



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA,  
CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN**

**Mynor Iván Choxom Gutiérrez**

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA,  
CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MYNOR IVÁN CHOXOM GUTIÉRREZ**

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Walter Rolando Salazar González
EXAMINADOR	Ing. Wuilliam Ricardo Yon Chavarría
EXAMINADOR	Ing. Daniel Alfredo Cruz Pineda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA,  
CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 13 de agosto de 2013.

  
**Mygor Ivan Choxom Gutiérrez**



Guatemala, 01 de octubre de 2014  
Ref.EPS.D.572.10.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Mynor Iván Choxom Gutiérrez, carné 200630559**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



Guatemala, 26 de agosto de 2014.  
Ref.EPS.DOC.456.08.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Mynor Iván Choxom Gutiérrez** con carné No. **200630559**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN.**

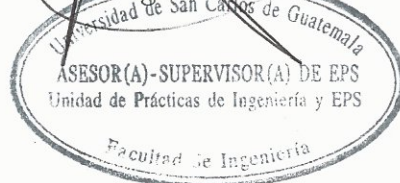
En tal virtud, **LO DOY POR APRÓBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo  
SJRS/ra



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

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

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



Guatemala,  
5 de septiembre de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mynor Iván Choxom Gutiérrez, con Carnet No. 200630559, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

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

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Mynor Iván Choxom Gutiérrez, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

*Hugo Leonel Montenegro Franco*  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2014

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua







DTG. 607.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL , TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN**, presentado por el estudiante universitario **Mynor Iván Choxom Gutiérrez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno  
Decano en Funciones

Guatemala, 6 de noviembre de 2014

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Quien es mi todo, mi inicio y mi final, por darme esta bendición y acompañarme con amor e iluminarme con sabiduría en el caminar de mi vida.
<b>Mi padre</b>	Andrés Choxom. Por creer en mí y apoyarme incondicionalmente e inspirarme, por su apoyo y cariño.
<b>Mi madre</b>	Olga Gutiérrez. Con mucho respeto.
<b>Mi hermana</b>	Brenda Aracely.Choxom Gutiérrez, por su apoyo y ejemplo de lucha.
<b>Mis abuelos</b>	Andrés Gutiérrez y Rosario Pérez (q.e.p.d.), gracias por darme un gran ejemplo.
<b>Mi familia</b>	Tíos, tías, primos, por su apoyo, cariño y paciencia que me han tenido, muchísimas gracias.
<b>Mis amigos</b>	Gracias por su amistad y apoyo en todo momento.
<b>Mi amor</b>	Por su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Mi Dios</b>	Por iluminarme y guiarme en cada paso de mi vida para su propósito.
<b>Andrés Choxom</b>	Por creer en mí y brindarme su apoyo en este sueño.
<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por darme la oportunidad de formar parte de esta gloriosa universidad.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por formarme académica y profesionalmente.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Por todos los momentos compartidos.
<b>La Municipalidad de San Cristóbal Totonicapán</b>	Administrada por Ricardo Valentín Tay Saquich, al ingeniero Javier Lajpop director municipal de planificación por su apoyo, y demás amigos de la Municipalidad.
<b>Edgar Choxom</b>	Gracias por animarme, apoyarme y ser un ejemplo de lucha.
<b>Mi asesor</b>	Ingeniero Silvio Rodríguez, por su apoyo en la elaboración del presente trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del paraje Chuinima del cantón Xesúc, San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán. ....	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Límites y colindancias.....	3
1.1.3. Clima .....	3
1.1.4. Topografía .....	4
1.1.5. Suelo .....	4
1.1.6. Vías de acceso, comunicación y transporte .....	6
1.1.7. Servicios públicos .....	7
1.1.8. Idioma.....	7
1.1.9. Población y demografía .....	8
1.1.10. Datos de vivienda .....	8
1.1.11. Producción.....	9
1.1.12. Canalización de las aguas servidas.....	9
1.2. Investigación sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura en el paraje de Chuinima del cantón Xesúc, San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán .....	10

1.2.1.	Descripción de las necesidades .....	10
1.2.2.	Priorización de las necesidades .....	11
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	13
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el paraje Chuinima del cantón Xesúc, San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán.....	13
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	13
2.1.2.	Levantamiento topográfico .....	14
2.1.2.1.	Planimetría .....	14
2.1.2.2.	Altimetría .....	14
2.1.3.	Diseño del sistema .....	15
2.1.3.1.	Descripción del sistema a utilizar .....	15
2.1.3.2.	Período de diseño .....	15
2.1.3.3.	Dotación de agua potable.....	16
2.1.3.4.	Cálculo de población futura .....	16
2.1.3.5.	Factor de retorno .....	18
2.1.3.6.	Factor de Harmond .....	18
2.1.3.7.	Caudal sanitario .....	19
2.1.3.7.1.	Caudal domiciliar.....	19
2.1.3.7.2.	Caudal comercial .....	20
2.1.3.7.3.	Caudal industrial .....	20
2.1.3.7.4.	Caudal de infiltración.....	20
2.1.3.7.5.	Caudal por conexiones ilícitas .....	20
2.1.3.7.6.	Factor de caudal medio .....	21
2.1.3.7.7.	Caudal de diseño .....	22
2.1.4.	Selección del tipo de tubería .....	22

2.1.5.	Diseño de secciones y pendientes .....	23
2.1.5.1.	Pendientes, velocidades máximas y mínimas de diseño.....	23
2.1.5.2.	Cotas Invert .....	25
2.1.6.	Pozos de visita.....	25
2.1.7.	Conexiones domiciliarias.....	26
2.1.8.	Profundidad de tubería .....	27
2.1.9.	Principios hidráulicos .....	29
2.1.9.1.	Relaciones hidráulicas.....	29
2.1.10.	Cálculo hidráulico .....	45
2.1.10.1.	Especificaciones técnicas.....	45
2.1.10.2.	Ejemplo de diseño de un tramo .....	53
2.1.11.	Estudio de Impacto Ambiental Inicial (EIAI).....	60
2.1.12.	Propuesta de tratamiento .....	63
2.1.12.1.	Diseño de fosa séptica .....	64
2.1.12.2.	Dimensionamiento de los pozos de absorción.....	66
2.1.13.	Elaboración de planos finales de drenaje sanitario .....	66
2.1.14.	Presupuesto.....	66
2.1.15.	Evaluación socioeconómica.....	77
2.1.15.1.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	78
2.1.15.2.	Valor Presente Neto (VPN).....	78
	CONCLUSIONES .....	79
	RECOMENDACIONES.....	81
	BIBLIOGRAFÍA.....	83
	APÉNDICES .....	85



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de ubicación del paraje Chuinima del cantón Xesúc.....	2
2.	Conexión domiciliar (planta).....	26
3.	Conexión domiciliar (elevación) .....	27
4.	Sección transversal de un canal y ducto .....	32

### TABLAS

I.	Profundidades mínimas de tubería PVC .....	27
II.	Profundidades de instalación de tubería .....	28
III.	Coeficientes de rugosidad de Manning .....	31
IV.	Relaciones hidráulicas para sección circular.....	34
V.	Ancho mínimo de zanja (m).....	51
VI.	Integración de costos unitarios.....	67
VII.	Cronograma de ejecución .....	68
VIII.	Desglose de renglones.....	69





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área
<b>Q</b>	Caudal
<b>Q<sub>dom</sub></b>	Caudal domiciliar
<b>Q<sub>ci</sub></b>	Caudal por conexiones ilícitas
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>CI</b>	Cota Invert
<b>CIE</b>	Cota Invert de Entrada
<b>CIS</b>	Cota Invert de Salida
<b>D</b>	Diámetro de tubería
<b>l/hab/día</b>	Litros por habitante por día
<b>m</b>	Metro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>S</b>	Pendiente
<b>n</b>	Período de diseño
<b>Pa</b>	Población actual
<b>Pf</b>	Población futura
<b>Po</b>	Población inicial
<b>PV</b>	Pozo de visita
<b>R</b>	Razón de incremento geométrica
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>d/D</b>	Relación de diámetros
<b>v/V</b>	Relación de velocidades

- V** Velocidad de flujo a sección llena
- v** Velocidad de flujo dentro de la alcantarilla

## **GLOSARIO**

<b>Alcantarilla</b>	Es una tubería o conducto, en general cerrado, que normalmente fluye a medio llenar, transportando aguas residuales.
<b>ASTM</b>	American Society Testing Materials.
<b>Azimut</b>	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde 0 a 360 grados.
<b>Coeficiente de rugosidad</b>	Coeficiente de aspereza o escabrosidad.
<b>Colector</b>	Conformado por un conjunto de tuberías, que se utilizan para la conducción de aguas residuales.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.
<b>Cota Invert</b>	Es la cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería instalada.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua necesaria para consumo, requerida por una persona en un día.

**INFOM**

Instituto de Fomento Municipal.

**Planimetría**

Parte de la topografía, que enseña a representar en una superficie plana una porción terrestre.

**Pozo de visita**

También llamados pozos de inspección, están situados en los puntos en donde la tubería cambia de dirección o diámetro, cambio de pendiente, inicio de tramo.

**Vida útil**

Es el período de tiempo que las estructuras realizan su función en un 100 por ciento.

**Tramo**

Espacio comprendido entre el centro de dos pozos de visita.

## **RESUMEN**

El presente informe es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado, el cual trata del diseño de alcantarillado sanitario para el paraje de Chuinima del cantón Xesúc, del municipio de San Cristóbal Totonicapán, departamento de Totonicapán. Luego de haber sido priorizado entre otros proyectos por la falta de un sistema de alcantarillas en la comunidad y la necesidad del mismo, cubriendo así el tema de salud y medio ambiente para mejorar el nivel de salubridad en el área, evitando la propagación de enfermedades.

El informe consta de dos capítulos importantes: el primer capítulo corresponde a la fase de investigación conteniendo la monografía del lugar, así como un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura, realizando la caracterización socioeconómica de la población en estudio; abarca información como ubicación geográfica, vías de acceso, condiciones climáticas y topográficas, actividades socioeconómicas de los habitantes y aspectos socioculturales. Identifica los servicios públicos que existen y a los que tienen acceso los habitantes. Por último identifica la necesidad de drenajes sanitarios como el servicio con máxima demanda.

El segundo capítulo se centra en la fase técnico profesional a efecto de proponer una solución a la demanda identificada: un sistema de alcantarillado sanitario para la comunidad. Describiendo el diseño del sistema de drenaje sanitario con parámetros proyectados para un adecuado funcionamiento basado en criterios generales para Guatemala del INFOM, posteriormente se incluyen los planos finales y el respectivo presupuesto para la ejecución del mismo, así también como el diseño hidráulico y la libreta topográfica.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para el paraje Chuinima del cantón Xesúc, con el propósito de garantizar la eliminación adecuada y eficiente de las aguas residuales sin provocar daños al medio ambiente, ni a la salud de los pobladores.

### **Específicos**

1. Realizar una investigación monográfica y diagnóstica, para priorizar necesidades de servicios y de infraestructura del municipio de San Cristóbal Totonicapán.
2. Identificar las demandas de servicios esenciales del municipio en estudio.
3. Determinar un costo estimado de la obra en la planificación del proyecto.
4. Presentar a la Municipalidad de San Cristóbal Totonicapán la planificación, con la finalidad de que programen la inversión necesaria para su ejecución.





## INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) tiene una proyección enfocada hacia los distintos sectores del país, a través de programas de prácticas ligadas a planes de estudio y así confrontar la teoría con la práctica en el campo real de aplicación, apoyando así a la Dirección Municipal de Planificación (DMP) de las municipalidades, con el diseño de proyectos prioritarios para el desarrollo de las comunidades y por ende el del país.

Tomando en cuenta que la eliminación de las aguas servidas provenientes de la vida doméstica, ha sido uno de los problemas que presentan más preocupación al hombre y en este caso el paraje Chuinima no es la excepción, ya que actualmente no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, el cual permita una adecuada conducción y disposición de las aguas negras. Con el apoyo de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de San Cristóbal Totonicapán y del COCODE del municipio, se efectuó un diagnóstico para determinar las necesidades en cuanto a servicios básicos sanitarios, donde se decidió darle prioridad al Proyecto diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el paraje Chuinima, cantón Xesúc del municipio de San Cristóbal Totonicapán departamento de Totonicapán.

Por esta razón es necesario y prioritario para esta comunidad el diseño de un adecuado sistema de alcantarillado sanitario, para dirigir y tratar las aguas residuales de manera eficiente y segura al medio ambiente, aplicando conceptos y métodos correspondientes a ingeniería civil.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del paraje Chuinima del cantón Xesúc, San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán**

Actualmente el municipio está conformado por 9 centros poblados, siendo estos la cabecera municipal que tiene categoría de pueblo, 1 aldea y 7 cantones. La cabecera municipal se divide en 9 barrios y 87 parajes.

### **1.1.1. Ubicación**

El municipio de San Cristóbal Totonicapán es parte territorial del departamento de Totonicapán, localizándose en la parte sur del departamento y este a su vez pertenece a la Región VI. Está situado en el altiplano sur occidental de Guatemala, a una altura de 2 330 metros sobre el nivel del mar, cuenta con un área de 36 kilómetros cuadrados, con latitud norte de 15° 55' 05" y longitud oeste 91° 26' 36". La cabecera está ubicada sobre la carretera Interamericana CA-1 a 189 kilómetros de la ciudad capital y a 12 kilómetros de la cabecera departamental sobre la ruta nacional RN-1.

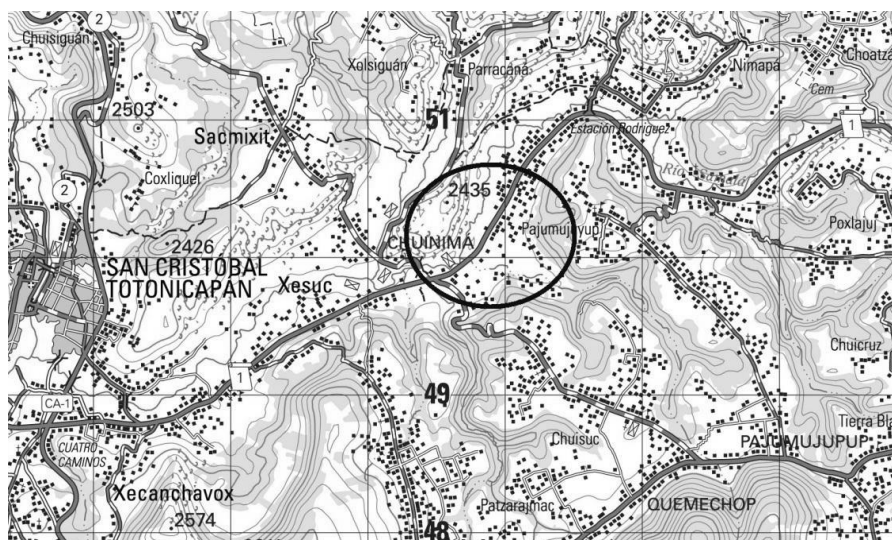
El municipio de San Cristóbal Totonicapán está ubicado en el cruce de carreteras más importantes del occidente del país denominado: Cuatro Caminos, por lo que se beneficia de la abundante oferta de transporte extraurbano que se dirige hacia San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, y Huehuetenango, asimismo las unidades que comunican al altiplano con la costa sur occidental y los restantes municipios de Totonicapán.

El municipio de San Cristóbal Totonicapán es irrigado por los ríos: Caquixá o Samalá, Los Tuises, Chisaquija, Pabacil Xesúc y Xeaj, siendo el más importante el río Samalá, que atraviesa la cabecera municipal.

Actualmente el municipio está conformado por 9 centros poblados, siendo estos la cabecera municipal que tiene categoría de pueblo, una aldea (Nueva Candelaria) y siete cantones (Patachaj, Pacanac, Chuicotom, Xetacabaj, Xesúc, Xecanchavox, San Ramón), la cabecera municipal se divide en 9 barrios y 87 parajes (DMP, 2010).

El paraje Chuinima pertenece al cantón Xesúc y se encuentra ubicado a una distancia de 2 kilómetros de la cabecera municipal. En dirección este, hacia la cabecera departamental sobre la ruta nacional 1, a una altura de 2 295 metros sobre el nivel del mar, con latitud norte 14°55'25"y longitud oeste 91° 24' 36". En la figura 1 se presenta la ubicación del mismo.

Figura 1. **Mapa de ubicación del paraje Chuinima del cantón Xesúc**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN), Hoja cartográfica Totonicapán.

### **1.1.2. Límites y colindancias**

El municipio de San Cristóbal Totonicapán, colinda al norte con el municipio de San Francisco el Alto, al sur con los municipios de Salcajá (Quetzaltenango) y San Andrés Xecul (Totonicapán), al este con el municipio de Totonicapán y al oeste con el municipio de San Francisco La Unión (Quetzaltenango) y San Andrés Xecul (Totonicapán).

### **1.1.3. Clima**

La estación meteorológica del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), más cercana al municipio de San Cristóbal Totonicapán es la estación Labor Ovalle, ubicada en el municipio de Olinstepeque departamento de Quezaltenango. Los datos brindados por esta estación pueden ser tomados como válidos para el municipio de San Cristóbal Totonicapán.

El clima predominante del municipio de San Cristóbal Totonicapán es frío durante el año, el cual se vuelve más intenso durante los meses de noviembre a febrero. La temperatura media anual es de 15 y 22 grados Celsius con descensos de hasta 0 grados Celsius en la época fría. La región es muy lluviosa especialmente en los meses de mayo a octubre, período en el cual se genera la mayor evapotranspiración, el ambiente mantiene una humedad relativamente alta, las isoyetas correspondientes al municipio de San Cristóbal Totonicapán, son de 1 000 a 1 500 milímetros de lluvia al año.

#### **1.1.4. Topografía**

El municipio no posee montañas de gran elevación, pero si, cerros cuyo suelo es fértil y en donde se ha cosechado trigo y maíz. El volcán Cuxliquel es el único que se encuentra en el mismo y se ha convertido en un atractivo turístico.

Las estribaciones que colindan con Totonicapán son poco importantes en cuanto a su altura, pero presentan un atractivo panorama por estar poblado de árboles, asimismo de pequeñas planicies o joyas a lo largo del río Samalá, rodeadas en especial de pinos; sin embargo para los últimos años se ha notado mucha deforestación, debido a la inmoderada tala de árboles.

El paraje Chuinima del cantón Xesúc se encuentra en un terreno con pendientes moderadamente pronunciadas, además esta paralelo al río Samalá, el cual viene de la cabecera departamental.

#### **1.1.5. Suelo**

El perfil de suelo del municipio de San Cristóbal Totonicapán y por ende el del paraje en mención se caracteriza de la siguiente forma:

El suelo de la superficie a una profundidad cerca de 40 centímetros, es franco turboso negro o café muy oscuro. El contenido de materia orgánica es muy alto, más del 20 por ciento y la estructura es granular poco desarrollada. La reacción es de mediana a ligeramente ácida, potencial de hidrógeno alrededor de 6,0.

El subsuelo, a una profundidad cerca de 90 centímetros, es franco arcilloso o franco arcillo limoso de color café oscuro a café muy oscuro, el contenido de materia orgánica es alto casi de 10 por ciento en algunos lugares, el suelo es masivo y carece de estructura en algunos lugares, pero en otros se manifiesta una estructura cúbica poco desarrollada, la reacción es medianamente ácida, potencial de hidrógeno de 5,5 a 6,0.

El substrato en la mayoría de los lugares es ceniza volcánica de grano fino, parcialmente intemperizada de color café amarillento.

El 81 por ciento de la tierra tiene potencialidad para bosques. Solo el 19 por ciento es apropiado para el cultivo agrícola intensivo (el 3% de las tierras de primera, más 16% de la tierra de segunda). Esto confirma la predominante vocación forestal de los suelos del municipio, por lo que la actividad agrícola se ve limitada por las pendientes escarpadas, la superficialidad de los mismos y el consecuente riesgo de erosión.

Debido a las pendientes pronunciadas, estos presentan alta susceptibilidad a la erosión, que se incrementa a medida que se elimina la cobertura boscosa para la agricultura. Los cultivos en las laderas por lo general son de baja productividad por las limitaciones de laboreo que impone el relieve, además de la constante pérdida de nutrientes.

El 42 por ciento de la tierra es de uso no forestal, debido a que está destinada a la agricultura y a los pastizales, como el cultivo de maíz, haba y trigo, finalmente se obtiene en menor medida, pasto para especies bovinas y ovinas.<sup>1</sup>

---

LÓPEZ CALITO Marlin Elbethana, tesis *costos y rentabilidad de unidades pecuarias (crianza y engorde de ganado porcino)*.<sup>1</sup>p. 15,16



### **1.1.6. Vías de acceso, comunicación y transporte**

Las comunicaciones terrestres permiten el suministro de insumos, transporte de personal, extracción de la población y facilitan el comercio. Una parte del municipio de San Cristóbal Totonicapan es atravesado por la carretera Interamericana CA-1 que conecta en el lugar denominado Cuatro Caminos, zona 6 de la cabecera municipal. Caminos rurales permiten comunicar a las diferentes comunidades entre sí con la cabecera municipal.

