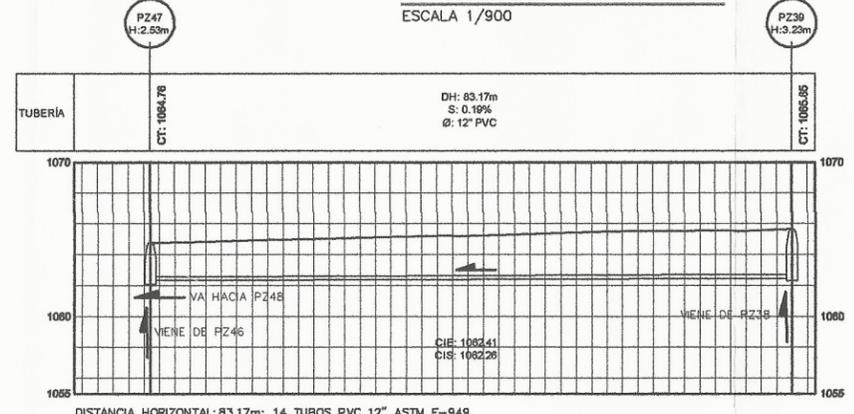
PERFIL PZ38, PZ46  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA



PLANTA PZ39, PZ47  
ESCALA 1/900

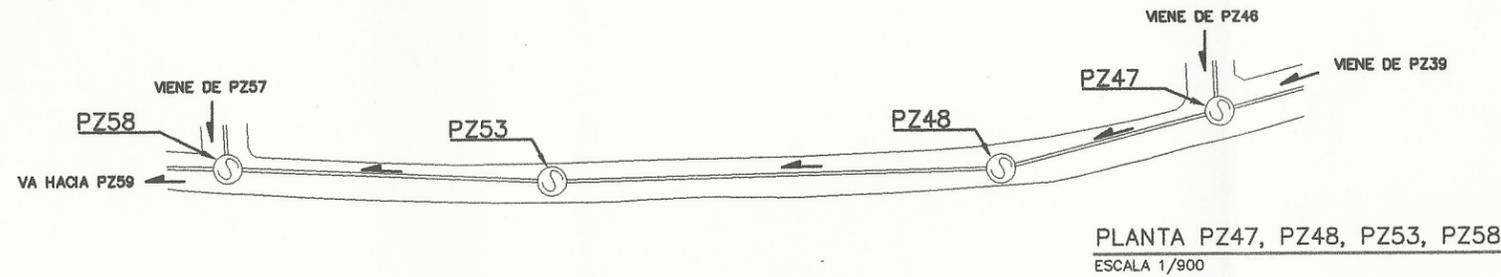


PERFIL PZ39, PZ47  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

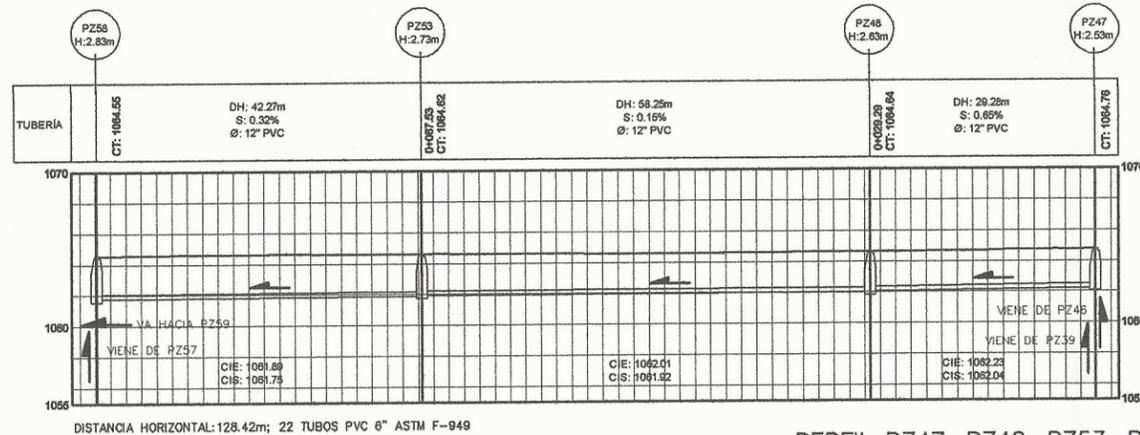
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊗	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

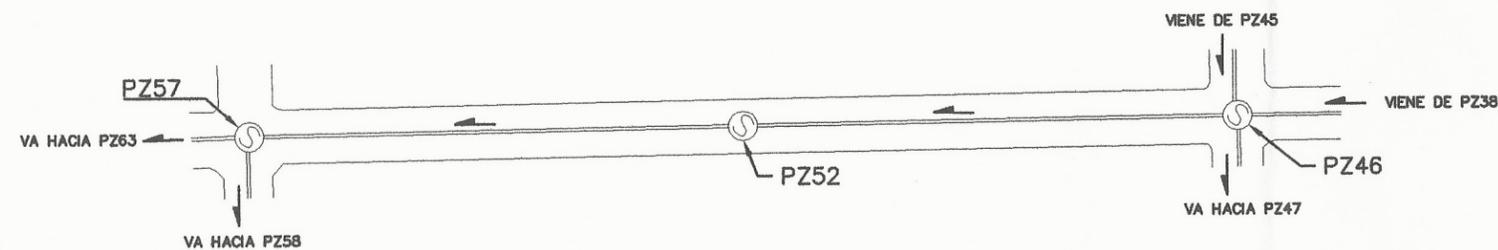
	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALITC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLAN: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ37-PZ39, PZ42, PZ45-PZ47	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE 2018	18 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS	



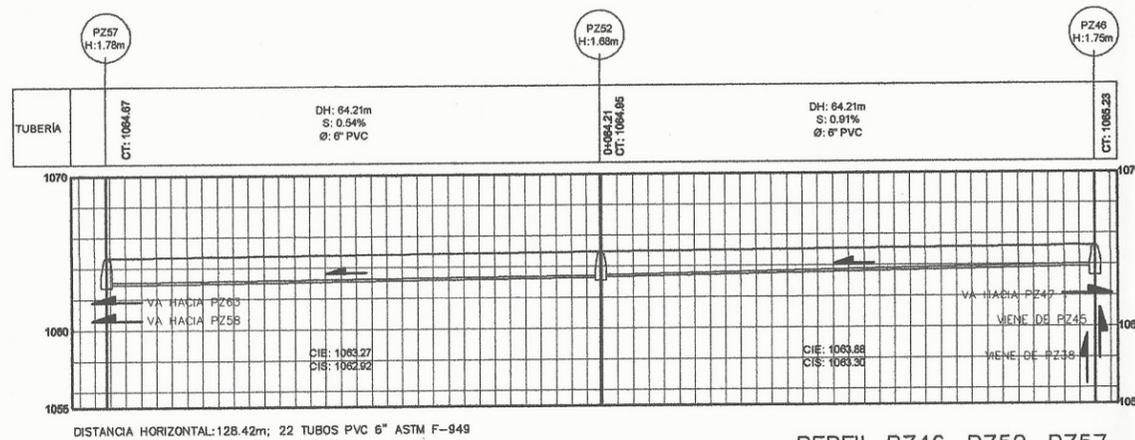
PLANTA PZ47, PZ48, PZ53, PZ58  
ESCALA 1/900



PERFIL PZ47, PZ48, PZ53, PZ58  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA PZ46, PZ52, PZ57  
ESCALA 1/900



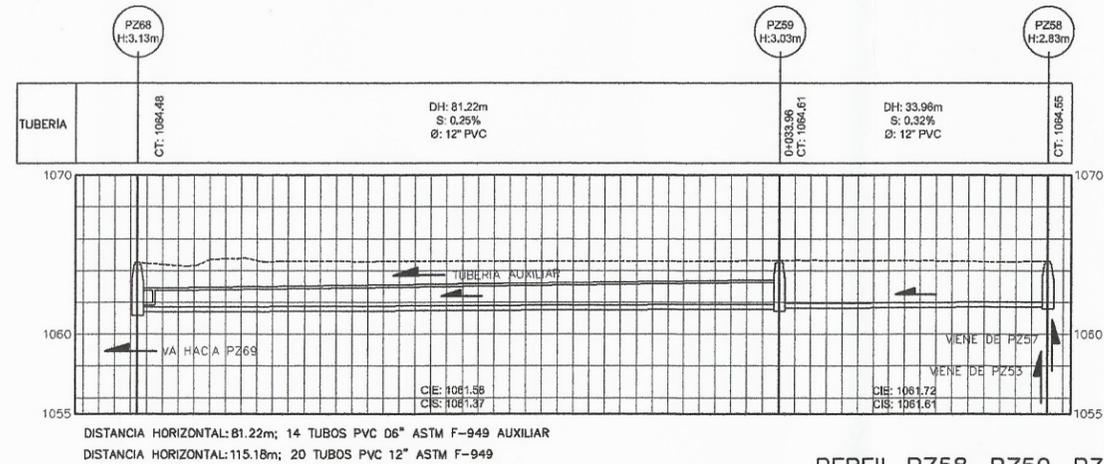
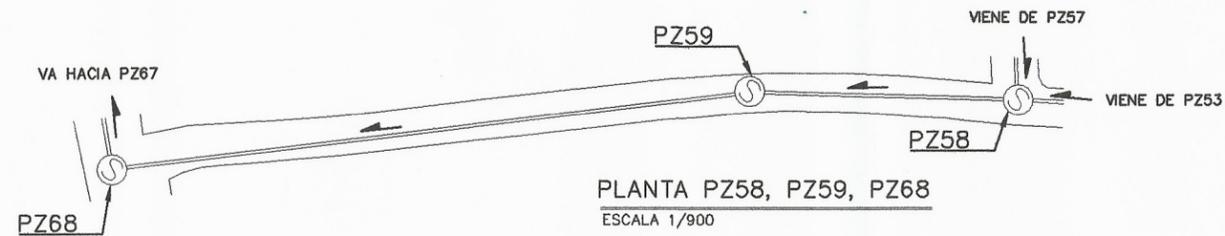
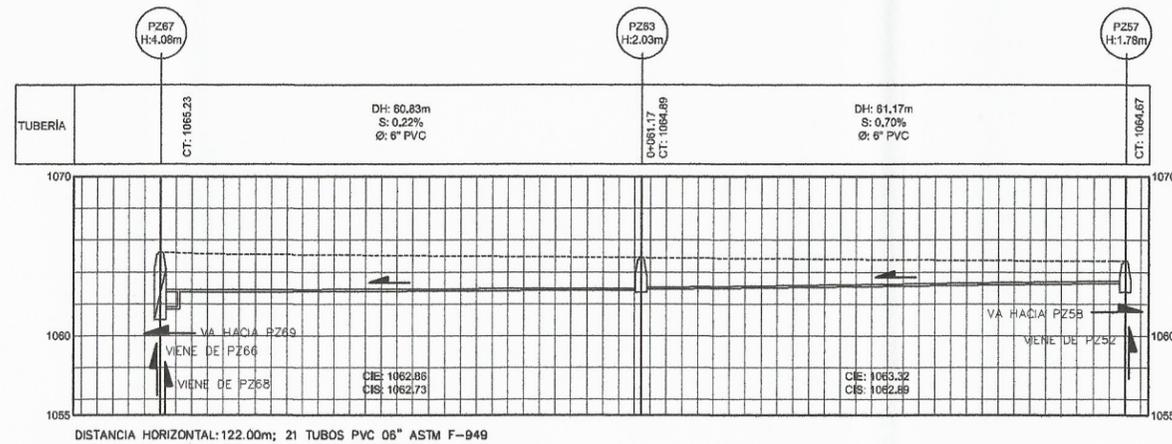
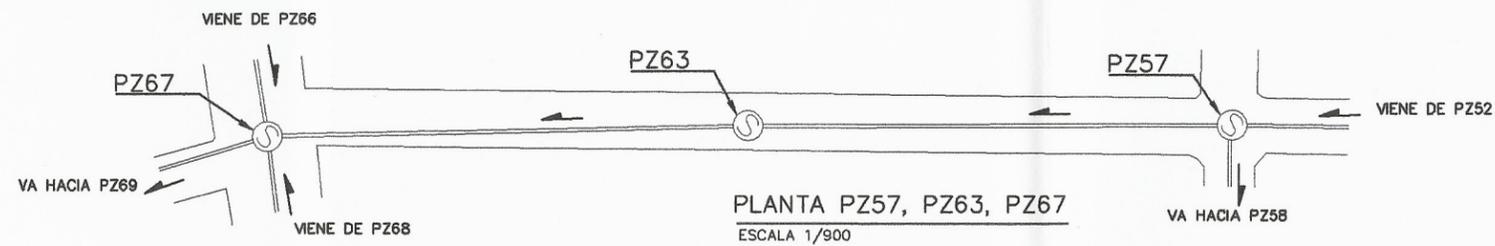
PERFIL PZ46, PZ52, PZ57  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

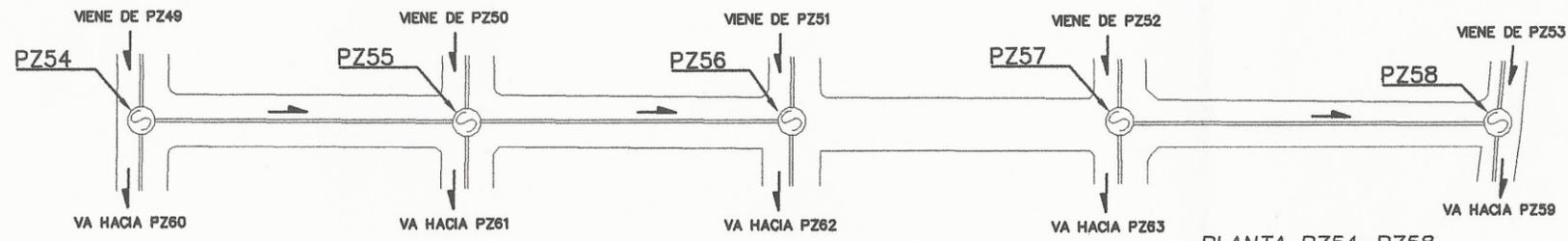
	<p>MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARA: ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
<p>PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ46-PZ48, PZ53, PZ57 Y PZ58</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2016 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019</p>	<p>19 44</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p> <p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRAFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS</p> <p>FIRMA EPISTATA: HÉCTOR DAVID SECAY PORS</p>	<p>ASISTENTE TECNICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS</p> <p>UNIDAD DE INGENIERIA Y EPS ING. MAYRA GRACIA</p> <p>FIRMA SUPERVISORA: ING. MAYRA GRACIA</p>	



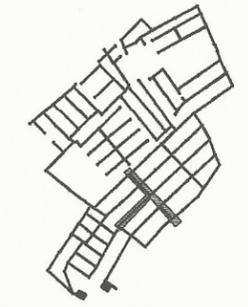
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON ALTURA > 3.50 CON TUBERIA AUXILIAR
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERIA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

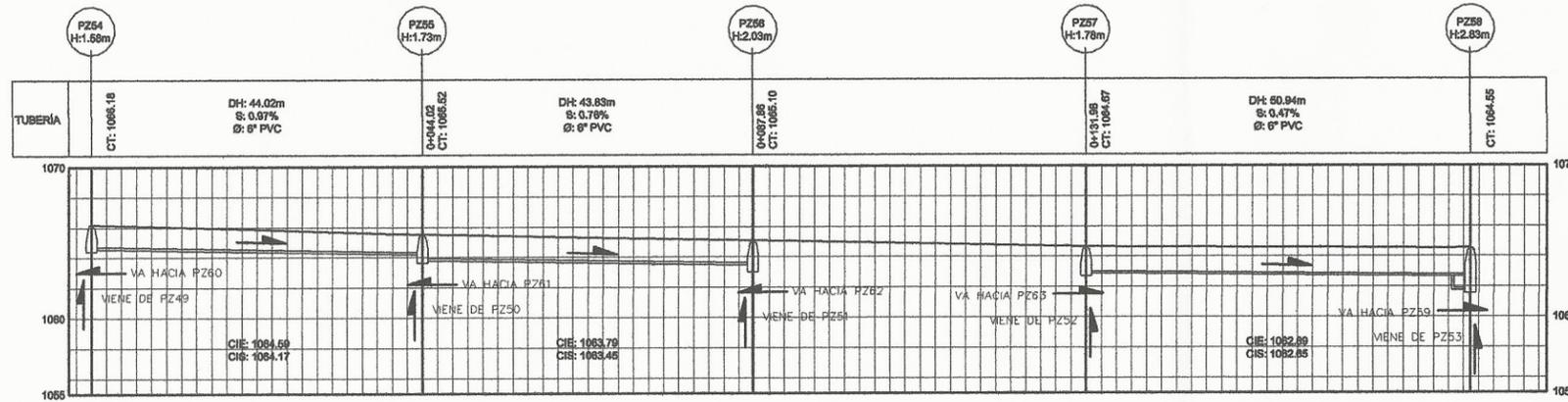
	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARA E ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ57-PZ59, PZ63, PZ67 Y PZ68	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	44
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DISEÑO Y CÁLCULO HIDRAULICO: HECTOR DAVID SECAY PORS	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRAFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS	SUPERVISORA: Inga. Maira Dalmará Gracia SUPERVISORA DE EPS Unidad de Ingeniería y EPS	
FIRMA EPESISTA:	FIRMA SUPERVISORA:	



PLANTA PZ54-PZ58  
ESCALA 1/900



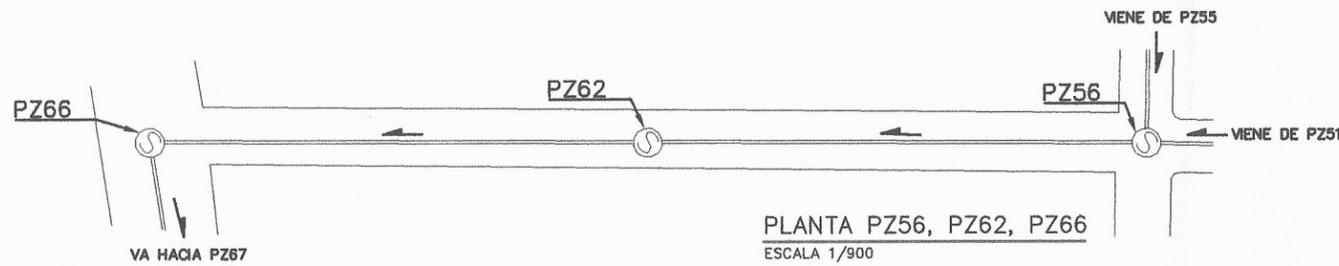
PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA



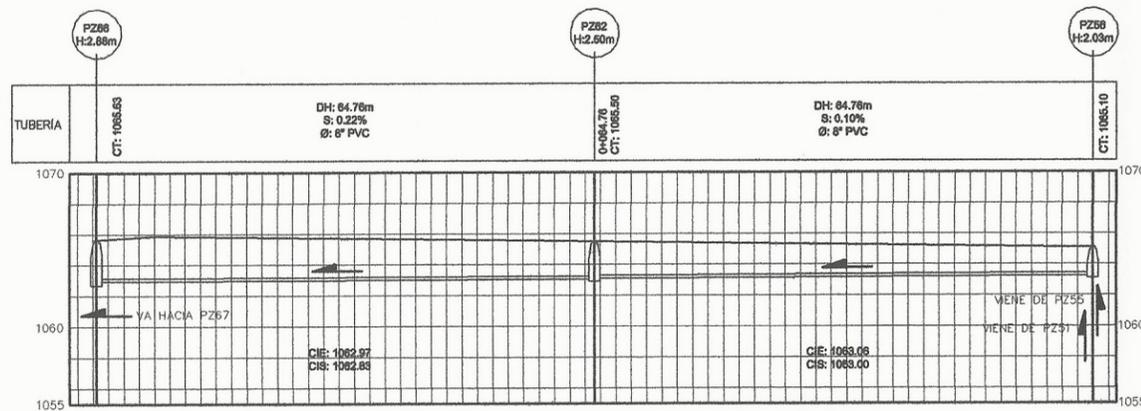
DISTANCIA HORIZONTAL: 138.85m; 23 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ54-PZ58  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON TUBERÍA AUXILIAR
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA



PLANTA PZ56, PZ62, PZ66  
ESCALA 1/900

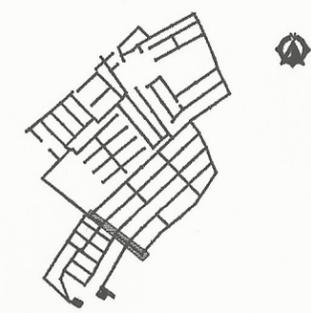
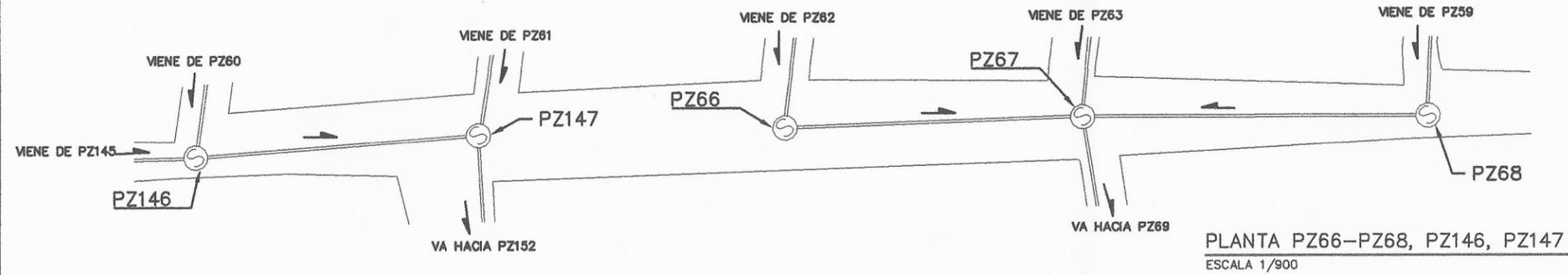


DISTANCIA HORIZONTAL: 129.52m; 22 TUBOS PVC 8" ASTM F-949

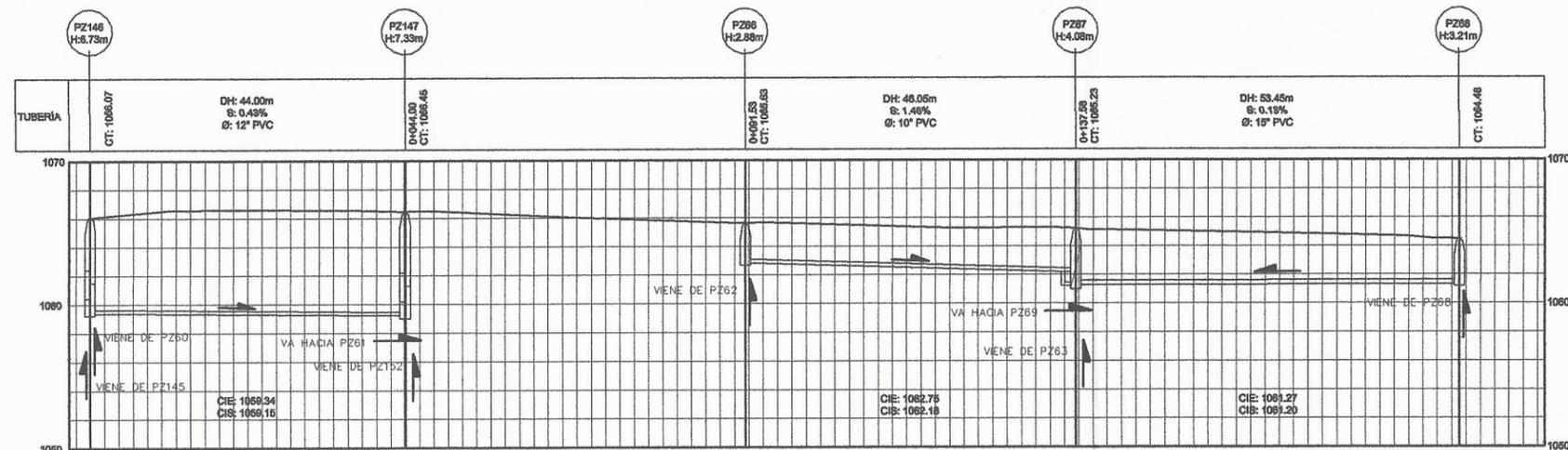
PERFIL PZ56, PZ62, PZ66  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAÉ ZANGRA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.	
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ54-PZ58, PZ62, PZ66	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	21 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	FIRMA SUPERVISORA: Ing. Mayra Bebera Carrón Sorio de Sierra ASESORA TECNICA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	

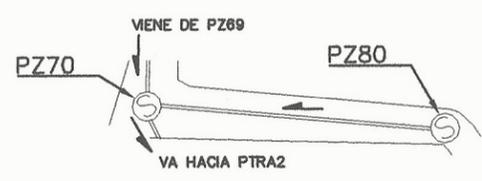


PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

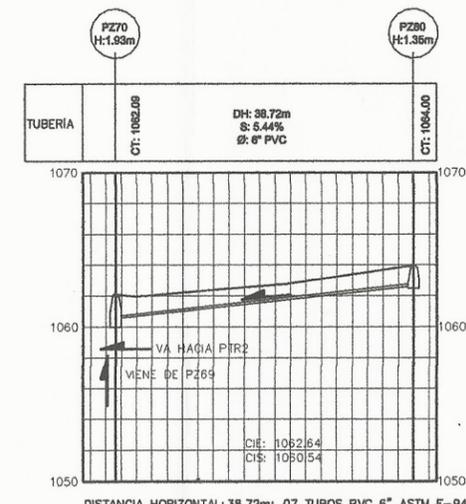


DISTANCIA HORIZONTAL: 44.00m; 08 TUBOS PVC 12" ASTM F-949  
 DISTANCIA HORIZONTAL: 46.05m; 08 TUBOS PVC 10" ASTM F-949  
 DISTANCIA HORIZONTAL: 53.45m; 09 TUBOS PVC 15" ASTM F-949

PERFIL PZ66-PZ68, PZ146, PZ147  
 ESCALA HORIZONTAL 1/500  
 ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA PZ70, PZ80  
 ESCALA 1/900