Se puede llegar al paraje Chuinima del cantón Xesúc, tomando la ruta nacional RN-1 que conduce a la cabecera departamental a partir del entronque conocido como Cuatro Caminos, recorriendo aproximadamente 1 kilómetro de carretera asfaltada, ya que dicho paraje se encuentra a la orilla de dicha ruta nacional.

- Telecomunicaciones

El paraje cuenta con señal de telefonía de línea así como telefonía móvil de las diferentes empresas que operan en el país.

- Radio, televisión, servicio de cable y otros medios de comunicación

Dentro del paraje se cuenta con señal de diferentes emisoras de radio, tanto regional como local, asimismo se cuenta con servicio de cable de televisión e internet.

- Transporte

El paraje tiene un fácil acceso ya que por estar ubicado al paso de la RN-1 que se dirige hacia Totonicapán, el transporte de pasajeros y carga desde el mismo hacia la cabecera municipal es atendido por autobuses, microbuses, *pick-ups* y moto taxis y el costo de traslado oscila entre Q. 3,00 a Q. 5,00.

#### **1.1.7. Servicios públicos**

Son los servicios prestados para cubrir y resolver necesidades en común en el municipio de Totonicapán, que son fundamentales para garantizar a la población sus derechos.

El paraje dispone de los servicios siguientes:

- Abastecimiento de agua potable
- Energía eléctrica
- Infraestructura vial en su gran mayoría terracería
- Teléfonos privados
- Televisión por cable
- Transporte colectivo extraurbano
- Escuela primaria
- Recolección y evacuación de desechos sólidos

#### **1.1.8. Idioma**

La mayor parte de la población del municipio pertenece a la comunidad lingüística k'iche' del pueblo maya en un 95 por ciento y el 5 por ciento a la población no indígena (INE, 2002).

### **1.1.9. Población y demografía**

Según el XI Censo Nacional de Población y VI de habitación, realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el 2002, el municipio de San Cristóbal Totonicapán tenía una población de 30 608 habitantes, de los cuales el 53 por ciento son mujeres y el 47 por ciento hombres

Respecto a la población según su lugar de asentamiento; en el área urbana se ubican 4 233 habitantes, lo que corresponde al 14 por ciento y en el área rural 26 375 habitantes, que equivale al 86 por ciento.

Un alto porcentaje de la población del paraje es indígena, mientras que un pequeño porcentaje no lo es.

El valor del crecimiento poblacional para el paraje de Chuinima es de 3,3 por ciento.

### **1.1.10. Datos de vivienda**

Las viviendas se encuentran dispersadas en el paraje. El tipo de vivienda en su mayoría son casas de adobe y tejas de barro cocido, en un pequeño número existen casas formales de block y techos de losa. De acuerdo a los datos generales del municipio del censo de 1994, de un total 5 070 hogares, el 95 por ciento son casas formales y el restante 5 por ciento se integran por apartamentos, palomares, ranchos y otros.

Para el 2004 según el censo, el porcentaje aumentó en 3 por ciento de casas formales y hubo una disminución del 2 por ciento de otro tipo.

### **1.1.11. Producción**

La mayoría de la población del paraje es de escasos recursos económicos, que subsiste en un bajo nivel de vida. Son pocos los trabajadores que gozan de un sueldo necesario para cubrir el consumo de la canasta básica de alimentos, gastos de vivienda, salud y otros insumos esenciales para el mantenimiento y supervivencia de un grupo familiar; asimismo la actividad económica a la que se dedican algunos de ellos es a la agricultura con la siembra de maíz. El uso del riego es poco, a pesar de las características de la topografía del paraje de Chuinima y de la disponibilidad del río Samalá; generalmente es utilizado por las personas que tienen sus cultivos en la ribera del río.

### **1.1.12. Canalización de las aguas servidas**

Según lo que se ha podido observar, la no existencia de un sistema de evacuación de aguas residuales de origen doméstico en el paraje es real, y por ende se convierte en un servicio básico necesario con carácter prioritario.

La falta de drenajes es uno de los problemas principales del municipio, no es solo el entubamiento, sino el lugar de desfogue de estas aguas. El grado de contaminación del río Samalá por aguas servidas es sumamente alto; en su recorrido dicho río es usado como desemboque de drenajes de varios municipios. A continuación la cobertura del servicio.

## **1.2. Investigación sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura en el paraje de Chuinima del cantón Xesúc, San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán**

Para poder llevar a cabo la realización de cualquier proyecto por medio del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), es necesario realizar una evaluación previa, basada principalmente en el servicio social que dicho proyecto debe brindar a la comunidad más necesitada (principalmente área rural). Se deben tomar en cuenta factores económicos (factibilidad de ejecución de proyecto), políticos (deseos de solucionar los problemas por parte de las autoridades), y algunos otros como culturales y legales.

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

A pesar que el municipio cuenta con instituciones públicas de salud, educación y transporte, entre otros; existe la necesidad de mejorar dichos servicios.

Paraje Chuinima Cantón Xesúc

- Diseño de alcantarillado sanitario; debido a la necesidad de la evacuación de aguas residuales de origen doméstico del paraje.
- Mejoramiento del sistema vial; se requiere del diseño de pavimento de calles existentes.
- Construcción y ampliación de escuelas; es necesaria debido al incremento acelerado de la población estudiantil y la escasa

infraestructura para la educación, lo que conlleva un mal proceso de enseñanza y aprendizaje.

### **1.2.2. Priorización de las necesidades**

La Municipalidad de San Cristóbal Totonicapán, prioriza necesidades dentro de la comunidad en común, de acuerdo con la Asamblea General, tomando en cuenta el número de beneficiarios, antigüedad del problema y que la solución al mismo sea factible desde un punto de vista técnico, socioeconómico político hasta cierto caso cultural.

Por lo que se priorizó el Proyecto del sistema de alcantarillado sanitario para el paraje Chuinima del cantón Xesúc del municipio de San Cristóbal Totonicapán, departamento de Totonicapán. Debido al crecimiento poblacional, enfocado a la salud y desarrollo de la población para brindarle mejores condiciones de vida a los habitantes de dicha comunidad.



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

### **2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el paraje Chuinima del cantón Xesúc, San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán**

La cobertura de la red de drenajes del municipio ha aumentado, debido a que se han completado varios proyectos de introducción de drenajes y la comunidad se ha organizado en comités para poder introducirlos.

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

El diseño del sistema de drenaje sanitario para el paraje Chuinima estará diseñado con parámetros proyectados para un adecuado funcionamiento y basado en normas que establecen criterios generales para Guatemala, proporcionados por el Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM).

Este proyecto es de gran importancia, ya que por primera vez se les brindará a sus pobladores los servicios de drenaje y saneamiento, proporcionándoles una mejor calidad de vida, con un medio ambiente más sano, eliminando las descargas de aguas negras no tratadas. La red tiene una longitud total de 2 597,77 metros, en los cuales se diseñaron 55 pozos de visita, de altura variable distribuidos en la línea principal y 13 ramales. La tubería a utilizar será de PVC y tendrá un mínimo de 6 pulgadas en tramos iniciales dicha tubería debe cumplir con la Norma ASTM F 949. Debido a la topografía del lugar el sistema funcionará por gravedad y se dejarán estimadas las conexiones domiciliarias para cada uno de los hogares de los habitantes.



## **2.1.2. Levantamiento topográfico**

Se realizó para localizar el paso de la red, así como elevaciones para la ubicación de pozos de visita, y en general ubicar todos aquellos puntos de importancia. Se realizaron los siguientes levantamientos:

### **2.1.2.1. Planimetría**

Tiene como objetivo determinar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características, tanto naturales como no naturales que puedan influir en el diseño del sistema; por ejemplo calles, edificios, áreas verdes, carreteras, cerros, ríos, barrancos, zanjones, otros.

Para llevar a cabo la planimetría se utilizó el método de conservación del azimut y la nivelación se realizó a través de un método indirecto, como lo es el taquimétrico; el cual permite definir las cotas del terreno a trabajar, tanto en las irregularidades como en los cambios de dirección más importantes. El equipo que se utilizó comprende teodolito, estadal, estacas y cinta métrica, los resultados se muestran en el apéndice.

### **2.1.2.2. Altimetría**

Es la parte de la topografía que determina las elevaciones de los distintos puntos situados sobre la superficie terrestre. La elevación se puede establecer en relación a otro punto o a un plano. Se tomó en cuenta puntos donde hay cambio de dirección o de pendiente.

### **2.1.3. Diseño del sistema**

Se han completado varios proyectos de diseño del sistema de drenajes, para la implementación de los mismos y varios comités se han organizado para poder introducirlos en la comunidad.

#### **2.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar**

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la comunidad, se consideraron varios aspectos; como la topografía del área a manera de diseñar el sistema por gravedad y con los conductos funcionando como canales parcialmente llenos, asimismo servicios existentes, dotación de agua potable y puntos de desfogue como ríos.

El sistema de drenaje sanitario consiste en la colocación de tubería de PVC de diferentes diámetros con el fin que cumpla con el buen funcionamiento del sistema dentro del período diseñado. También se construirán pozos de visita en las estaciones requeridas de acuerdo al diseño, con el fin de monitorear la tubería y darle mantenimiento al sistema de drenaje. Este sistema también contempla la colocación de acometidas domiciliarias en cada vivienda. Dentro de los planos también se especifican: el diámetro de tubería a utilizar en cada tramo, la profundidad y pendiente de la misma así como la altura de los pozos de visita.

#### **2.1.3.2. Período de diseño**

Es el tiempo en que el sistema de alcantarillado sanitario es proyectado para tener un funcionamiento adecuado. Este período según las normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM está comprendido entre 30

a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño. El sistema de alcantarillado sanitario fue proyectado para que tuviera un funcionamiento adecuado durante un período de 30 años.

### **2.1.3.3. Dotación de agua potable**

Dotación es una cantidad de volumen de agua por unidad de tiempo asignada a la unidad consumidora habitante y está expresada en litros por habitante por día.

Para la estimación del caudal de diseño es necesario conocer el caudal proveniente de los domicilios, para lo cual es de vital importancia conocer la dotación de agua potable con la que cuenta la población, y con eso determinar el respectivo factor de retorno, de acuerdo con los datos obtenidos en la municipalidad, se estableció que la dotación para el paraje Chuinima es de 100 litros por habitante por día.

### **2.1.3.4. Cálculo de población futura**

Para poder estimar la población futura a beneficiar con el proyecto y que el mismo trabaje hidráulicamente bien, proporcionando un buen funcionamiento hasta el final de su período de diseño, se necesita contar con el período de diseño y la tasa de crecimiento anual de la región del proyecto.

El número de habitantes de una población se ve afectado por distintos factores, tales como: nacimientos, defunciones, migraciones, otros. Para el diseño del paraje de Chuinima, se adoptó una tasa de crecimiento del 3,3 por ciento anual; ya con los datos anteriores se puede estimar un crecimiento de la población mediante la fórmula del incremento geométrico, por ser el método

que más se adapta a la realidad del crecimiento poblacional, y se expresa con la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa * (1 + R)^t$$

Donde:

Pf = población futura

Pa = población actual

R = razón de incremento geométrica

T = período de diseño

Según datos proporcionados por las autoridades comunales, la población en el paraje Chuinima actualmente es de 924 habitantes, para el efecto se aplicó la tasa de crecimiento poblacional de 3,30 por ciento.

Para el proyecto en estudio se tienen los siguientes datos:

Población actual (Pa) = 924 h

Tasa de crecimiento (r) = 3,30 %

Período de diseño (n) = 30 años

Tomando el período de diseño de 30 años, se calculará la población existente para el 2 044.

$$Pf = 924(1 + 0,0330)^{30} = 2\ 448 \text{ Hab}$$

### 2.1.3.5. Factor de retorno

Es el porcentaje de agua que abastece a una vivienda y que regresa en forma residual al sistema de alcantarillado sanitario, en este caso se considera un 80 por ciento de factor de retorno.

### 2.1.3.6. Factor de Harmond

El factor de Harmond o factor de flujo instantáneo es u aquel que determina la probabilidad que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en un determinado tramo. El valor del factor de Harmond se encuentra entre el rango de 1,5 - 4,5 y es adimensional de acuerdo al tamaño de la población, la fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{P})}{(4 + \sqrt{P})}$$

Entonces:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{2\,448}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{2\,448}{1\,000}}} = 3,40$$

Donde P es la población futura acumulada del tramo a servir, dada en miles.

### **2.1.3.7. Caudal sanitario**

Los comités de aguas se organizan para trabajar y poder introducir el vital líquido entubada a sus comunidades, para el efecto solicitan a la Municipalidad les autorice el usufructo de nacimientos y lloraderos.

El caudal sanitario está integrado por el caudal: domiciliar, comercial, industrial, de infiltración, por conexiones ilícitas.

#### **2.1.3.7.1. Caudal domiciliar**

Este parámetro está en función de la dotación de agua potable que hay en la comunidad, esta es de 100 litros por habitante por día del número de habitantes calculado anteriormente, y del factor de retorno que es de 0,80; con todos estos datos se puede calcular el caudal domiciliar con la fórmula:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{No. Hab.} * \text{Dot.} * \text{F. R}}{86\ 400}$$

Dotación = 100 l/hab/día

Núm. hab = 2 448 habitantes

Factor de retorno = 0,80

$$Q_{\text{dom}} = \frac{2\ 448 * 100 * 0,80}{86\ 400}$$

$$Q_{\text{dom}} = 2,27 \text{ l/s}$$

#### **2.1.3.7.2. Caudal comercial**

Proveniente de las aguas negras resultantes de las diferentes actividades comerciales, que se desarrollan dentro del lugar, la dotación varía según el establecimiento a considerar. En virtud que el paraje no cuenta con estos, no se toma en cuenta dicho caudal.

#### **2.1.3.7.3. Caudal Industrial**

Las aguas negras recogidas en las redes de alcantarillado pueden ser también de origen industrial, sin embargo, debido a que el área a diseñar es de tipo residencial, no contará con industrias, considerando por tanto un caudal industrial nulo.

#### **2.1.3.7.4. Caudal de infiltración**

El caudal de infiltración es producido por el agua freática que ingresa a la tubería a través de las paredes y juntas; está directamente relacionado con las propiedades del material: permeabilidad y porosidad, asimismo con la longitud del tramo, la profundidad a la que se coloca la tubería, este valor es despreciable por utilizarse tubería de PVC.

#### **2.1.3.7.5. Caudal por conexiones ilícitas**

Este caudal está en función del coeficiente de escorrentía, de la intensidad de lluvia de la localidad y de un porcentaje de área que se está drenando; en el lugar aún no existe un sistema de alcantarillado pluvial. Este es producto de las aguas pluviales que se conectan al sistema de alcantarillado sanitario. Debido

al método constructivo de drenaje pluvial utilizado en las viviendas: techos de lámina, donde el agua precipitada es devuelta al suelo descubierto, se contempló cómo un 10 por ciento del caudal domiciliar.

$$Q_{ci}=10 \% Q = 0,10 *2,27 \text{ l/s} = 0,227 \text{ l/s}$$

### 2.1.3.7.6. Factor de caudal medio

Ya integrado el caudal sanitario, se procede a calcular este factor, el mismo que servirá para encontrar finalmente el caudal de diseño. Este factor debe permanecer entre el rango de 0,002 y 0,005; si el cálculo del factor medio no está dentro de este parámetro, se utiliza el límite más cercano según sea el caso.

El valor del factor del caudal medio se calcula de la siguiente manera:

$$0,002 < f_{qm} = \frac{Q_{med}}{P_f} = \frac{(Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{ci}) \text{ lt/s}}{2\ 448 \text{ hab}} = < 0,005$$

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{P_f} = \frac{(2.27 + 0 + 0 + 0 + 0.227) \text{ lt/s}}{2\ 448 \text{ hab}} = 0,0009 < 0,002$$

$$F. Q. M = \frac{Q_{med}}{P_f} = \frac{2.497 \text{ lt/s}}{2\ 448 \text{ hab}} = 0,001 < 0,002$$

Donde:

Q med = caudal medio

Pf = Núm. de habitantes futuros



Por lo que para el proyecto se toma el factor de 0,002, ya que el valor 0,0009 se encuentra fuera del rango permitido.

#### **2.1.3.7.7. Caudal de diseño**

También recibe el nombre de factor de caudal máximo y debe calcularse un valor para cada tramo que sea diseñado; este número indica la cantidad de agua negra que transporta el colector en los diferentes puntos donde fluye y se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{dis} = \text{No Hab} * F_H * f_{qm}$$

Donde:

$Q_{dis}$  = caudal de diseño (l/s)

Núm. hab = número de habitantes (población futura en el tramo)

$F_H$  = factor de Harmond

$f_{qm}$  = factor de caudal medio

$$Q_{dis} = 2\,448 * 3,5 * 0,002 = 17,136 \text{ l/s.}$$

El caudal mínimo que se adopta en el proyecto es de 0,40 litros por segundo según especificaciones técnicas de la tubería dentro de la Norma ASTM F 949.

#### **2.1.4. Selección del tipo de tubería**

La tubería a utilizarse en los drenajes es tubería de cloruro de polivinilo, comúnmente conocido por su abreviatura PVC, de 6,00 metros (20') de longitud y deberá cumplir con la Norma ASTM F 949.

El diámetro mínimo que se utilizará en el diseño de alcantarillado sanitario es de 8 pulgadas en el caso de tubos de concreto y 6 pulgadas para el caso de tuberías de PVC debido a los requerimientos de flujo, limpieza y así evitar taponamientos en la tubería. Para el caso en particular se utilizaron diámetros 6, 8 y 10 pulgadas en colector principal del sistema de drenaje y de 4 pulgadas en conexiones domiciliarias.

### **2.1.5. Diseño de secciones y pendientes**

El servicio de agua entubada es prestado por la municipalidad. Se reporta una tasa de cobertura de agua entubada de 88 por ciento a nivel del municipio y se proyecta una cobertura de 90 por ciento.

#### **2.1.5.1. Pendientes, velocidades máximas y mínimas de diseño**

En el diseño de un drenaje sanitario, se procura que la tubería tenga una pendiente paralela a la del terreno, sin embargo existen algunos casos en los cuales esto no es posible, ya sea por factores técnicos o económicos, los casos más comunes son los siguientes:

La pendiente requerida es igual a la del terreno: este es el caso ideal, en el cual la profundidad de la tubería permanece invariable.

La pendiente del terreno produce una velocidad por debajo de la mínima: este problema es común en los tramos iniciales, debido al poco caudal transportado. En este caso, se le proporciona una pendiente mayor a la tubería, con el objetivo de alcanzar una velocidad cercana a la mínima.

El sentido del flujo va en sentido contrario a la pendiente del terreno: se le enfoca de la misma manera que el caso anterior.

En los 2 casos anteriores es importante no profundizar demasiado la tubería, porque se puede llegar a alcanzar profundidades que resulten antieconómicas.

La pendiente del terreno es demasiado pronunciada; en este caso se puede disminuir la pendiente de la tubería, teniendo el cuidado de cumplir con las velocidades permitidas y que la profundidad de la Cota Invert de salida sea mayor que la mínima permitida.

La velocidad mínima está condicionada por los materiales sólidos orgánicos e inorgánicos que se sedimentan en la tubería, debido al efecto de estancamiento. Por lo tanto, la velocidad del flujo debe tener la fuerza suficiente para poder arrastrar la materia sólida y evitar que esta se acumule dentro de la tubería.

Mientras que las velocidades altas están condicionadas por la erosión que estas causan a las tuberías, especialmente a las de concreto; pues los materiales abrasivos como la arena desgastan las partes inferiores de las mismas.

Por lo tanto, según las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM, el límite para la velocidad de diseño es:

$$0,60 \leq \text{velocidad de diseño} \leq 2,5 \text{ m/s.}$$

### **2.1.5.2. Cotas Invert**

Las Cotas Invert representan las alturas o cotas de la parte inferior de la tubería instalada; el cálculo de las mismas se hace en base a la pendiente y a la distancia del tramo respectivo, la diferencia entre la Cota Invert de entrada y de salida en un mismo pozo debe ser de por lo menos 3 centímetros para mantener el flujo constante a través de los pozos de visita, pero cuando el tubo de entrada y el de salida son del mismo diámetro y están en línea recta, en cuyo caso las tuberías se instalan según la pendiente.