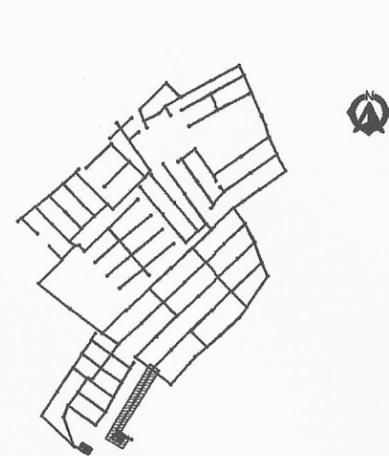
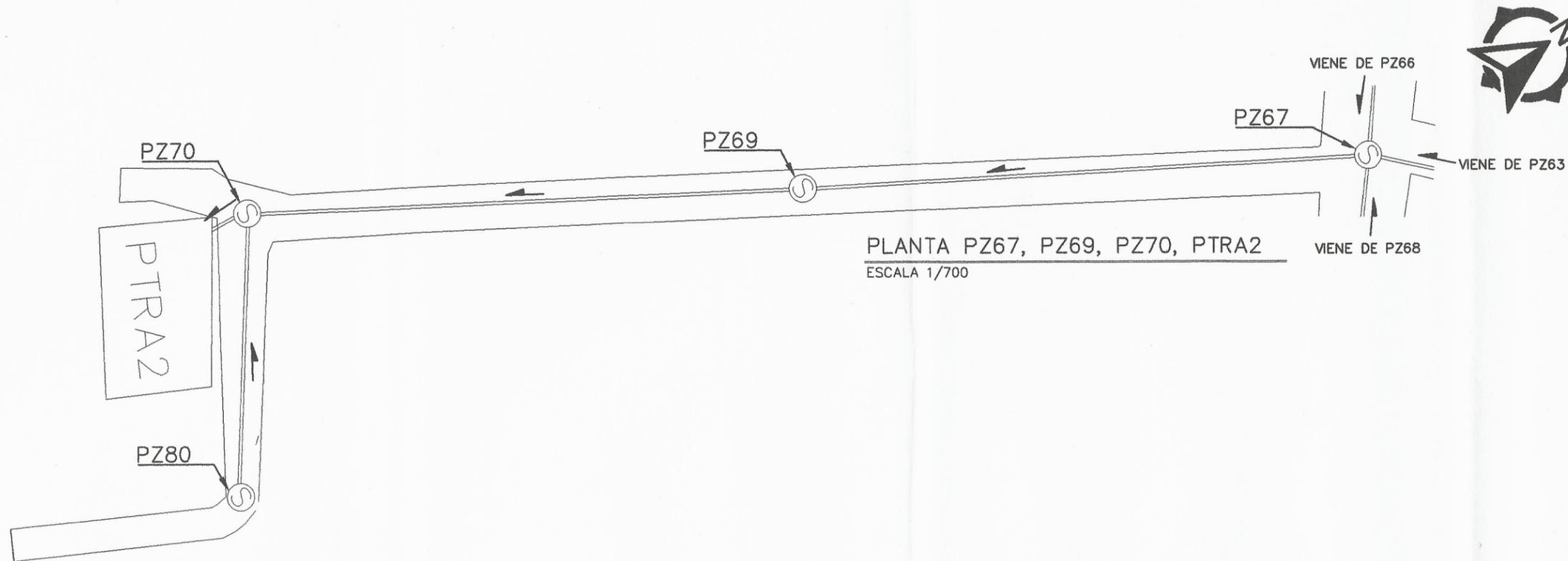
DISTANCIA HORIZONTAL: 38.72m; 07 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ70, PZ80  
 ESCALA HORIZONTAL 1/500  
 ESCALA VERTICAL 1/250

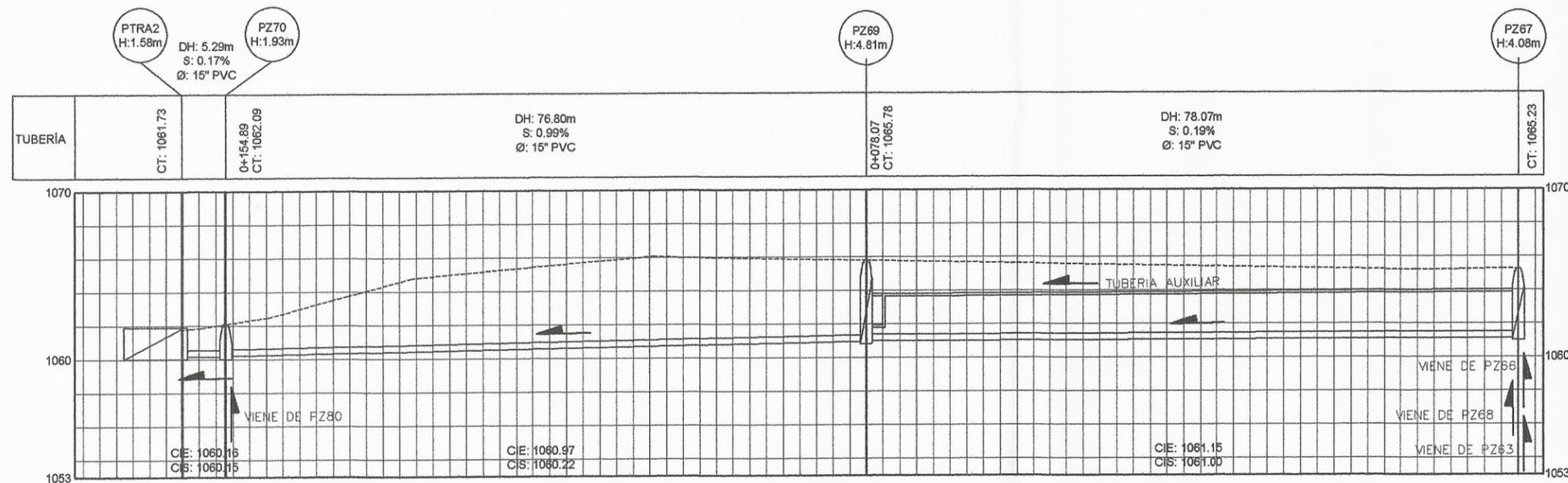
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA > 3.50 M. CON TUBERIA AUXILIAR
	POZO DE VISITA CON DISIPADOR DE ENERGIA
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERIA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO PZ66-PZ68, PZ70, PZ80, PZ146, PZ147	PROGRAMA: EPS USAC 2016 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2018	22 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECA FIRMA EPESISTA:	FIRMA SUPERVISORA: Ing. Mijanguez	



SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON ALTURA > 3.50 M. SIN DISIPADOR DE ENERGIA
	POZO DE VISITA CON TUBERIA AUXILIAR
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERIA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMINETO DE AGUA
	PLANTA DE TRATAMINETO DE AGUA

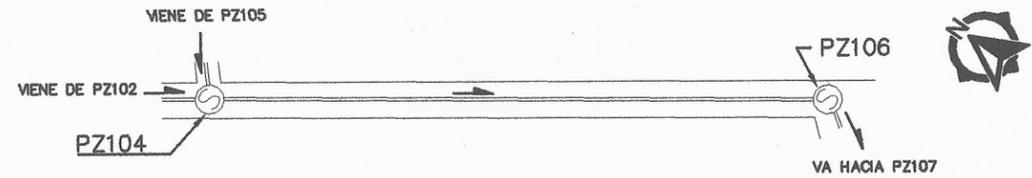


ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

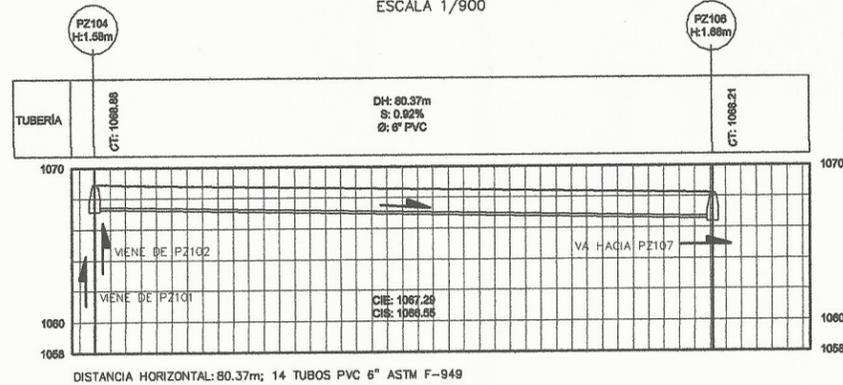
PERFIL PZ67, PZ69, PZ70, PTRA2  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

DISTANCIA HORIZONTAL: 78.07m; 13 TUBOS PVC Ø6" ASTM F-949 AUXILIAR  
DISTANCIA HORIZONTAL: 160.16m; 27 TUBOS PVC 15" ASTM F-949

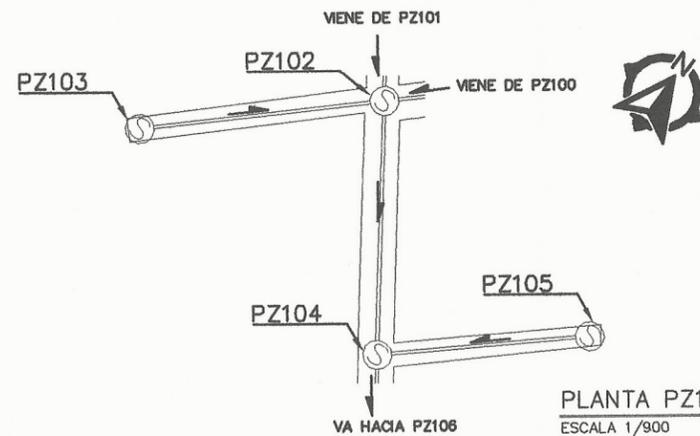
	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARA E ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ67, PZ69, PZ70 Y PTRA2	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DISEÑO Y CÁLCULO HIDRAULICO: HECTOR DAVID SECAY PORS	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS	SUPERVISOR: Ing. Mayra Gabriela Barrios de Sierra	
FIRMA EPESISTA:	FIRMA SUPERVISOR: SUPERVISORA DE EPS Unidad de Ingeniería y EPS	



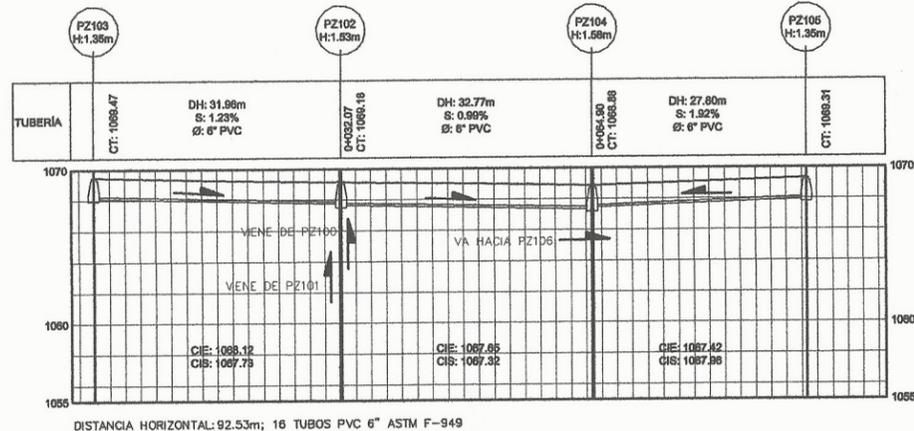
PLANTA PZ105, PZ106  
ESCALA 1/900



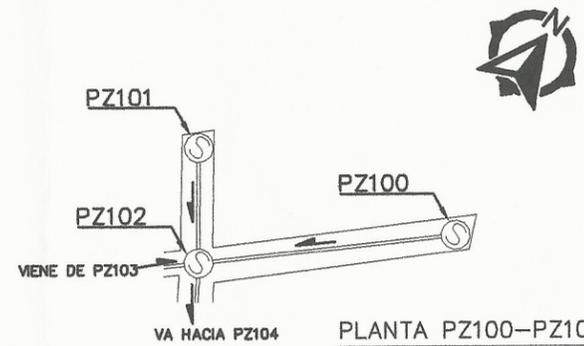
PERFIL PZ105, PZ106  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



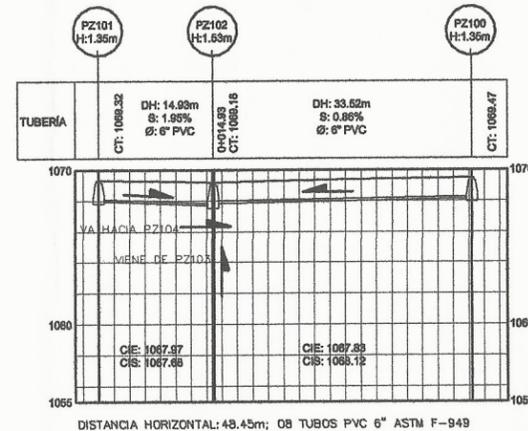
PLANTA PZ102-PZ105  
ESCALA 1/900



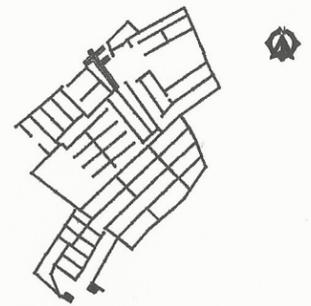
PERFIL PZ102-PZ105  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA PZ100-PZ102  
ESCALA 1/900



PERFIL PZ100-PZ102  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERIA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

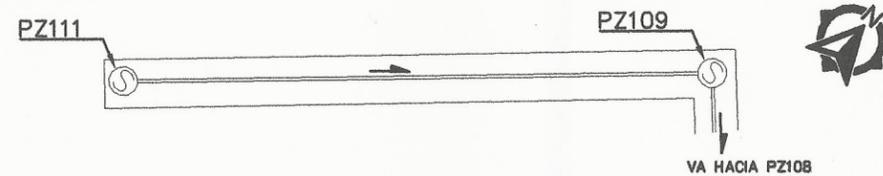
NORMAS DE TUBERÍA

ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA

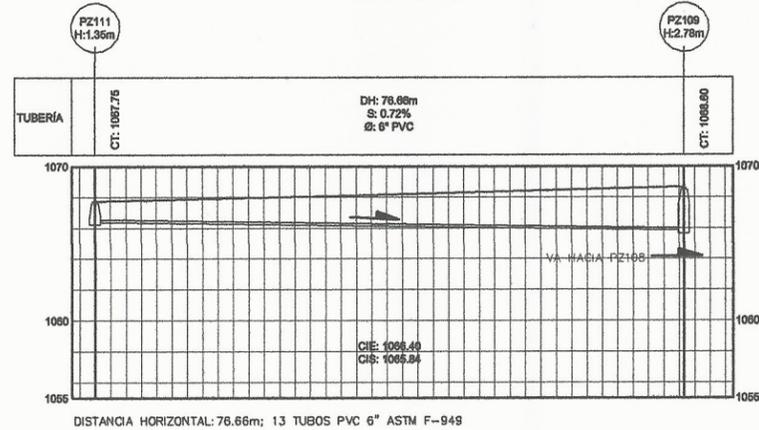
NORMAS DE DISEÑO

NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS  
INFOM, 2001

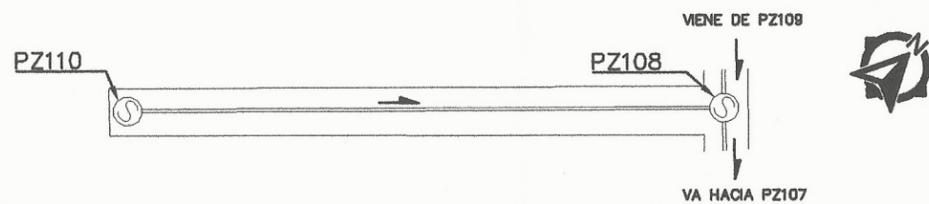
	<p>MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALCIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
<p>PLANO: PLANTA DE DISEÑO HIDRÁULICO PZ100-PZ106</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019</p>	<p>24</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p> <p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HECTOR DAVID SECAY PONS</p> <p>FIRMA EPESISTA:</p>	<p>DISEÑO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ING. MARY REBECA CUELLAR SERRANO ASESORA - SUPERVISORA DE EPS</p> <p>FIRMA SUPERVISORA:</p>	<p>44</p>



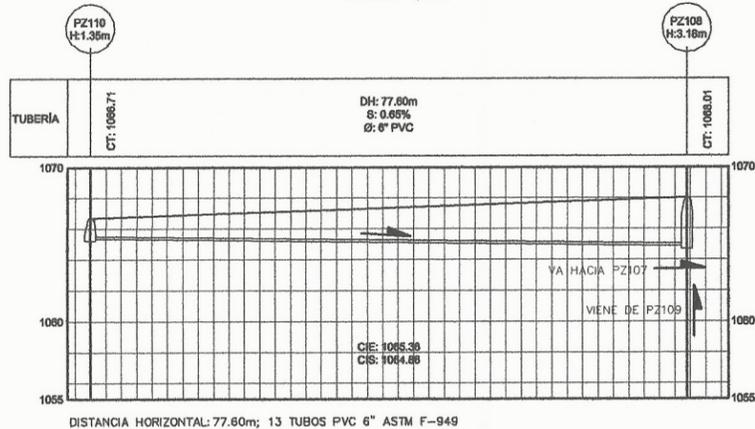
PLANTA PZ109, PZ111  
ESCALA 1/900



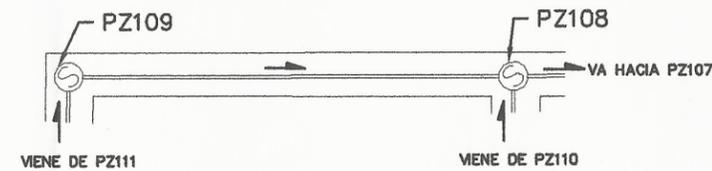
PERFIL PZ109, PZ111  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



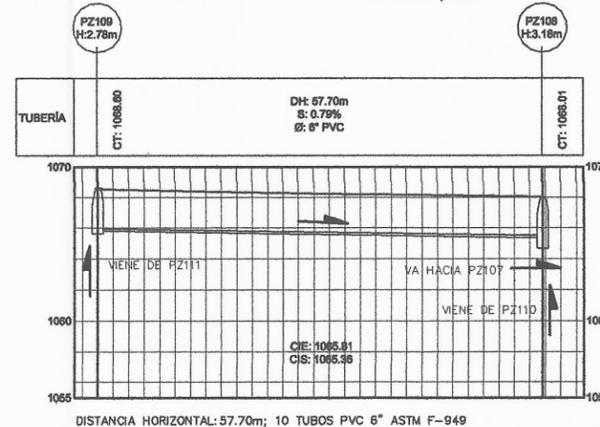
PLANTA PZ108, PZ110  
ESCALA 1/900



PERFIL PZ108, PZ110  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA PZ108, PZ109  
ESCALA 1/900



PERFIL PZ108, PZ109  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA DE REFERENCIA

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERIA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

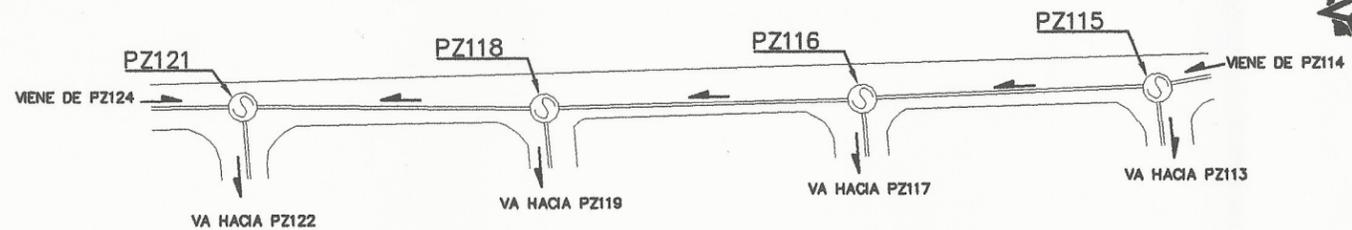
NORMAS DE TUBERÍA

ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA

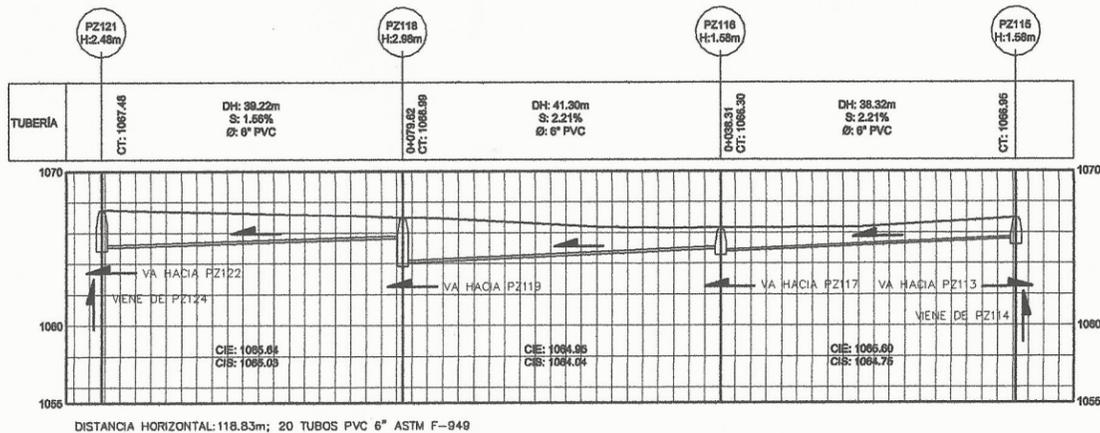
NORMAS DE DISEÑO

NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001

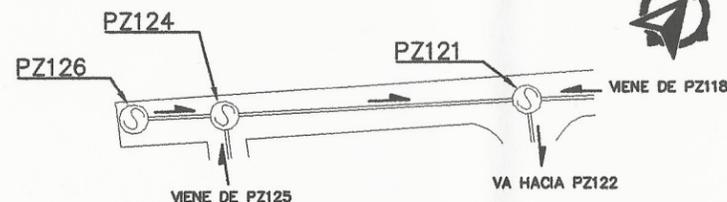
	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARA EL ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA - PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ108-PZ111	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	25 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DISEÑO Y CÁLCULO HIDRAULICO: ASISTENTE TECNICO DE EPS DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS FIRMA SUPERVISORA: FIRMA SUPERVISORA: Unidad de Operaciones de Ingeniería y EPS	



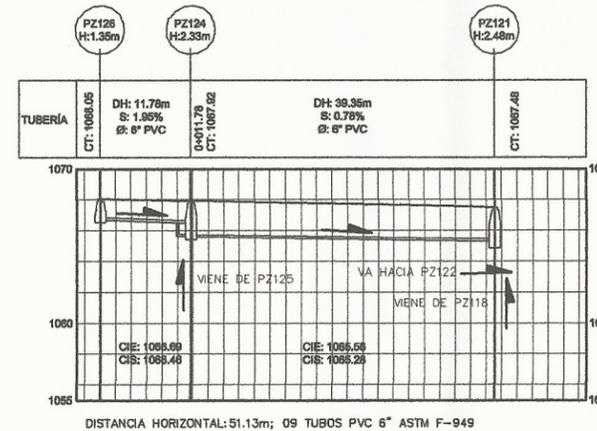
PLANTA PZ114-PZ116, PZ118, PZ121  
ESCALA 1/900



PERFIL PZ114-PZ116, PZ118, PZ121  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



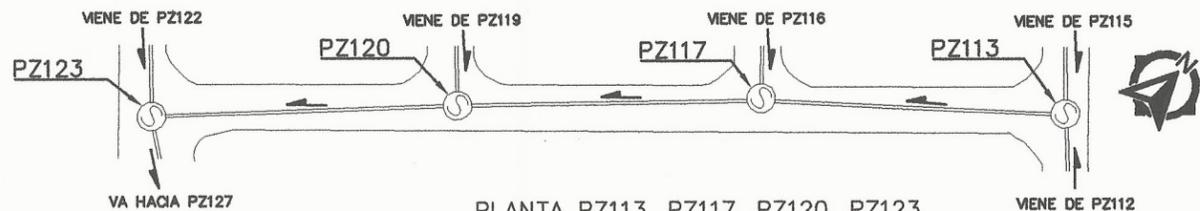
PLANTA PZ21, PZ124, PZ126  
ESCALA 1/900



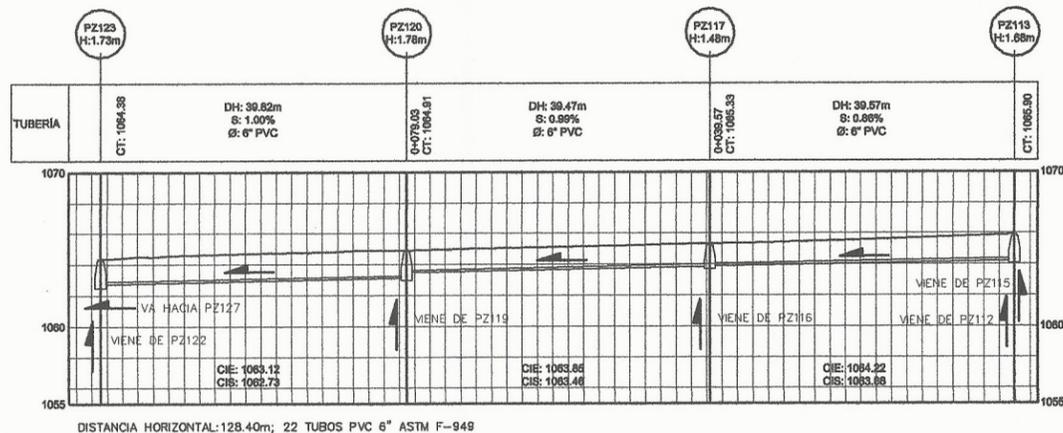
PERFIL PZ121, PZ124, PZ126  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

PLANTA DE REFERENCIA  
SW ESCALA

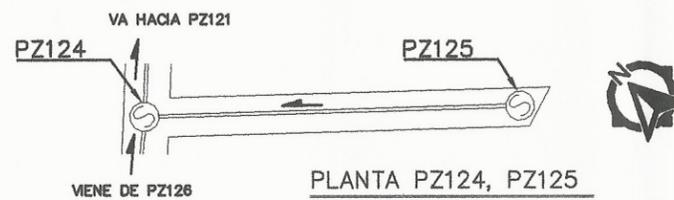
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON TUBERÍA AUXILIAR
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA



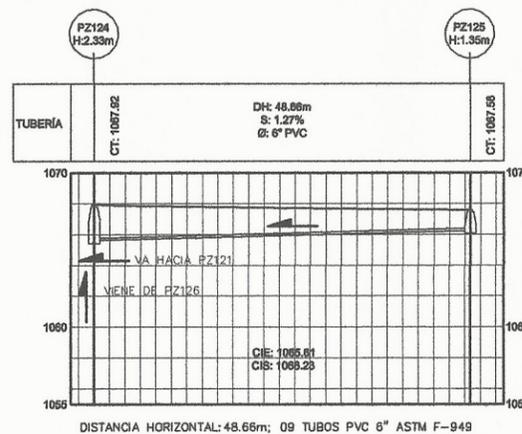
PLANTA PZ113, PZ117, PZ120, PZ123  
ESCALA 1/900



PERFIL PZ113, PZ117, PZ120, PZ123  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



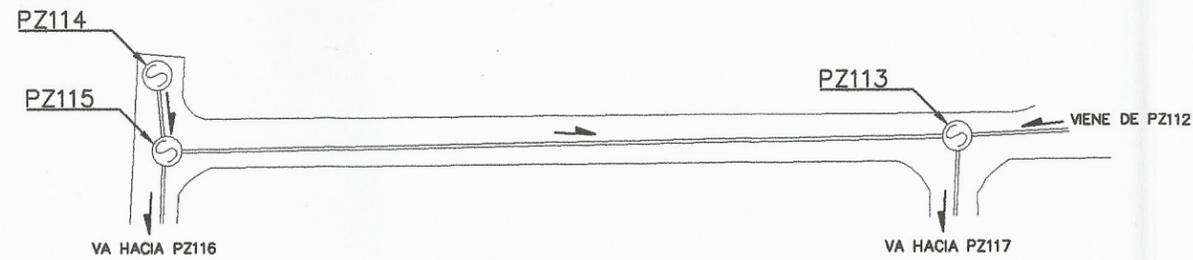
PLANTA PZ124, PZ125  
ESCALA 1/900



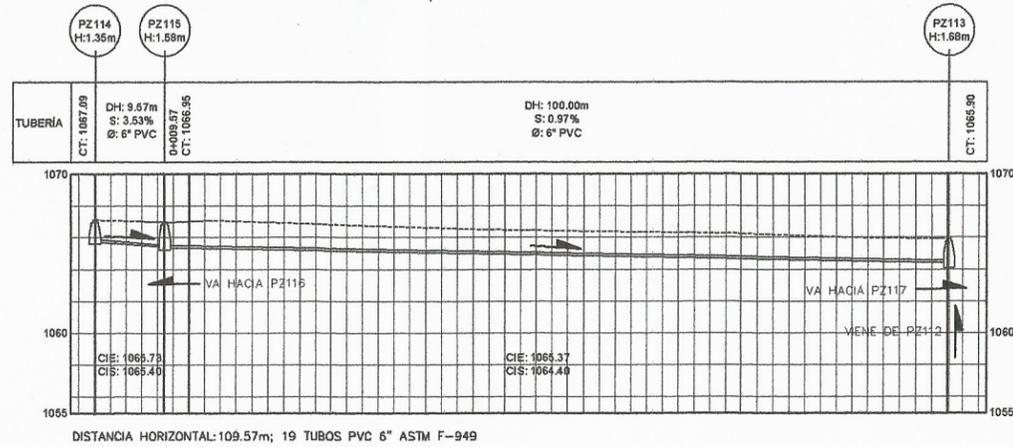
PERFIL PZ124, PZ125  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

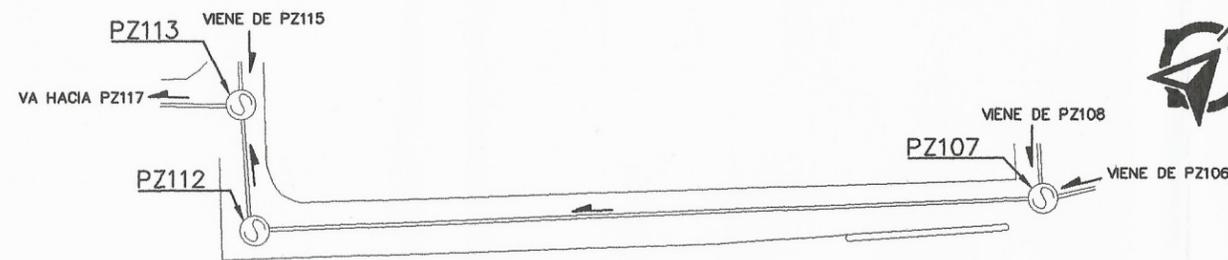
	<b>MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</b> MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.	
PLANO: <b>PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO PZ113-PZ118, PZ120, PZ121, PZ123-PZ126</b>	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	26  44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	FIRMA SUPERVISORA: 	



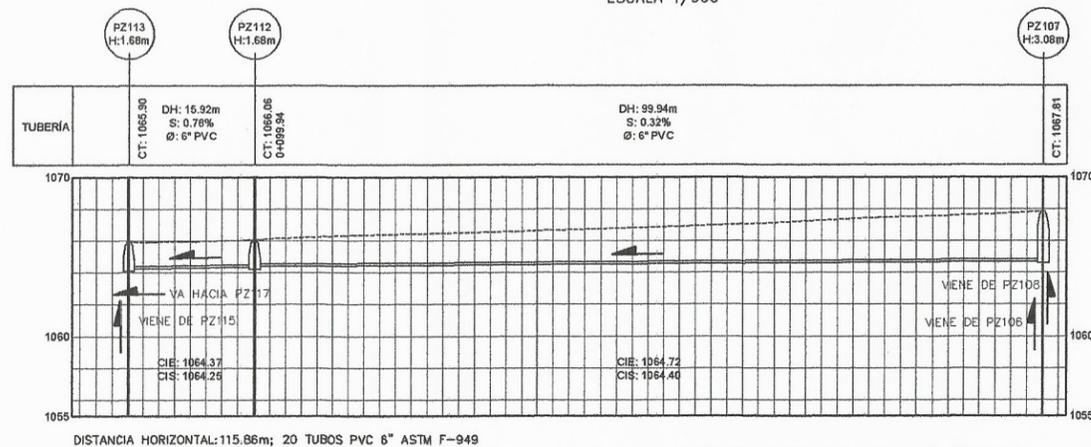
**PLANTA PZ113-PZ115**  
ESCALA 1/900



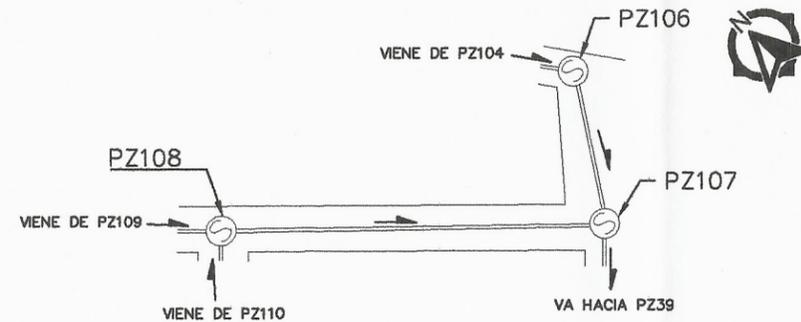
**PERFIL PZ113-PZ115**  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



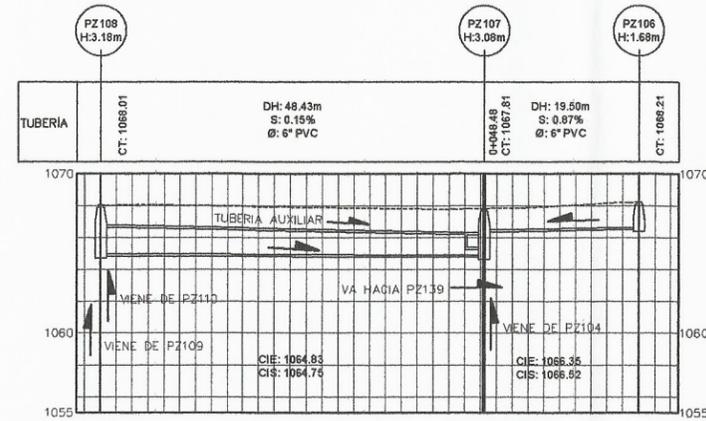
**PLANTA PZ107, PZ112, PZ113**  
ESCALA 1/900



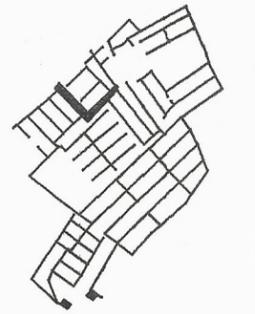
**PERFIL PZ107, PZ112, PZ113**  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



**PLANTA PZ106-PZ108**  
ESCALA 1/900



**PERFIL PZ106-PZ108**  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

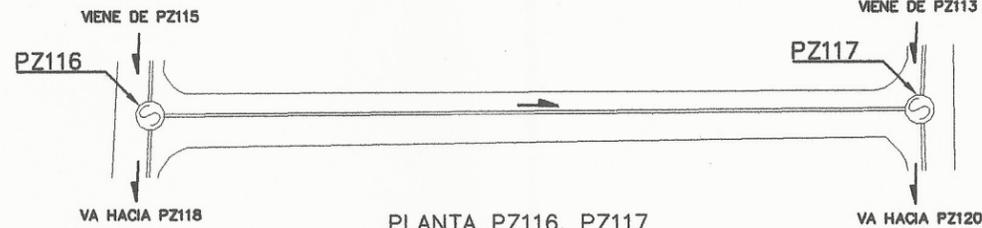


**PLANTA DE REFERENCIA**  
SIN ESCALA

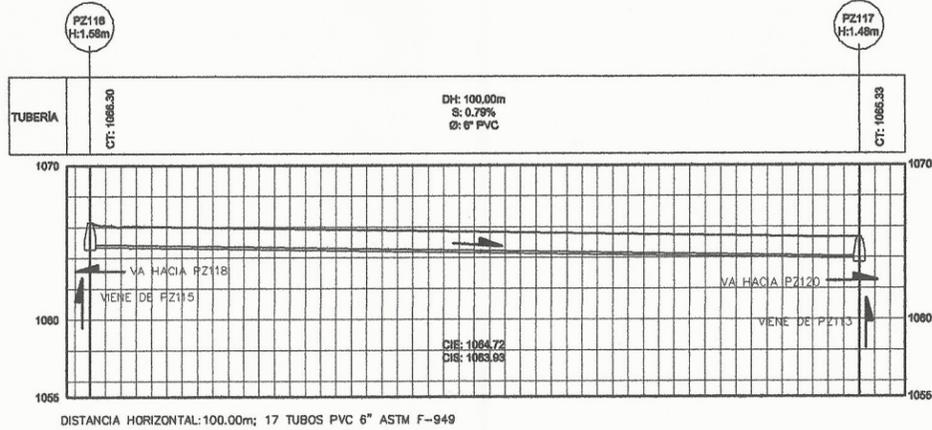
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON TUBERIA AUXILIAR
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERIA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMINETO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERIA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERIA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERIA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

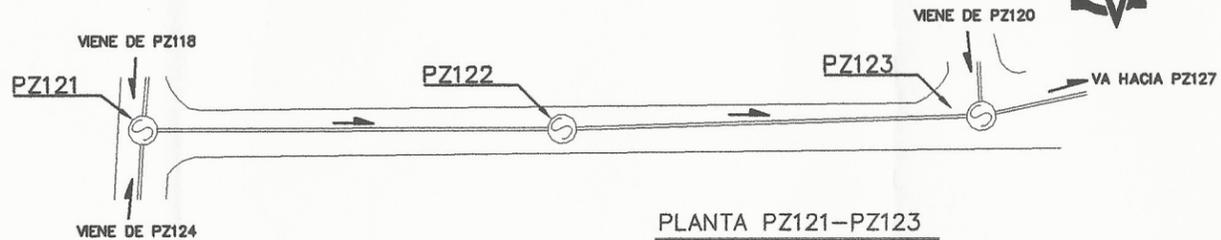
	<b>MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</b> MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARA E. ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: <b>PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ106-PZ108</b>	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS FIRMA EPESISTA:	DIBUJO Y CALCULO HIDRAULICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS SUPERVISOR: <i>[Signature]</i> FIRMA SUPERVISORA:	



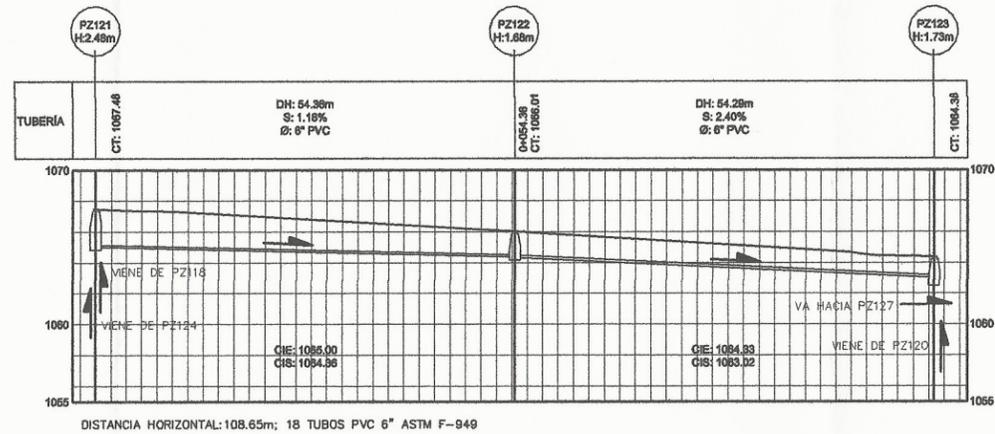
PLANTA PZ116, PZ117  
ESCALA 1/900



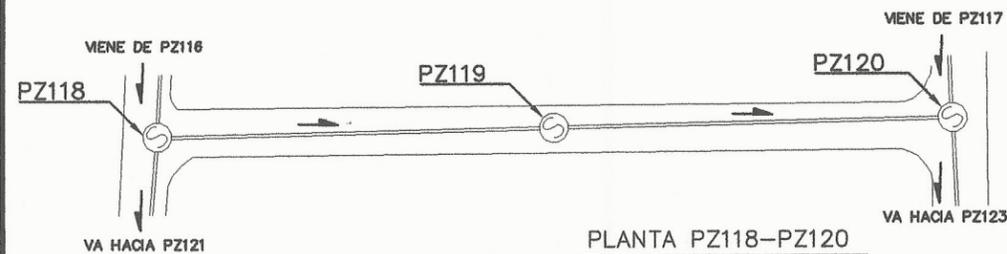
PERFIL PZ116, PZ117  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



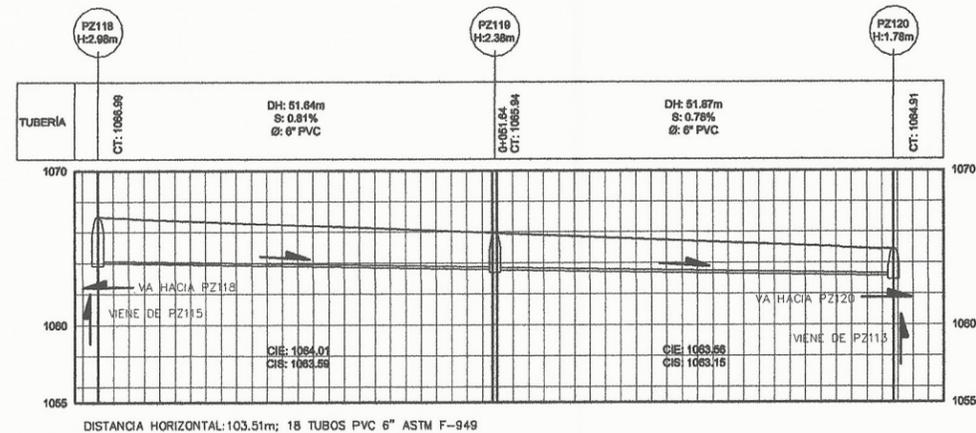
PLANTA PZ121-PZ123  
ESCALA 1/900



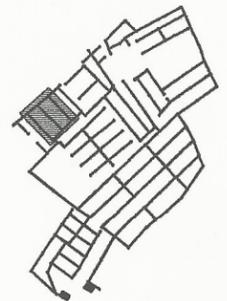
PERFIL PZ121-PZ123  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA PZ118-PZ120  
ESCALA 1/900



PERFIL PZ118-PZ120  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

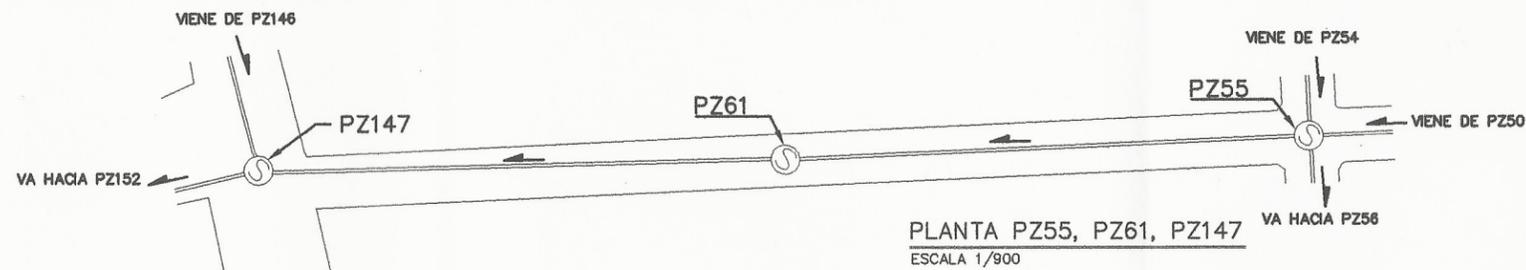


PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

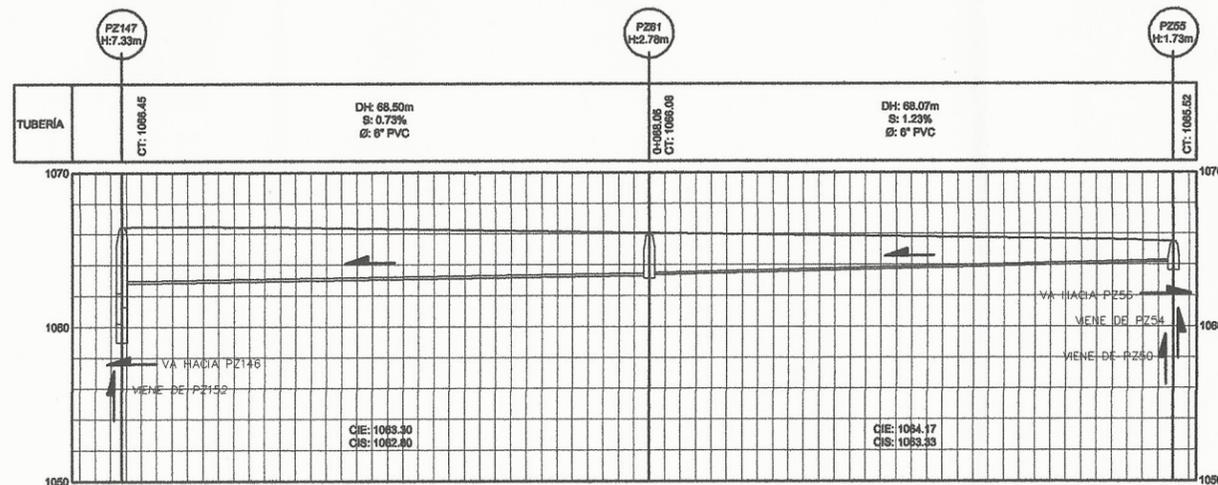
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	<b>MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</b> MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: <b>PLANTA PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ2, PZ3, PZ4 Y PZ5</b>	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	28  44
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	FIRMA SUPERVISORA: Ing. Mayra Rebeca Garcia Sorin de Sierra Unidad de Proyectos de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería	



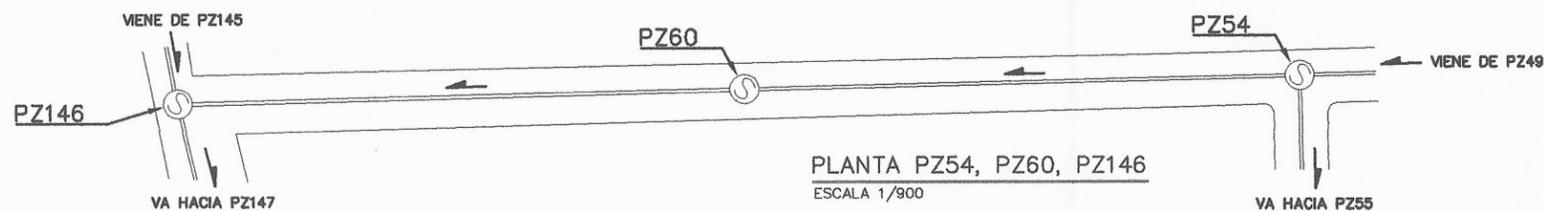
PLANTA PZ55, PZ61, PZ147  
ESCALA 1/900



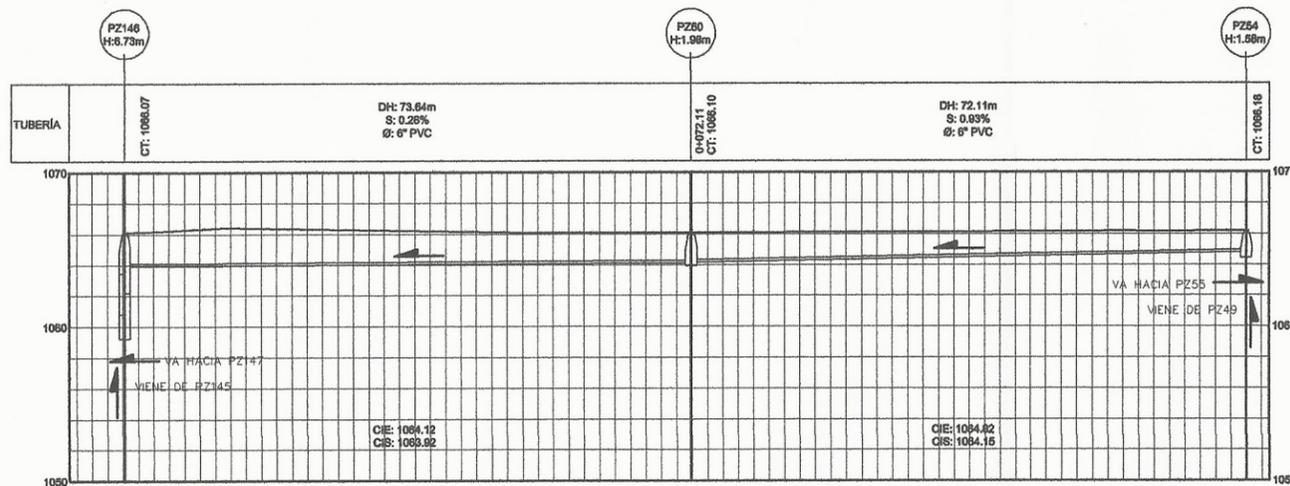
DISTANCIA HORIZONTAL: 136.57m; 23 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ55, PZ61, PZ147

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



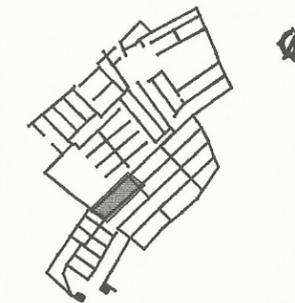
PLANTA PZ54, PZ60, PZ146  
ESCALA 1/900



DISTANCIA HORIZONTAL: 145.75m; 25 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ54, PZ60, PZ146

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

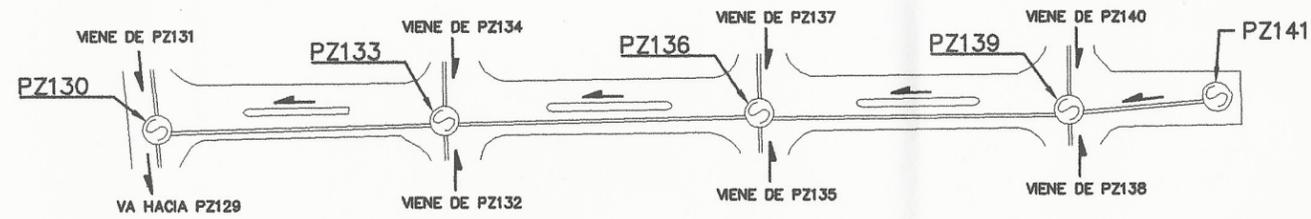


PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

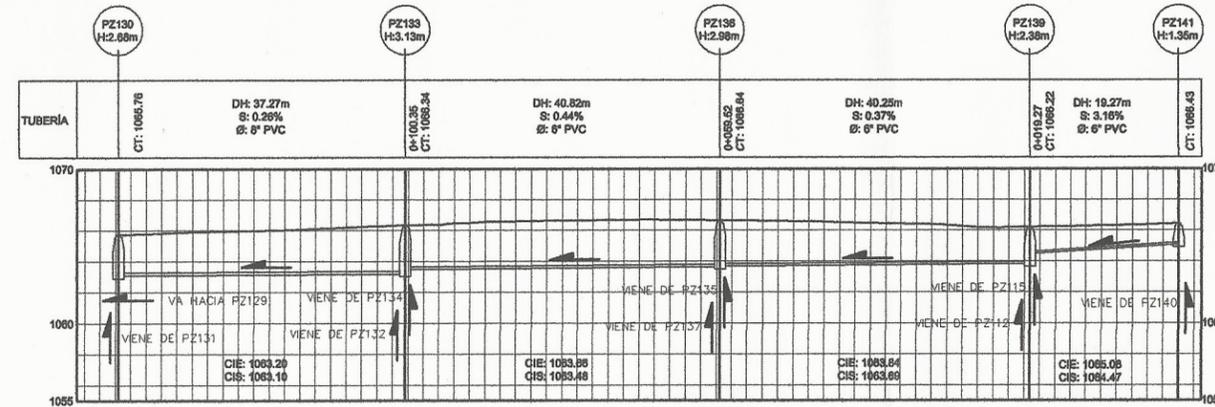
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON DISIPADOR DE ENERGIA
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	<p>MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZANORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
<p>PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO PZ54, PZ55, PZ60, PZ61, PZ146 Y PZ147</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2016 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019</p>	<p>29 44</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p> <p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HECTOR DAVID SECAY PGRS</p> <p>FIRMA EPECISTA:</p>	<p>ING. MARY REBECA GARCÍA SORIANO DE SIERRA ING. HECTOR DAVID SECAY PGRS SUPERVISORAS DE INGENIERÍA Y EPS ING. MARY GRACIA</p>	

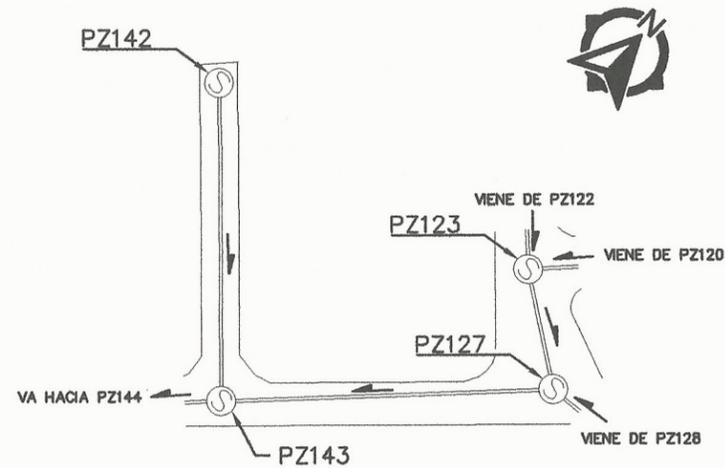


PLANTA PZ130, PZ133, PZ136, PZ139  
ESCALA 1/900

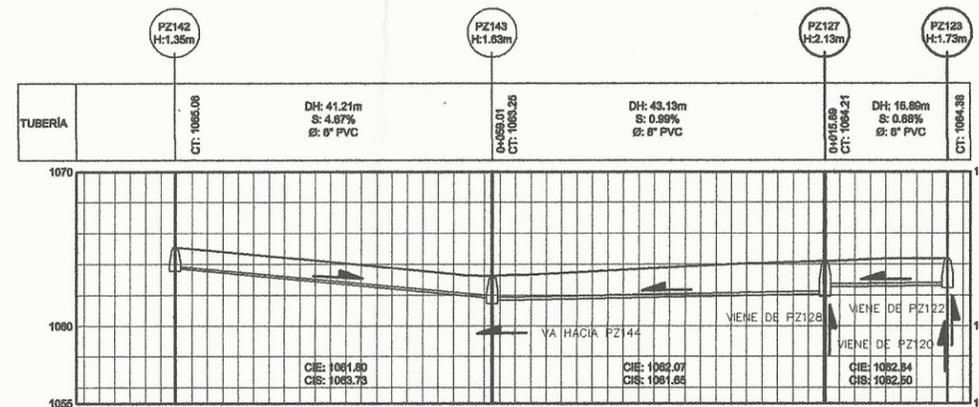


DISTANCIA HORIZONTAL: 37.27m; 07 TUBOS PVC 8" ASTM F-949  
DISTANCIA HORIZONTAL: 100.36m; 17 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ130, PZ133, PZ136, PZ139  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