### **2.1.6. Pozos de visita**

Son un elemento de la infraestructura urbana que permite el acceso, desde la superficie a diversas instalaciones subterráneas de servicios públicos, tales como: tuberías de sistemas de alcantarillado.

Los pozos de visita son esenciales para la operación y mantenimiento de un sistema de alcantarillado sanitario por gravedad. Un pozo de visita debe:

- Proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, cambio de gradiente y consolidación de flujos convergentes.
- Proporcionar acceso a la tubería para mantenimiento e inspección.
- Proporcionar un ingreso de oxígeno al sistema.

Los pozos de visita según normativo del INFOM, deben colocarse en:

- Al comienzo de todo ramal inicial.
- En donde se ubiquen cambios de diámetro de tubería.
- En cambios de pendiente.

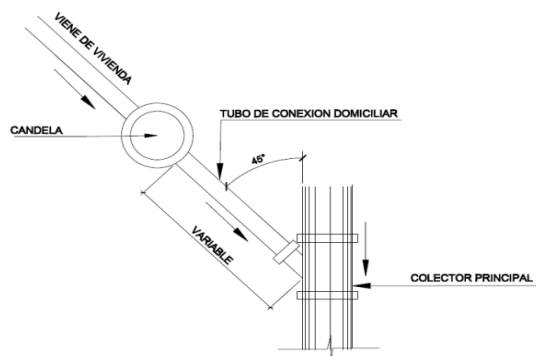
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24 pulgadas.
- En la intersección de tuberías colectoras.
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta 24 pulgadas.

### 2.1.7. Conexiones domiciliars

Las conexiones de las viviendas también denominadas acometidas domiciliars, son tuberías de pequeños diámetros que van desde aquellos a la alcantarilla pública de la calle; regularmente se dejan previstos al hacer la alcantarilla.

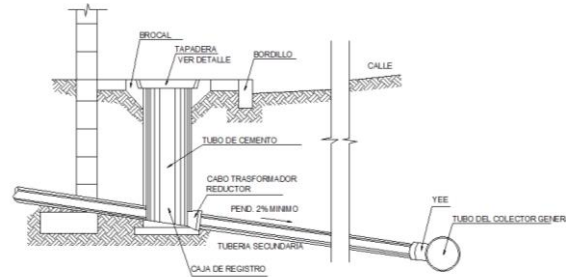
Están formados por una caja de registro con uno o varios tubos de cemento de 10 pulgadas de diámetro instalados en forma vertical y de un tramo de tubería de 4 o 6 pulgadas de diámetro, que comunica el registro con la tubería central, a continuación en la figura 2 se muestra la planta de la conexión domiciliar y en la figura 3 la elevación de la conexión domiciliar.

Figura 2. **Conexión domiciliar (planta)**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 3. **Conexión domiciliar (elevación)**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

### 2.1.8. Profundidad de tubería

La profundidad de la tubería debe ser tal que no sea afectada por factores externos, tales como: la inclemencia del tiempo y las cargas de tráfico, por lo que según recomendaciones del INFOM, la profundidad mínima debe ser de 1,00 metro, a continuación se presenta la tabla I de profundidades mínimas en metros a la que debe estar enterrada la tubería para evitar rupturas en las mismas.

Tabla I. **Profundidades mínimas de tubería PVC**

PROFUNDIDADES MÍNIMAS DE LA COTA INFERIOR PARA EVITAR RUPTURAS													
DIÁMETRO	6"	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
TRÁFICO NORMAL	1,16	1,22	1,28	1,33	1,41	1,5	1,58	1,66	1,84	1,99	2,14	2,25	2,55
TRÁFICO PESADO	1,36	1,42	1,48	1,53	1,51	1,7	1,78	1,86	2,04	2,19	2,34	2,45	2,75

Fuente: OROZCO, Juan Adolfo. *Diseño de Drenaje Sanitario Aldea San Pedro Petz, Departamento de San Marcos*, p. 29.

Tabla II. **Profundidades de instalación de tubería**

<b>NOVAFORT</b>		
<b>Módulo de reacción del suelo E´kg/cm2 (psi)</b>	<b>Sin carga viva, metros (pies)</b>	<b>Con carga viva, metros (pies)</b>
3,5	3,0	NR
(50,0)	(10,0)	
14,0	5,1	5,1
(200)	(17,0)	(17,0)
28,0	7,5	7,5
(400)	(25,0)	(25,0)
70,0	9,0	9,0
(1000)	(30,0)	(30,0)
140,0	9,0	9,0
(2 000)	(30,0)	(30,0)
210,0	9,0	9,0
(3000)	(30,0)	(30,0)

NR=no recomendable

\*= la profundidad recomendada para fines prácticos según AMANCO.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla II se presenta la profundidad de instalación de tubería de forma práctica según AMANCO; según especificaciones técnicas de la tubería PVC NOVAFORT se permiten profundidades mínimas de 0,50 metros y máximas hasta 9,00 metros. El proyecto se encuentra dentro de este rango de profundidad.

## **2.1.9. Principios hidráulicos**

Permite a los usuarios elegir la herramienta hidráulica más adecuada para cada trabajo, proporciona una de las maneras más simples y potentes de producir cantidades considerables de fuerza en un espacio reducido.

### **2.1.9.1. Relaciones hidráulicas**

El principio básico de un drenaje sanitario es transportar las aguas negras a través de tuberías como si fuesen canales abiertos, funcionando por gravedad con un flujo determinado por la pendiente y la rugosidad de la tubería.

Al utilizar tuberías cerradas subterráneas, la superficie del flujo se ve afectada solamente por la presión atmosférica, y eventualmente por presiones producidas por los gases que se forman por la descomposición de la materia transportada.

Los sistemas de alcantarillado circular trabajan comúnmente a sección parcialmente llena, ya que el caudal nunca es constante, provocando con ello una variación en el flujo, la cual hace variar el área transversal del líquido y la velocidad de este.

El dimensionamiento de la sección del conducto se hará con base en la fórmula de Manning, utilizando los valores de caudal (q), rugosidad (n) y pendientes (s) escogidas.

Velocidad a sección llena

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



Donde:

V = velocidad (m/s)

n = coeficiente de rugosidad (adimensional)

R = radio hidráulico (m)

s = pendiente (m/m)

Para el cálculo de la velocidad y el caudal en tuberías con sección llena, el radio hidráulico será:

$$R = \frac{D}{4}$$

Donde:

R = radio hidráulico (m)

D = diámetro de la tubería (m)

Al sustituir el valor del radio hidráulico en la ecuación de Manning, esta queda de la siguiente manera:

$$V = \frac{0,397 D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

V = velocidad (m/s)

n = coeficiente de rugosidad (adimensional)

D = diámetro de la tubería (m)

s = pendiente (m/m)

Ya que en el medio se maneja el diámetro de tuberías en pulgadas, se puede simplificar la ecuación de Manning de la siguiente manera:

$$V = \frac{0,03429 D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

V = velocidad (m/s)

n = coeficiente de rugosidad (adimensional)

D = diámetro de la tubería (plg)

s = pendiente en % (m/m)

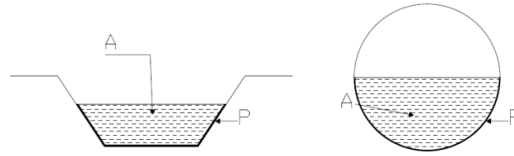
Los coeficientes de rugosidad de Manning varían según el material de la tubería. A continuación se muestra en la tabla III los diferentes valores de coeficientes de rugosidad de Manning; y en la figura 4 se muestra que un ducto lleno parcialmente trabaja como un canal abierto.

Tabla III. **Coefficientes de rugosidad de Manning**

<b>Material</b>	<b>N</b>
Tubería de concreto < 24"	0,015
Tubería de concreto > 24"	0,013
Tubería de PVC	0,010
Tubería de metal corrugado	0,021
Canales de piedra	0,030

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Sección transversal de un canal y ducto**



Fuente: elaboración propia.

Donde:

$Q$  = caudal a sección llena (l/s)

$V$  = velocidad a sección llena (m/s)

$A$  = área de la sección circular de tubería,  $m^2$

$R_h$  = radio hidráulico de la sección mojada de la tubería, en m

$P$  = perímetro mojado

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación  $q/Q$ ; en donde  $q$  es el caudal del diseño del tramo y  $Q$  es el caudal a sección llena; cuyo resultado se busca en la tabla. Si no estuviera el valor exacto se busca el más aproximado, en la columna de la izquierda se ubica la relación  $v/V$ ; y del mismo modo se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad a sección llena previamente obtenida mediante la fórmula de Manning y obtener así la velocidad a sección parcial. También en las columnas de la izquierda se encuentran los valores de chequeo  $a/A$  y  $d/D$ .

Se debe además tomar en cuenta que el caudal de diseño sea menor que el caudal a sección llena, para que la tubería trabaje de manera óptima.

- $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sec. llena}}$
- La velocidad debe estar comprendida entre:

$$0,60 \leq v \leq 3,00 \text{ (m/s)}$$

$0,60 \leq v$ , para que existan fuerzas de atracción y arrastre de los sólidos, para PVC.

$V \leq 3,00$ , para evitar deterioro de la tubería, debido a la fricción producida por la velocidad y la superficie de la tubería de PVC.

- El tirante debe estar entre:

$$0,10 \leq d/D \leq 0,75$$

A continuación se presenta la tabla IV de relaciones hidráulicas utilizadas para facilitar el cálculo hidráulico.

Tabla IV. Relaciones hidráulicas para sección circular

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,000001	0,001	0,019224	0,000054
0,000005	0,002	0,030507	0,000152
0,000011	0,003	0,039963	0,000279
0,000021	0,004	0,048396	0,000429
0,000034	0,005	0,056141	0,000599
0,00005	0,006	0,06337	0,000788
0,00007	0,007	0,070215	0,000992
0,000093	0,008	0,076728	0,001212
0,00012	0,009	0,08297	0,001446
0,000151	0,01	0,08898	0,001693
0,000185	0,011	0,094787	0,001952
0,000223	0,012	0,100417	0,002224
0,000265	0,013	0,105887	0,002506
0,000311	0,014	0,111215	0,0028
0,000361	0,015	0,116413	0,003105
0,000415	0,016	0,121493	0,003419
0,000473	0,017	0,126464	0,003744
0,000536	0,018	0,131335	0,004078
0,000602	0,019	0,136112	0,004421
0,000672	0,02	0,140803	0,004773
0,000746	0,021	0,145412	0,005134
0,000825	0,022	0,149945	0,005503
0,000908	0,023	0,154406	0,005881
0,000995	0,024	0,1588	0,006266
0,001086	0,025	0,163129	0,00666
0,001182	0,026	0,167398	0,007061
0,001282	0,027	0,171609	0,00747
0,001386	0,028	0,175765	0,007887
0,001495	0,029	0,179868	0,008311

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,001608	0,03	0,183921	0,008741
0,001725	0,031	0,187926	0,009179
0,001847	0,032	0,191885	0,009624
0,001973	0,033	0,1958	0,010076
0,002103	0,034	0,19962	0,010534
0,002238	0,035	0,203503	0,010999
0,002378	0,036	0,207295	0,01147
0,002521	0,037	0,211049	0,011947
0,00267	0,038	0,214766	0,012431
0,002823	0,039	0,218448	0,012921
0,00298	0,04	0,222095	0,013417
0,003142	0,041	0,225709	0,013919
0,003308	0,042	0,229291	0,014427
0,003479	0,043	0,232842	0,014941
0,003654	0,044	0,236362	0,01546
0,003814	0,045	0,239853	0,015985
0,004019	0,046	0,243315	0,016516
0,004208	0,047	0,246749	0,017052
0,004401	0,048	0,250157	0,017594
0,004599	0,049	0,253537	0,018141
0,004802	0,05	0,256893	0,018693
0,005009	0,051	0,260223	0,019251
0,005221	0,052	0,263528	0,019813
0,005438	0,053	0,26681	0,020381
0,005659	0,054	0,270068	0,020954
0,005885	0,055	0,273304	0,021532
0,006115	0,056	0,276517	0,022116
0,00635	0,057	0,279709	0,022703
0,00659	0,058	0,282879	0,023296

Continuación de tabla IV.

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,006834	0,059	0,286029	0,023894
0,007083	0,06	0,289158	0,024496
0,007337	0,061	0,292267	0,025103
0,007595	0,062	0,295356	0,025715
0,007858	0,063	0,298427	0,026332
0,008126	0,064	0,30148	0,026953
0,008398	0,065	0,304512	0,027578
0,008675	0,066	0,307527	0,028208
0,008956	0,067	0,310524	0,028843
0,009243	0,068	0,313504	0,029481
0,009533	0,069	0,316466	0,030125
0,009829	0,07	0,319412	0,030772
0,010129	0,071	0,322342	0,031424
0,010434	0,072	0,325255	0,03208
0,010744	0,073	0,328152	0,032741
0,011058	0,074	0,331034	0,033405
0,011377	0,075	0,3339	0,034074
0,011701	0,076	0,33651	0,034746
0,012029	0,077	0,33958	0,035423
0,012362	0,078	0,342408	0,036104
0,0127	0,079	0,345215	0,036789
0,013043	0,08	0,348007	0,037478
0,01339	0,081	0,350786	0,038171
0,013742	0,082	0,353551	0,038868
0,014098	0,083	0,356302	0,039568
0,014459	0,084	0,359039	0,040273
0,014825	0,085	0,361764	0,040981
0,015196	0,086	0,364475	0,041693
0,015571	0,087	0,367173	0,042409
0,015951	0,088	0,369859	0,043128
0,016336	0,089	0,372532	0,043851
0,016726	0,09	0,375193	0,044578
0,01712	0,091	0,37842	0,045309
0,017518	0,092	0,380479	0,046043
0,017922	0,093	0,383103	0,046781
0,01833	0,094	0,385717	0,047522
0,018743	0,095	0,388318	0,048267
0,019161	0,096	0,390908	0,049016
0,019583	0,097	0,393487	0,049768
0,02001	0,098	0,396055	0,050523
0,020441	0,099	0,398611	0,051282
0,020878	0,1	0,401157	0,052044
0,021319	0,101	0,403692	0,05281

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,021765	0,102	0,406216	0,053579
0,022215	0,103	0,40873	0,054351
0,02267	0,104	0,411234	0,055127
0,02313	0,105	0,413727	0,055906
0,023594	0,106	0,41621	0,056688
0,024063	0,107	0,418683	0,057473
0,024537	0,108	0,421146	0,058262
0,025015	0,109	0,423599	0,059054
0,025498	0,11	0,426042	0,059849
0,025986	0,111	0,428476	0,060648
0,026479	0,112	0,430901	0,061449
0,026976	0,113	0,433316	0,062254
0,027477	0,114	0,435721	0,063062
0,027984	0,115	0,438117	0,063873
0,028495	0,116	0,440505	0,064686
0,02901	0,117	0,442883	0,065503
0,029531	0,118	0,445252	0,066323
0,030056	0,119	0,447612	0,067146
0,030585	0,12	0,449964	0,067972
0,031119	0,121	0,452307	0,068801
0,031658	0,122	0,454641	0,069633
0,032202	0,123	0,456967	0,070468
0,03275	0,124	0,459284	0,071306
0,033302	0,125	0,461593	0,072147
0,03386	0,126	0,463893	0,07299
0,034422	0,127	0,466185	0,073837
0,034988	0,128	0,46847	0,074686
0,035559	0,129	0,470746	0,075538
0,036135	0,13	0,473014	0,076393
0,036715	0,131	0,475274	0,077251
0,0373	0,132	0,477526	0,078112
0,03789	0,133	0,47977	0,078975
0,038484	0,134	0,482007	0,079841
0,039083	0,135	0,484236	0,08071
0,039686	0,136	0,486457	0,081582
0,040294	0,137	0,488671	0,082456
0,040906	0,138	0,490877	0,083333
0,041523	0,139	0,493076	0,084212
0,042145	0,14	0,495268	0,085095
0,042771	0,141	0,497452	0,08598
0,043401	0,142	0,499629	0,086867
0,044036	0,143	0,501799	0,087757
0,044676	0,144	0,503961	0,08865

Continuación de la tabla IV.

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,04532	0,145	0,506117	0,089545
0,045969	0,146	0,508265	0,090443
0,046622	0,147	0,510407	0,091344
0,04728	0,148	0,512541	0,092247
0,047943	0,149	0,514669	0,093152
0,048609	0,15	0,51679	0,09406
0,049281	0,151	0,518904	0,094971
0,049956	0,152	0,52011	0,095884
0,050637	0,153	0,523112	0,096799
0,051322	0,154	0,525206	0,097717
0,052011	0,155	0,527293	0,098637
0,052705	0,156	0,529374	0,09956
0,053403	0,157	0,531449	0,100485
0,054106	0,158	0,533517	0,101413
0,054813	0,159	0,535578	0,102343
0,055524	0,16	0,537633	0,103275
0,05624	0,161	0,539682	0,10421
0,056961	0,162	0,541725	0,105147
0,057686	0,163	0,543761	0,106087
0,058415	0,164	0,545792	0,107028
0,059149	0,165	0,547816	0,107972
0,059887	0,166	0,549834	0,108919
0,06063	0,167	0,551845	0,109867
0,061377	0,168	0,553851	0,110818
0,062128	0,169	0,555851	0,111772
0,062884	0,17	0,557845	0,112727
0,063644	0,171	0,559833	0,113685
0,064409	0,172	0,561815	0,114645
0,065178	0,173	0,563791	0,115607
0,065951	0,174	0,565762	0,116571
0,066729	0,175	0,567726	0,117537
0,067511	0,176	0,569685	0,118506
0,068298	0,177	0,571638	0,119477
0,069088	0,178	0,573586	0,12045
0,069883	0,179	0,575528	0,121425
0,070683	0,18	0,577464	0,122402
0,071487	0,181	0,579395	0,123382
0,072295	0,182	0,58132	0,124363
0,073107	0,183	0,58324	0,125347
0,073924	0,184	0,585154	0,126332
0,074745	0,185	0,587063	0,12732
0,07557	0,186	0,588966	0,12831
0,0764	0,187	0,590864	0,129302

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,077234	0,188	0,592756	0,130296
0,078072	0,189	0,594644	0,131292
0,078914	0,19	0,596526	0,13229
0,079761	0,191	0,598402	0,13329
0,080612	0,192	0,600274	0,134292
0,081467	0,193	0,60214	0,135296
0,082326	0,194	0,604001	0,136302
0,08319	0,195	0,605857	0,13731
0,084006	0,196	0,607708	0,13832
0,08493	0,197	0,609553	0,139331
0,085806	0,198	0,611394	0,140345
0,086687	0,199	0,61323	0,141361
0,087571	0,2	0,61506	0,142377
0,08846	0,201	0,61689	0,143398
0,089353	0,202	0,61872	0,144419
0,09025	0,203	0,62055	0,145443
0,091152	0,204	0,62238	0,146468
0,092057	0,205	0,62421	0,147495
0,092967	0,206	0,62604	0,148524
0,093881	0,207	0,62787	0,149555
0,094799	0,208	0,6297	0,150587
0,095721	0,209	0,63153	0,151622
0,096647	0,21	0,63336	0,152658
0,097577	0,211	0,634871	0,153696
0,098512	0,212	0,636643	0,154736
0,09945	0,213	0,638415	0,155778
0,100393	0,214	0,640187	0,156821
0,10134	0,215	0,641959	0,157867
0,10229	0,216	0,643731	0,158914
0,103245	0,217	0,645503	0,159963
0,104204	0,218	0,647275	0,161013
0,105167	0,219	0,649047	0,162065
0,106134	0,22	0,650819	0,163119
0,107105	0,221	0,652382	0,164175
0,10808	0,222	0,654108	0,165233
0,109059	0,223	0,655834	0,166292
0,110042	0,224	0,65756	0,167353
0,111029	0,225	0,659286	0,168415
0,11202	0,226	0,661012	0,169479
0,113015	0,227	0,662738	0,170545
0,114014	0,228	0,664464	0,171613
0,115017	0,229	0,66619	0,172682
0,116024	0,23	0,667916	0,173753

Continuación de la tabla IV.