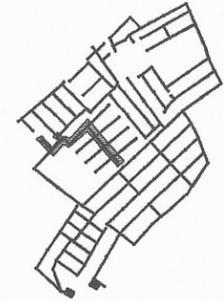


PLANTA PZ123, PZ127, PZ142, PZ143  
ESCALA 1/900



DISTANCIA HORIZONTAL: 41.21m; 07 TUBOS PVC 6" ASTM F-949  
DISTANCIA HORIZONTAL: 59.02m; 10 TUBOS PVC 8" ASTM F-949

PERFIL PZ123, PZ127, PZ142, PZ143  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

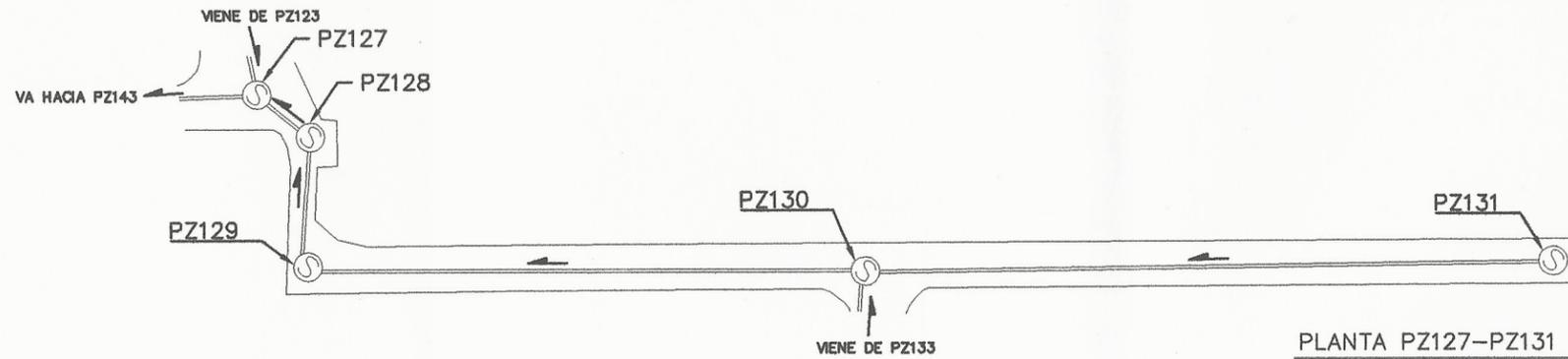


PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

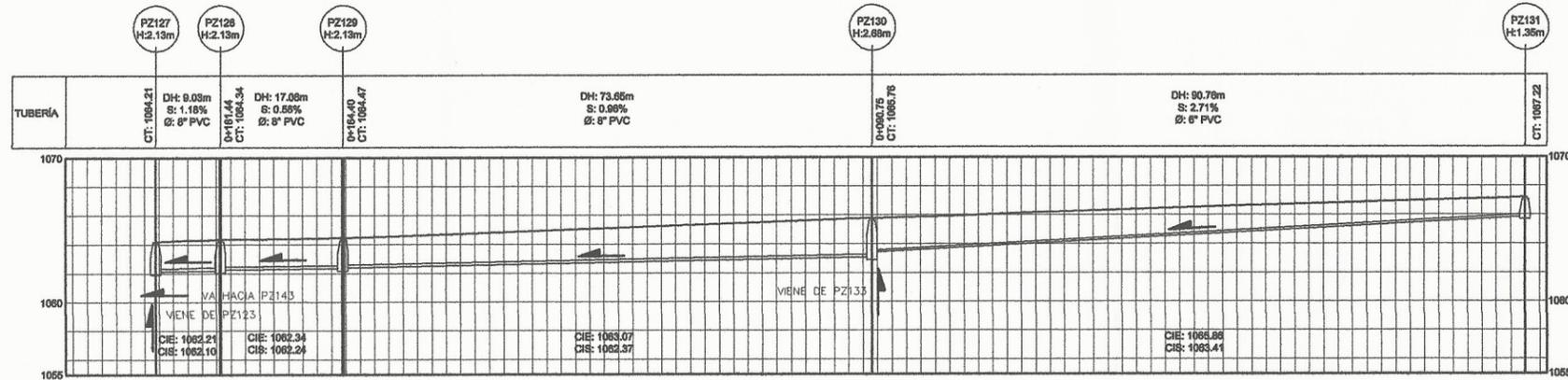
SIMBOLOGIA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERIA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	<b>MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</b> MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARA EL ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ123, PZ127, PZ130, PZ133, PZ136, PZ139, PZ141, PZ143	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	30 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA DIBUJO Y CALCULO TOPOGRAFICO: HECTOR DAVID SECAY PORS FIRMA EPELISTA:	FIRMA SUPERVISORA: 	

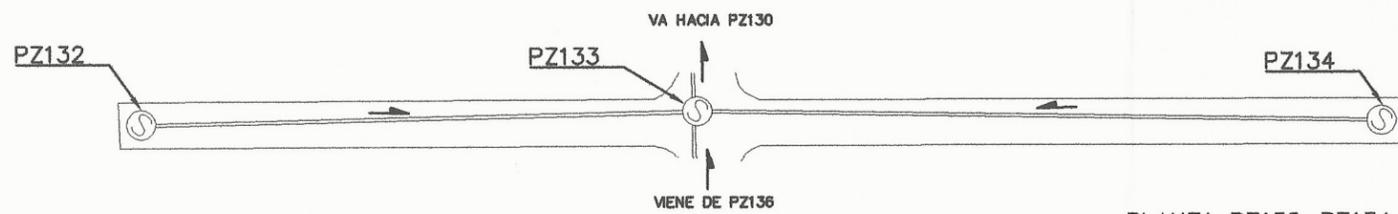


PLANTA PZ127-PZ131  
ESCALA 1/900

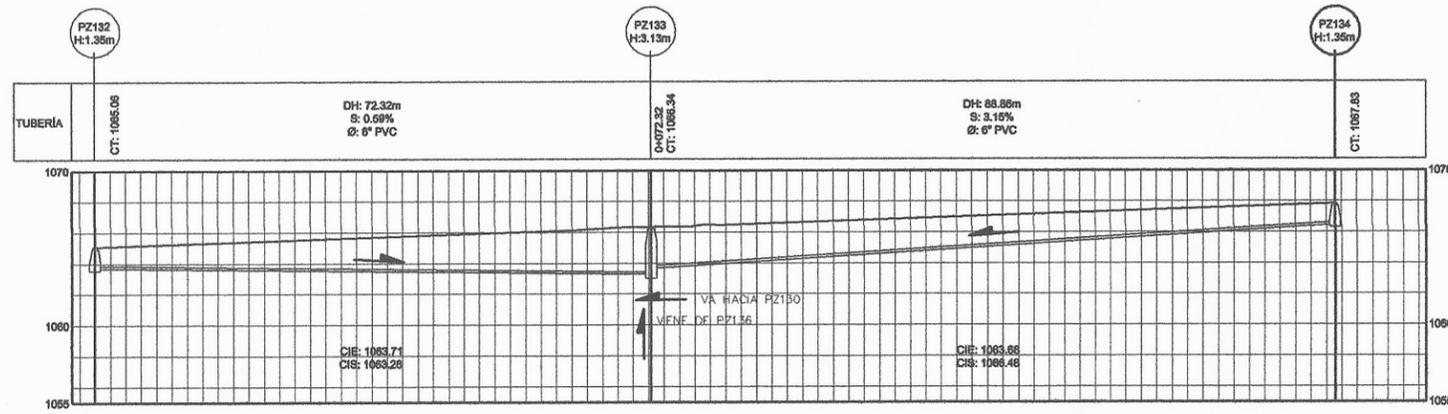


DISTANCIA HORIZONTAL: 90.76m; 16 TUBOS PVC 6" ASTM F-949  
DISTANCIA HORIZONTAL: 99.75m; 17 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ127-PZ131  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA PZ132-PZ134  
ESCALA 1/900



DISTANCIA HORIZONTAL: 161.18m; 27 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ132-PZ134  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

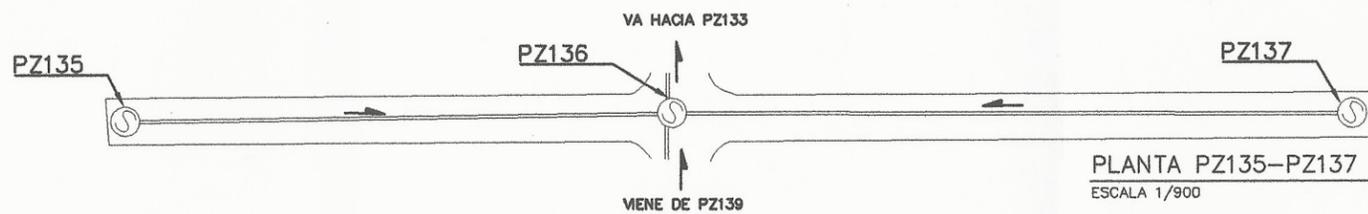
NORMAS DE TUBERÍA

ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA

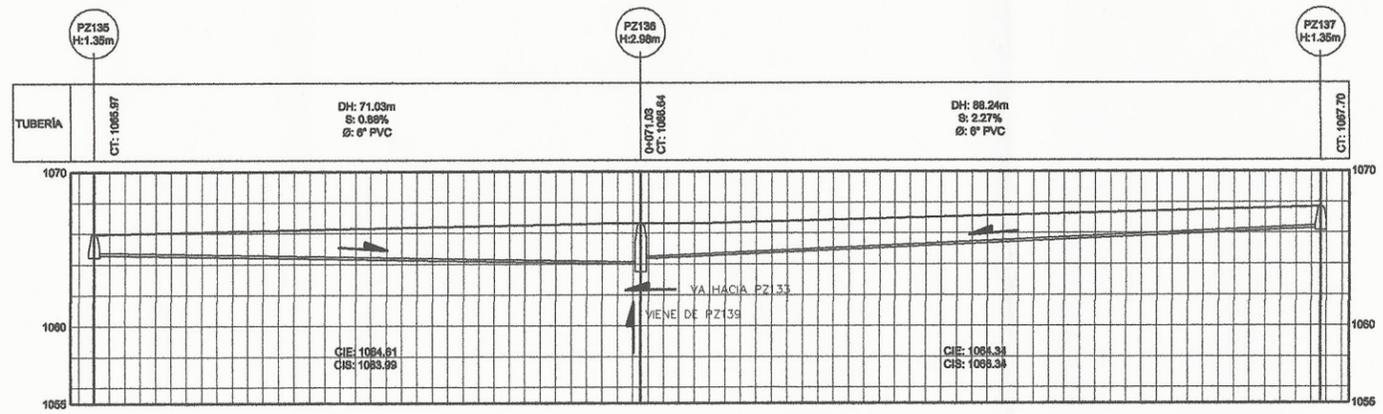
NORMAS DE DISEÑO

NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS  
INFOM, 2001

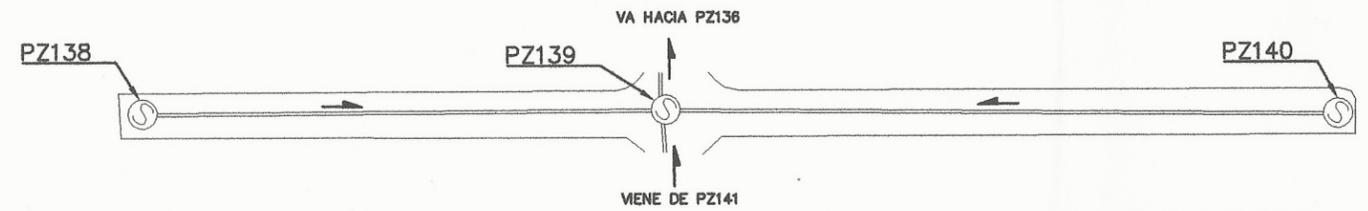
	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZANORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: <b>PLANTA PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ127-PZ134</b>	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	31 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	FIRMA EPESISTA: HÉCTOR DAVID SECAY PORE	



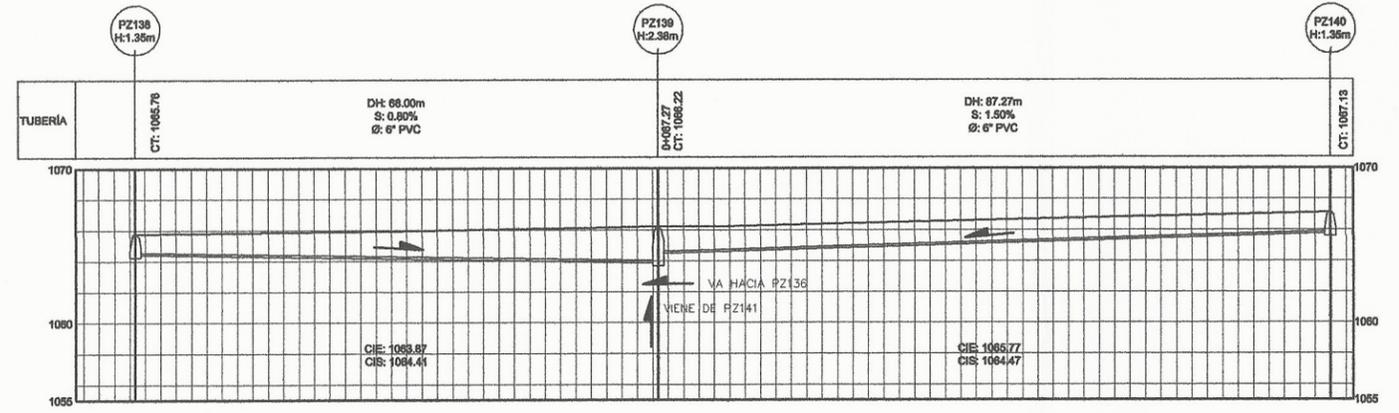
PLANTA PZ135-PZ137  
ESCALA 1/900



PERFIL PZ135-PZ137  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA PZ138-PZ140  
ESCALA 1/900



PERFIL PZ138-PZ140  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

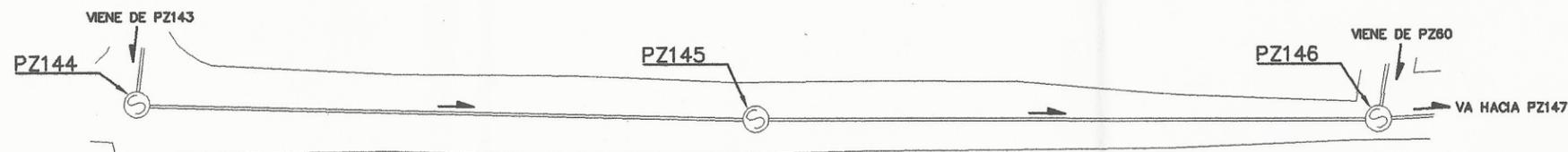


PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

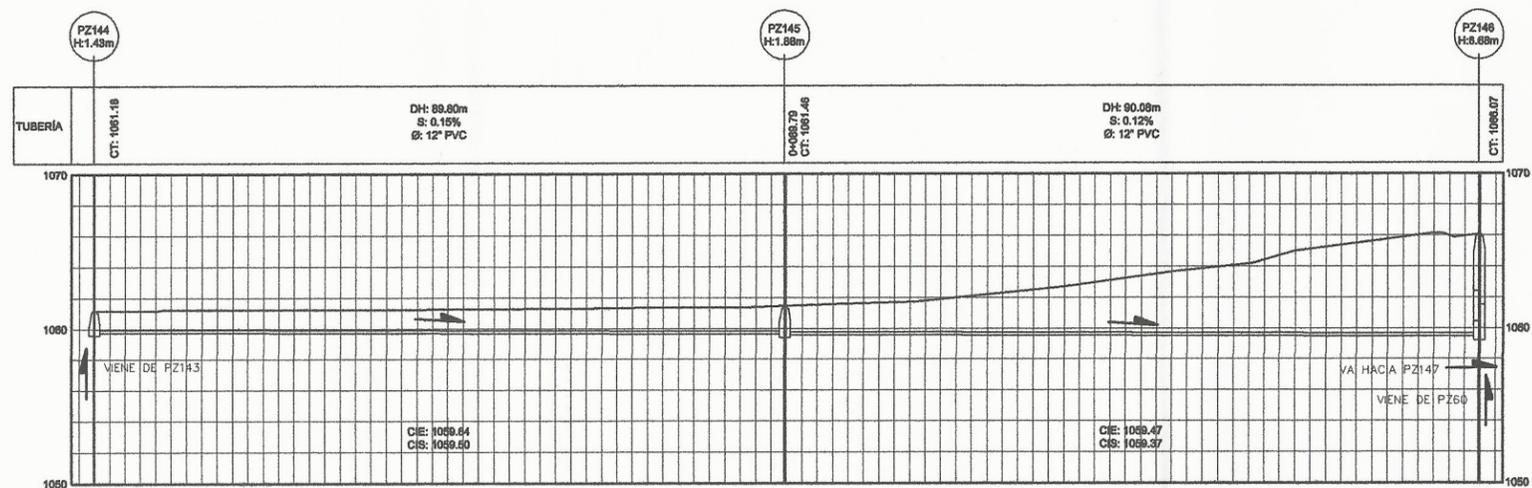
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZANORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.	
PLANO: PLANTA Y PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO PZ135-PZ140	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	32 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DISEÑO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ASesoría Superior de Ingeniería S.A.	FIRMA SUPERVISORA: Facultad de Ingeniería
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: Héctor David Secay Pinos	FIRMA EPESISTA: Héctor David Secay Pinos	



PLANTA PZ144-PZ146  
ESCALA 1/900

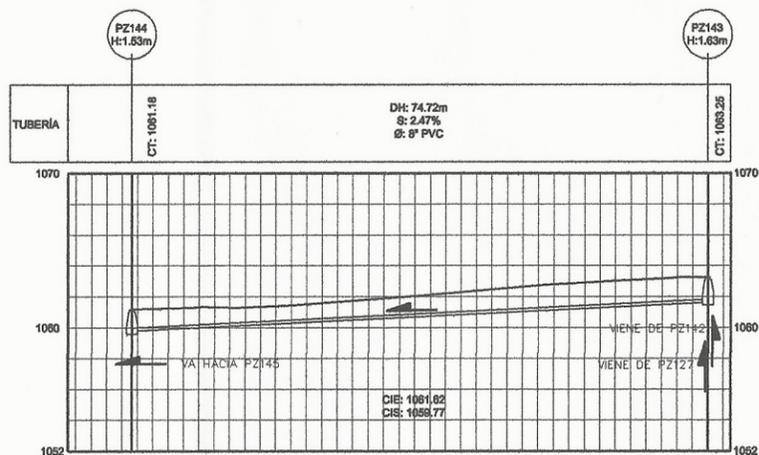


DISTANCIA HORIZONTAL: 179.88m; 30 TUBOS PVC 12" ASTM F-949

PERFIL PZ144-PZ146  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA PZ143, PZ144  
ESCALA 1/900



DISTANCIA HORIZONTAL: 74.72m; 13 TUBOS PVC 8" ASTM F-949

PERFIL PZ143, PZ144  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

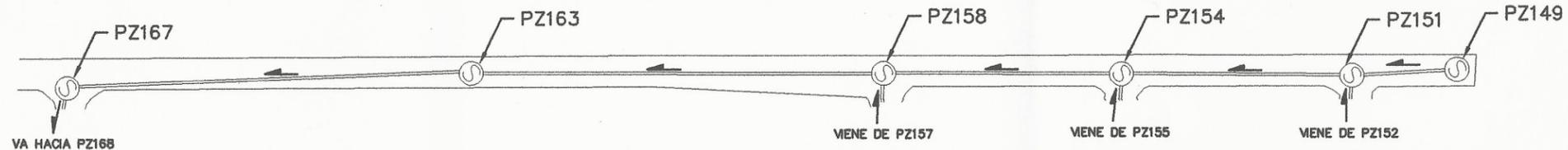


PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON DISIPADOR DE ENERGIA
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

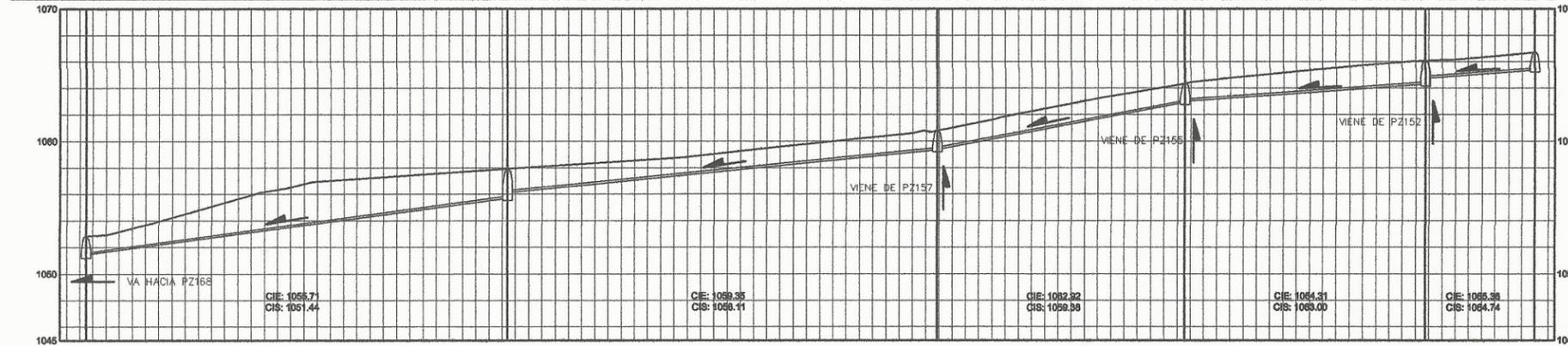
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	<b>MANCOMUNIDAD</b> <b>MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</b> MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARA EL ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.	
PLANO: <b>PLANTA - PERFIL DE DISEÑO</b> <b>HIDRAULICO PZ143-PZ146</b>	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	33 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PARRA FIRMA EPESISTA:	FIRMA SUPERVISORA: Ing. Mayra P... Unidad de Prácticas de Ingeniería de EPS	



PLANTA PZ149, PZ151, PZ154, PZ158, PZ163, PZ167  
ESCALA 1/900

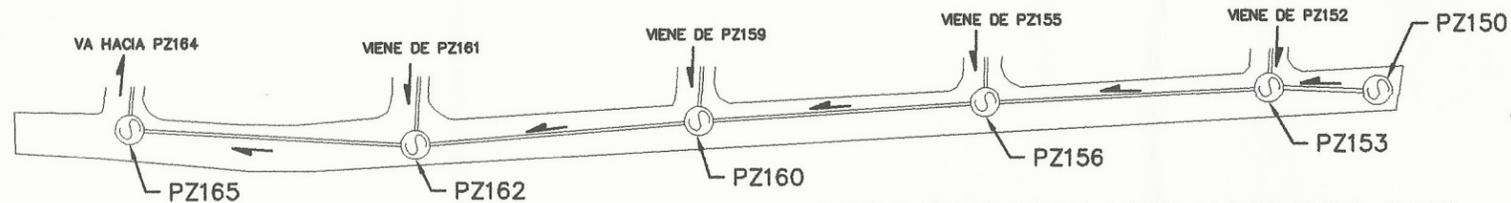
TUBERÍA	PZ167 H:1.43m	PZ163 H:2.15m	PZ158 H:1.43m	PZ154 H:1.43m	PZ151 H:1.78m	PZ149 H:1.38m
CT: 1062.79	CT: 1067.89	CT: 1060.29	CT: 1064.35	CT: 1066.09	CT: 1068.71	CT: 1068.71
DH: 63.85m S: 6.89% Ø: 6" PVC	DH: 64.90m S: 4.89% Ø: 6" PVC	DH: 37.48m S: 3.60% Ø: 6" PVC	DH: 36.31m S: 3.60% Ø: 6" PVC	DH: 16.53m S: 3.75% Ø: 6" PVC		



DISTANCIA HORIZONTAL: 179.88m; 30 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

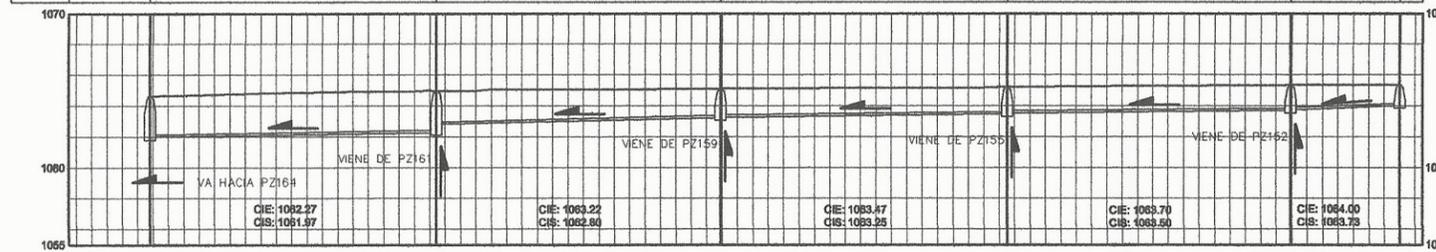
PERFIL PZ149, PZ151, PZ154, PZ158, PZ163, PZ167

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA PZ150, PZ153, PZ156, PZ160, PZ162, PZ165  
ESCALA 1/900

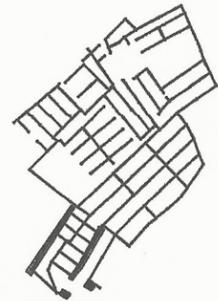
TUBERÍA	PZ165 H:2.88m	PZ162 H:2.88m	PZ160 H:1.88m	PZ156 H:1.73m	PZ153 H:1.83m	PZ150 H:1.38m
CT: 1064.02	CT: 1064.95	CT: 1066.10	CT: 1066.20	CT: 1066.35	CT: 1066.35	CT: 1066.35
DH: 37.21m S: 0.80% Ø: 6" PVC	DH: 36.98m S: 1.14% Ø: 6" PVC	DH: 37.21m S: 0.89% Ø: 6" PVC	DH: 36.85m S: 0.55% Ø: 6" PVC	DH: 14.11m S: 1.89% Ø: 6" PVC		



DISTANCIA HORIZONTAL: 162.36m; 27 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ150, PZ153, PZ156, PZ160, PZ162, PZ165

ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
⊙	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

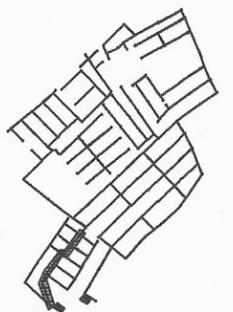
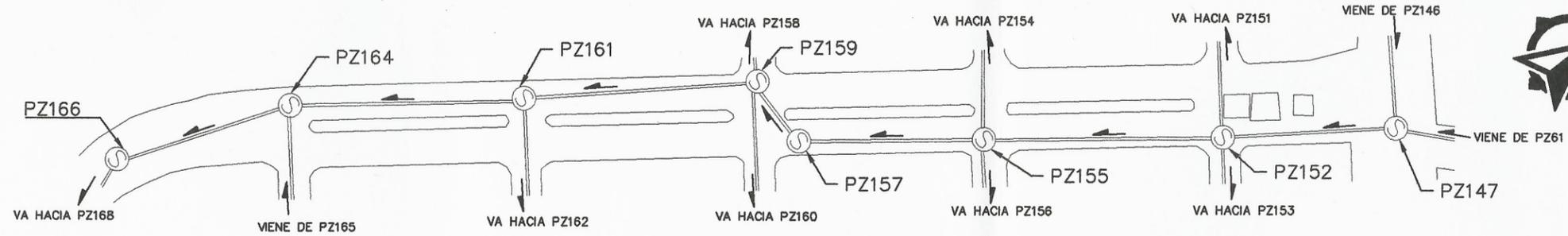
NORMAS DE TUBERÍA

ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA

NORMAS DE DISEÑO

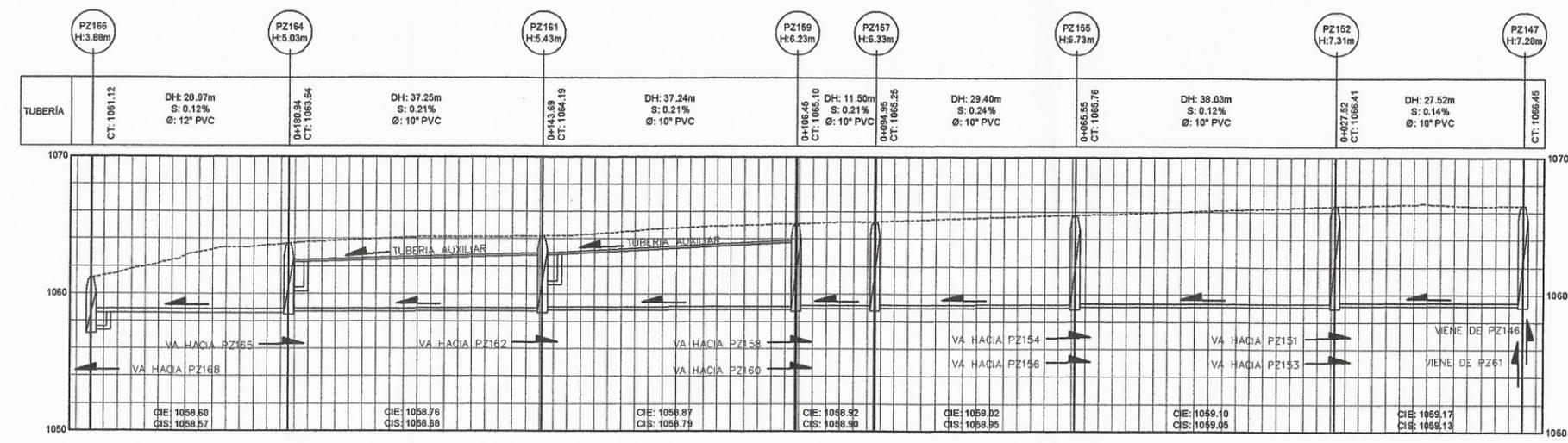
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS  
INFOM, 2001

	<p>MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
<p>PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO PZ149-PZ151, PZ153, PZ154, PZ156, PZ158, PZ160, PZ162, PZ163, PZ165 Y PZ167</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2016</p>	<p>34</p> <p>44</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p> <p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS</p> <p>FIRMA EPESISTA:</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p> <p>FECHA: ENERO 2019</p>	



PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

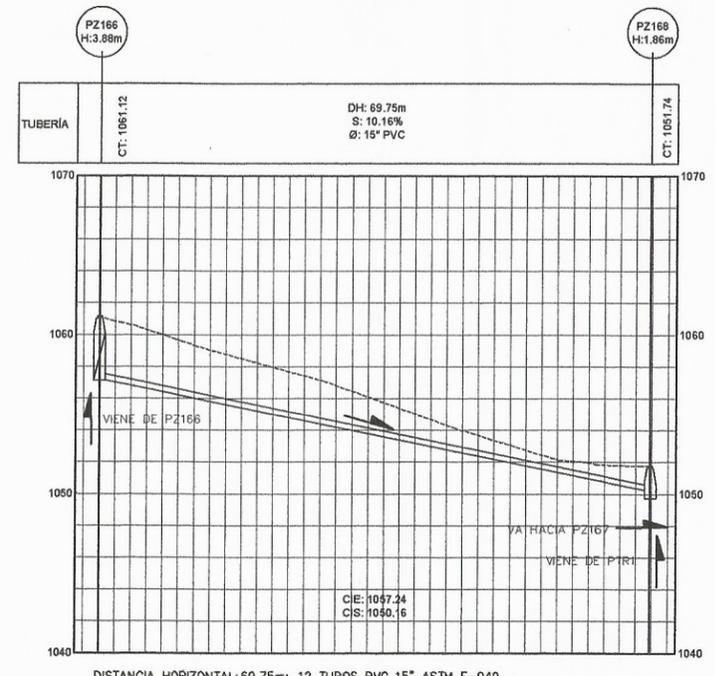
PLANTA PZ147, PZ152, PZ155, PZ157, PZ159, PZ161, PZ164, PZ166  
ESCALA 1/900



DISTANCIA HORIZONTAL: 74.49m; 13 TUBOS PVC 06" ASTM F-949 AUXILIAR  
 DISTANCIA HORIZONTAL: 180.94m; 31 TUBOS PVC 08" ASTM F-949  
 DISTANCIA HORIZONTAL: 28.97m; 05 TUBOS PVC 10" ASTM F-949

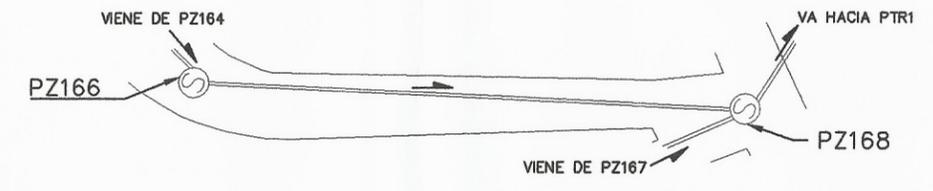
PERFIL PZ147, PZ152, PZ155, PZ157, PZ159, PZ161, PZ164, PZ166  
 ESCALA HORIZONTAL 1/500  
 ESCALA VERTICAL 1/250

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON ALTURA > 3.50 M. SIN DISIPADOR DE ENERGIA
	POZO DE VISITA > 3.50 CON TUBERIA AUXILIAR
	POZO DE VISITA CON DISIPADOR DE ENERGIA
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERIA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMINETO DE AGUA
	PLANTA DE TRATAMINETO DE AGUA



DISTANCIA HORIZONTAL: 69.75m; 12 TUBOS PVC 15" ASTM F-949

PERFIL PZ166, PZ168  
 ESCALA HORIZONTAL 1/500  
 ESCALA VERTICAL 1/250



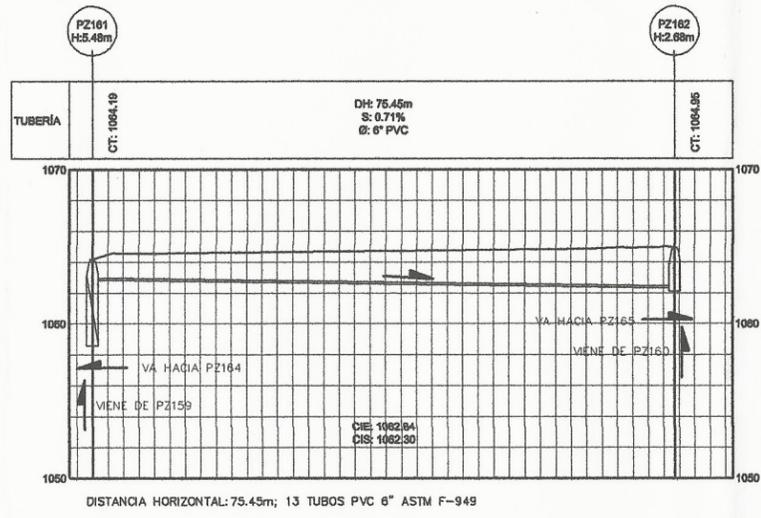
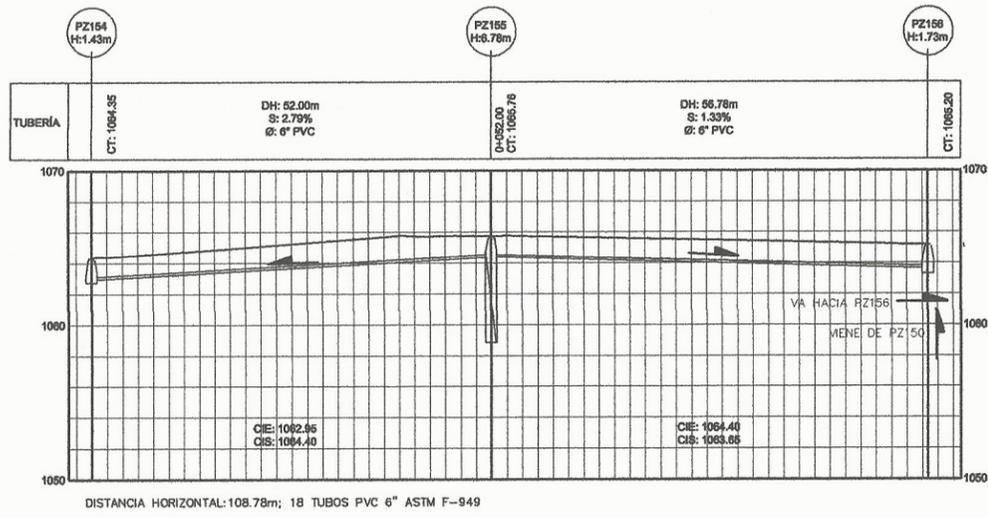
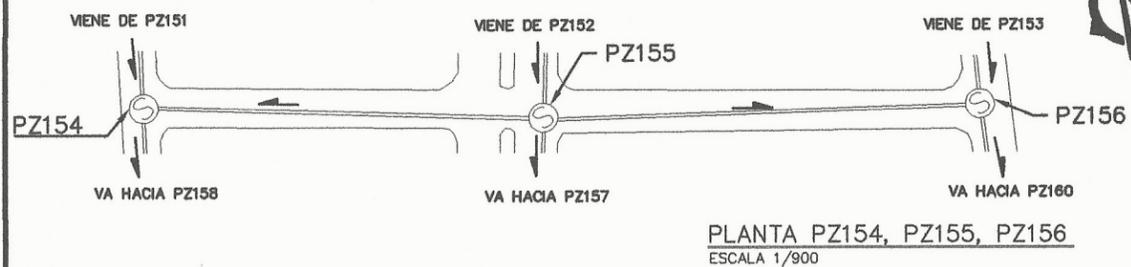
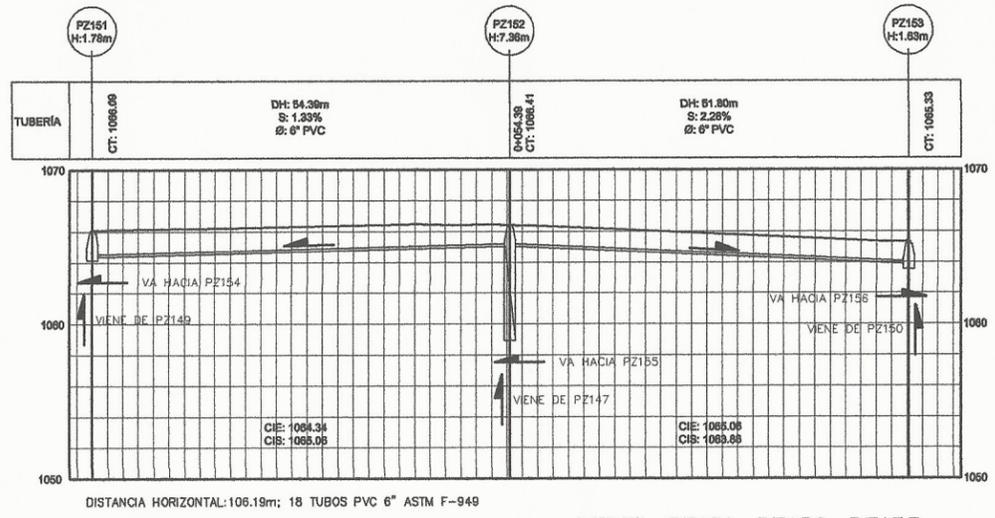
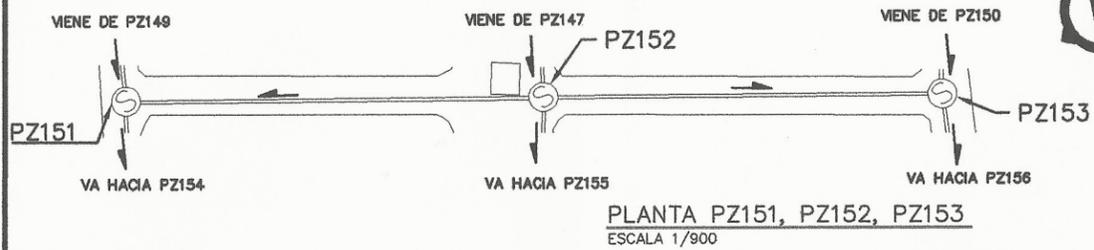
PLANTA PZ166, PZ168  
 ESCALA 1/900

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ147, PZ152, PZ155, PZ157, PZ159, PZ161, PZ164, PZ166, PZ168	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRAFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS FIRMA EPESISTA:	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRAULICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS SUPERVISORA: Inga. Mayra Patricia María SANCHEZ SIERRA ASISTENTE SUPERVISORA DE EPS Unidad de Proyectos de Ingeniería y EPS	

35

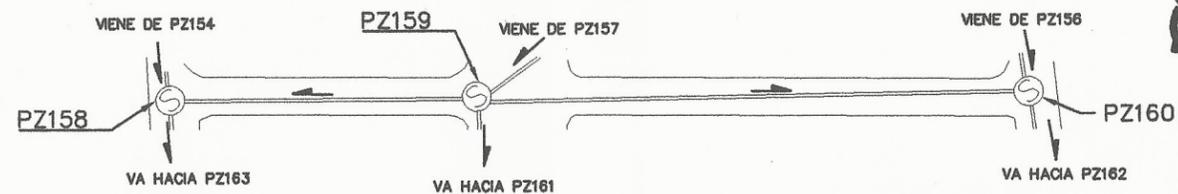
44



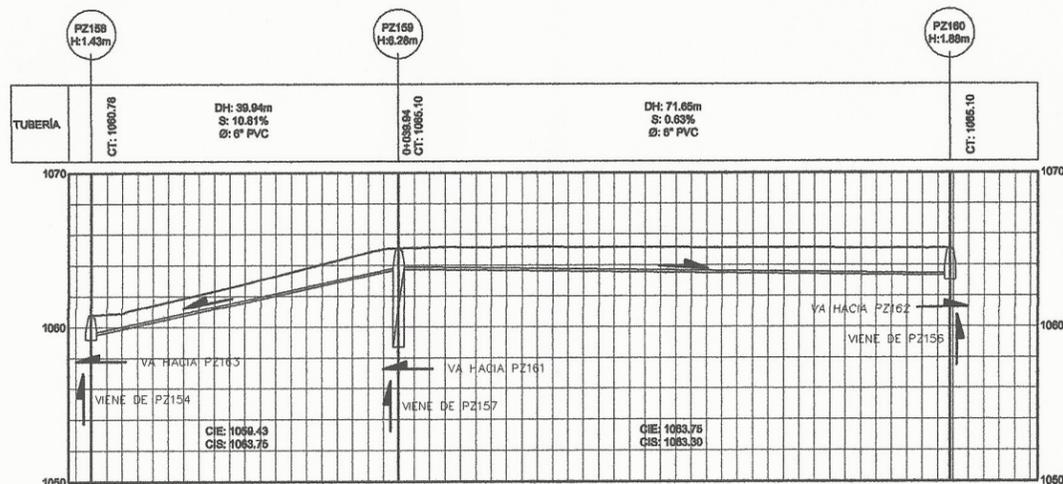
SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON ALTURA > 3.50 M. SIN DISIPADOR DE ENERGIA
	POZO DE VISITA CON TUBERIA AUXILIAR
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMINETO DE AGUA
	PLANTA DE TRATAMINETO DE AGUA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	<b>MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</b> MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: <b>PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRAULICO PZ151-PZ156, PZ161 Y PZ162</b>	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	36  44
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DISEÑO Y CÁLCULO HIDRAULICO: ASESORIA SUZUKI INGENIERIA S.A.	
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRAFICO: HÉCTOR DAVID SECAY POPE	Unidad de Prevención de Ingeniería y EPS INGA MARCELA	FIRMA EPESISTA: FIRMA SUPERVISORA: Facultad de Ingeniería

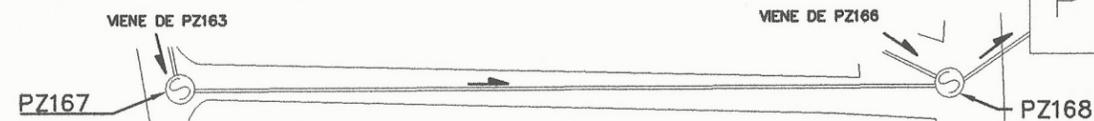


PLANTA PZ158, PZ159, PZ160  
ESCALA 1/900

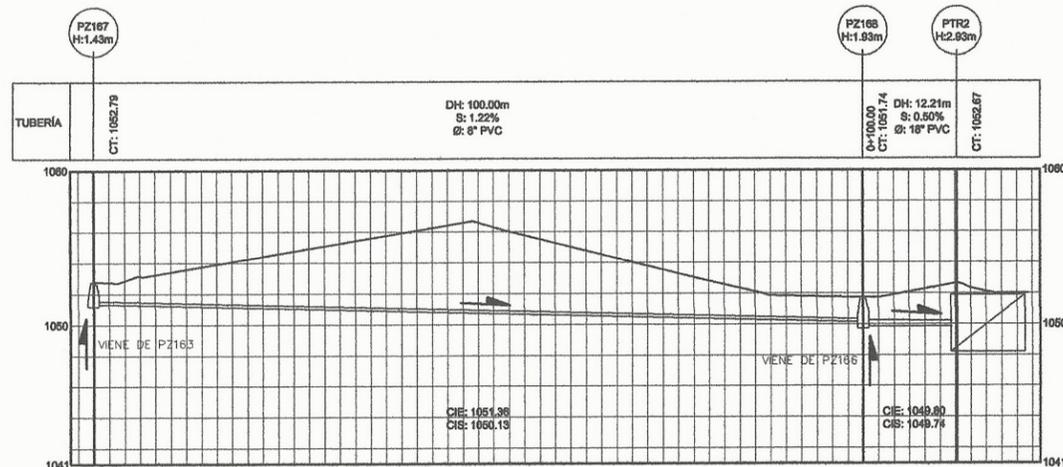


DISTANCIA HORIZONTAL: 111.59m; 19 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ158, PZ159, PZ160  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

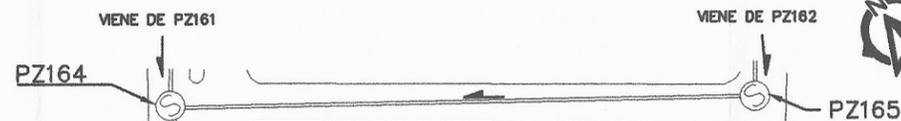


PLANTA PZ167, PZ168, PTR A1  
ESCALA 1/900

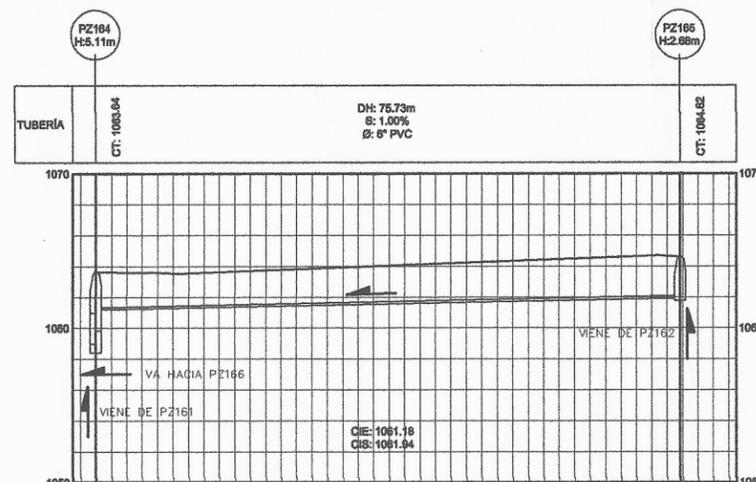


DISTANCIA HORIZONTAL: 100.00m; 17 TUBOS PVC 8" ASTM F-949  
DISTANCIA HORIZONTAL: 12.21m; 02 TUBOS PVC 18" ASTM F-949

PERFIL PZ167, PZ168, PTR A1  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250

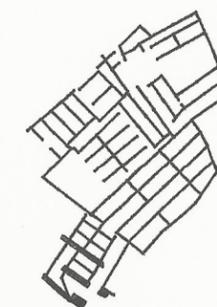


PLANTA PZ164, PZ165  
ESCALA 1/900



DISTANCIA HORIZONTAL: 75.73m; 13 TUBOS PVC 6" ASTM F-949

PERFIL PZ164, PZ165  
ESCALA HORIZONTAL 1/500  
ESCALA VERTICAL 1/250



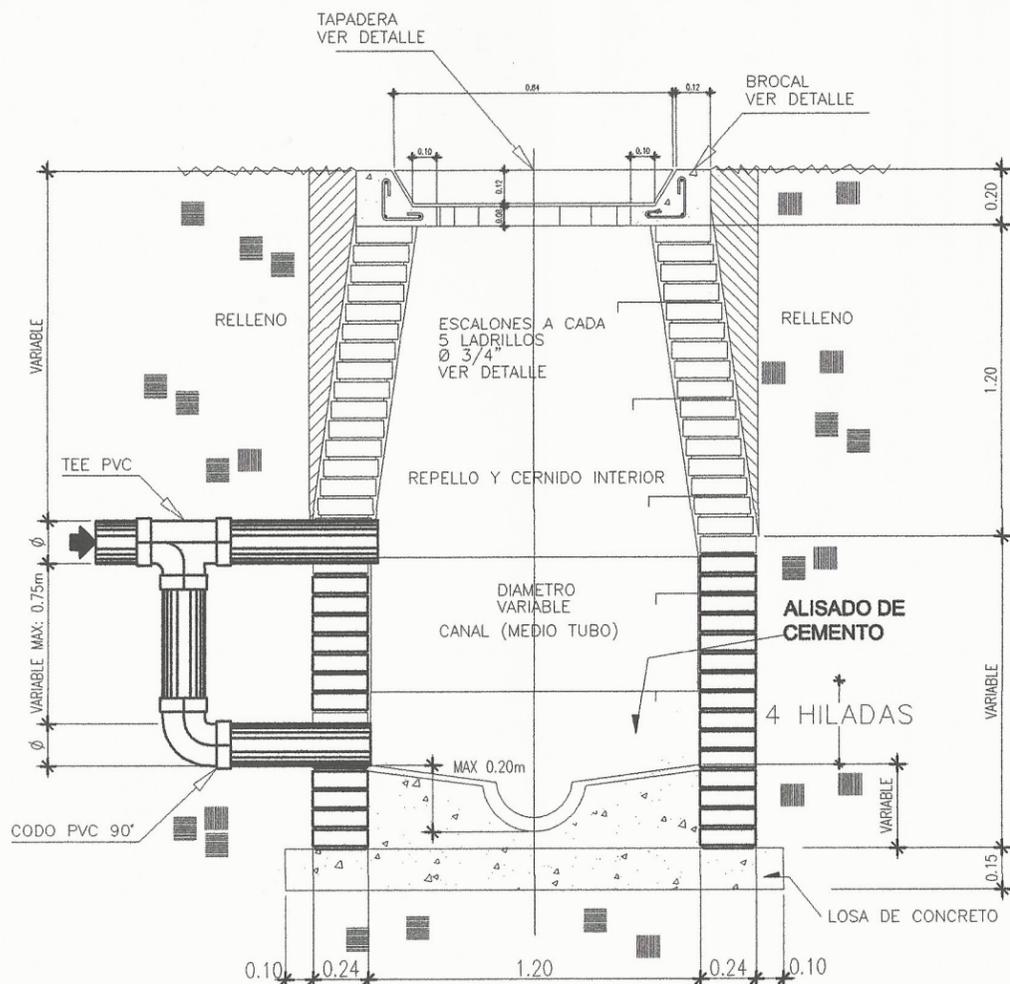
PLANTA DE REFERENCIA  
SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA	
PVC	POLICLORURO DE VINILO
H	ALTURA DE POZO
CT	COTA DE TERRENO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
	POZO DE VISITA CON ALTURA > 3.50 M. SIN DISIPADOR DE ENERGIA
	POZO DE VISITA CON TUBERÍA AUXILIAR
	POZO DE VISITA Ø 1.20 M
PZ###	NUMERO DE POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	TUBERÍA
PTRA#	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