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,117035	0,231	0,669441	0,174825
0,11805	0,232	0,671122	0,175899
0,119069	0,233	0,672803	0,176975
0,120091	0,234	0,674484	0,178052
0,121118	0,235	0,676165	0,179131
0,122149	0,236	0,677846	0,180212
0,123183	0,237	0,679527	0,181294
0,124221	0,238	0,681208	0,182377
0,125263	0,239	0,682889	0,183463
0,12631	0,24	0,68457	0,184549
0,12736	0,241	0,686065	0,185638
0,128413	0,242	0,687704	0,186728
0,129471	0,243	0,689343	0,187819
0,130533	0,244	0,690982	0,188912
0,131598	0,245	0,692621	0,190006
0,132667	0,246	0,69426	0,191102
0,13374	0,247	0,695899	0,1922
0,134817	0,248	0,697538	0,193299
0,135897	0,249	0,699177	0,194399
0,136982	0,25	0,700816	0,195501
0,13807	0,251	0,702273	0,196605
0,139162	0,252	0,703871	0,197709
0,140258	0,253	0,705469	0,198816
0,141357	0,254	0,707067	0,199923
0,14246	0,255	0,708665	0,201033
0,143567	0,256	0,710263	0,202143
0,144678	0,257	0,711861	0,203255
0,145792	0,258	0,713459	0,204369
0,14691	0,259	0,715057	0,205484
0,148032	0,26	0,716655	0,2066
0,149158	0,261	0,718079	0,207718
0,150287	0,262	0,719635	0,208837
0,15142	0,263	0,721191	0,209957
0,152556	0,264	0,722747	0,211079
0,153696	0,265	0,724303	0,212202
0,15484	0,266	0,725859	0,213327
0,155988	0,267	0,727415	0,214452
0,157139	0,268	0,728971	0,21558
0,158293	0,269	0,730527	0,216708
0,159452	0,27	0,732083	0,217838
0,160613	0,271	0,733498	0,218969
0,161779	0,272	0,735	0,220102
0,162948	0,273	0,736502	0,221236

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,164121	0,274	0,738004	0,222371
0,165297	0,275	0,739506	0,223507
0,166477	0,276	0,741008	0,224645
0,16766	0,277	0,74251	0,225784
0,168847	0,278	0,744012	0,226924
0,170037	0,279	0,745514	0,228065
0,171231	0,28	0,747016	0,229208
0,172428	0,281	0,748542	0,230352
0,173629	0,282	0,750015	0,231497
0,174833	0,283	0,751488	0,232644
0,176041	0,284	0,752961	0,233792
0,177253	0,285	0,754434	0,23494
0,178467	0,286	0,755907	0,236091
0,179686	0,287	0,75738	0,237242
0,180907	0,288	0,758853	0,238394
0,182132	0,289	0,760326	0,239548
0,183361	0,29	0,761799	0,240703
0,184593	0,291	0,763223	0,241859
0,185828	0,292	0,76466	0,243016
0,187066	0,293	0,766097	0,244175
0,188309	0,294	0,767534	0,245334
0,189554	0,295	0,768971	0,246495
0,190803	0,296	0,770408	0,247657
0,192055	0,297	0,771845	0,24882
0,19331	0,298	0,773282	0,249984
0,194569	0,299	0,774719	0,251149
0,195831	0,3	0,776156	0,252316
0,197097	0,301	0,777553	0,253461
0,198365	0,302	0,778955	0,254622
0,199637	0,303	0,780357	0,255783
0,200913	0,304	0,781759	0,256944
0,202191	0,305	0,783161	0,258105
0,203473	0,306	0,784563	0,259266
0,204758	0,307	0,785965	0,260427
0,206046	0,308	0,787367	0,261588
0,207338	0,309	0,788769	0,262749
0,208633	0,31	0,790171	0,26391
0,20993	0,311	0,791539	0,265071
0,21232	0,312	0,79291	0,266232
0,212536	0,313	0,794281	0,267393
0,213843	0,314	0,795652	0,268554
0,215154	0,315	0,797023	0,269715
0,216468	0,316	0,798394	0,270876



Continuación de la tabla IV.

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,217785	0,317	0,799765	0,272037
0,219105	0,318	0,801136	0,273198
0,220428	0,319	0,802507	0,274359
0,221755	0,32	0,803878	0,27552
0,223084	0,321	0,805193	0,276681
0,224416	0,322	0,806527	0,277842
0,225752	0,323	0,807861	0,279003
0,227091	0,324	0,809195	0,280164
0,228433	0,325	0,810529	0,281325
0,229777	0,326	0,811863	0,282486
0,231125	0,327	0,813197	0,283647
0,232476	0,328	0,814531	0,284808
0,23383	0,329	0,815865	0,285969
0,235187	0,33	0,817199	0,28713
0,236547	0,331	0,818521	0,288291
0,23791	0,332	0,819823	0,289452
0,239275	0,333	0,821125	0,290613
0,240644	0,334	0,822427	0,291774
0,242016	0,335	0,823729	0,292935
0,243391	0,336	0,825031	0,294096
0,244768	0,337	0,826333	0,295257
0,246149	0,338	0,827635	0,296418
0,247532	0,339	0,828937	0,297579
0,248919	0,34	0,830239	0,29874
0,250308	0,341	0,831531	0,299901
0,2517	0,342	0,832802	0,301062
0,253095	0,343	0,834073	0,302223
0,254493	0,344	0,835344	0,303384
0,255894	0,345	0,836615	0,304545
0,257297	0,346	0,837886	0,305706
0,258704	0,347	0,839157	0,306867
0,260113	0,348	0,840428	0,308028
0,261525	0,349	0,841699	0,309189
0,26294	0,35	0,84297	0,311919
0,264357	0,351	0,844231	0,313134
0,265778	0,352	0,84547	0,314349
0,267201	0,353	0,846709	0,315564
0,268627	0,354	0,847948	0,316779
0,270055	0,355	0,849187	0,317994
0,271487	0,356	0,850426	0,319209
0,272921	0,357	0,851665	0,320424
0,274357	0,358	0,852904	0,321639
0,275797	0,359	0,854143	0,322854

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,277239	0,36	0,855382	0,324069
0,278684	0,361	0,856627	0,325284
0,280131	0,362	0,85784	0,326499
0,281581	0,363	0,859053	0,327714
0,283034	0,364	0,860266	0,328929
0,284489	0,365	0,861479	0,330144
0,285947	0,366	0,862692	0,331359
0,287407	0,367	0,863905	0,332574
0,288871	0,368	0,865118	0,333789
0,290336	0,369	0,866331	0,335004
0,291805	0,37	0,867544	0,336219
0,293275	0,371	0,868725	0,337434
0,294749	0,372	0,869907	0,338649
0,296225	0,373	0,871089	0,339864
0,297703	0,374	0,872271	0,341079
0,299184	0,375	0,873453	0,342294
0,300667	0,376	0,874635	0,343509
0,302153	0,377	0,875817	0,344724
0,303642	0,378	0,876999	0,345939
0,305132	0,379	0,878181	0,347154
0,306626	0,38	0,879363	0,348369
0,308121	0,381	0,88053	0,349584
0,30962	0,382	0,881694	0,350799
0,31112	0,383	0,882858	0,352014
0,312623	0,384	0,884022	0,353229
0,314128	0,385	0,885186	0,354444
0,315636	0,386	0,88635	0,355659
0,317146	0,387	0,887514	0,356874
0,318659	0,388	0,888678	0,358089
0,320174	0,389	0,889842	0,359304
0,321691	0,39	0,890908	0,360519
0,32321	0,391	0,892047	0,361734
0,324732	0,392	0,893186	0,362949
0,326256	0,393	0,894325	0,364164
0,327782	0,394	0,895464	0,365379
0,329311	0,395	0,896603	0,366594
0,330842	0,396	0,897742	0,367809
0,332375	0,397	0,898881	0,369024
0,33391	0,398	0,90002	0,370239
0,335448	0,399	0,901057	0,371454
0,336988	0,4	0,90217	0,37353
0,33853	0,401	0,903283	0,374778
0,340074	0,402	0,904396	0,376026

Continuación de la tabla IV.

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,34162	0,403	0,905509	0,377274
0,343169	0,404	0,906622	0,378522
0,34472	0,405	0,907735	0,37977
0,346272	0,406	0,908848	0,381018
0,347827	0,407	0,909961	0,382266
0,349385	0,408	0,911074	0,383514
0,350944	0,409	0,912187	0,384762
0,352505	0,41	0,9133	0,38601
0,354068	0,411	0,914237	0,387258
0,355634	0,412	0,915317	0,388506
0,357201	0,413	0,916397	0,389754
0,358771	0,414	0,917477	0,391002
0,360342	0,415	0,918557	0,39225
0,361916	0,416	0,919637	0,393498
0,363492	0,417	0,920717	0,394746
0,365069	0,418	0,921797	0,395994
0,366649	0,419	0,922877	0,397242
0,36823	0,42	0,923957	0,39849
0,369814	0,421	0,924918	0,399738
0,371399	0,422	0,925971	0,400986
0,372986	0,423	0,927021	0,402234
0,374576	0,424	0,928071	0,403482
0,376167	0,425	0,929121	0,40473
0,37776	0,426	0,930171	0,405978
0,379355	0,427	0,931221	0,407226
0,380952	0,428	0,932271	0,408474
0,382551	0,429	0,933321	0,409722
0,384151	0,43	0,934299	0,41097
0,385753	0,431	0,93532	0,412218
0,387358	0,432	0,936341	0,413466
0,388964	0,433	0,937362	0,414714
0,390571	0,434	0,938383	0,415962
0,392181	0,435	0,939404	0,41721
0,393792	0,436	0,940425	0,418458
0,395405	0,437	0,941446	0,419706
0,39702	0,438	0,942467	0,420954
0,398637	0,439	0,943488	0,422202
0,400255	0,44	0,944509	0,42345
0,401875	0,441	0,945469	0,424698
0,403497	0,442	0,94646	0,425946
0,40512	0,443	0,947451	0,427194
0,406745	0,444	0,948442	0,428442
0,408372	0,445	0,949433	0,42969

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,41	0,446	0,950424	0,430938
0,41163	0,447	0,951415	0,432186
0,413262	0,448	0,952406	0,433434
0,414895	0,449	0,953397	0,434682
0,41653	0,45	0,954388	0,43593
0,418166	0,451	0,955346	0,437178
0,419804	0,452	0,956312	0,438426
0,421443	0,453	0,957278	0,439674
0,423084	0,454	0,958244	0,440922
0,424727	0,455	0,95921	0,44217
0,426371	0,456	0,960176	0,443418
0,428016	0,457	0,961142	0,444666
0,429663	0,458	0,962108	0,445914
0,431312	0,459	0,963074	0,447162
0,432962	0,46	0,96404	0,44841
0,434613	0,461	0,964962	0,449658
0,436266	0,462	0,9659	0,450906
0,43792	0,463	0,966838	0,452154
0,439576	0,464	0,967776	0,453402
0,441233	0,465	0,968714	0,45465
0,442891	0,466	0,969652	0,455898
0,444551	0,467	0,97059	0,457146
0,446212	0,468	0,971528	0,458394
0,447874	0,469	0,972466	0,459642
0,449538	0,47	0,973404	0,46089
0,451203	0,471	0,974317	0,462138
0,452869	0,472	0,97523	0,463386
0,454537	0,473	0,976143	0,464634
0,456206	0,474	0,977056	0,465882
0,457876	0,475	0,977969	0,46713
0,459548	0,476	0,978882	0,468378
0,46122	0,477	0,979795	0,469626
0,462894	0,478	0,980708	0,470874
0,464569	0,479	0,981621	0,472122
0,466246	0,48	0,982534	0,47337
0,467923	0,481	0,983415	0,474618
0,469602	0,482	0,9843	0,475866
0,471281	0,483	0,985185	0,477114
0,472962	0,484	0,98607	0,478362
0,474644	0,485	0,986955	0,47961
0,476327	0,486	0,98784	0,480858
0,478012	0,487	0,988725	0,482106
0,479697	0,488	0,98961	0,483354

Continuación de la tabla IV.

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,481383	0,489	0,990495	0,484602
0,483071	0,49	0,99138	0,48585
0,484759	0,491	0,992258	0,487098
0,486449	0,492	0,99312	0,488346
0,488139	0,493	0,993982	0,489594
0,489831	0,494	0,994844	0,490842
0,491523	0,495	0,995706	0,49209
0,493217	0,496	0,996568	0,493338
0,494911	0,497	0,99743	0,494586
0,496607	0,498	0,998292	0,495834
0,498303	0,499	0,999154	0,497082
0,5	0,5	1,000016	0,5
0,501698	0,501	1,000848	0,501273
0,503397	0,502	1,00169	0,502546
0,505097	0,503	1,002532	0,503819
0,506798	0,504	1,003374	0,505092
0,508499	0,505	1,004216	0,506365
0,510202	0,506	1,005058	0,507638
0,511905	0,507	1,0059	0,508911
0,513609	0,508	1,006742	0,510184
0,515314	0,509	1,007584	0,511457
0,517019	0,51	1,008426	0,51273
0,518726	0,511	1,009185	0,514003
0,520433	0,512	1,01	0,515276
0,52214	0,513	1,010815	0,516549
0,523849	0,514	1,01163	0,517822
0,525558	0,515	1,012445	0,519095
0,527268	0,516	1,01326	0,520368
0,528979	0,517	1,014075	0,521641
0,53069	0,518	1,01489	0,522914
0,532402	0,519	1,015705	0,524187
0,534114	0,52	1,01652	0,52546
0,535828	0,521	1,017271	0,526733
0,537541	0,522	1,018057	0,528006
0,539256	0,523	1,018843	0,529279
0,54097	0,524	1,019629	0,530552
0,542686	0,525	1,020415	0,531825
0,544402	0,526	1,021201	0,533098
0,546118	0,527	1,021987	0,534371
0,547836	0,528	1,022773	0,535644
0,549553	0,529	1,023559	0,536917
0,551271	0,53	1,024345	0,53819
0,55299	0,531	1,025108	0,539463

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,554709	0,532	1,02587	0,540736
0,556428	0,533	1,026632	0,542009
0,558148	0,534	1,027394	0,543282
0,559868	0,535	1,028156	0,544555
0,561589	0,536	1,028918	0,545828
0,56331	0,537	1,02968	0,547101
0,565031	0,538	1,030442	0,548374
0,566753	0,539	1,031204	0,549647
0,568475	0,54	1,031966	0,55092
0,570197	0,541	1,032696	0,552193
0,57192	0,542	1,033433	0,553466
0,573643	0,543	1,03417	0,554739
0,575366	0,544	1,034907	0,556012
0,57709	0,545	1,035644	0,557285
0,578814	0,546	1,036381	0,558558
0,580538	0,547	1,037118	0,559831
0,582262	0,548	1,037855	0,561104
0,583986	0,549	1,038592	0,562377
0,585711	0,55	1,039329	0,56365
0,587436	0,551	1,040036	0,564923
0,589161	0,552	1,04075	0,566196
0,590886	0,553	1,041464	0,567469
0,592611	0,554	1,042178	0,568742
0,594336	0,555	1,042892	0,570015
0,596062	0,556	1,043606	0,571288
0,597787	0,557	1,04432	0,572561
0,599513	0,558	1,045034	0,573834
0,601239	0,559	1,045748	0,575107
0,602964	0,56	1,046462	0,57638
0,60469	0,561	1,047128	0,577653
0,606416	0,562	1,047815	0,578926
0,608141	0,563	1,048502	0,580199
0,609867	0,564	1,049189	0,581472
0,611593	0,565	1,049876	0,582745
0,613318	0,566	1,050563	0,584018
0,615044	0,567	1,05125	0,585291
0,616769	0,568	1,051937	0,586564
0,618494	0,569	1,052624	0,587837
0,620219	0,57	1,053311	0,58911
0,621944	0,571	1,053973	0,590383
0,623669	0,572	1,054635	0,591656
0,625394	0,573	1,055297	0,592929
0,627119	0,574	1,055959	0,594202

Continuación de la tabla IV.

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,628843	0,575	1,056621	0,595475
0,630567	0,576	1,057283	0,596748
0,632291	0,577	1,057945	0,598021
0,634015	0,578	1,058607	0,599294
0,635738	0,579	1,059269	0,600567
0,637461	0,58	1,059931	0,60184
0,639184	0,581	1,06057	0,603113
0,640906	0,582	1,061208	0,604386
0,642629	0,583	1,061846	0,605659
0,64435	0,584	1,062484	0,606932
0,646072	0,585	1,063122	0,608205
0,647793	0,586	1,06376	0,609478
0,649514	0,587	1,064398	0,610751
0,651234	0,588	1,065036	0,612024
0,652954	0,589	1,065674	0,613297
0,654673	0,59	1,066312	0,61457
0,656392	0,591	1,06692	0,615843
0,658111	0,592	1,06753	0,617116
0,659829	0,593	1,06814	0,618389
0,661546	0,594	1,06875	0,619662
0,663263	0,595	1,06936	0,620935
0,66498	0,596	1,06997	0,622208
0,666696	0,597	1,07058	0,623481
0,668411	0,598	1,07119	0,624754
0,670126	0,599	1,0718	0,626027
0,67184	0,6	1,07241	0,6264
0,673554	0,601	1,073021	0,627717
0,675267	0,602	1,073606	0,629034
0,676979	0,603	1,074191	0,630351
0,678691	0,604	1,074776	0,631668
0,680401	0,605	1,075361	0,632985
0,682112	0,606	1,075946	0,634302
0,683821	0,607	1,076531	0,635619
0,68553	0,608	1,077116	0,636936
0,687238	0,609	1,077701	0,638253
0,688945	0,61	1,078286	0,63957
0,690652	0,611	1,078871	0,640887
0,692357	0,612	1,079456	0,642204
0,694062	0,613	1,080041	0,643521
0,695766	0,614	1,080581	0,644838
0,697469	0,615	1,08114	0,646155
0,699172	0,616	1,081699	0,647472
0,700873	0,617	1,082258	0,648789

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,702574	0,618	1,082817	0,650106
0,704273	0,619	1,083376	0,651423
0,705972	0,62	1,083935	0,65274
0,707669	0,621	1,084494	0,654057
0,709366	0,622	1,085053	0,655374
0,711062	0,623	1,085567	0,656691
0,712757	0,624	1,0861	0,658008
0,71445	0,625	1,086633	0,659325
0,716143	0,626	1,087166	0,660642
0,717834	0,627	1,087699	0,661959
0,719525	0,628	1,088232	0,663276
0,721214	0,629	1,088765	0,664593
0,722903	0,63	1,089298	0,66591
0,72459	0,631	1,089829	0,667227
0,726276	0,632	1,09035	0,668544
0,727961	0,633	1,09086	0,669861
0,729645	0,634	1,091377	0,671178
0,731327	0,635	1,091893	0,672495
0,733008	0,636	1,092408	0,673812
0,734688	0,637	1,092924	0,675129
0,736367	0,638	1,093439	0,676446
0,738045	0,639	1,093955	0,677763
0,739721	0,64	1,09447	0,67908
0,741396	0,641	1,094986	0,680397
0,743069	0,642	1,095424	0,681714
0,744742	0,643	1,095909	0,683031
0,746413	0,644	1,096394	0,684348
0,748082	0,645	1,096879	0,685665
0,74975	0,646	1,097364	0,686982
0,751417	0,647	1,097849	0,688299
0,753082	0,648	1,098334	0,689616
0,754726	0,649	1,098819	0,690933
0,756408	0,65	1,099304	0,69225
0,758069	0,651	1,099789	0,693567
0,759729	0,652	1,100274	0,694884
0,761387	0,653	1,100759	0,696201
0,763043	0,654	1,101178	0,697518
0,764698	0,655	1,101635	0,698835
0,766351	0,656	1,102092	0,700152
0,768002	0,657	1,102549	0,701469
0,769652	0,658	1,103006	0,702786
0,771301	0,659	1,103463	0,704103
0,772947	0,66	1,10392	0,70542

Continuación de la tabla IV.

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,774592	0,661	1,104377	0,706737
0,776236	0,662	1,104834	0,708054
0,777877	0,663	1,105291	0,709371
0,779517	0,664	1,105748	0,710688
0,781155	0,665	1,106205	0,712005
0,782791	0,666	1,106563	0,713322
0,784426	0,667	1,106985	0,714639
0,786059	0,668	1,107407	0,715956
0,78769	0,669	1,107829	0,717273
0,789319	0,67	1,108251	0,71859
0,790946	0,671	1,108673	0,719907
0,792571	0,672	1,109095	0,721224
0,794195	0,673	1,109517	0,722541
0,795816	0,674	1,109939	0,723858
0,797436	0,675	1,110361	0,725175
0,799054	0,676	1,110783	0,726492
0,800669	0,677	1,111205	0,727809
0,802283	0,678	1,111627	0,729126
0,803895	0,679	1,112049	0,730443
0,805504	0,68	1,112471	0,73176
0,807112	0,681	1,112768	0,733077
0,808717	0,682	1,11314	0,734394
0,810321	0,683	1,113512	0,735711
0,811922	0,684	1,113884	0,737028
0,813521	0,685	1,114256	0,738345
0,815118	0,686	1,114628	0,739662
0,816713	0,687	1,115	0,740979
0,818305	0,688	1,115372	0,742296
0,819896	0,689	1,115744	0,743613
0,821484	0,69	1,116116	0,74493
0,82307	0,691	1,116488	0,746247
0,824653	0,692	1,11686	0,747564
0,826235	0,693	1,117232	0,748881
0,827814	0,694	1,117604	0,750198
0,82939	0,695	1,117976	0,751515
0,830964	0,696	1,118348	0,752832
0,832536	0,697	1,11872	0,754149
0,834106	0,698	1,119092	0,755466
0,835673	0,699	1,119464	0,756783
0,837238	0,7	1,119836	0,747684
0,8388	0,701	1,120116	0,748851
0,84036	0,702	1,120439	0,750018
0,841917	0,703	1,120762	0,751185

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,843471	0,704	1,121085	0,752352
0,845024	0,705	1,121408	0,753519
0,846573	0,706	1,121731	0,754686
0,84812	0,707	1,122054	0,755853
0,849664	0,708	1,122377	0,75702
0,851206	0,709	1,1227	0,758187
0,852745	0,71	1,123023	0,759354
0,854282	0,711	1,123346	0,760521
0,855815	0,712	1,123669	0,761688
0,857346	0,713	1,123992	0,762855
0,858875	0,714	1,124315	0,764022
0,8604	0,715	1,124638	0,765189
0,861923	0,716	1,124961	0,766356
0,863443	0,717	1,125284	0,767523
0,86496	0,718	1,125607	0,76869
0,866474	0,719	1,12593	0,769857
0,867985	0,72	1,126253	0,771024
0,869494	0,721	1,126383	0,772191
0,870999	0,722	1,12666	0,773358
0,872502	0,723	1,126937	0,774525
0,874002	0,724	1,127214	0,775692
0,875498	0,725	1,127491	0,776859
0,876992	0,726	1,127768	0,778026
0,878482	0,727	1,128045	0,779193
0,87997	0,728	1,128322	0,78036
0,881455	0,729	1,128599	0,781527
0,882936	0,73	1,128876	0,782694
0,884414	0,731	1,129099	0,783861
0,885889	0,732	1,129344	0,785028
0,887361	0,733	1,129589	0,786195
0,88883	0,734	1,129834	0,787362
0,890296	0,735	1,130079	0,788529
0,891758	0,736	1,130324	0,789696
0,893217	0,737	1,130569	0,790863
0,894673	0,738	1,130814	0,79203
0,896125	0,739	1,131059	0,793197
0,897575	0,74	1,131304	0,794364
0,89902	0,741	1,131532	0,795531
0,900463	0,742	1,13175	0,796698
0,901902	0,743	1,131968	0,797865
0,903337	0,744	1,132186	0,799032
0,90477	0,745	1,132404	0,800199
0,906198	0,746	1,132622	0,801366

Continuación de la tabla IV.

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,907623	0,747	1,13284	0,802533
0,909045	0,748	1,133058	0,8037
0,910463	0,749	1,133276	0,804867
0,911878	0,75	1,133494	0,806034
0	0,751	1,133674	0,805601
0,914696	0,752	1,133865	0,806701
0,9161	0,753	1,134056	0,807801
0,9175	0,754	1,134247	0,808901
0,918896	0,755	1,134438	0,810001
0,920288	0,756	1,134629	0,811101
0,921677	0,757	1,13482	0,812201
0,923062	0,758	1,135011	0,813301
0,924443	0,759	1,135202	0,814401
0,925821	0,76	1,135393	0,815501
0,927194	0,761	1,13552	0,816601
0,928564	0,762	1,13568	0,817701
0,92993	0,763	1,13584	0,818801
0,931292	0,764	1,136	0,819901
0,93265	0,765	1,13616	0,821001
0,934003	0,766	1,13632	0,822101
0,935353	0,767	1,136482	0,823201
0,936699	0,768	1,136625	0,824301
0,938041	0,769	1,136768	0,825401
0,939379	0,77	1,136911	0,826501
0,940712	0,771	1,137054	0,827601
0,942042	0,772	1,137199	0,828701
0,943367	0,773	1,13733	0,829801
0,944688	0,774	1,137461	0,830901
0,946005	0,775	1,137592	0,832001
0,947317	0,776	1,137723	0,833101
0,948626	0,777	1,137854	0,834201
0,94993	0,778	1,137985	0,835301
0,951229	0,779	1,138116	0,836401
0,952524	0,78	1,138247	0,837501
0,953815	0,781	1,138293	0,838601
0,955102	0,782	1,138399	0,839701
0,956384	0,783	1,138501	0,840801
0,957661	0,784	1,138601	0,841901
0,958934	0,785	1,138697	0,843001
0,960203	0,786	1,138793	0,844101
0,961466	0,787	1,138889	0,845201
0,962726	0,788	1,138985	0,846301
0,96398	0,789	1,13904	0,847401

q/Q	d/D	v/V	a/A
0,96523	0,79	1,139095	0,848501
0,966476	0,791	1,13915	0,849601
0,967716	0,792	1,139205	0,850701
0,968952	0,793	1,13926	0,851801
0,970183	0,794	1,139315	0,852901
0,971409	0,795	1,13937	0,854001
0,972631	0,796	1,139425	0,855101
0,973847	0,797	1,139493	0,856201
0,975059	0,798	1,139565	0,857301
0,976265	0,799	1,139647	0,858401
0,977467	0,8	1,139739	0,859501
0,978664	0,801	1,139841	0,860601
0,979855	0,802	1,139953	0,861701
0,981042	0,803	1,140075	0,862801
0,982223	0,804	1,140207	0,863901
0,983399	0,805	1,140349	0,865001
0,984571	0,806	1,140501	0,866101
0,985737	0,807	1,140663	0,867201
0,986897	0,808	1,140835	0,868301
0,988053	0,809	1,141017	0,869401
0,989203	0,81	1,141209	0,870501
0,990348	0,811	1,141411	0,871601
0,991487	0,812	1,141623	0,872701
0,992621	0,813	1,141845	0,873801
0,99375	0,814	1,142077	0,874901
0,994873	0,815	1,142319	0,876001
0,995991	0,816	1,142571	0,877101
0,997103	0,817	1,142833	0,878201
0,998209	0,818	1,143105	0,879301
0,99931	0,819	1,143387	0,880401
1,000405	0,82	1,143679	0,881501
1,001495	0,821	1,143981	0,882601
1,002579	0,822	1,144293	0,883701
1,003657	0,823	1,144615	0,884801
1,004729	0,824	1,144947	0,885901
1,005795	0,825	1,145299	0,887001
1,006856	0,826	1,145671	0,888101
1,00791	0,827	1,146053	0,889201
1,008959	0,828	1,146445	0,890301
1,010002	0,829	1,146847	0,891401
1,011038	0,83	1,147259	0,892501
1,012069	0,831	1,147681	0,893601
1,013093	0,832	1,148113	0,894701

Continuación de la tabla IV.

q/Q	d/D	v/V	a/A
1,014112	0,833	1,139291	0,890177
1,015124	0,834	1,139225	0,891141
1,01613	0,835	1,139159	0,892105
1,017129	0,836	1,139039	0,893069
1,018122	0,837	1,13895	0,894033
1,019109	0,838	1,138861	0,894997
1,02009	0,839	1,138772	0,895961
1,021064	0,84	1,138683	0,896925
1,022031	0,841	1,138594	0,897889
1,022992	0,842	1,138446	0,898853
1,023947	0,843	1,138333	0,899817
1,024895	0,844	1,13822	0,900781
1,025836	0,845	1,138107	0,901745
1,02677	0,846	1,137994	0,902709
1,027698	0,847	1,137881	0,903673
1,028619	0,848	1,137768	0,904637
1,029533	0,849	1,137569	0,905601
1,03044	0,85	1,137427	0,90594
1,031341	0,851	1,137281	0,906848
1,032234	0,852	1,137135	0,907756
1,03312	0,853	1,136989	0,908664
1,033999	0,854	1,136843	0,909572
1,034871	0,855	1,136697	0,91048
1,035736	0,856	1,136486	0,911388
1,036594	0,857	1,136313	0,912296
1,037444	0,858	1,136137	0,913204
1,038287	0,859	1,135956	0,914112
1,039122	0,86	1,13577	0,91502
1,039951	0,861	1,135594	0,915928
1,040771	0,862	1,135413	0,916836
1,041584	0,863	1,135232	0,917744
1,04239	0,864	1,134983	0,918652
1,043187	0,865	1,134775	0,91956
1,043978	0,866	1,134562	0,920468
1,04476	0,867	1,134349	0,921376
1,045534	0,868	1,134136	0,922284
1,046301	0,869	1,133923	0,923192
1,04706	0,87	1,13371	0,9241
1,04781	0,871	1,133497	0,925008
1,048553	0,872	1,133186	0,925916
1,049287	0,873	1,13294	0,926824
1,050013	0,874	1,132689	0,927732
1,050731	0,875	1,132433	0,928806

q/Q	d/D	v/V	a/A
1,051441	0,876	1,132172	0,929572
1,052142	0,877	1,131921	0,930338
1,052835	0,878	1,131665	0,931104
1,05352	0,879	1,131409	0,93187
1,054195	0,88	1,131077	0,932636
1,054863	0,881	1,130791	0,933402
1,055521	0,882	1,130499	0,934168
1,056171	0,883	1,130203	0,934934
1,056811	0,884	1,129907	0,9357
1,057443	0,885	1,129611	0,936466
1,058066	0,886	1,129315	0,937232
1,05868	0,887	1,129019	0,937998
1,059284	0,888	1,128638	0,938764
1,05988	0,889	1,128309	0,93953
1,060466	0,89	1,127975	0,940296
1,061043	0,891	1,127634	0,941062
1,06161	0,892	1,127293	0,941828
1,062168	0,893	1,126952	0,942594
1,062716	0,894	1,126611	0,94336
1,063254	0,895	1,12627	0,944126
1,063783	0,896	1,125847	0,944892
1,064301	0,897	1,125472	0,945658
1,06481	0,898	1,125097	0,946424
1,065309	0,899	1,124722	0,94719
1,065797	0,9	1,124311	0,947956

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.10. Cálculo hidráulico**

Es la disciplina de la ingeniería profesional que emplea conocimientos de cálculo hidráulico para encargarse del diseño, construcción y mantenimiento de las infraestructuras emplazadas en el entorno.

#### **2.1.10.1. Especificaciones técnicas**

A continuación se detalla el cálculo hidráulico que se realizará para la conexión domiciliar, en donde se colocará un tubo de concreto que ira en forma vertical.

- Especificaciones técnicas de construcción
- Conexiones domiciliarias

La conexión domiciliar se hace por medio de un tubo de concreto colocado en forma vertical, denominado candela, en el cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir con la tubería del colector principal. La tubería entre la candela y el colector debe tener un diámetro menor a 4 pulgadas y debe colocarse con una pendiente mínima del 2 por ciento.

Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior, para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector este funcionando a toda su capacidad. La conexión con el colector central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados.

La profundidad de la línea central de drenaje incidirá en la manera de conectar la candela domiciliar.



- Profundidad de hasta 2 metros  
Cuando la profundidad del colector no sobrepase los 2 metros, se utilizará una silleta Y complementado con un codo a 45.
- Profundidades iguales o mayores a 2 metros  
Cuando la profundidad del colector sobrepase los 2 metros, se utilizará una silleta T complementado con un codo a 90.
- Procedimiento de instalación:

La instalación domiciliar, por medio de silletas se efectuará siguiendo los pasos que a continuación se describen:

- Marcar el tubo, utilizando la silleta como guía, trazando el agujero a perforar en el tubo.
- Ampliar el trazo marcado en 1 centímetro adicional en todo el perímetro.
- Perforar un agujero con un taladro en cualquier punto del perímetro marcado.
- A través del agujero introducir un pequeño serrucho para hacer el corte. Una vez terminado este, limpiar los residuos que han quedado en el hueco recién cortado.
- Limpiar toda la aspereza alrededor del agujero.

- Montar la silleta en el tubo a fin de verificar que el corte haya sido realizado adecuadamente.
- Limpiar la silleta y el tubo con un limpiador apropiado, preferentemente con acetona. Aplique el pegamento al tubo y a la silleta, asegurándose que este haya sido esparcido adecuadamente.
- Montar la silleta, luego oprimir contra el tubo por unos 10 a 15 segundos. Montar los flejes, dándoles una tensión similar. No se deben tensar los flejes en exceso.

Esperar 30 minutos antes de mover el tubo. En caso de no disponer de flejes, podrá utilizarse alambre de amarre, protegiendo el tubo convenientemente.

- Proceder a la instalación del domiciliar y al finalizar retirar los flejes (mínimo 2 horas). Iniciar compactación.

Es muy importante que previamente a la colocación de la silleta se efectúe el trazo desde la candela, para asegurarse de la ubicación e inclinación exacta.

- Tubería:

La tubería a utilizarse en los drenajes es tubería de cloruro de polivinilo, comúnmente conocido como PVC, de 6,00 metros (20') de longitud.

La tubería deberá cumplir con la Norma ASTM F 949. Las características específicas de la tubería de PVC son las siguientes:

- Garantiza una alta impermeabilidad en las juntas, que previene la infiltración del agua subterránea.
  - Por su naturaleza tiene alta resistencia contra alcalinos y ácidos, lo que hace su uso adecuado cuando se drenan desagües de tipo industrial.
  - Es fácil de manipular y trabajar, debido a su peso ligero.
  - Se recomienda colocarlas en lechos de arena, por la flexibilidad de esta clase de tubería.
- Colocación de la tubería

Para la colocación de toda la tubería de drenaje sanitario, se deberá instalar la tubería principal entre dos pozos de visita con sus accesorios y luego regresar a colocar los domiciliarios.

Para instalar la tubería deben utilizarse implementos, herramientas y equipo adecuado para evitar daños a la misma. Bajo ninguna circunstancia debe lanzarse la tubería y los accesorios a la zanja.

Las campanas deben colocarse en dirección aguas arriba; la instalación debe principiarse de la parte baja hacia la parte alta.

Cuando se interrumpa la instalación de la tubería, deben colocarse tapones en las aberturas para evitar la entrada de agua, tierra o cualquier material ajeno a la tubería.

Para rellenar las zanjas con la tubería ya colocada, se aconseja compactar los primeros 30 centímetros en forma manual, poniendo especial atención a los costados de la tubería, se puede utilizar compactadoras mecánicas en la parte superior de la zanja.

La primera capa deberá ser de material fino, arena o material selecto; el resto del relleno se hará con el mismo material que se excavó, salvo que el material original no sea aceptable, de lo contrario todo el material de relleno será de material selecto.

La tubería de Norma ASTM F 949 emplea el sistema *Ribber*, en el cual el empaque está incorporado a la campana de la tubería. Se recomienda no remover por ningún motivo el empaque, ya que este le da la hermeticidad.

En caso de que sea necesario instalar una sección corta de tubería, esta puede ser cortada con una sierra, debiéndose luego hacer el bisel a 15 grados, con una profundidad igual a la mitad del espesor de pared del tubo. Puede biselarse el tubo con una lima adecuada.

- Preparación de zanja

El fondo de la zanja deberá ser de tal forma que provea un apoyo firme y uniforme a lo largo de toda la tubería. Se deben preparar aberturas al final de cada tramo para permitir un acople correcto.

Cuando la subbase de la zanja se encuentre en condiciones inestables que impidieran proporcionar a la tubería un apoyo firme y constante, deberá realizarse una sobre excavación y rellenar esta con un material adecuado, como arena u otro.

Cuando el fondo de zanja se presenta en condiciones muy severas, como napa freática alta, suelo inestable o muy rocoso, deberán usarse materiales especiales en capas de grava, arena o material selecto, la capa sobre la que se apoye la tubería será como mínimo de 0,10 metros de espesor y debidamente compactada.

Piedras grandes o puntiagudas, así como otro material extraño, debe eliminarse en un área de 10 centímetros alrededor de la tubería, a fin de evitarle daños a la misma.

- Profundidad y ancho de zanja

La carga máxima de tierra que soporta la tubería PVC, depende del prisma de tierra directamente encima de ella. Si la carga de diseño sobre la tubería se calcula en base a este criterio, el ancho de la zanja está influenciado por una excavación práctica y económica.

También hay que considerar en el momento de determinar la profundidad, la protección contra las cargas de tráfico, para evitar rupturas.

La tubería tendrá un recubrimiento mínimo sobre corona de 1,00 metro para el colector principal y de 0,80 metros para conexiones domiciliarias.

En la tabla V, se muestra el ancho libre de zanjas, según su profundidad y el diámetro de la tubería a instalar.

Tabla V. **Ancho mínimo de zanja (m)**

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanja		
	para profundidades hasta 2,00 m	para profundidades de 2,00 a 4,00 m	para profundidades de 4,00 a 6,00 m
4	0,50	0,60	0,70
6	0,55	0,65	0,75
8	0,60	0,70	0,80
10	0,70	0,80	0,80
12	0,80	0,80	0,80
15	0,90	0,90	0,90
18	1,00	1,00	1,00
24	1,10	1,10	1,10

Fuente: información proporcionada por AMANCO.

- Pozos de visita

Son esenciales para la operación y mantenimiento de un sistema de alcantarillado sanitario por gravedad.

- Construcción

Se construirán de concreto ciclópeo utilizando formaleta de madera, las dimensiones se detallan en planos adjuntos.

Toda la construcción del pozo de visita deberá ser de acuerdo a los planos, este pozo contará con una base de concreto fundida con un espesor de 0,15 metros con refuerzo en forma de parrilla de hierro de ½ pulgada, grado 40 @ 0,15 metros en ambos sentidos, esta parrilla deberá tener un aro de ½ pulgada, el pozo de visita será levantado con mampostería de ladrillo tayuyo de 0,06 x 0,10 x 0,23 metros, pegado con mortero de cemento y arena en la proporción 1:3, se dejará una media caña y en el fondo tendrá desniveles hasta de un 3 por ciento, para garantizar que toda el agua fluirá de las entradas a las salidas, directamente manteniendo el fondo seco.

De la misma forma este pozo contará con un brocal con 3 hierros de 3/8 de pulgada , grado 40 corridos + eslabones de ¼ de pulgada @ 0,15 metros. La tapadera será fundida con concreto reforzado y deberá tener un ancho circular de 0,74 metros con un espesor de 0,10 metros; el armado será con hierro de ½ pulgada @ 0,10 metros en ambos sentidos, con un recubrimientos de 0,03 metros en todos los lados.

En la parte interior del pozo de visita contará con un repello + alisado, proporción 1:2, con respecto al cemento y arena, el concreto para la base y la tapadera deberá ser de una resistencia mínima de 3 000 PSI (libras por pulgada cuadrada), resistencia a compresión AASHTO T 22 (ASTM C 39), promedio mínima de 24,5 megapascales (3 000 psi) y una resistencia a la flexión AASHTO T 97 (ASTM C 78), promedio mínima de 3,8 megapascales (550 psi), con una proporción recomendada 1:2:2 (cemento, arena, pedrín triturado), con una cantidad de agua no mayor de 60 galones por metro cúbico, el concreto se mezclará *in situ*, con mezcladora de un saco, el tiempo mínimo de mezclado es de 1 minuto con 30 segundos.

Se deberá efectuar pruebas de laboratorio al concreto a los 7, 14 y 28 días, para determinar la resistencia del concreto utilizado; asimismo, se debe presentar certificado de calidad a donde corresponda de los materiales utilizados en la construcción del pozo.

- Desfogue o disposición final

Al final del sistema de drenaje se construirá un pozo de visita, previsto para conectarse directamente a la planta de tratamiento. Previo a ello, se introducirá el efluente a una caja separadora de sólidos, componente propio del sistema de tratamiento de aguas residuales.

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

Es muy importante que cuenten con un tramo de sistemas de drenajes, según la cantidad de viviendas que ayude a los pobladores a tener un mejor mantenimiento en dicho sistema.

Para el ejemplo se utilizará el tramo de PV-11 a PV-12.

Datos:

Número de viviendas acumuladas: 111 viviendas

Población actual acumulada: 111viv\*6 h/viv = 666 habitantes acumulados

Distancia horizontal = 66,872 m

Cálculo de población futura

$$Pf = Pa * (1 + R)^n$$



En donde:

Pf = población futura

Pa= población actual

R= razón de incremento geométrica

n= período de diseño

Población actual (Pa) = 666 h

Tasa de crecimiento (r) = 3,30%

Período de diseño (n) = 30 años

Cota de terreno de inicio (Cto)= 94,97251

Cota de terreno final (Ctf) = 92,82647

$$Pf = 666 * (1 + 0,0330)^{30} = 1\ 764 \text{ hab}$$

Pendiente de terreno (%S)

$$\%S = \frac{(94,97251 - 92,82647)}{66,872} * 100 = 3,21$$

Cantidad de tubos

$$\text{Cantidad de tubos} = 66,872\text{m} * \frac{(1\text{tubo})}{(6\text{ m})} = 12 \text{ tubos}$$

Factor de caudal medio

Factor de caudal medio (Fqm)=0,002

Factor de Harmond

$$FH = \frac{(18 + \sqrt{P})}{(4 + \sqrt{P})}$$

Donde P es la población del tramo a servir dada en miles.