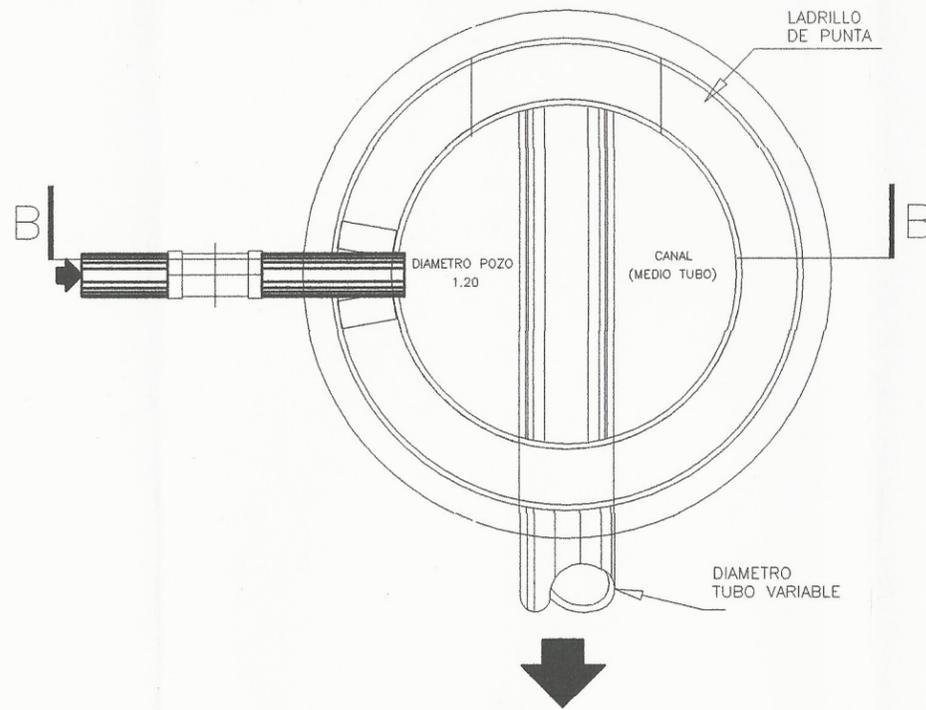
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARÍA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO PZ158-PZ160, PZ164, PZ165, PZ167, PZ168 Y PTR A1	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DISEÑO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: HECTOR DAVID SECAY PORE	37
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HECTOR DAVID SECAY PORE	FIRMA SUPERVISOR: FIRMA EPELISTA:	44

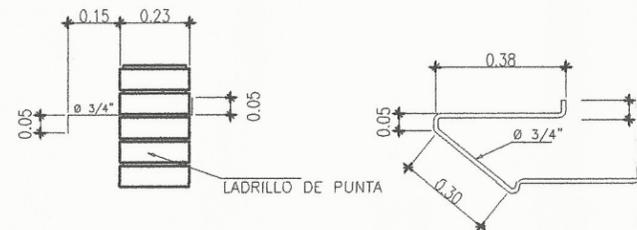


DETALLE B-B'  
ESCALA 1/25

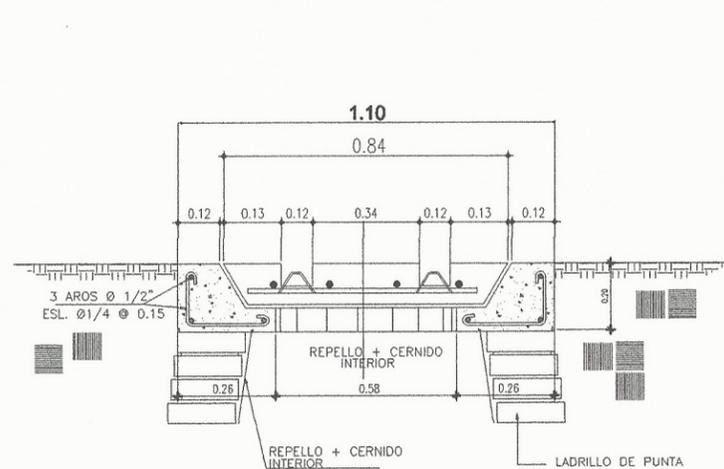


PLANTA POZO DE VISITA CON TUBERIA AUXILIAR PARA CAIDA LIBRE

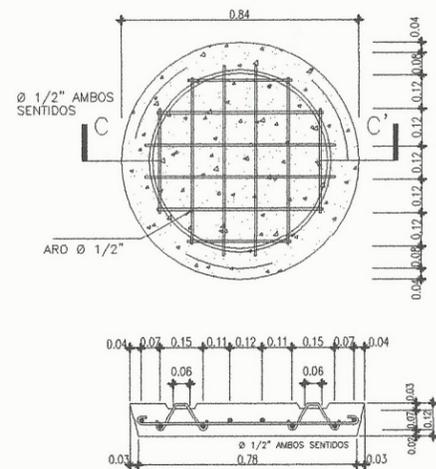
ESCALA 1/25



DETALLE DE ESCALONES  
ESCALA 1/20



DETALLE DE TAPADERA  
ESCALA 1/25



DETALLE DE ARMADO DE TAPADERA  
ESCALA 1/25

ESPECIFICACIONES:

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE LA PLANTA TOPOGRÁFICA.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER LA PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA DE 1:2:3  $f_{c'} = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
3. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN CURARSE ANTES DE SU INSTALACIÓN.
4. TODA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA CON MATERIAL COMPACTADO EN CAPAS DE 0.10 m C/U, CON CIERTO GRADO DE HUMEDAD PARA SU CORRECTA COMPACTACIÓN.
5. LOS ACCESORIOS A UTILIZAR, SERÁN PVC DE ACUERDO AL DIAMETRO REQUERIDO BAJO LA NORMA ASTM F949.
6. EL ACABADO DEL INTERIOR DE LOS POZOS SERÁ EL OBTENIDO LUEGO DE LA FUNDICIÓN.
7. TODO EL ACERO CORRUGADO A UTILIZAR EN ESTE PROYECTO SERÁ DE GRADO 40.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

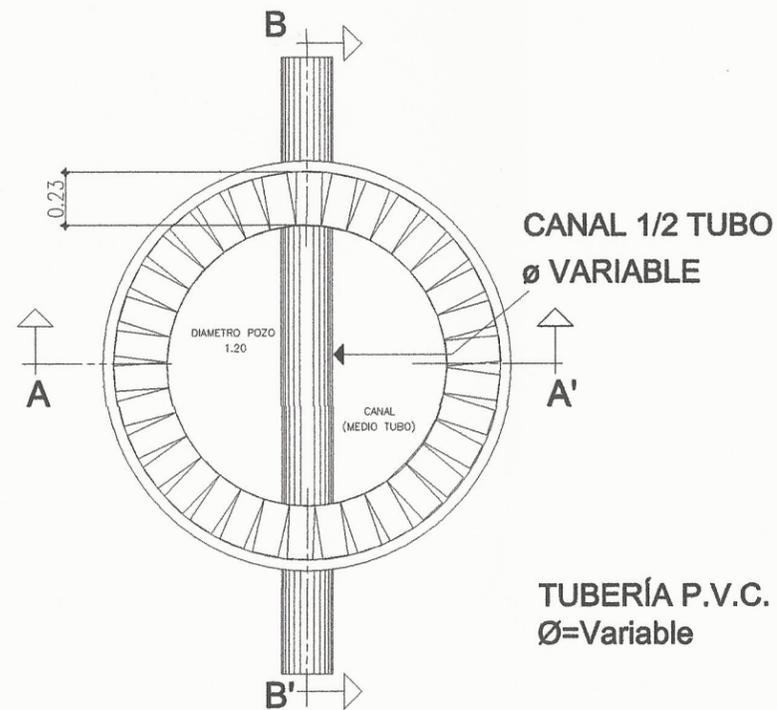
NORMAS DE TUBERÍA

ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA

NORMAS DE DISEÑO

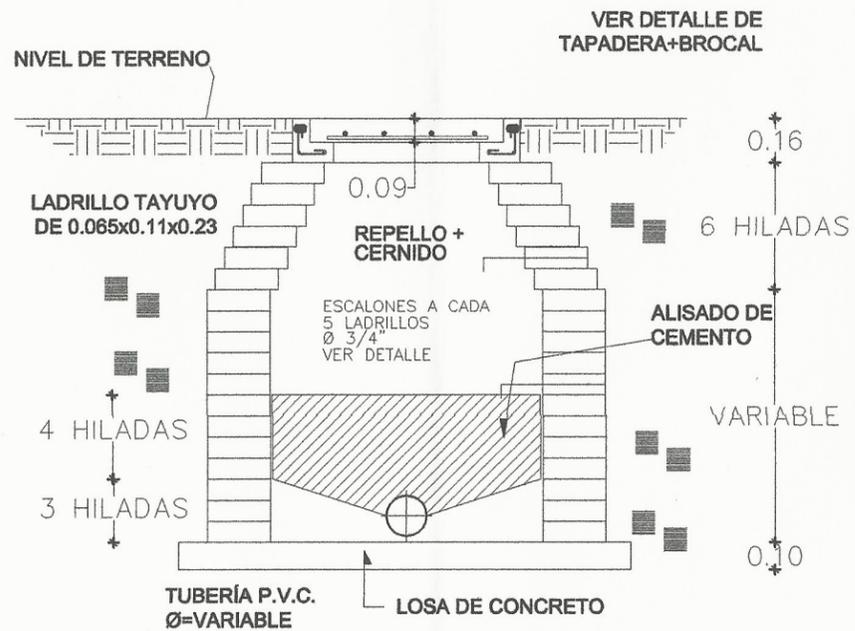
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARA EJ. ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.	
PLANO: DETALLES DE POZOS DE VISITA CON CAIDA > 0.75 M.	PROGRAMA: EPS USAC 2016 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	38
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PONS	44



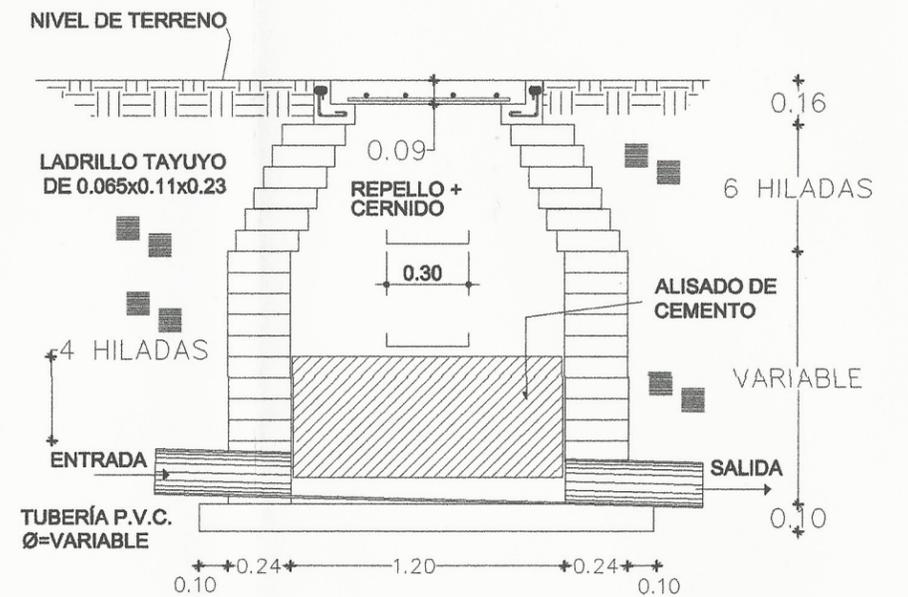
PLANTA DE POZO DE VISITA TIPICO

ESCALA 1/25



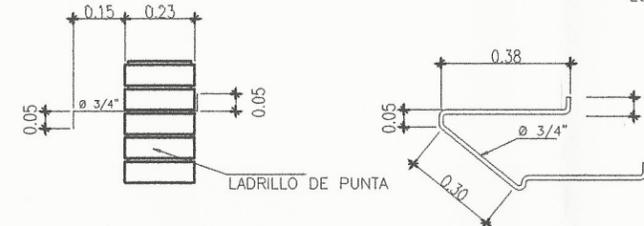
DETALLE A-A'

ESCALA 1/25



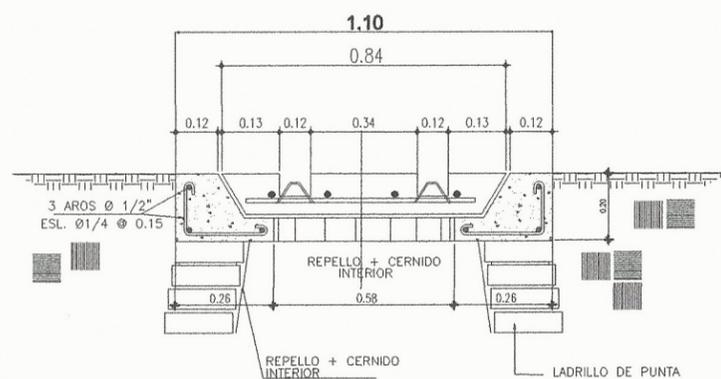
DETALLE B-B'

ESCALA 1/25

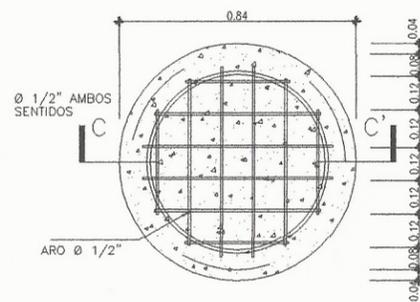


DETALLE DE ESCALONES

ESCALA 1/20



DETALLE DE TAPADERA



DETALLE DE ARMADO DE TAPADERA

ESCALA 1/25

ESPECIFICACIONES:

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE LA PLANTA TOPOGRÁFICA.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER LA PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA DE 1:2:3  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
3. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN CURARSE ANTES DE SU INSTALACIÓN.
4. TODA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA CON MATERIAL COMPACTADO EN CAPAS DE 0.10 m CAJ, CON CIERTO GRADO DE HUMEDAD PARA SU CORRECTA COMPACTACIÓN.
5. LOS ACCESORIOS A UTILIZAR, SERÁN PVC DE ACUERDO AL DIÁMETRO REQUERIDO BAJO LA NORMA ASTM F949.
6. EL ACABADO DEL INTERIOR DE LOS POZOS SERÁ EL OBTENIDO LUEGO DE LA FUNDICIÓN.
7. TODO EL ACERO CORRUGADO A UTILIZAR EN ESTE PROYECTO SERÁ DE GRADO 40.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

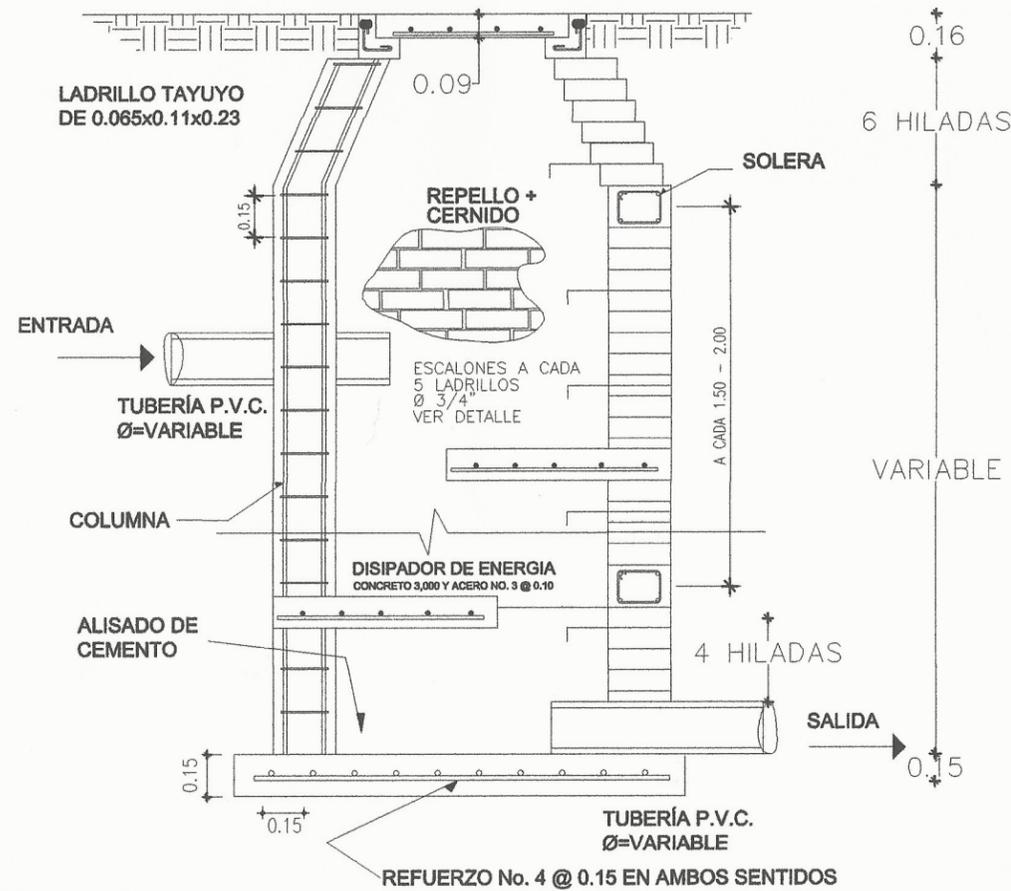
NORMAS DE TUBERÍA

ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA

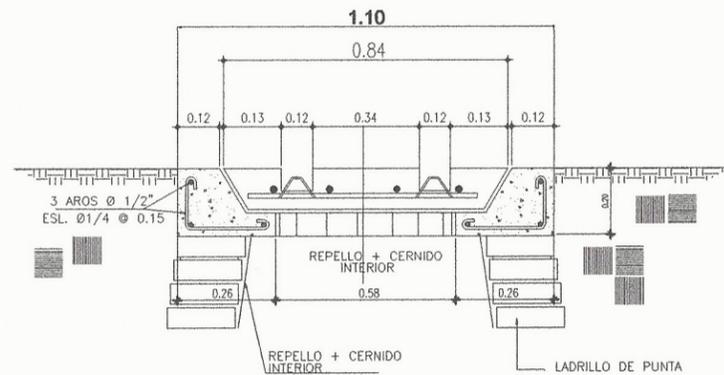
NORMAS DE DISEÑO

NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	
---	--

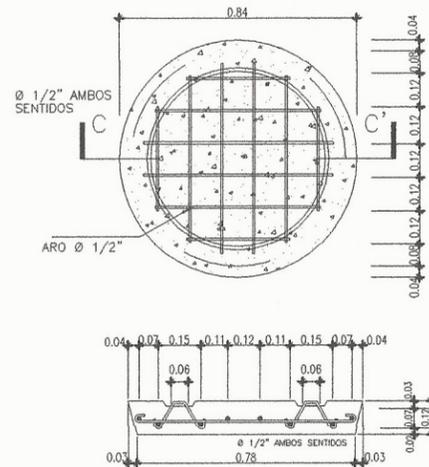
	<p>MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARA EL ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.</p>	
<p>PLANO: DETALLE DE POZO DE VISITA TIPICO</p>	<p>ING. MAYRA REBECA CANO SANCHEZ ASESORA - SUPERVISORA</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA</p>	<p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HECTOR DAVID SECAY ROS</p>	<p>39</p>
<p>FIRMA EPESISTA:</p>	<p>FIRMA SUPERVISORA:</p>	<p>44</p>



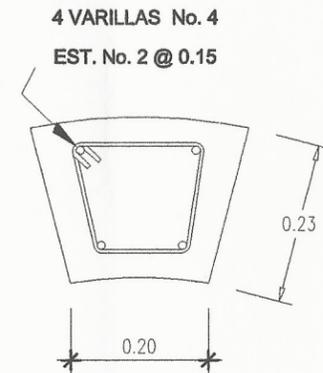
DETALLE C-C'  
ESCALA 1/25



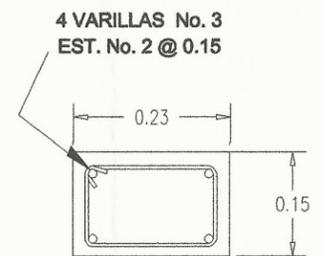
DETALLE DE TAPADERA  
ESCALA 1/25



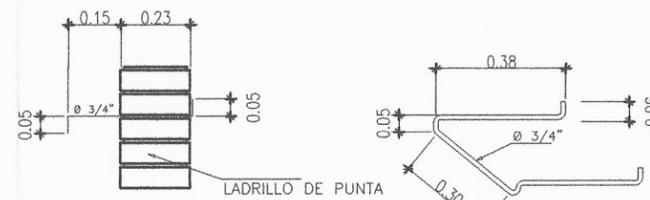
DETALLE DE ARMADO DE TAPADERA  
ESCALA 1/25



DETALLE DE COLUMNA  
ESCALA 1/10



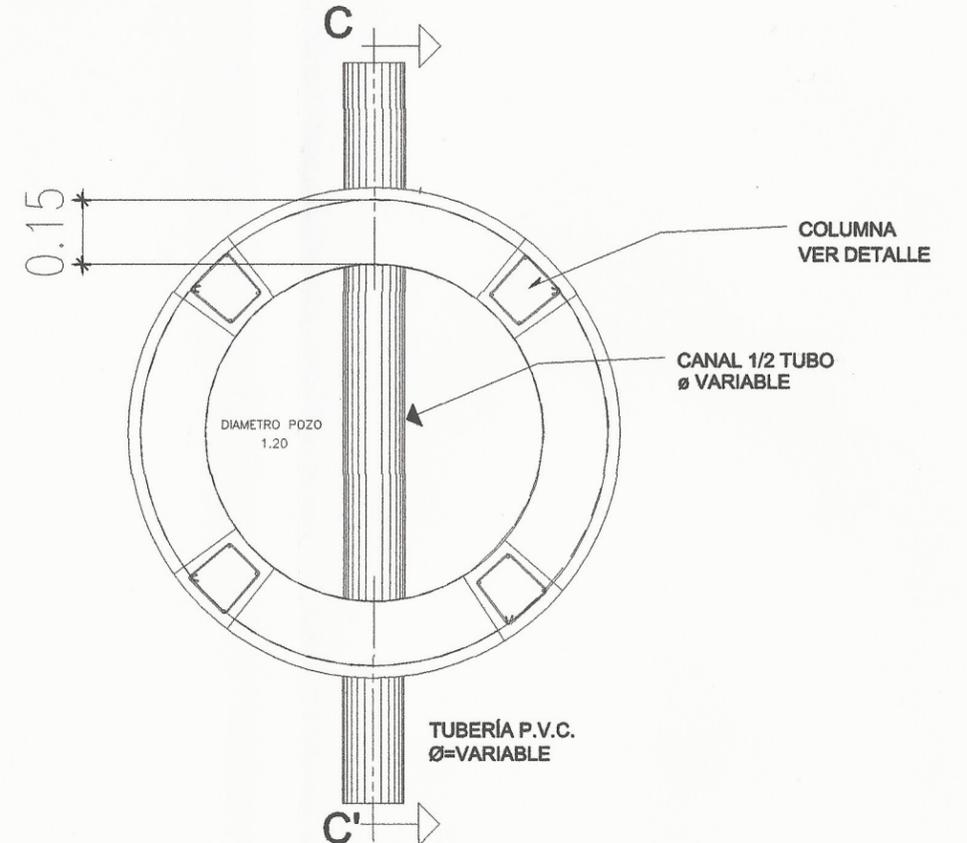
DETALLE DE SOLERA  
ESCALA 1/10



DETALLE DE ESCALONES  
ESCALA 1/20

ESPECIFICACIONES:

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE LA PLANTA TOPOGRÁFICA.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER LA PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA DE 1:2:3  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
3. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN CURARSE ANTES DE SU INSTALACIÓN.
4. TODA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA CON MATERIAL COMPACTADO EN CAPAS DE 0.10 m C/U, CON CIERTO GRADO DE HUMEDAD PARA SU CORRECTA COMPACTACIÓN.
5. LOS ACCESORIOS A UTILIZAR, SERÁN PVC DE ACUERDO AL DIÁMETRO REQUERIDO BAJO LA NORMA ASTM F848.
6. EL ACABADO DEL INTERIOR DE LOS POZOS SERÁ EL OBTENIDO LUEGO DE LA FUNDICIÓN.
7. TODO EL ACERO CORRUGADO A UTILIZAR EN ESTE PROYECTO SERÁ DE GRADO 40.