Factor de Harmond actual:

$$Fha = \frac{18 + \sqrt{666/1\ 000}}{4 + \sqrt{666/1\ 000}} = 3,91$$

Factor de Harmond futuro:

$$Fhf = \frac{18 + \sqrt{1\ 764/1\ 000}}{4 + \sqrt{1\ 764/1\ 000}} = 3,63$$

Caudal de diseño actual y futuro

$$q_{\text{diseño actual}} = p_{\text{act}} \times f_{\text{qm}} \times FHa$$

$$q_{\text{diseño actual}} = 666 \times 0,002 \times 3,91 = 5,204 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{diseño futuro}} = P_f \times f_{\text{qm}} \times Fhf$$

$$q_{\text{diseño futuro}} = 1\ 764 \times 0,002 \times 3,63 = 12,798 \text{ l/s}$$

Calculo de: Área(A), caudal (Q) y velocidad (V) a sección llena

$$\text{Diámetro}_{\text{propuesto}} = 10'' = 0,254 \text{ m}$$

Pendiente de tubería propuesta

$$\% \text{ stub}_{\text{propuesta}} = 2,00$$

Área

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right)d^2$$

$$A = \left(\frac{\pi}{4}\right)(0,254)^2 = 0,05067 \text{ m}^2$$

Velocidad a sección llena

$$\text{Fórmula de Manning: } v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$n = 0,009$  según dato proporcionado por AMANCO en tubería NOVAFORT la cual se toma como base para nuestro diseño.

$$v = \frac{1}{0,009} \left(\frac{0,254}{4}\right)^{2/3} (0,02)^{1/2} = 2,50 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q = VA$$

$$Q = (2,50 \text{ m/s}) \times (0,05067 \text{ m}^2) = 0,126675 \text{ m}^3/\text{s} * 1000 \text{ lts} / 1 \text{ m}^3 = 126,675 \text{ lts/s}$$

Relaciones hidráulicas actuales

$$\text{Relación actual: } \frac{q}{Q} = \frac{5,204}{126,675} = 0,041082$$

En la tabla de valores de relaciones hidráulicas se obtienen las siguientes relaciones:

$$d_{act.}/D= 0,139$$

$$a_{act.}/A = 0,084212$$

$$v_{act}/V= 0,493076$$

De la relación de velocidad, despejando la velocidad de diseño actual ( $v$ ) se obtiene:

$$v_{act}= 0,493076 * (2,50 \text{ m/s})= 1,23 \text{ m/s} \quad (\text{si cumple con condiciones de velocidad y tirante})$$

De igual forma se calcula para futuro:

Relaciones hidráulicas actuales

$$\text{Relación futura: } \frac{q}{Q} = \frac{12,798}{126,675} = 0,101030$$

En la tabla de valores de relaciones hidráulicas se obtienen las siguientes relaciones:

$$d_{fut.}/D= 0,215$$

$$a_{fut.}/A= 0,157867$$

$$v_{fut}/V = 0,641931$$

De la relación de velocidad, despejando la velocidad de diseño futuro (v) se obtiene:

$$v_{fut} = 0,2150 (2,50 \text{ m/s}) = 1,60 \text{ m/s} \quad (\text{si cumple con condiciones de velocidad y tirante})$$

Si cumple con las condiciones de velocidad y tirante, está entre el rango de  $0,40 \text{ m/s} \leq v \leq 3,00 \text{ m/s}$  (tomando en cuenta el criterio del INFOM).

El caudal es grande por ser un tramo antecedido por otros tramos, la relación  $d/D$  si cumple la relación  $(0,10 \leq d/D \leq 0,75)$ , cabe mencionar que la relación  $d/D$  no cumple en algunos casos  $(0,10 \leq d/D \leq 0,75)$ , lo que sucedería es que el flujo sería lento. Lo que se busca con las relaciones hidráulicas es evitar que la tubería trabaje a presión.

Cota Invert:

$$\begin{aligned} C_{is} &= C_{ie} (\text{tramo anterior}) - 0,05 \\ C_{is} &= 92,79 - 0,05 = 92,74\text{m} \\ C_{ie} &= C_{is} - \frac{(S\% * (DH))}{100} \\ C_{ie} &= 97,74 - \frac{(2,00 * (66,872 - 1,2))}{100} \end{aligned}$$

Altura de pozo

$$\begin{aligned} \text{Hpozo inicial} &= C_{is} - C_{t \text{ inicial}} \\ \text{Hpozo inicial} &= 92,74\text{m} - 94,97251\text{m} = 2,23 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hpozo final} &= C_{ie} - C_{t \text{ final}} \\ \text{Hpozo final} &= 91,41\text{m} - 92,82647\text{m} = 1,40 \text{ m} \end{aligned}$$

Ancho de zanja = 0,60 m

### Volumen de excavación

$$V_e = \frac{H_1 + H_2}{2} * d * t$$

V<sub>ex</sub>= volumen de excavación (m)

H<sub>1</sub>= profundidad del pozo de visita inicial (m)

H<sub>2</sub> = profundidad del pozo de visita final (m)

d =distancia entre los 2 pozos de visita considerados (m)

t= ancho de la zanja (m)

$$V_{ex} = \frac{2,23 + 1,40}{2} * 66,872 * 0,60 = 72,82 \text{ m}^3$$

### Volumen de relleno

$$V_r = V_{ex} - (\text{área tubería} * d)$$

$$V_r = 72,82\text{m}^3 - (0,05067 \text{ m}^2 * 66,872) = 69,43 \text{ m}^3$$

### Parámetros de diseño adoptados para el proyecto

Período de diseño = 30 años

Población actual = 924 habitantes

Población futura = 2 448 habitantes

Densidad de población = 6 hab./ vivienda

Tasa de crecimiento poblacional = 3,3 %

Dotación = 100 l/hab/día

Factor de retorno = 0,80

Factor de rugosidad = 0,009

Factor de caudal medio (fqm) = 0,002

### **2.1.11. Estudio de Impacto Ambiental Inicial (EIAI)**

Es el documento técnico en el que se apoya todo el proceso de decisión de la Evaluación de Impacto Ambiental, es aquí donde se especifica cada detalle del estudio.

Consideraciones generales del Estudio de Impacto Ambiental en el sistema de alcantarillado sanitario del paraje Chuinima del cantón Xesúc.

- Descripción de Estudio de Impacto Ambiental

En el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de sistema de drenaje sanitario del paraje Chuinima del cantón Xesúc, se identificaron y valorizaron los impactos (efectos) potenciales del proyecto; acciones normativas a los componentes fisicoquímicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno. Tiene como propósito principal animar a que se tome en consideración el medio ambiente en la planificación y en la toma de decisiones, para que en definitiva acabe definiendo actuaciones que sean más compatibles con el medio ambiente.

- Identificación de impacto
- Modificación de régimen
- Alteración de la cubierta del suelo
- Alteración del drenaje natural
- Control del río y modificación del caudal
- Canalización
- Explanación y pavimentado
- Transformación del suelo y construcción
- Ruido y vibraciones

- Urbanización
- Revestimiento de canales
- Presas
- Extracción de recursos
- Excavar y rellenar
- Excavación superficial
- Excavación bajo superficie y restauración
  
- Renovación de recursos
  - Reforestación
  - Conservación y gestión de la naturaleza
  - Reciclado de residuos
  
- Cambios en el tráfico
  - Automotores
  - Señalización
  
- Acumulación y tratamiento de residuos
  - Emisiones de los residuos municipales
  - Fosas sépticas, comerciales y domésticas
  
- Impactos directos sobre la población en el Proyecto

Introducción de enfermedades por emigración de los trabajadores en la construcción del proyecto.



- Problemas de higiene y salud
  - Serán sobre utilizados los servicios sanitarios
  - Se contaminará el agua o suelo con excrementos
  - Contaminación del aire
  
- Mitigación de impactos

Identificado el impacto ambiental que provocaría la ejecución del Proyecto de alcantarillado sanitario del paraje Chuinima del cantón Xesúc, se toma la decisión de ejecutarlo, definiendo actuaciones que sean más compatibles y minimizando todos aquellos efectos que no son inevitables, pero que se pueden reducir tomando precauciones y planificando las soluciones más viables, que serán de beneficio a la comunidad y a los emigrantes que trabajen en el Proyecto.

- Para minimizar los efectos ocasionados por la construcción del Proyecto de alcantarillado sanitario, se deben tomar las precauciones siguientes:
  - Ejecutar el proyecto en el menor tiempo posible.
  - Trabajar el Proyecto en verano.
  - Canalizar los drenajes naturales existentes.
  - Reparar el pavimento.
  - Tratar de disminuir el ruido y las vibraciones.
  - Excavar y reacomodar el suelo en áreas que no afecten el paso de peatones en la aldea.
  - En cuanto a la excavación debajo de la superficie, se debe capacitar al personal que labore en el Proyecto.
  - Reforestar las áreas dañadas en la construcción del Proyecto.

- Construcción de una caja separadora de sólidos, que es un componente propio del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Señalización vial.
- Capacitar al personal de trabajo y a la población en los impactos que se pueden tener en higiene y salud.

### **2.1.12. Propuesta de tratamiento**

Uno de los mayores retos de Guatemala es cómo mejorar las condiciones y calidad de vida de sus habitantes. El acceso a los servicios de agua potable y de alcantarillado, es uno de los puntos críticos en la mayoría de ciudades, por lo que se requiere buscar alternativas limpias y eficientes que contribuyan al tratamiento de las aguas residuales y eviten una mayor contaminación ambiental.

Para que un sistema de tratamiento funcione adecuadamente se deben tomar en cuenta varios factores, entre ellos: el costo, área que se disponga para la construcción, caudal y eficiencia, para lo cual se plantea: un sistema de tratamiento primario para este proyecto a través de una fosa séptica con pozos de absorción por ser una solución bastante económica, proporcionar buenos resultados, y no ocupar un área de terreno grande.

Es importante mencionar que los sistemas de fosas sépticas tienen capacidad para hacer un tratamiento parcial de las aguas residuales; por esta razón, el efluente no posee características físicoquímicas para ser descargado directamente a un cuerpo receptor (quebrada o río con caudal permanente).

### 2.1.12.1. Diseño de fosa séptica

Es un artilugio para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas. En ella se realiza la separación y transformación fisicoquímica de la materia orgánica contenida en dichas aguas.

Población actual = 924 habitantes

Factor de caudal medio = 0,002 l/hab/s

Asumiendo un caudal crítico de =100 l/hab/día

Volumen de agua = 924 hab \* 100 l/hab/día

Volumen de agua = 92 400 l/día

92 400 l/di \* 1m<sup>3</sup>/1 000 l = 92,4m<sup>3</sup>/día

Volumen de agua = 92 400 l = 92,4m<sup>3</sup>

Un diseño típico para el dimensionamiento de una fosa séptica es considerar una longitud igual a 2 veces el ancho y asumir una profundidad de líquido de 1,70 metros, con lo que se puede hallar la longitud de la siguiente forma:

Volumen de agua = longitud \* ancho \* profundidad

Longitud = 2 \* ancho

Volumen de agua = (2 ancho) \* (ancho) \* (profundidad)

Sustituyendo valores

$$92,4 \text{ m}^3 = 2 * (\text{ancho})^2 * 1,7 \text{ m}$$

$$92,4 \text{ m}^3 = 3,4 \text{ m} * \text{ancho}^2$$

Despejando ancho

$$ancho = \sqrt{\left(\frac{92,4m^3}{3,4m^3}\right)} = 5,21m$$

$$Ancho = 5,21 \text{ m} \approx 5,25 \text{ m}$$

$$Longitud = 2 * ancho$$

$$Longitud = 2 * 5,25 = 10,50$$

Para encontrar la altura total de la fosa séptica, hay que sumar la altura del líquido más un 20 por ciento de este, al que se le llama “espacio libre”, que sirve para realizar las inspecciones de la fosa y para que esta no trabaje totalmente llena.

$$\text{Profundidad total} = \text{profundidad} + 20\% * \text{profundidad}$$

$$\text{Profundidad total} = 1,7 + 0,20 * 1,7$$

$$\text{Profundidad total} = 2,04 \text{ m}$$

Con lo anterior se tienen las dimensiones totales de la fosa, que son las siguientes:

$$\text{Ancho} = 5,25 \text{ m}$$

$$\text{Longitud} = 10,50 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad total} = 2,04 \text{ m}$$

#### **2.1.12.2. Dimensionamiento de los pozos de absorción**

Consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 2,00 a 2,50 metros de diámetro, con una profundidad que normalmente varía de 6 a 12 metros; al cual se vacían las aguas negras sedimentadas provenientes de la fosa séptica, para ser infiltradas en el terreno.

El pozo es de forma cónica relleno hasta  $\frac{3}{4}$  de su altura, con piedra bola (piedra de cerro de regular tamaño) de 0,20 metros de diámetro como mínimo, que sirve de entibación y para distribuir el líquido en el subsuelo.

#### **2.1.13. Elaboración de planos finales de drenaje sanitario**

Los planos del Proyecto que se elaboraron son: planta general, planta topográfica, planta y perfil de línea central y ramales, detalles de proyecto como pozo de visita y conexión domiciliar, (ver planos en anexos).

#### **2.1.14. Presupuesto**

Para la realización del presupuesto se utilizaron parámetros aplicados en la Municipalidad, como los porcentajes de: administración 7 por ciento, supervisión 10 por ciento, utilidades 13 por ciento. Estos porcentajes se calcularon con base en el costo directo de cada renglón de trabajo, asimismo los costos ya incluyen el IVA del 12 por ciento. La cuantificación de materiales se realizó en base a los planos adjuntos en los anexos y los precios utilizados fueron proporcionados por la base de datos que maneja la Municipalidad.

A continuación en la tabla VI un resumen de la integración de los costos unitarios, en la tabla VII el cronograma de avance físico-financiero y en la tabla VIII el desglose de los costos unitarios:

Tabla VI. **Integración de costos unitarios**

<b>PROYECTO:</b>		<b>CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>				
<b>LOCALIZACIÓN:</b>		<b>PARAJE CHUINIMA CANTÓN XESUC</b>				
<b>MUNICIPIO:</b>		<b>SAN CRISTOBAL</b>				
<b>DEPARTAMENTO:</b>		<b>TOTONICAPÁN</b>				
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P / UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>	
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES	ML	2597,77	Q 5,85	Q 15 187,60	
2,00	EXCAVACIÓN PARA POZO DE VISITA	M3	341,60	Q 75,24	Q 25 701,70	
3,00	EXCAVACIÓN Y CONFORMACIÓN DE LÍNEA CENTRAL	M3	3785,70	Q 46,41	Q 175 685,64	
4,00	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA DE 1.4 A 2.82 MTS	UNIDAD	44,00	Q 9 422,17	Q 414 575,67	
5,00	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA 2.82 a 4.30 MTS	UNIDAD	11,00	Q 15 135,66	Q 166 492,30	
6,00	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 6" NORMA ASTM F949	ML	1092,00	Q 157,08	Q 171 535,00	
7,00	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 8" NORMA ASTM F949	ML	1056,00	Q 251,55	Q 265 636,80	
8,00	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 10" NORMA ASTM F949	ML	582,00	Q 382,85	Q 222 818,70	
9,00	CONEXIONES DOMICILIARES	UNIDAD	408,00	Q 1 983,83	Q 809 400,80	
10,00	RELLENO Y COMPACTACIÓN	M3	3705,70	Q 50,47	Q 187 014,10	
11,00	LIMPIEZA FINAL	ML	2597,77	Q 1,69	Q 4 386,05	
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO EN QUETZALES</b>					<b>Q 2 458 434,36</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO EN DOLARES AMERICANOS</b>					<b>\$314 780,33</b>	

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Cronograma de ejecución

<b>CRONOGRAMA DE AVANCE FÍSICO Y FINANCIERO</b>																						
PROYECTO: CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANTARIO LOCALIZACIÓN: PARAJE CHUINIMA CANTÓN XESUC MUNICIPIO: SAN CRISTOBAL DEPARTAMENTO: TONICAPÁN																						
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MONTO / RENGLÓN	%	
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES	2897,77	M.L		0,62%															Q 15 187,60	0,62%	
2.00	EXCAVACIÓN PARA POZO DE VISITA	34160	M.3			0,78%		0,26%												Q 25 701,70	1,05%	
3.00	EXCAVACIÓN Y CONFORMACIÓN DE LÍNEA CENTRAL	3785,70	M.3			0,650%		2,60%						2,60%						Q 175 685,64	7,45%	
4.00	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA DE 14 A 2,82 MTS	44,00	UNIDAD					7,23%						9,64%						Q 414 575,67	6,86%	
5.00	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA 2,82 a 4,330 MTS	1100	UNIDAD											6,77%						Q 166 492,30	6,77%	
6.00	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 6" NORMA ASTM F949	1092,00	M.L					2,33%						4,65%						Q 171 535,00	6,89%	
7.00	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 8" NORMA ASTM F949	1056,00	M.L											2,41%						Q 265 636,80	10,81%	
8.00	TUBERÍA PVC DIÁMETRO 10" NORMA ASTM F949	582,00	M.L											9,06%						Q 222 818,70	9,06%	
9.00	CONEXIONES DOMICILIARES	408,00	UNIDAD											4,703%						Q 809 400,80	32,92%	
10.00	RELLENO Y COMPACTACIÓN	3705,70	M.3											4,35%						Q 187 014,10	7,61%	
11.00	LIMPIEZA FINAL	2897,77	M.L																	Q 4 386,05	0,18%	
				2,052%				23,881%				64,527%				9,441%						
				2,05%				26,0%				90,6%				100%						
INVERSIÓN MENSUAL				Q 50 435,30	Q 50 435,30	Q 589 549,46	Q 1 586 343,12	Q 1 586 343,12	Q 2 226 327,88	Q 2 226 327,88	Q 2 226 327,88	Q 2 226 327,88	Q 2 226 327,88	Q 2 226 327,88	Q 2 226 327,88	Q 2 226 327,88	Q 2 226 327,88	Q 2 226 327,88	Q 2 226 327,88	Q 2 226 327,88	Q 2 226 327,88	Q 2 226 327,88
INVERSIÓN MENSUAL ACUMULADA				Q 50 435,30	Q 50 435,30	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76	Q 639 984,76
																				Q 2 458 434,36		10,0%

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Desglose de renglones

<b>PROYECTO:</b>		<b>CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>		
<b>LOCALIZACIÓN:</b>		<b>PARAJE CHUINIMA CANTÓN XESUC</b>		
<b>MUNICIPIO:</b>		<b>SAN CRISTOBAL</b>		
<b>DEPARTAMENTO:</b>		<b>TOTONICAPÁN</b>		
<b>1,00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		<b>2 597,77</b>	<b>ML</b>
<b>MATERIALES</b>				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL
15,00	docena	regla de 2"x2"x10'	Q 456,00	Q 6 840,00
40,00	libra	clavo varias medidas	Q 6,00	Q 240,00
15,00	rollo	hilo transparente calibre 100	Q 22,00	Q 330,00
Total Materiales			Q	7 410,00
<b>TRANSPORTE Y EQUIPO</b>				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL
5,00	día	equipo para medición	Q 275,00	Q 1 375,00
1,00	viaje	transporte de materiales	Q 300,00	Q 300,00
Total de transporte			Q	1 675,00
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL
2 597,77	ml	trazo y estaqueado	Q 0,50	Q 1 298,89
2 597,77	ml	replanteo topografico	Q 0,50	Q 1 298,89
Total Mano de Obra Calificada			Q	2 597,77
Total Mano de Obra No Calificada			Q	-
<b>Costo directos (materiales + transporte + mano de obra)</b>			<b>Q</b>	<b>11 682,77</b>
Administración			Q	817,79
Supervisión			Q	1 168,28
Utilidades			Q	1 518,76
<b>Costos indirectos (administración + supervisión + utilidades)</b>			<b>Q</b>	<b>3 504,83</b>
<b>Costo total del renglón ( directos + indirectos)</b>			<b>Q</b>	<b>15 187,60</b>



Continuación de la tabla VIII.

<b>2,00</b>		<b>EXCAVACIÓN PARA POZO DE VISITA</b>		<b>341,60</b>		<b>M3</b>	
<b>HERRAMIENTAS</b>							
CANT.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
5,00	unidad	piocha + cabo	Q 95,00	Q	475,00		
5,00	unidad	azadón + cabo	Q 85,00	Q	425,00		
5,00	unidad	pala	Q 45,00	Q	225,00		
5,00	unidad	carreta	Q 290,00	Q	1 450,00		
Total Materiales				<b>Q</b>	<b>2 575,00</b>		
<b>TRANSPORTE Y MAQUINARIA</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
6,00	día	retroexcavador	Q 2 000,00	Q	12 000,00		
0,00	viaje	transporte de materiales	-	Q	-		
Total de transporte				<b>Q</b>	<b>12 000,00</b>		
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
2597,77	m <sup>2</sup>	nivelacion manual de excavacion	Q 2,00	Q	5 195,54		
Total Mano de Obra Calificada				<b>Q</b>	<b>5 195,54</b>		
Total Mano de Obra No Calificada				Q	-		
<b>Costo directos (materiales + transporte + mano de obra)</b>				<b>Q</b>	<b>19 770,54</b>		
Administración				Q	1 383,94		
Supervisión				Q	1 977,05		
Utilidades				Q	2 570,17		
<b>Costos indirectos (administración + supervisión + utilidades)</b>				<b>Q</b>	<b>5 931,16</b>		
<b>Costo total del renglón ( directos + indirectos)</b>				<b>Q</b>	<b>25 701,70</b>		
<b>3,00</b>		<b>EXCAVACIÓN Y CONFORMACIÓN DE LÍNEA CENTRAL</b>		<b>3 785,70</b>		<b>M3</b>	
<b>TRANSPORTE Y MAQUINARIA</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
60,00	día	retroexcavador	Q 2 000,00	Q	120 000,00		
0,00	viaje	transporte de materiales (3% materiales)	-	Q	-		
Total de transporte Y Maquinaria				<b>Q</b>	<b>120 000,00</b>		
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
3785,70	m <sup>2</sup>	nivelacion de excavacion	Q 4,00	Q	15 142,80		
0,00	m <sup>3</sup>	movimiento de tierra	-	Q	-		
Total Mano de Obra Calificada				<b>Q</b>	<b>15 142,80</b>		
Total Mano de Obra No Calificada				Q	-		
<b>Costo directos (transporte y maquinaria+ mano de obra)</b>				<b>Q</b>	<b>135 142,80</b>		
Administración				Q	9 460,00		
Supervisión				Q	13 514,28		
Utilidades				Q	17 568,56		
<b>Costos indirectos (administración + supervisión + utilidades)</b>				<b>Q</b>	<b>40 542,84</b>		
<b>Costo total del renglón ( directos + indirectos)</b>				<b>Q</b>	<b>175 685,64</b>		

Continuación de la tabla VIII.

<b>4,00</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA DE 1.4 A 2.82 MTS</b>	<b>44,00</b>	<b>UNIDAD</b>	
<b>MATERIALES</b>				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL
836,00	saco	Cemento tipo portland 3000 PSI (puesto en obra)	Q 79,00	Q 66 044,00
55,88	m3	Arena de río ( puesto en obra)	Q 120,00	Q 6 705,60
17,16	m3	Piedrín triturado ( puesto en obra)	Q 220,00	Q 3 775,20
40656,00	unidad	Ladrillo tayuyo 0.05*0.10*0.23 metros( puesto en obra)	Q 2,50	Q 101 640,00
72,00	varilla	Refuerzo liso No. 2 grado 40	Q 13,00	Q 936,00
59,00	varilla	Refuerzo corrugado No. 3 grado 40	Q 29,00	Q 1 711,00
539,00	varilla	Refuerzo corrugado No. 4 grado 40	Q 48,00	Q 25 872,00
57,00	varilla	Refuerzo corrugado No. 6 grado 40	Q 192,00	Q 10 944,00
369,00	libra	Alambre de amarre	Q 7,00	Q 2 583,00
249,00	libra	Clavos de diferentes medidas	Q 6,00	Q 1 494,00
829,84	pie-tablar	madera ( puesto en obra)	Q 9,00	Q 7 468,56
7,00	bolsa	Cal hidratada	Q 35,00	Q 245,00
Total Materiales			<b>Q</b>	<b>229 418,36</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL
5,00	viaje	transporte de materiales	Q 300,00	Q 1 500,00
Total de transporte			<b>Q</b>	<b>1 500,00</b>
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL
25,56	m3	hacer/colocar concreto	Q 200,00	Q 5 112,00
40656,00	unidad	colocación de ladrillo tayuyo	Q 1,50	Q 60 984,00
44,00	unidad	armado de tapadera	Q 100,00	Q 4 400,00
349,80	m2	acabado cernido + alisado	Q 50,00	Q 17 490,00
Total Mano de Obra Calificada			<b>Q</b>	<b>87 986,00</b>
Total Mano de Obra No Calificada			Q	-
<b>Costo directos (materiales + transporte + mano de obra)</b>			<b>Q</b>	<b>318 904,36</b>
Administración			Q	22 323,31
Supervisión			Q	31 890,44
Utilidades			Q	41 457,57
<b>Costos indirectos (administración + supervisión + utilidades)</b>			<b>Q</b>	<b>95 671,31</b>
<b>Costo total del renglón ( directos + indirectos)</b>			<b>Q</b>	<b>414 575,67</b>

Continuación de la tabla VIII.

<b>5,00</b>		<b>CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA 2.82 a 4.30 MTS</b>		<b>11,00</b>		<b>UNIDAD</b>	
<b>MATERIALES</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
314,00	saco	Cemento tipo portland 3000 PSI (puesto en obra)	Q 79,00	Q	24 806,00		
23,00	m3	Arena de río ( puesto en obra)	Q 120,00	Q	2 760,00		
4,20	m3	Piedrín triturado ( puesto en obra)	Q 220,00	Q	924,00		
18403,00	unidad	Ladrillo tayuyo 0.05*0.10*0.23 metros( puesto en obra)	Q 2,50	Q	46 007,50		
18,00	varilla	Refuerzo liso No. 2 grado 40	Q 13,00	Q	234,00		
15,00	varilla	Refuerzo corrugado No. 3 grado 40	Q 29,00	Q	435,00		
135,00	varilla	Refuerzo corrugado No. 4 grado 40	Q 48,00	Q	6 480,00		
24,00	varilla	Refuerzo corrugado No. 6 grado 40	Q 192,00	Q	4 608,00		
92,20	libra	Alambre de amarre	Q 7,00	Q	645,40		
62,40	libra	Clavos de diferentes medidas	Q 6,00	Q	374,40		
207,00	pie-tablar	madera ( puesto en obra)	Q 9,00	Q	1 863,00		
2,00	bolsa	Cal hidratada	Q 35,00	Q	70,00		
				Total Materiales	Q	<b>89 207,30</b>	
<b>TRANSPORTE</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
5,00	viaje	transporte de materiales	Q 300,00	Q	1 500,00		
				Total de transporte	Q	<b>1 500,00</b>	
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
6,39	m3	hacer/colocar concreto	Q 200,00	Q	1 278,20		
18 403	unidad	colocación de ladrillo tayuyo	Q 1,50	Q	27 604,50		
11,00	unidad	armado de tapadera	Q 100,00	Q	1 100,00		
147,62	m2	acabado cernido + alisado	Q 50,00	Q	7 381,00		
				Total Mano de Obra Calificada	Q	<b>37 363,70</b>	
				Total Mano de Obra No Calificada	Q	-	
				<b>Costo directos (materiales + transporte + mano de obra)</b>	Q	<b>128 071,00</b>	
				Administración	Q	8 964,97	
				Supervisión	Q	12 807,10	
				Utilidades	Q	16 649,23	
				<b>Costos indirectos (administración + supervisión + utilidades)</b>	Q	<b>38 421,30</b>	
				<b>Costo total del renglón ( directos + indirectos)</b>	Q	<b>166 492,30</b>	

Continuación de la tabla VIII.

<b>6,00</b>		<b>TUBERÍA PVC DIÁMETRO 6" NORMA ASTM F949</b>		<b>1 092,00</b>		<b>ML</b>	
<b>MATERIALES</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
182,00	tubo	tubería PVC ø6" con empaque, Norma ASTM F949 (puesto en obra)	Q 710,00	Q	129 220,00		
				Total Materiales		Q	<b>129 220,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
0,00	viaje	transporte de materiales	Q -	Q	-		
				Total de transporte		Q	-
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
182,00	unidad	colocación y union de tubería en zanja	Q 15,00	Q	2 730,00		
						Q	-
				Total Mano de Obra Calificada		Q	<b>2 730,00</b>
				Total Mano de Obra No Calificada		Q	-
				<b>Costo directos (materiales + transporte + mano de obra)</b>		Q	<b>131 950,00</b>
				Administración		Q	9 236,50
				Supervisión		Q	13 195,00
				Utilidades		Q	17 153,50
				<b>Costos indirectos (administración + supervisión + utilidades)</b>		Q	<b>39 585,00</b>
				<b>Costo total del renglón ( directos + indirectos)</b>		Q	<b>171 535,00</b>
<hr/>							
<b>7,00</b>		<b>TUBERÍA PVC DIÁMETRO 8" NORMA ASTM F949</b>		<b>1 056,00</b>		<b>ML</b>	
<b>MATERIALES</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
176,00	tubo	tubería PVC ø8" con empaque, Norma ASTM F949 (puesto en obra)	Q 1 146,00	Q	201 696,00		
				Total Materiales		Q	<b>201 696,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
0,00	viaje	transporte de materiales	Q -	Q	-		
				Total de transporte		Q	-
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
176,00	unidad	colocación y union de tubería en zanja	Q 15,00	Q	2 640,00		
				Total Mano de Obra Calificada		Q	<b>2 640,00</b>
				Total Mano de Obra No Calificada		Q	-
				<b>Costo directos (materiales + transporte + mano de obra)</b>		Q	<b>204 336,00</b>
				Administración		Q	14 303,52
				Supervisión		Q	20 433,60
				Utilidades		Q	26 563,68
				<b>Costos indirectos (administración + supervisión + utilidades)</b>		Q	<b>61 300,80</b>
				<b>Costo total del renglón ( directos + indirectos)</b>		Q	<b>265 636,80</b>

Continuación de la tabla VIII.

<b>8,00</b>		<b>TUBERÍA PVC DIÁMETRO 10" NORMA ASTM F949</b>		<b>582,00</b>		<b>ML</b>	
<b>MATERIALES</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
97,00	tubo	tubería PVC ø10" con empaque, Norma ASTM F949 (puesto en obra)	Q 1 752,00	Q	169 944,00		
				Total Materiales		Q	<b>169 944,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
0,00	viaje	transporte de materiales	Q -	Q	-		
				Total de transporte		Q	-
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
97,00	unidad	colocación y union de tubería en zanja	Q 15,00	Q	1 455,00		
				Total Mano de Obra Calificada		Q	<b>1 455,00</b>
				Total Mano de Obra No Calificada		Q	-
				<b>Costo directos (materiales + transporte + mano de obra)</b>		Q	<b>171 399,00</b>
				Administración		Q	11 997,93
				Supervisión		Q	17 139,90
				Utilidades		Q	22 281,87
				<b>Costos indirectos (administración + supervisión + utilidades)</b>		Q	51 419,70
				<b>Costo total del renglón ( directos + indirectos)</b>		Q	<b>222 818,70</b>

Continuación de la tabla VIII.

<b>9,00</b>	<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>		<b>408,00</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>MATERIALES</b>				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL
265,00	saco	Cemento tipo portland 3000 PSI (puesto en obra)	Q 79,00	Q 20 935,00
16,32	m3	Arena de río ( puesto en obra)	Q 120,00	Q 1 958,40
20,40	m3	Piedrín triturado ( puesto en obra)	Q 220,00	Q 4 488,00
408,00	unidad	tubo de concreto 10"	Q 110,00	Q 44 880,00
408,00	tubo	tubería PVC ø4", Norma ASTM F949(puesto en obra)	Q 168,00	Q 68 544,00
408,00	unidad	Empaques uniones y accesorios	Q 600,00	Q 244 800,00
408,00	unidad	Reducidor de 4"x3"	Q 135,00	Q 55 080,00
1154,64	varilla	Refuerzo liso No. 2 grado 40	Q 13,00	Q 15 010,32
445,00	libra	alambre de amarre	Q 7,00	Q 3 115,00
408,00	unidad	Yee de 4" S*G*G	Q 195,00	Q 79 560,00
37,00	libra	clavos varias medidas	Q 6,00	Q 222,00
730,32	pie-tablar	madera para formaleta	Q 9,00	Q 6 572,88
Total Materiales			<b>Q</b>	<b>545 165,60</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL
15,00	viaje	transporte de materiales	Q 300,00	Q 4 500,00
Total de transporte			<b>Q</b>	<b>4 500,00</b>
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL
408,00	unidad	construccion de base	Q 50,00	Q 20 400,00
408,00	unidad	construccion de tapadera	Q 50,00	Q 20 400,00
408,00	unidad	conexiones de tubería y accesorios	Q 75,00	Q 30 600,00
7,75	m3	hacer/colocar concreto	Q 200,00	Q 1 550,40
Total Mano de Obra Calificada			<b>Q</b>	<b>72 950,40</b>
Total Mano de Obra No Calificada			Q	-
<b>Costo directos (materiales + transporte + mano de obra)</b>			<b>Q</b>	<b>622 616,00</b>
Administración			Q	43 583,12
Supervisión			Q	62 261,60
Utilidades			Q	80 940,08
<b>Costos indirectos (administración + supervisión + utilidades)</b>			<b>Q</b>	<b>186 784,80</b>
<b>Costo total del renglón ( directos + indirectos)</b>			<b>Q</b>	<b>809 400,80</b>

Continuación de la tabla VIII.

<b>10,00</b>		<b>RELLENO Y COMPACTACIÓN</b>		<b>3 705,70</b>	<b>M3</b>
<b>MATERIALES Y HERRAMIENTAS</b>					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL	
210,00	m3	material selecto (puesto en obra)	Q 80,00	Q	16 800,00
Total Materiales y herramientas					<b>Q 16 800,00</b>
<b>TRANSPORTE Y MAQUINARIA</b>					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL	
40,00	día	retroexcavador	Q 2 000,00	Q	80 000,00
40,00	día	vibro-compactadora	Q 250,00	Q	10 000,00
0,00	viaje	transporte de materiales	Q -	Q	-
Total de transporte y maquinaria					<b>Q 90 000,00</b>
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>					
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL	
3705,70	m3	relleno y compactacion en zanja	Q 10,00	Q	37 057,00
Total Mano de Obra Calificada					<b>Q 37 057,00</b>
Total Mano de Obra No Calificada					Q -
<b>Costo directos (materiales + transporte + mano de obra)</b>					<b>Q 143 857,00</b>
Administración					Q 10 069,99
Supervisión					Q 14 385,70
Utilidades					Q 18 701,41
<b>Costos indirectos (administración + supervisión + utilidades)</b>					<b>Q 43 157,10</b>
<b>Costo total del renglón ( directos + indirectos)</b>					<b>Q 187 014,10</b>

Continuación de la tabla VIII.

<b>11,00</b>		<b>LIMPIEZA FINAL</b>		<b>2 597,77</b>		<b>ML</b>	
<b>MATERIALES</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
5,00	unidad	pala		Q	-		
5,00	unidad	carreta		Q	-		
15,00	bolsa	cal hidratada	Q 25,00	Q	375,00		
20,00	caja	bolsa plástica para basura	Q 35,00	Q	700,00		
Total Materiales				<b>Q</b>	<b>1 075,00</b>		
<b>TRANSPORTE</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
3,00	viaje	transporte de limpieza y material sobrante	Q 300,00	Q	900,00		
Total de transporte				<b>Q</b>	<b>900,00</b>		
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>							
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	UNITARIO	SUB-TOTAL			
2597,77	ml	limpieza final	Q 0,50	Q	1 298,89		
10,00	m3	retiro de material sobrante	Q 10,00	Q	100,00		
Total Mano de Obra Calificada				<b>Q</b>	<b>1 398,89</b>		
Total Mano de Obra No Calificada				Q	-		
<b>Costo directos (materiales + transporte + mano de obra)</b>				<b>Q</b>	<b>3 373,89</b>		
Administración				Q	236,17		
Supervisión				Q	337,39		
Utilidades				Q	438,61		
<b>Costos indirectos (administración + supervisión + utilidades)</b>				<b>Q</b>	<b>1 012,17</b>		
<b>Costo total del renglón ( directos + indirectos)</b>				<b>Q</b>	<b>4 386,05</b>		

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.15. Evaluación socioeconómica

El proyecto del sistema de alcantarillado sanitario tendrá una inversión de carácter social, ya que los beneficiarios directos serán los pobladores, por lo que no existe ninguna intención de obtener alguna remuneración con su utilización y se prohibirá la venta de derecho de utilización por parte de los vecinos del paraje beneficiado.



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

La Tasa Interna de Retorno se define como la tasa de interés que hace que los ingresos y egresos tengan el mismo valor, o sea que es el equilibrio entre el flujo de los mismos; debido a que este es un Proyecto de carácter social, no se pretende generar ningún ingreso, en consecuencia no se puede igualar los costos con los ingresos, por lo tanto no se puede obtener una Tasa Interna de Retorno.

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

El objetivo del Valor Presente Neto es determinar la rentabilidad del Proyecto, al término de cierto período de funcionamiento. Permitiendo predecir si la inversión es recuperable o no.

Debido a que existe una inversión inicial correspondiente al costo del proyecto, el Valor Presente Neto del proyecto es negativo y es de Q. 2 458 434,36 (dos millones cuatrocientos cincuenta y ocho mil cuatrocientos treinta y cuatro quetzales con 36/100). Este costo será de inversión social, no genera utilidad, por lo que los gastos tanto de ejecución y mantenimiento deben ser sufragados por el sector público (Gobierno) por medio de la Municipalidad, o por alguna otra organización no gubernamental, según se disponga.

## CONCLUSIONES

1. Se logró priorizar el Proyecto del sistema de drenaje sanitario para el Paraje de Chuinima del cantón Xesúc del municipio de San Cristóbal Totonicapán, Totonicapán.
2. La realización del Proyecto de drenaje sanitario beneficiará al paraje de Chuinima de múltiples maneras, de las cuales se pueden mencionar: la eliminación de focos de contaminación y proliferación de enfermedades y se mejorará el ornato del paraje entre otros.
3. Debido a la topografía del lugar, el diseño se trató de realizar con la menor pendiente posible, a fin de no tener que realizar excavaciones muy profundas que repercutan en gastos y peligro.
4. Con el apoyo de la Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente con la Facultad de Ingeniería y las municipalidades puede lograrse una mejora en la calidad de vida de los guatemaltecos a través de este tipo de proyectos.



## RECOMENDACIONES

1. Al momento de construir el sistema de drenaje sanitario se debe contar con al menos un profesional de ingeniería civil, para cumplir con las especificaciones técnicas garantizando la calidad del mismo.
2. La Municipalidad de San Cristóbal Totonicapán deberá proporcionar mantenimiento al sistema de drenaje cuando ya este en funcionamiento, a manera que el mismo cumpla su función adecuadamente.
3. Concientizar a la población sobre el uso adecuado del sistema de alcantarillado sanitario y su mantenimiento; asimismo, que no realicen conexiones ilícitas ni hacer uso inapropiado del sistema para evitar el colapso del mismo, ya que es solamente un sistema de alcantarillado sanitario.
4. Utilizar los materiales de construcción con la calidad establecida en las especificaciones y los planos, y que el ejecutor trabaje con certificado de materiales y que la mano de obra sea calificada para realizar un trabajo de óptima calidad.
5. Priorizar los proyectos que ofrecen el mejoramiento de la calidad de vida de la población, tanto en el ámbito sanitario como socioeconómico.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BRAVO FUENTES, Gerson Nehemías. *Ampliación y mejoramiento de camino de acceso a la aldea Santo Domingo y diseño del drenaje sanitario para el caserío Nueva Jerusalem, aldea San Rafael Sacatepéquez, departamento de San Marcos*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 74 p.
2. CULAJAY CHITAY, Manuel. *Diseño de drenaje sanitario y sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Pinal del río, San José El Ídolo, Suchitepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2010. 87 p.
3. Empresa Municipal de Agua e Instituto Nacional de Fomento Municipal. *Reglamento General para el Diseño de Alcantarillas y drenajes*. Guatemala: EMPAGUA, INFOM. 2003. 80 p.
4. Instituto Nacional de Estadística. *XI Censo de población y VI de habitación*, Guatemala: INE. 2002. 14 p.

5. PÉREZ GONZÁLEZ, William Alejandro, *Diseño de drenaje sanitario para la comunidad San Miguel Las Pilas, finca La Providencia y diseño del salón comunal para la comunidad Nueva Cajolá, municipio de Champerico, departamento de Retalhuleu*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2009. 175 p.