PLANTA DE POZO DE VISITA  
CON DISIPADOR DE ENERGIA  
ESCALA 1/20

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

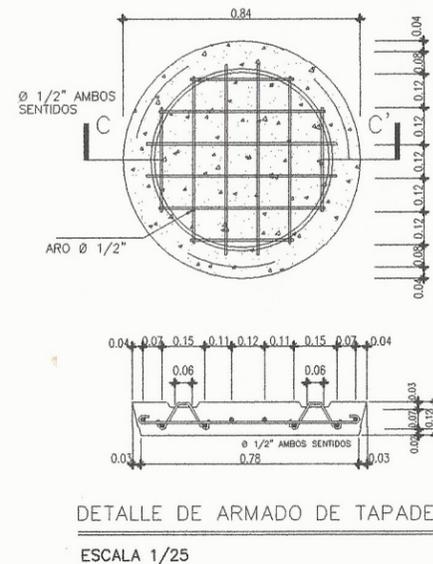
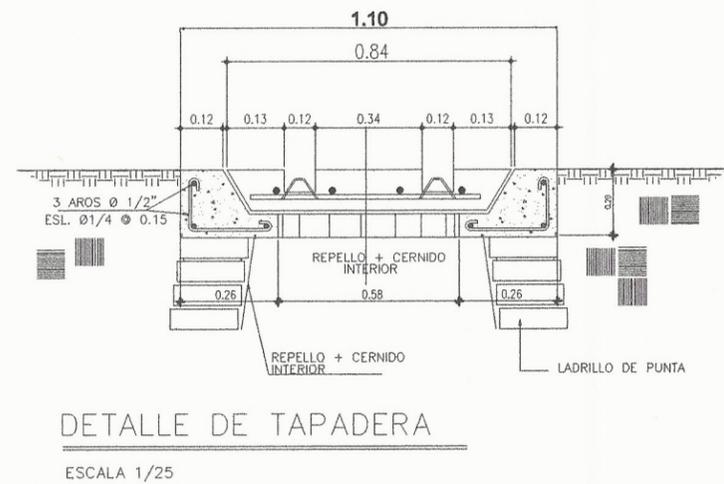
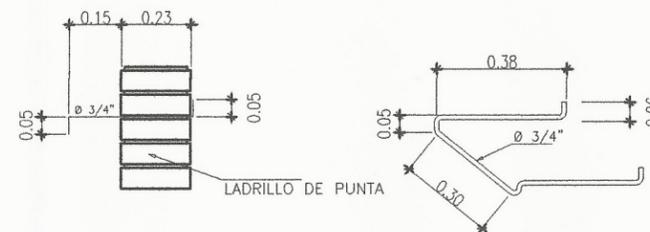
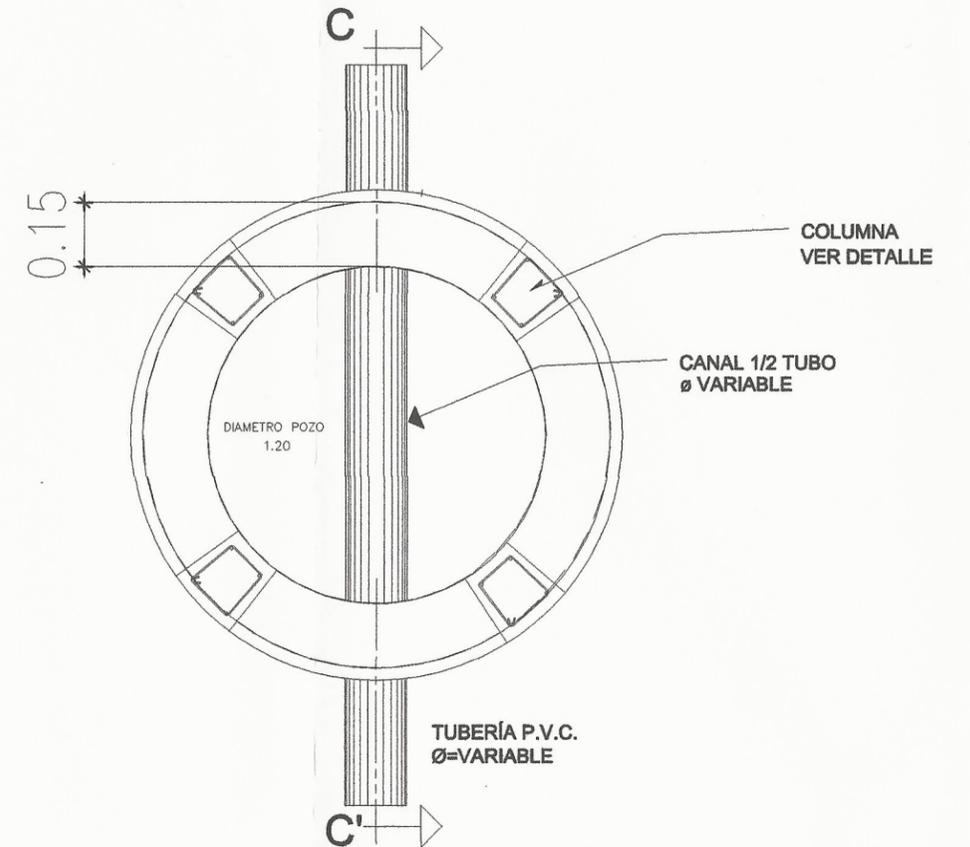
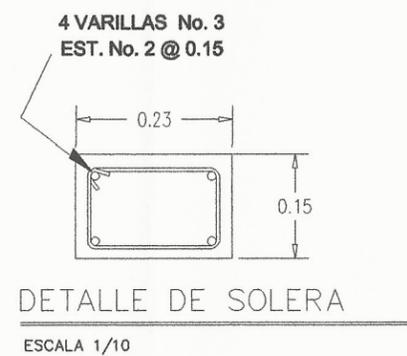
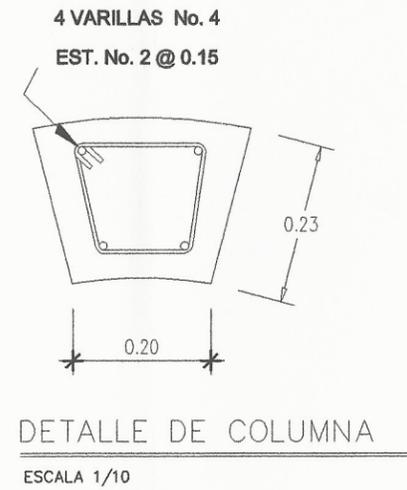
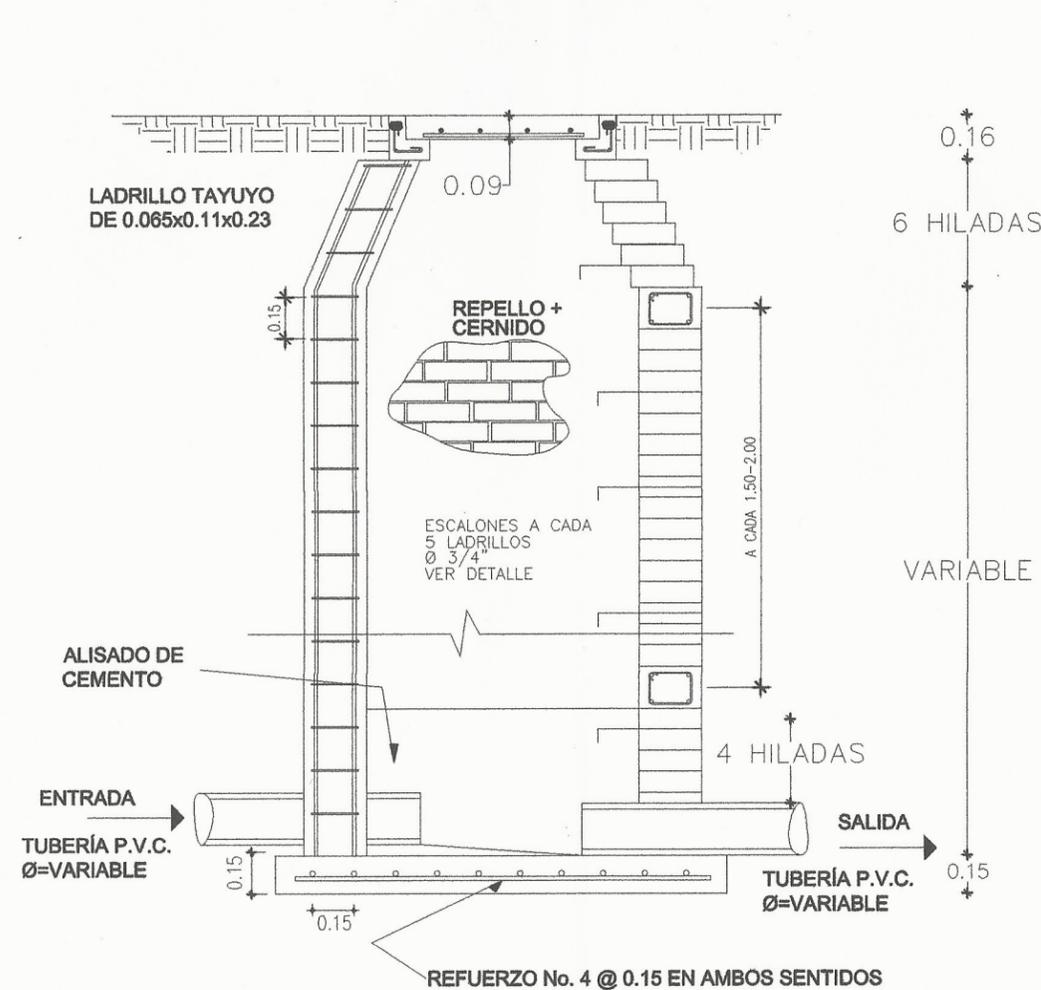
NORMAS DE TUBERÍA

ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA

NORMAS DE DISEÑO

NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	
---	--

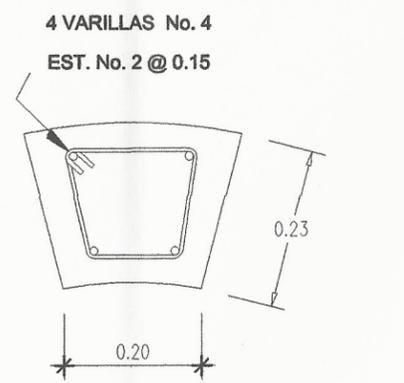
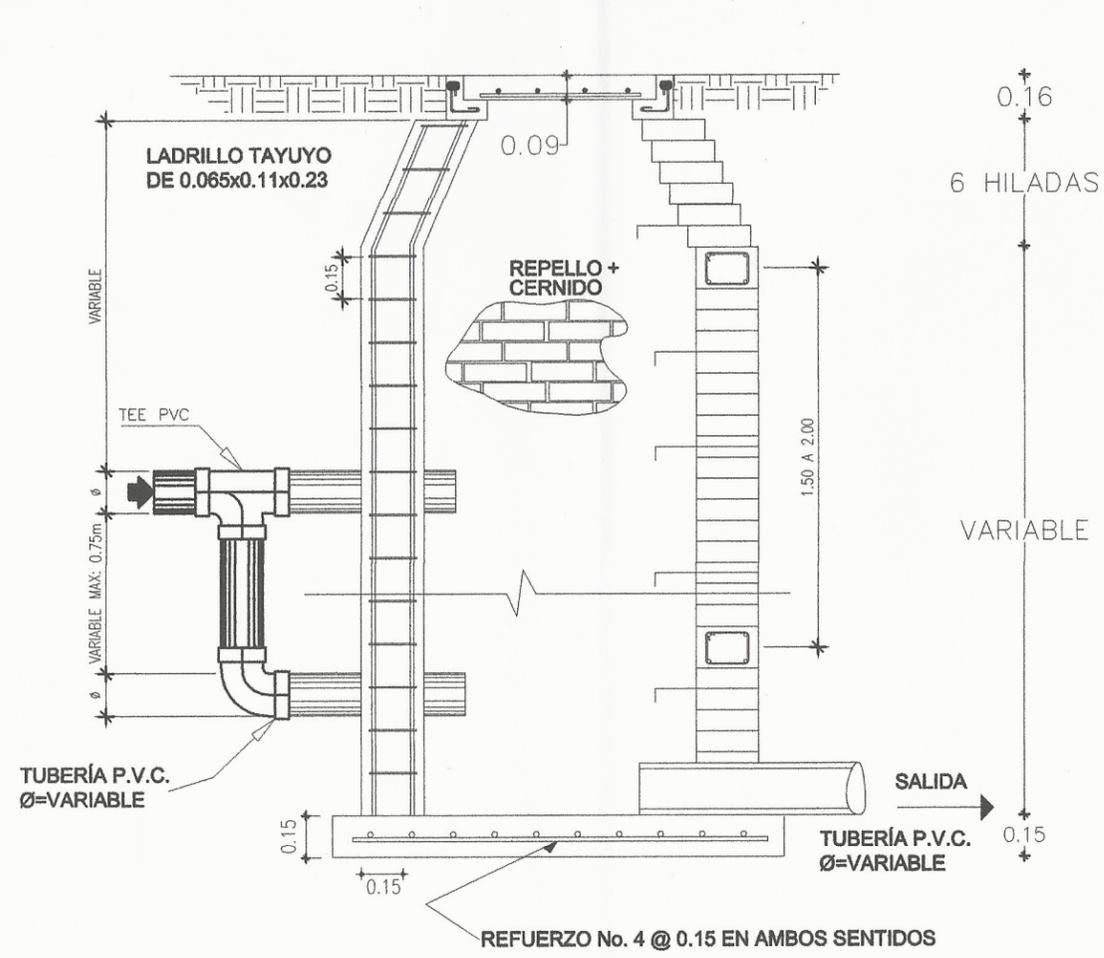
	<p>MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
	<p>PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA</p>	
<p>PLANO: DETALLE DE POZO DE VISITA CON DISIPADOR DE ENERGIA PARA CAIDAS &gt; 2.00</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019</p>	<p>40 44</p>



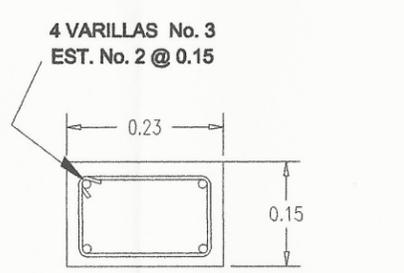
- ESPECIFICACIONES:
1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE LA PLANTA TOPOGRÁFICA.
  2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER LA PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA DE 1:2:3  $f_c = 210 \text{ kg/m}^2$ .
  3. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN CURARSE ANTES DE SU INSTALACIÓN.
  4. TODA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA CON MATERIAL COMPACTADO EN CAPAS DE 0.10 m CAJ, CON CIERTO GRADO DE HUMEDAD PARA SU CORRECTA COMPACTACIÓN.
  5. LOS ACCESORIOS A UTILIZAR, SERÁN PVC DE ACUERDO AL DIAMETRO REQUERIDO BAJO LA NORMA ASTM F849.
  6. EL ACABADO DEL INTERIOR DE LOS POZOS SERÁ EL OBTENIDO LUEGO DE LA FUNDICIÓN
  7. TODO EL ACERO CORRUGADO A UTILIZAR EN ESTE PROYECTO SERÁ DE GRADO 40.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

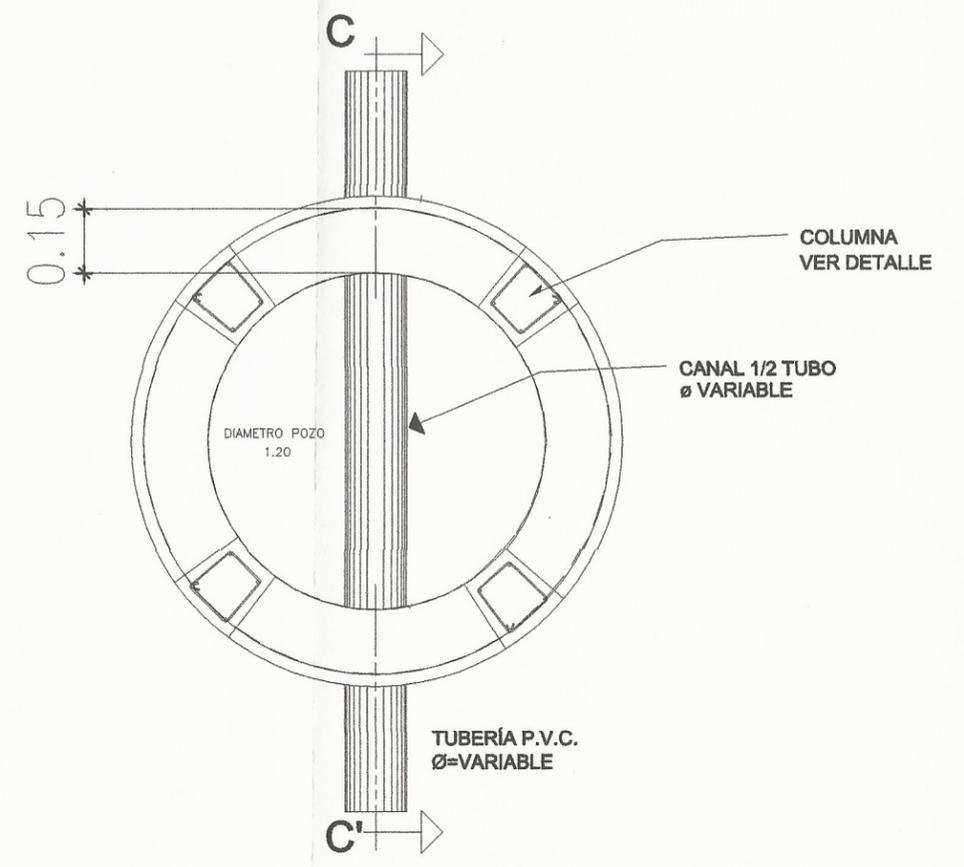
	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARA EL ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: DETALLE DE POZO DE VISITA SIN DISIPADOR DE ENERGIA CON ALTURA > 3.50 M	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	41 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PONS	FIRMA SUPERVISORA: Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra Inga. Mayra Gracia



DETALLE DE COLUMNA  
ESCALA 1/10

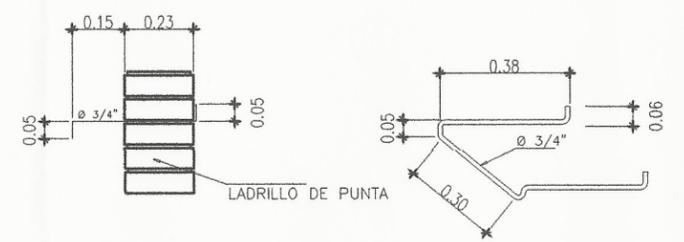
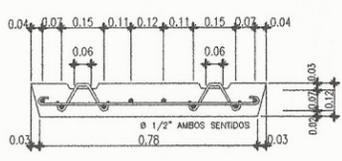
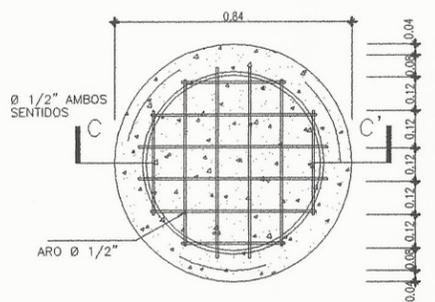
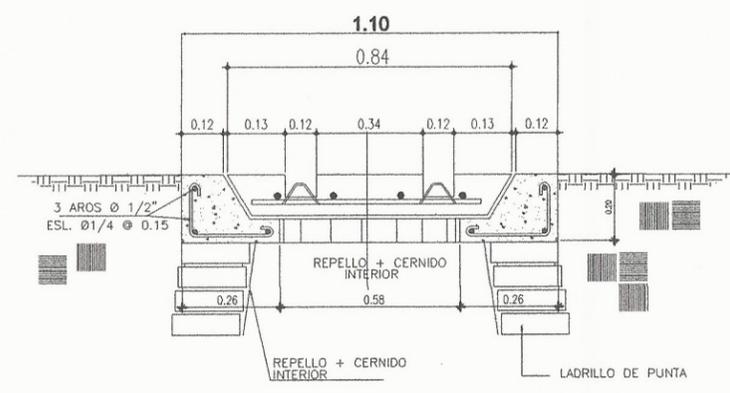


DETALLE DE SOLERA  
ESCALA 1/10



PLANTA DE POZO DE VISITA CON DISIPADOR DE ENERGIA  
ESCALA 1/20

DETALLE C-C'  
ESCALA 1/25

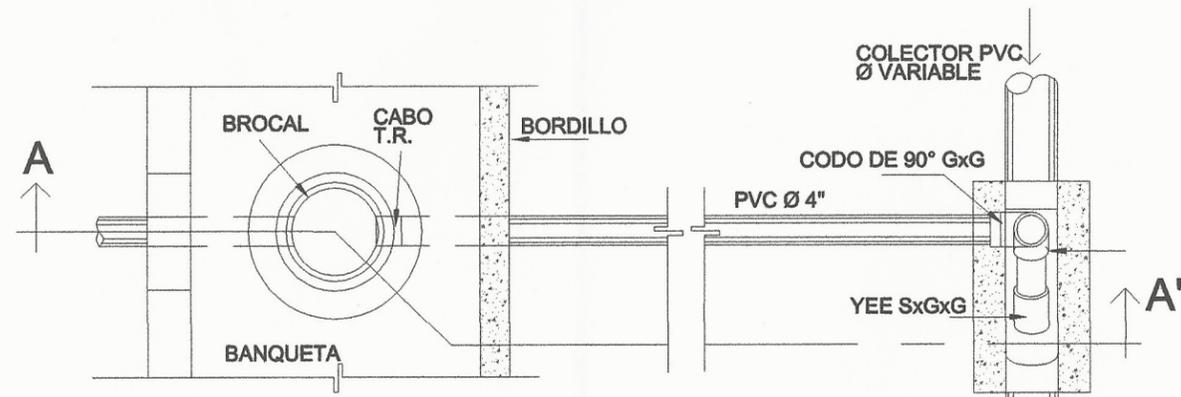


DETALLE DE ESCALONES  
ESCALA 1/20

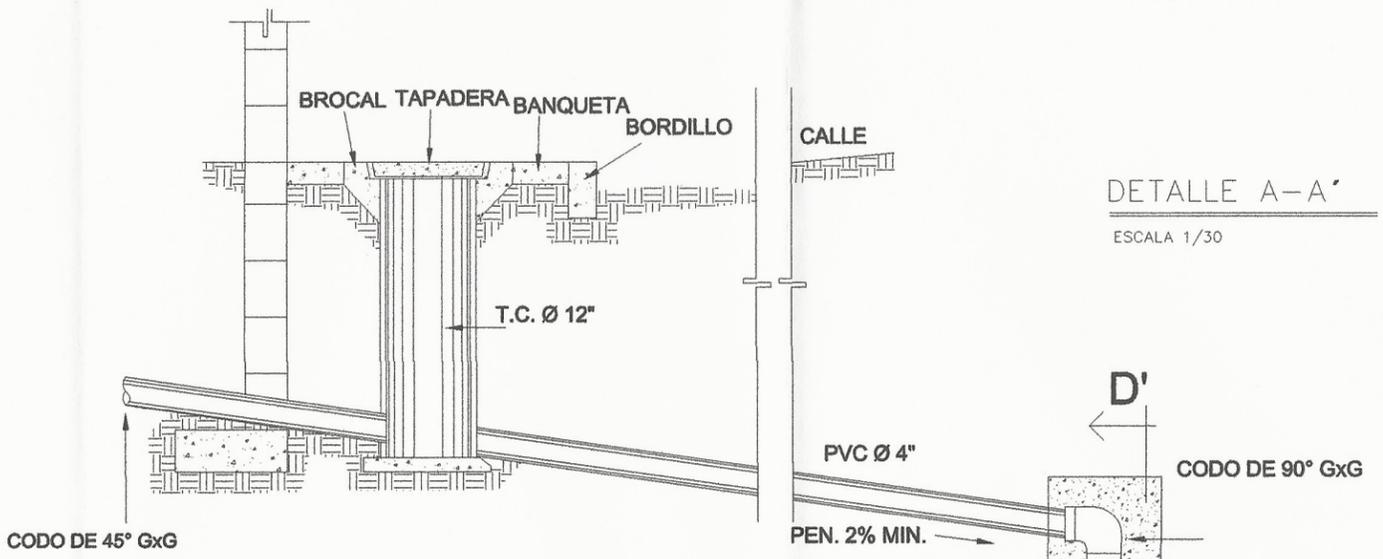
- ESPECIFICACIONES:
1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE LA PLANTA TOPOGRÁFICA.
  2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER LA PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA DE 1:2:3  $f_{cm} = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
  3. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN CURARSE ANTES DE SU INSTALACIÓN.
  4. TODA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA CON MATERIAL COMPACTADO EN CAPAS DE 0.10 m C/U, CON CIERTO GRADO DE HUMEDAD PARA SU CORRECTA COMPACTACIÓN.
  5. LOS ACCESORIOS A UTILIZAR, SERÁN PVC DE ACUERDO AL DIAMETRO REQUERIDO BAJO LA NORMA ASTM F849.
  6. EL ACABADO DEL INTERIOR DE LOS POZOS SERÁ EL OBTENIDO LUEGO DE LA FUNDICIÓN
  7. TODO EL ACERO CORRUGADO A UTILIZAR EN ESTE PROYECTO SERÁ DE GRADO 40.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

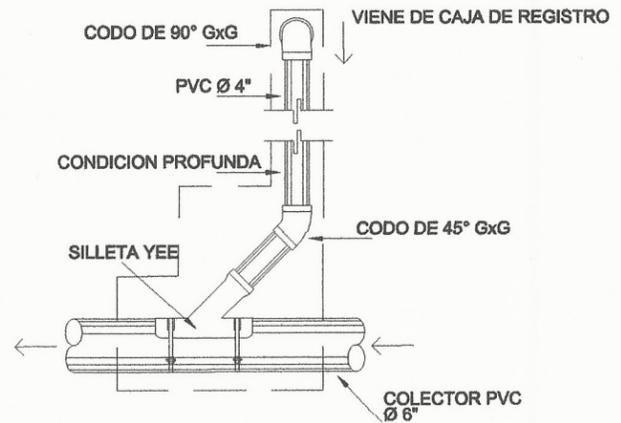
	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: DETALLE DE POZO DE VISITA SIN DISIPADOR DE ENERGIA CON ALTURA > 3.50 M. Y CAIDA	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	42 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS	FIRMA SUPERVISORA: 



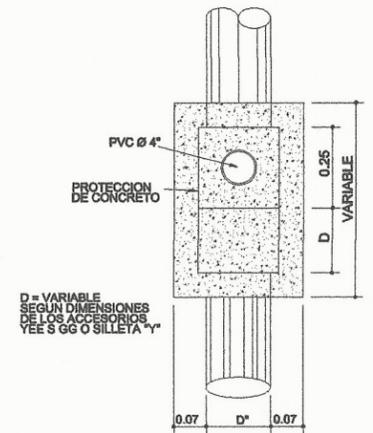
PLANTA COLECTOR CON PROFUNDIDAD > 3.00 M  
ESCALA 1/30



DETALLE A-A'  
ESCALA 1/30

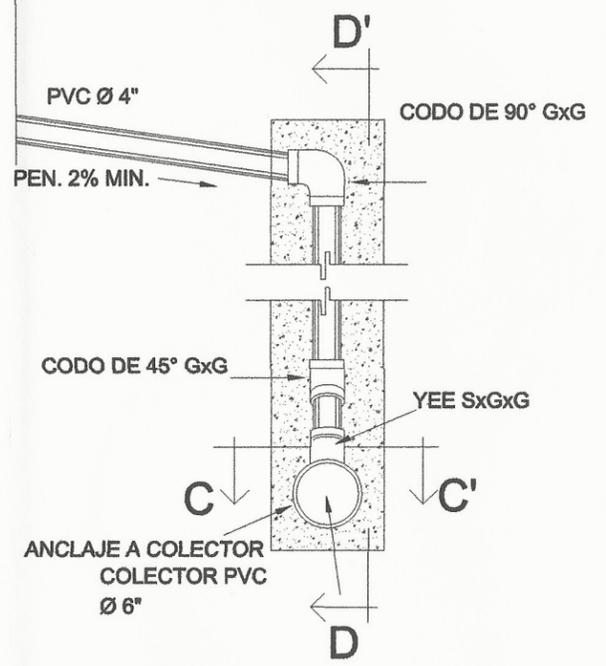


DETALLE D-D'  
ESCALA 1/30

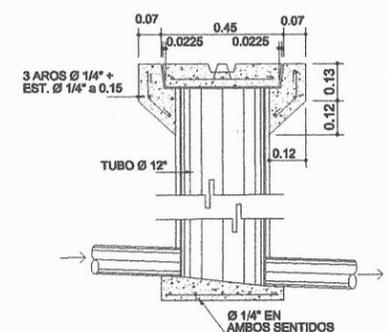


DETALLE C-C'  
ESCALA 1/30

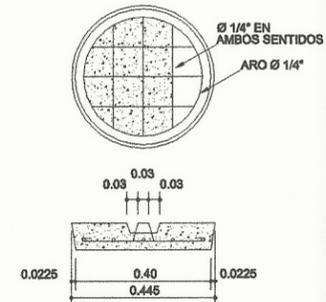
- PARA COLECTOR CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 3.00 m. A LA COTA DE CORONAMIENTO. ACCESORIOS:
- TUBERIA PVC
  - CODO DE 90° 4" G x G
  - CODO DE 45° 4" G x G
  - YEE S x G x G (DIAMETRO COLECTOR x 4")
- PARA COLECTOR EXISTENTES (EN CONDICIONES NORMALES O PROFUNDAS)
- COLOCACION DE SILLETAS "Y" (DIAMETRO COLECTOR x 4")



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001	

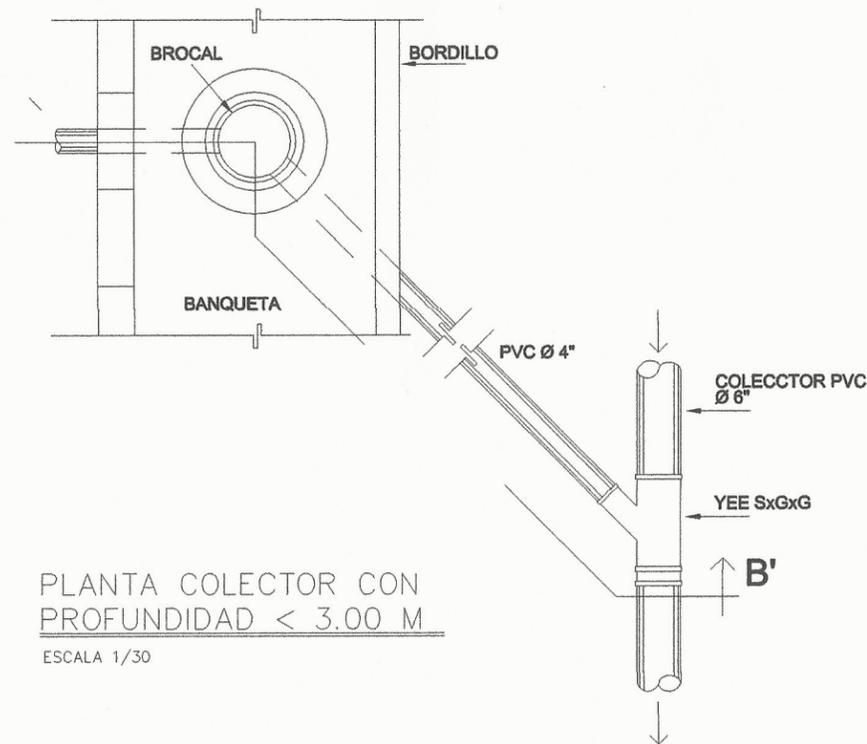


DETALLE DE CAJA DE REGISTRO  
ESCALA 1/30

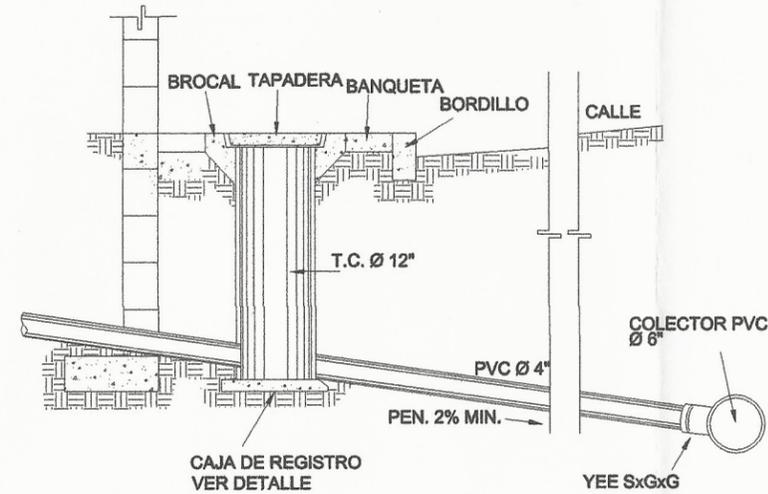


DETALLE DE TAPADERA  
ESCALA 1/30

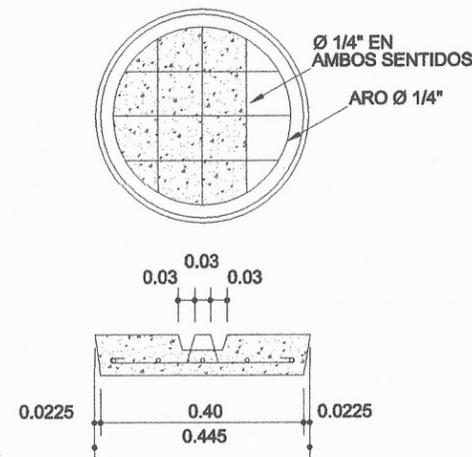
	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSÉ, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.	
PLANO: DETALLES DE CONEXIONES DOMICILIARES	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	43  44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: HÉCTOR DAVID SECAY PORS FIRMA EPESISTA:	DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ASESORA SUPLENENTE EN EPS Unidad de Ingeniería FIRMA SUPERVISOR:	



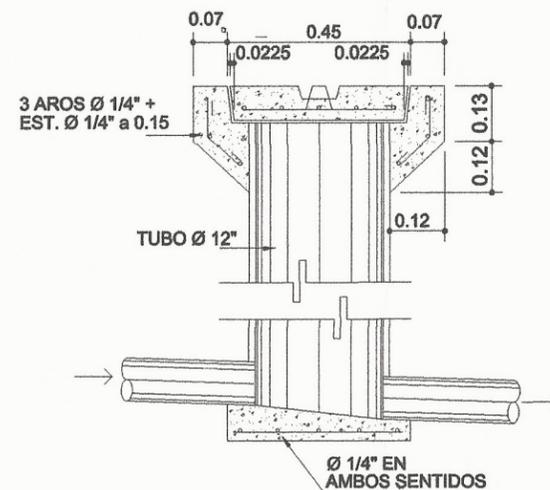
PLANTA COLECTOR CON PROFUNDIDAD  $< 3.00\text{ M}$   
ESCALA 1/30



DETALLE B-B'  
ESCALA 1/30



DETALLE DE CAJA DE REGISTRO  
ESCALA 1/20



DETALLE DE TAPADERA  
ESCALA 1/20

CONDICIONES NORMALES

- TUBERIA PVC
- YEE S x G x G (DIAMETRO COLECTOR x 4")
- PARA COLECTOR EXISTENTE (EN CONDICIONES NORMALES O PROFUNDAS)
- COLOCACION DE SILLETAS "Y"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA

ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RIGIDEZ DE TUBERÍA

NORMAS DE DISEÑO

NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS INFOM, 2001

	MANCOMUNIDAD MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CASERIO TALTIC, COLONIAS LUISA ALEJANDRA I Y II, SAN JOSE, EL ROSARIO, LAS MARGARITAS, VALLES DE MARIA Y PARAJE ZAMORA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
PLANO: DETALLES DE CONEXIONES DOMICILIARES	PROGRAMA: EPS USAC 2018 ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2019	44 44
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA	DISEÑO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: HÉCTOR DAVID SECAY PONS	FIRMA SUPERVISORA: Ing. Mayra Rebeca García Sorio de Sierra Unidad de Supervisión de Ingeniería EPS Facultad de Ingeniería

## ANEXOS

### Anexo 1. Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0,000001	0,001000	0,019224	0,000054	0,009829	0,070000	0,319412	0,030772
0,000005	0,002000	0,030507	0,000152	0,010129	0,071000	0,322342	0,031424
0,000011	0,003000	0,039963	0,000279	0,010434	0,072000	0,325255	0,032080
0,000021	0,004000	0,048396	0,000429	0,010744	0,073000	0,328152	0,032741
0,000034	0,005000	0,056141	0,000599	0,011058	0,074000	0,331034	0,033405
0,000050	0,006000	0,063370	0,000788	0,011377	0,075000	0,333900	0,034074
0,000070	0,007000	0,070215	0,000992	0,011701	0,076000	0,336510	0,034746
0,000093	0,008000	0,076728	0,001212	0,012029	0,077000	0,339580	0,035423
0,000120	0,009000	0,082970	0,001446	0,012362	0,078000	0,342408	0,036104
0,000151	0,010000	0,088980	0,001693	0,012700	0,079000	0,345215	0,036789
0,000185	0,011000	0,094787	0,001952	0,013043	0,080000	0,348007	0,037478
0,000223	0,012000	0,100417	0,002224	0,013390	0,081000	0,350786	0,038171
0,000265	0,013000	0,105887	0,002506	0,013742	0,082000	0,353551	0,038868
0,000311	0,014000	0,111215	0,002800	0,014098	0,083000	0,356302	0,039566
0,000361	0,015000	0,116413	0,003105	0,014459	0,084000	0,359039	0,040273
0,000415	0,016000	0,121493	0,003419	0,014825	0,085000	0,361764	0,040981
0,000473	0,017000	0,126464	0,003744	0,015196	0,086000	0,364475	0,041693
0,000536	0,018000	0,131335	0,004078	0,015571	0,087000	0,367173	0,042409
0,000602	0,019000	0,136112	0,004421	0,015951	0,088000	0,369859	0,043128
0,000672	0,020000	0,140803	0,004773	0,016336	0,089000	0,372532	0,043851
0,000746	0,021000	0,145412	0,005134	0,016726	0,090000	0,375193	0,044578
0,000825	0,022000	0,149945	0,005503	0,017120	0,091000	0,3778420	0,045309
0,000908	0,023000	0,154406	0,005881	0,017518	0,092000	0,380479	0,046043
0,000995	0,024000	0,158800	0,006266	0,017922	0,093000	0,383103	0,046781
0,001086	0,025000	0,163129	0,006660	0,018330	0,094000	0,385717	0,047522
0,001182	0,026000	0,167398	0,007061	0,018743	0,095000	0,388318	0,048267
0,001282	0,027000	0,171609	0,007470	0,019161	0,096000	0,390908	0,049016
0,001386	0,028000	0,175765	0,007887	0,019583	0,097000	0,393487	0,049768
0,001495	0,029000	0,179868	0,008311	0,020010	0,098000	0,396055	0,050523
0,001608	0,030000	0,183921	0,008741	0,020441	0,099000	0,398611	0,051282
0,017250	0,031000	0,187926	0,009179	0,020878	0,100000	0,401157	0,052044
0,001847	0,032000	0,191885	0,009624	0,021319	0,101000	0,403692	0,052810
0,001973	0,033000	0,195800	0,010076	0,021765	0,102000	0,406216	0,053579
0,002103	0,034000	0,199620	0,010534	0,022215	0,103000	0,408730	0,054351
0,002238	0,035000	0,203503	0,010999	0,022670	0,104000	0,411234	0,055127
0,002378	0,036000	0,207295	0,011470	0,023130	0,105000	0,413727	0,055906
0,002521	0,037000	0,211049	0,011947	0,023594	0,106000	0,416210	0,056688
0,002670	0,038000	0,214766	0,012431	0,024063	0,107000	0,418683	0,057473
0,002823	0,039000	0,218448	0,012921	0,024537	0,108000	0,421146	0,058262
0,002980	0,040000	0,222095	0,013417	0,025015	0,109000	0,423599	0,059054
0,003142	0,041000	0,225709	0,013919	0,025498	0,110000	0,426042	0,059849
0,003308	0,042000	0,229291	0,014427	0,025986	0,111000	0,428476	0,060648
0,003479	0,043000	0,232842	0,014941	0,026479	0,112000	0,430901	0,061449
0,003654	0,044000	0,236362	0,015460	0,026976	0,113000	0,433316	0,062254
0,003814	0,045000	0,239853	0,015985	0,027477	0,114000	0,435721	0,063062
0,004019	0,046000	0,243315	0,016516	0,027984	0,115000	0,438117	0,063873
0,004208	0,047000	0,246749	0,017052	0,028495	0,116000	0,440505	0,064686
0,004401	0,048000	0,250157	0,017594	0,029010	0,117000	0,442883	0,065503
0,004599	0,049000	0,253537	0,018141	0,029531	0,118000	0,445252	0,066323
0,004802	0,050000	0,256893	0,018693	0,030056	0,119000	0,447612	0,067146
0,005009	0,051000	0,260223	0,019251	0,030585	0,120000	0,449964	0,067972
0,005221	0,052000	0,263528	0,019813	0,031119	0,121000	0,452307	0,068801
0,005438	0,053000	0,266810	0,020381	0,031658	0,122000	0,454641	0,069633
0,005659	0,054000	0,270068	0,020954	0,032202	0,123000	0,456967	0,070468
0,005885	0,055000	0,273304	0,021532	0,032750	0,124000	0,459284	0,071306
0,006115	0,056000	0,276517	0,022116	0,033302	0,125000	0,461593	0,072147
0,006350	0,057000	0,279709	0,022703	0,033860	0,126000	0,463893	0,072990
0,006590	0,058000	0,282879	0,023296	0,034422	0,127000	0,466185	0,073837
0,006834	0,059000	0,286029	0,023894	0,034988	0,128000	0,468470	0,074686
0,007083	0,060000	0,289158	0,024496	0,035559	0,129000	0,470746	0,075538
0,007337	0,061000	0,292267	0,025103	0,036135	0,130000	0,473014	0,076393
0,007595	0,062000	0,295356	0,025715	0,036715	0,131000	0,475274	0,077251
0,007858	0,063000	0,298427	0,026332	0,037300	0,132000	0,477526	0,078112
0,008126	0,064000	0,301480	0,026953	0,037890	0,133000	0,479770	0,078975
0,008398	0,065000	0,304512	0,027578	0,038484	0,134000	0,482007	0,079841
0,008675	0,066000	0,307527	0,028208	0,039083	0,135000	0,484236	0,080710
0,008956	0,067000	0,310524	0,028843	0,039686	0,136000	0,486457	0,081582
0,009243	0,068000	0,313504	0,029481	0,040294	0,137000	0,488671	0,082456
0,009533	0,069000	0,316466	0,030125	0,040906	0,138000	0,490877	0,083333

Fuente: Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillado*. p. 8.

Anexo 2. **Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular**

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0,041523	0,139000	0,493076	0,084212	0,094799	0,208000	0,629700	0,150587
0,042145	0,140000	0,495268	0,085095	0,095721	0,209000	0,631530	0,151622
0,042771	0,141000	0,497452	0,085980	0,096647	0,210000	0,633360	0,152658
0,043401	0,142000	0,499629	0,086867	0,097577	0,211000	0,634871	0,153696
0,044036	0,143000	0,501799	0,087757	0,098512	0,212000	0,636643	0,154736
0,044676	0,144000	0,503961	0,088650	0,099450	0,213000	0,638415	0,155778
0,045320	0,145000	0,506117	0,089545	0,100393	0,214000	0,640187	0,156821
0,045969	0,146000	0,508265	0,090443	0,101340	0,215000	0,641959	0,157867
0,046622	0,147000	0,510407	0,091344	0,102290	0,216000	0,643731	0,158914
0,047280	0,148000	0,512541	0,092247	0,103245	0,217000	0,645503	0,159963
0,047943	0,149000	0,514669	0,093152	0,104204	0,218000	0,647275	0,161013
0,048609	0,150000	0,516790	0,094060	0,105167	0,219000	0,649047	0,162065
0,049281	0,151000	0,518904	0,094971	0,106134	0,220000	0,650819	0,163119
0,049956	0,152000	0,520110	0,095884	0,107105	0,221000	0,652382	0,164175
0,050637	0,153000	0,523112	0,096799	0,108080	0,222000	0,654108	0,165233
0,051322	0,154000	0,525206	0,097717	0,109059	0,223000	0,655834	0,166292
0,052011	0,155000	0,527293	0,098637	0,110042	0,224000	0,657560	0,167353
0,052705	0,156000	0,529374	0,099560	0,111029	0,225000	0,659286	0,168415
0,053403	0,157000	0,531449	0,100485	0,112020	0,226000	0,661012	0,169479
0,054106	0,158000	0,533517	0,101413	0,113015	0,227000	0,662738	0,170545
0,054813	0,159000	0,535578	0,102343	0,114014	0,228000	0,664464	0,171613
0,055524	0,160000	0,537633	0,103275	0,115017	0,229000	0,666190	0,172682
0,056240	0,161000	0,539682	0,104210	0,116024	0,230000	0,667916	0,173753
0,056961	0,162000	0,541725	0,105147	0,117035	0,231000	0,669441	0,174825
0,057686	0,163000	0,543761	0,106087	0,118050	0,232000	0,671122	0,175899
0,058415	0,164000	0,545792	0,107028	0,119069	0,233000	0,672803	0,176975
0,059149	0,165000	0,547816	0,107972	0,120091	0,234000	0,674484	0,178052
0,059887	0,166000	0,549834	0,108919	0,121118	0,235000	0,676165	0,179131
0,060630	0,167000	0,551845	0,109867	0,122149	0,236000	0,677846	0,180212
0,061377	0,168000	0,553851	0,110818	0,123183	0,237000	0,679527	0,181294
0,062128	0,169000	0,555851	0,111772	0,124221	0,238000	0,681208	0,182377
0,062884	0,170000	0,557845	0,112727	0,125263	0,239000	0,682889	0,183463
0,063644	0,171000	0,559833	0,113685	0,126310	0,240000	0,684570	0,184549
0,064409	0,172000	0,561815	0,114645	0,127360	0,241000	0,686065	0,185638
0,065178	0,173000	0,563791	0,115607	0,128413	0,242000	0,687704	0,186728
0,065951	0,174000	0,565762	0,116571	0,129471	0,243000	0,689343	0,187819
0,066729	0,175000	0,567726	0,117537	0,130533	0,244000	0,690982	0,188912
0,067511	0,176000	0,569685	0,118506	0,131598	0,245000	0,692621	0,190006
0,068298	0,177000	0,571638	0,119477	0,132667	0,246000	0,694260	0,191102
0,069088	0,178000	0,573586	0,120450	0,133740	0,247000	0,695899	0,192200
0,069883	0,179000	0,575528	0,121425	0,134817	0,248000	0,697538	0,193299
0,070683	0,180000	0,577464	0,122402	0,135897	0,249000	0,699177	0,194399
0,071487	0,181000	0,579395	0,123382	0,136982	0,250000	0,700816	0,195501
0,072295	0,182000	0,581320	0,124363	0,138070	0,251000	0,702273	0,196605
0,073107	0,183000	0,583240	0,125347	0,139162	0,252000	0,703871	0,197709
0,073924	0,184000	0,585154	0,126332	0,140258	0,253000	0,705469	0,198816
0,074745	0,185000	0,587063	0,127320	0,141357	0,254000	0,707067	0,199923
0,075570	0,186000	0,588966	0,128310	0,142460	0,255000	0,708665	0,201033
0,076400	0,187000	0,590864	0,129302	0,143567	0,256000	0,710263	0,202143
0,077234	0,188000	0,592756	0,130296	0,144678	0,257000	0,711861	0,203255
0,078072	0,189000	0,594644	0,131292	0,145792	0,258000	0,713459	0,204369
0,078914	0,190000	0,596526	0,132290	0,146910	0,259000	0,715057	0,205484
0,079761	0,191000	0,598402	0,133290	0,148032	0,260000	0,716655	0,206600
0,080612	0,192000	0,600274	0,134292	0,149158	0,261000	0,718079	0,207718
0,081467	0,193000	0,602140	0,135296	0,150287	0,262000	0,719635	0,208837
0,082326	0,194000	0,604001	0,136302	0,151420	0,263000	0,721191	0,209957
0,083190	0,195000	0,605857	0,137310	0,152556	0,264000	0,722747	0,211079
0,084066	0,196000	0,607708	0,138320	0,153696	0,265000	0,724303	0,212202
0,084930	0,197000	0,609553	0,139331	0,154840	0,266000	0,725859	0,213327
0,085806	0,198000	0,611394	0,140345	0,155988	0,267000	0,727415	0,214452
0,086687	0,199000	0,613230	0,141361	0,157139	0,268000	0,728971	0,215580
0,087571	0,200000	0,615060	0,142377	0,158293	0,269000	0,730527	0,216708
0,088460	0,201000	0,616890	0,143398	0,159452	0,270000	0,732083	0,217838
0,089353	0,202000	0,618720	0,144419	0,160613	0,271000	0,733498	0,218969
0,090250	0,203000	0,620550	0,145443	0,161779	0,272000	0,735000	0,220102
0,091152	0,204000	0,622380	0,146468	0,162948	0,273000	0,736502	0,221236
0,092057	0,205000	0,624210	0,147495	0,164121	0,274000	0,738004	0,222371
0,092967	0,206000	0,626040	0,148524	0,165297	0,275000	0,739506	0,223507
0,093881	0,207000	0,627870	0,149555	0,166477	0,276000	0,741008	0,224645

Fuente: Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillado*. p. 9.

**Anexo 3. Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular**

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0,167660	0,277000	0,742510	0,225784	0,260113	0,348000	0,840428	0,308028
0,168847	0,278000	0,744012	0,226924	0,261525	0,349000	0,841699	0,309189
0,170037	0,279000	0,745514	0,228065	0,262940	0,350000	0,842970	0,311919
0,171231	0,280000	0,747016	0,229208	0,264357	0,351000	0,844231	0,313134
0,172428	0,281000	0,748542	0,230352	0,265778	0,352000	0,845470	0,314349
0,173629	0,282000	0,750015	0,231497	0,267201	0,353000	0,846709	0,315564
0,174833	0,283000	0,751488	0,232644	0,268627	0,354000	0,847948	0,316779
0,176041	0,284000	0,752961	0,233792	0,270055	0,355000	0,849187	0,317994
0,177253	0,285000	0,754434	0,234940	0,271487	0,356000	0,850426	0,319209
0,178467	0,286000	0,755907	0,236091	0,272921	0,357000	0,851665	0,320424
0,179686	0,287000	0,757380	0,237242	0,274357	0,358000	0,852904	0,321639
0,180907	0,288000	0,758853	0,238394	0,275797	0,359000	0,854143	0,322854
0,182132	0,289000	0,760326	0,239548	0,277239	0,360000	0,855382	0,324069
0,183361	0,290000	0,761799	0,240703	0,278684	0,361000	0,856627	0,325284
0,184593	0,291000	0,763223	0,241859	0,280131	0,362000	0,857840	0,326499
0,185828	0,292000	0,764660	0,243016	0,281581	0,363000	0,859053	0,327714
0,187066	0,293000	0,766097	0,244175	0,283034	0,364000	0,860266	0,328929
0,188309	0,294000	0,767534	0,245334	0,284489	0,365000	0,861479	0,330144
0,189554	0,295000	0,768971	0,246495	0,285947	0,366000	0,862692	0,331359
0,190803	0,296000	0,770408	0,247657	0,287407	0,367000	0,863905	0,332574
0,192055	0,297000	0,771845	0,248820	0,288871	0,368000	0,865118	0,333789
0,193310	0,298000	0,773282	0,249984	0,290336	0,369000	0,866331	0,335004
0,194569	0,299000	0,774719	0,251149	0,291805	0,370000	0,867544	0,336219
0,195831	0,300000	0,776156	0,252316	0,293275	0,371000	0,868725	0,337434
0,197097	0,301000	0,777553	0,253461	0,294749	0,372000	0,869907	0,338649
0,198365	0,302000	0,778955	0,254622	0,296225	0,373000	0,871089	0,339864
0,199637	0,303000	0,780357	0,255783	0,297703	0,374000	0,872271	0,341079
0,200913	0,304000	0,781759	0,256944	0,299184	0,375000	0,873453	0,342294
0,202191	0,305000	0,783161	0,258105	0,300667	0,376000	0,874635	0,343509
0,203473	0,306000	0,784563	0,259266	0,302153	0,377000	0,875817	0,344724
0,204758	0,307000	0,785965	0,260427	0,303642	0,378000	0,876999	0,345939
0,206046	0,308000	0,787367	0,261588	0,305132	0,379000	0,878181	0,347154
0,207338	0,309000	0,788769	0,262749	0,306626	0,380000	0,879363	0,348369
0,208633	0,310000	0,790171	0,263910	0,308121	0,381000	0,880530	0,349584
0,209930	0,311000	0,791539	0,265071	0,309620	0,382000	0,881694	0,350799
0,2112320	0,312000	0,792910	0,266232	0,311120	0,383000	0,882858	0,352014
0,212536	0,313000	0,794281	0,267393	0,312623	0,384000	0,884022	0,353229
0,213843	0,314000	0,795652	0,268554	0,314128	0,385000	0,885186	0,354444
0,215154	0,315000	0,797023	0,269715	0,315636	0,386000	0,886350	0,355659
0,216468	0,316000	0,798394	0,270876	0,317146	0,387000	0,887514	0,356874
0,217785	0,317000	0,799765	0,272037	0,318659	0,388000	0,888678	0,358089
0,219105	0,318000	0,801136	0,273198	0,320174	0,389000	0,889842	0,359304
0,220428	0,319000	0,802507	0,274359	0,321691	0,390000	0,890908	0,360519
0,221755	0,320000	0,803878	0,275520	0,323210	0,391000	0,892047	0,361734
0,223084	0,321000	0,805193	0,276681	0,324732	0,392000	0,893186	0,362949
0,224416	0,322000	0,806527	0,277842	0,326256	0,393000	0,894325	0,364164
0,225752	0,323000	0,807861	0,279003	0,327782	0,394000	0,895464	0,365379
0,227091	0,324000	0,809195	0,280164	0,329311	0,395000	0,896603	0,366594
0,228433	0,325000	0,810529	0,281325	0,330842	0,396000	0,897742	0,367809
0,229777	0,326000	0,811863	0,282486	0,332375	0,397000	0,898881	0,369024
0,231125	0,327000	0,813197	0,283647	0,333910	0,398000	0,900020	0,370239
0,232476	0,328000	0,814531	0,284808	0,335448	0,399000	0,901057	0,371454
0,233830	0,329000	0,815865	0,285969	0,336988	0,400000	0,902170	0,372669
0,235187	0,330000	0,817199	0,287130	0,338530	0,401000	0,903283	0,373884
0,236547	0,331000	0,818521	0,288291	0,340074	0,402000	0,904396	0,375099
0,237910	0,332000	0,819823	0,289452	0,341620	0,403000	0,905509	0,376314
0,239275	0,333000	0,821125	0,290613	0,343169	0,404000	0,906622	0,377529
0,240644	0,334000	0,822427	0,291774	0,344720	0,405000	0,907735	0,378744
0,242016	0,335000	0,823729	0,292935	0,346272	0,406000	0,908848	0,380018
0,243391	0,336000	0,825031	0,294096	0,347827	0,407000	0,909961	0,381266
0,244768	0,337000	0,826333	0,295257	0,349385	0,408000	0,911074	0,382514
0,246149	0,338000	0,827635	0,296418	0,350944	0,409000	0,912187	0,383762
0,247532	0,339000	0,828937	0,297579	0,352505	0,410000	0,913300	0,385010
0,248919	0,340000	0,830239	0,298740	0,354068	0,411000	0,914423	0,386258
0,250308	0,341000	0,831531	0,299901	0,355634	0,412000	0,915537	0,387506
0,251700	0,342000	0,832802	0,301062	0,357201	0,413000	0,916639	0,388754
0,253095	0,343000	0,834073	0,302223	0,358771	0,414000	0,917747	0,390002
0,254493	0,344000	0,835344	0,303384	0,360342	0,415000	0,918855	0,391250
0,255894	0,345000	0,836615	0,304545	0,361916	0,416000	0,919963	0,392498
0,257297	0,346000	0,837886	0,305706	0,363492	0,417000	0,921071	0,393746
0,258704	0,347000	0,839157	0,306867	0,365069	0,418000	0,921797	0,395000

Fuente: Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillado*. p. 9.