## **APÉNDICES**





Apéndice 1. **Listado de planos**

LISTADO DE PLANOS	
No.	DESCRIPCIÓN
1	PLANTA GENERAL
01-A	PLANTA TOPOGRAFICA
2	PLANTA-PERFIL DE PV-0 A PV-14
3	PLANTA-PERFIL DE PV-3A A PV-3 Y DE PV-2A A PV-2
4	PLANTA-PERFIL DE PV-5B A PV-5 Y DE PV-6G A PV-6
5	PLANTA-PERFIL DE PV-7-1 A PV-7 Y DE PV-7C A PV-7
6	PLANTA-PERFIL DE PV-9L A PV-9I Y DE PV-9H A PV-9
7	PLANTA-PERFIL DE PV-9G A PV-9D Y DE PV-12G A PV-12
8	PLANTA-PERFIL DE PV-11A A PV-11, DE PV-12D A PV-12B Y DE PV-15 A PV-14
8	DETALLES DE PROYECTO
10	DETALLES DE PROYECTO







# tabla de libreta topográfica

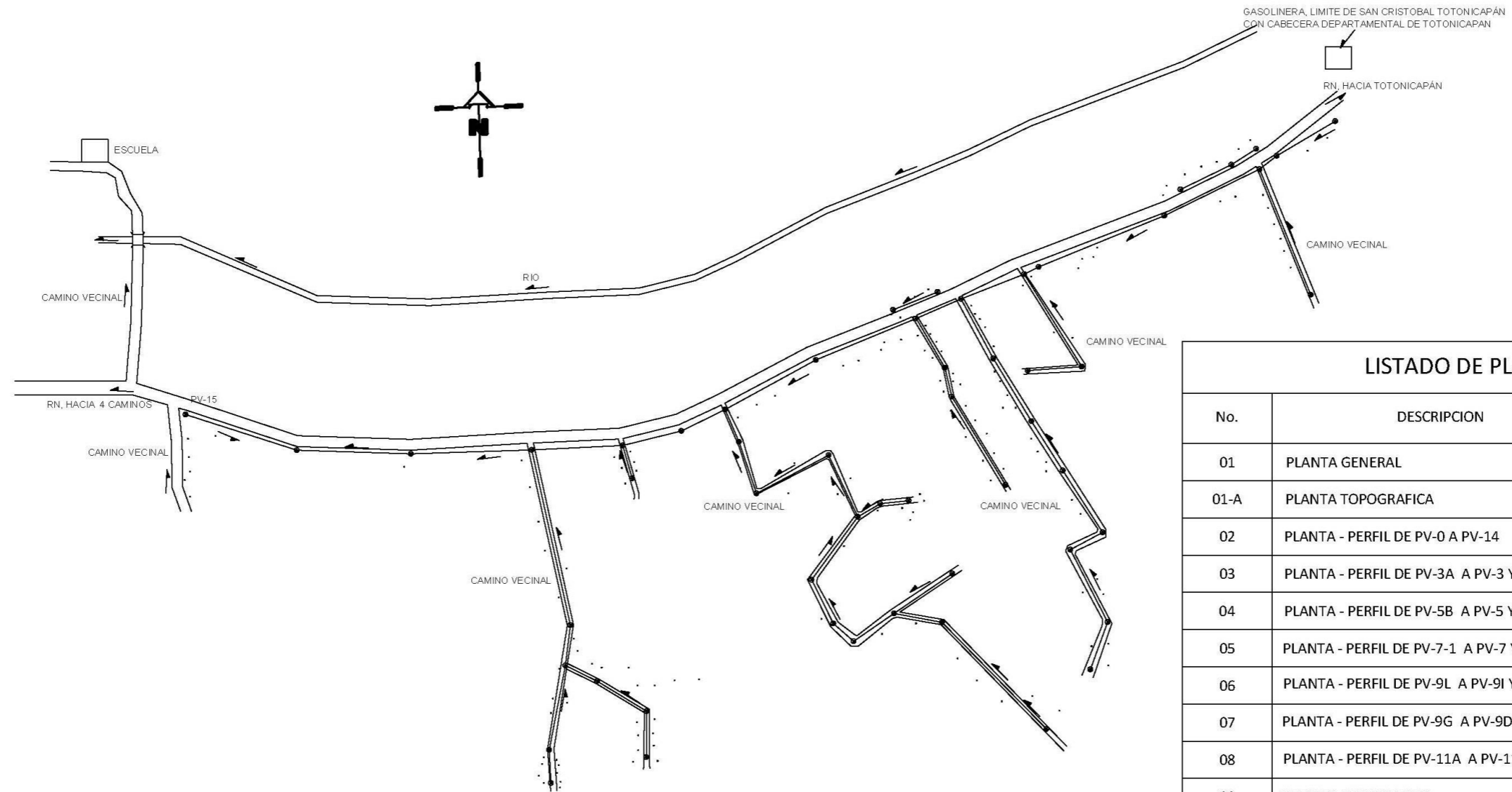
Est. P.O.	Dist. hor. (m)	Angulo Vertical				Angulo horizontal (Arquí.)				Coordenadas proyección				Coordenadas rectas				H. Instrumento mts	Letras de hilos				Inclinación (°)	Distancia vertical (m)	Diferencia de nivel (m)	Cota h.a.	Observaciones				
		+	-	+	-	+	-	+	-	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	X	Y	X	Y		H.S.	H.M.	H.L.	lectura									
0	0.0000	110	34	40	20	31	40	20	57	124	37	15	124	62083	0.0000	0.0000	0	0	1.385	0.5	-0.5	0.5	0.6911	1.9920	0.0000	-0.8820	100.0000				
0	1.487981	91	18	41	1	18	41	1	31	131	29	21	58	136	36611	-25.86418	-42.99951	-15.86418	-42.99951	1.385	0.73	0.25	0.25	0.04576	1.9820	1.1400	0.2390	99.74100			
1	14.592057	69	59	25	3	59	25	3	59	208	46	57	208	70650	5.19568	15.01061	-20.83730	-58.01742	1.38	0.88	0.8	0.72	0.08	1.9880	1.1070	0.53070	98.21030				
1	18.392909	92	30	16	2	30	16	2	30	158	51	58	238	66851	4.52794	-33.28637	-32.01712	-76.29288	1.38	0.77	0.6	0.43	0.07	1.9800	1.4047	0.70427	99.02672				
1	2.169885	90	30	20	2	30	20	2	30	269	28	29	239	49529	-9.72549	-12.66786	-58.80761	-58.80761	1.38	0.88	0.8	0.72	0.08	1.9800	0.99586	0.11856	98.61145				
2	24.992337	87	36	18	2	36	18	2	36	157	46	45	157	61250	-92.63990	-92.63990	-17.96245	-17.96245	1.38	1.8	1.3	0.8	0.5	1.9800	4.17520	1.49520	103.87683				
2	3.589675	91	40	8	1	40	8	1	40	189	8	5	247	75389	15.98130	-81.18451	-81.18451	-85.86889	1.38	0.97	0.8	0.65	0.17	1.9800	1.07888	0.88863	99.11281				
3	4.492961	91	40	14	1	40	14	1	40	14	14	57	244	79917	-18.10894	-38.7828	-49.45788	-125.64460	1.505	0.83	0.61	0.39	0.22	1.9500	1.9217	0.38171	98.73564				
3	27.89889	95	27	13	3	27	13	3	27	13	3	27	13	3	27	13	3	27	13	1.505	0.44	0.3	0.16	0.14	0.10206	1.9500	1.88867	0.47867	98.64414		
4	5.329292	92	40	55	2	40	55	2	40	55	2	40	55	2	40	55	2	40	55	1.45	0.67	0.51	0.35	0.16	0.9349	1.4500	1.46585	0.55585	98.17979		
5	6.679969	90	35	38	0	35	38	0	35	38	0	35	38	0	35	38	0	35	38	1.42	0.84	0.5	0.16	0.34	0.00773	1.4000	0.70479	-0.21521	98.93500		
6	7.118265	95	57	50	3	57	50	3	57	50	3	57	50	3	57	50	3	57	50	1.51	0.78	0.7	0.64	0.06	0.9791	1.5000	0.97300	0.01755	98.37145		
7	74.799816	89	16	11	0	16	11	0	16	11	0	16	11	0	16	11	0	16	11	1.46	0.9	0.5	0.1	0.4	0.02433	1.4000	0.97300	-0.96690	100.31046		
7	71.00000																			1.46					0	0	1.46000	0.00000	-1.46000	100.10000	
7	49.98988	91	7	3	1	7	3	1	7	3	1	7	3	1	7	3	1	7	3	1.46	0.75	0.5	0.25	0.25	0.05900	1.4000	0.97496	0.01486	98.36249		
8	49.99894	89	13	19	0	13	19	0	13	19	0	13	19	0	13	19	0	13	19	1.72	0.87	0.6	0.39	0.21	0.27	1.7200	0.49584	-0.86946	100.56975		
8	4.92986	89	53	51	0	53	51	0	53	51	0	53	51	0	53	51	0	53	51	1.52	0.715	0.5	0.26	0.215	0.00358	1.5000	0.07698	-1.94307	102.66668		
8	70.589685	88	58	23	1	58	23	1	58	23	1	58	23	1	58	23	1	58	23	1.48	1.1	0.69	0.58	0.27	0.27	0.8880	1.4800	0.86796	-1.48294	104.28284	
8	26.99933	90	27	4	0	27	4	0	27	4	0	27	4	0	27	4	0	27	4	1.56	0.935	0.8	0.665	0.135	0.135	0.01575	1.5000	0.21257	-0.54743	104.83177	
8	39.90010	87	58	41	2	58	41	2	58	41	2	58	41	2	58	41	2	58	41	1.905	1.905	0.8	0.6	0.3	0.3	0.06154	1.9000	2.44627	0.34427	108.18984	
8	39.99905	90	35	32	0	35	32	0	35	32	0	35	32	0	35	32	0	35	32	1.905	1.905	0.8	0.615	0.165	0.165	0.01667	1.9000	0.98241	-0.97359	108.54964	
9	35.96357	91	49	23	1	49	23	1	49	23	1	49	23	1	49	23	1	49	23	1.54	0.98	0.4	0.22	0.18	0.18	0.06359	1.9000	1.44469	0.15469	98.20780	
9	41.99986	89	16	48	0	16	48	0	16	48	0	16	48	0	16	48	0	16	48	1.44	0.71	0.5	0.29	0.21	0.02571	1.4000	0.52985	-1.40085	98.68775		
9	24.99264	90	45	32	0	45	32	0	45	32	0	45	32	0	45	32	0	45	32	1.45	0.61	0.5	0.39	0.11	0.11	0.02649	1.4000	0.29136	-0.65864	100.34538	
9	75.98666	89	14	27	0	14	27	0	14	27	0	14	27	0	14	27	0	14	27	1.55	0.68	0.5	0.12	0.08	0.02650	1.5000	1.06888	-1.04512	102.40828		
9	18.00000	90	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	1.525	0.525	0.4	0.275	0.125	0.125	0.03300	1.5250	0.68376	-0.6124	98.66904	
9	78.97786	90	57	9	0	57	9	0	57	9	0	57	9	0	57	9	0	57	9	1.525	2.39	2.3	2.21	0.09	0.00010	1.5250	0.00106	0.77666	97.42114		
10	75.94902	91	29	3	1	29	3	1	29	3	1	29	3	1	29	3	1	29	3	1.525	0.9	0.5	0.1	0.4	0.08324	1.5250	1.92970	0.30670	97.98511		
11	25.94645	85	35	30	4	35	30	4	35	30	4	35	30	4	35	30	4	35	30	1.54	0.9	0.52	0.14	0.38	0.06178	1.54000	1.96780	0.94780	96.91531		
11	14.98464	85	35	30	4	35	30	4	35	30	4	35	30	4	35	30	4	35	30	1.575	0.9	0.4	0.27	0.19	0.19	0.0584	1.57500	1.98218	0.01718	100.12248	
11	18.399439	90	40	43	0	40	43	0	40	43	0	40	43	0	40	43	0	40	43	1.6	0.6	0.4	0.2	0.2	0.02369	1.60000	0.47371	-0.77629	100.84977		
11	59.97005	91	14	12	1	14	12	1	14	12	1	14	12	1	14	12	1	14	12	1.935	0.69	0.6	0.29	0.28	0.04815	1.93500	1.94644	0.93864	100.48914		
11	49.99977	89	52	38	0	52	38	0	52	38	0	52	38	0	52	38	0	52	38	1.555	0.75	0.5	0.25	0.25	0.04429	1.55500	0.10715	-1.94765	101.65128		
11	11.98990	91	19	15	1	19	15	1	19	15	1	19	15	1	19	15	1	19	15	1.54	0.895	0.8	0.705	0.065	0.06869	1.54000	0.49785	-0.30025	101.95844		
11	8.97100	93	4	31	3	31	3	3	31	3	3	31	3	3	31	3	3	31	3	1.555	0.945	0.9	0.855	0.045	0.045	1.55500	0.48214	-0.15286	102.18630		
11	116.287497	91	58	43	1	58	43	1	58	43	1	58	43	1	58	43	1	58	43	1.535	0.605	0.5	0.395	0.105	0.08801	1.53500	0.72462	-0.31188	102.26381		
11	75.70058	86	46	23	3	46	23	3	46	23	3	46	23	3	46	23	3	46	23	1.535	3.69	3.52	2.65	0.37	0.1123	1.53500	4.11615	-0.78665	104.28488		
11	119.517307	88	41	45	1	41	45	1	41	45	1	41	45	1	41	45	1	41	45	1.38	3.36	3.3	3.04	0.36	0.04550	1.38000	1.18296	-3.49704	103.54735		
11	7.99975	90	42	3	0	42	3	0	42	3	0	42	3	0	42	3	0	42	3	1.47	0.44	0.4	0.36	0.04	0.02504	1.47000	0.10077	-0.96885	104.51738		
11	35.99967	89	49	32	0	49	32	0	49	32	0	49	32	0	49	32	0	49	32	1.47	0.78	0.6	0.42	0.08	0.06069	1.47000	0.10980	-1.96040	104.52715		

Fuente: elaboración propia.

# Continuación de tabla de libreta topográfica

Est. P.O.	Dia. hor. (m)	Angulo vertical (cent)			Angulo vertical			Angulo horizontal (Acum.)			Coordenadas parciales		Coordenadas totales		H. Instrumento	Lectura de nivel			Hekt. Masas	Diferencia vertical (m) (Dicha + menos)	Diferencia de nivel (Dicha + menos)	Cota A	OBSERVACIONES					
		+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	Y	X		m	R.S.	R.M.						R.L.				
110	11	109.2029	07	55	24	27	2.4075	155	38	54	155.6463	76.5626	-486.628	-211.577	1.465	3.59	3.04	2.49	0.55	0.9884	1.4500	41.660	0.1163	107.5608				
111	11M	35.9906	90	54	47	0	54	47	0.9106	235	17	235.2628	-20.4925	-29.5844	-301.367	-34.944	1.465	1.89	1.62	0.18	0.0387	1.4500	0.1790	0.8860	107.6585			
110M	10	19.2924	93	24	32	0	24	32	3.4075	241	25	241.4268	19.0485	-14.9445	-369.202	-369.202	1.59	0.9	0.8	0.7	0.1	0.1866	1.5900	1.8664	102.2621			
110M	10	35.9993	90	31	45	0	31	45	0.2947	333	37	333.6208	32.4893	-15.99127	-385.962	-385.962	1.48	0.78	0.6	0.42	0.18	0.01847	1.4600	0.3347	102.8085			
111	11	35.6819	93	7	21	3	7	21	3.1235	243	26	243.9663	-15.7693	-32.446	-371.633	-481.232	1.52	0.79	0.6	0.42	0.18	0.0979	1.5200	1.9584	99.9127			
111	11	79.8493	91	26	6	1	26	6	1.435	250	42	250.7139	-26.4044	-75.4638	-534.472	-534.472	1.52	1.9	1.5	1.1	0.4	0.05907	1.5200	2.0030	198.280			
113	13	35.2041	79	54	14	4	10	5	4	10.0641	163	46	11	163.3972	-24.9566	-29.465	-517.428	-4.455	1.93	1.8	1.67	0.13	0.13	1.4500	4.4672	1.3222	99.1173	
114	14	66.8713	92	30	35	2	30	35	2.8972	267	9	267.1936	-3.2018	-66.7890	-341.590	-581.261	1.455	1	0.67	0.33	0.30	0.34	1.4500	2.9104	2.1804	92.8267		
114	14	131.2945	88	49	27	4	26	33	1.2758	167	34	167.5966	-129.847	28.9743	379.437	582.686	1.395	3.74	3.08	2.42	0.66	0.0462	1.3900	2.9833	1.5266	84.0790		
145	14C	63.0516	83	3	20	6	30	6.94127	190	52	3	190.6670	-61.8944	-11.8921	-462.097	-578.462	1.445	0.82	0.5	0.18	0.20	0.32	1.4500	1.8266	5.7626	105.1025		
14C	14C	24.2704	66	26	30	4	23	29	2	23.5506	176	50	12	176.0367	-24.3311	-1.94461	-486.430	-577.117	1.385	0.845	0.7	0.55	0.145	1.3800	16.7206	6.3705	116.40912	
145	14E	26.0020	90	0	31	0	0	31	0.0861	115	51	44	115.8622	-11.9142	23.9359	-411.524	-543.176	1.38	0.33	0.4	0.27	0.13	0.0230	1.4500	0.0280	6.9769	97.4548	
14E	14E	42.59978	84	36	11	5	29	49	5.98694	121	14	17	121.2886	-21.0920	36.4236	-425.936	-506.752	1.475	0.715	0.5	0.282	0.215	0.10728	1.4500	4.0249	20.8937	102.4445	
14E	14H	79.98112	80	52	45	0	52	45	0.86026	163	12	163.2683	6.88602	79.70160	-484.836	-484.836	1.41	0.9	0.5	0.1	0.4	0.02072	1.4100	1.2861	63.9651	97.1387		
15	15A	23.9815	93	5	53	3	5	33	3.0925	348	2	348.0367	29.8680	-4.5585	-624.766	-624.766	1.45	0.62	0.5	0.38	0.12	0.1074	1.4500	1.2928	6.8467	93.11623		
15	15	88.9911	89	49	7	0	10	53	0.18139	269	10	42	269.1783	-2.5917	-88.9413	-344.419	-690.215	1.375	1.81	1.365	0.92	0.445	0.02633	1.3700	0.2916	2.4924	93.11623	
15	15	83.9913	90	11	5	0	11	5	0.18472	271	45	27	271.7501	2.5746	-83.9597	-341.845	-744.175	1.415	0.92	0.5	0.08	0.42	0.02645	1.4100	0.2781	6.64419	93.76342	
16	17	85.9719	90	54	45	0	54	45	0.5125	287	48	287.8361	-26.3037	-81.8651	-515.542	-515.542	1.455	0.93	0.5	0.07	0.43	0.02685	1.4500	1.3694	6.6441	93.3380		

Fuente: elaboración propia.



LISTADO DE PLANOS	
No.	DESCRIPCION
01	PLANTA GENERAL
01-A	PLANTA TOPOGRAFICA
02	PLANTA - PERFIL DE PV-0 A PV-14
03	PLANTA - PERFIL DE PV-3A A PV-3 Y DE PV-2A A PV-2
04	PLANTA - PERFIL DE PV-5B A PV-5 Y DE PV-6G A PV-6
05	PLANTA - PERFIL DE PV-7-1 A PV-7 Y DE PV-7C A PV-7
06	PLANTA - PERFIL DE PV-9L A PV-9I Y DE PV-9H A PV-9
07	PLANTA - PERFIL DE PV-9G A PV-9D Y DE PV-12G A PV-12
08	PLANTA - PERFIL DE PV-11A A PV-11, DE PV-12D A PV-12B Y DE PV-15 A PV-14
09	DETALES DE PROYECTO
10	DETALES DE PROYECTO

# PLANTA GENERAL

ESCALA :1/4000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA.  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TONICAPÁN, TONICAPÁN**

MUNICIPIO: <b>SAN CRISTOBAL</b>	DEPTO: <b>TONICAPÁN</b>
CONTENIDO: <b>PLANTA GENERAL</b>	DISEÑO: <b>M.I.CH.</b>
ESCALA: <b>INDICADA</b>	FECHA: <b>ABRIL DE 2014</b>
REVISÓ:	CALCULÓ: <b>M.I.CH.</b>
DIBUJÓ: <b>M.I.CH.</b>	F. _____ ING. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE E.P.S.

HOJA

01

10



LIBRETA TOPOGRAFICA PV-0 A PV-14					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-0	0.00	0.00	000°00'00"	100.00
PV-0	PV-1	49.97	49.97	239°21'59"	99.74
PV-1	PV-2	15.97	65.94	232°29'23"	99.62
PV-2	PV-3	77.92	143.86	243°54'24"	98.74
PV-3	PV-4	99.92	243.78	247°54'12"	98.39
PV-4	PV-5	11.94	255.72	249°18'59"	98.38
PV-5	PV-6	49.98	305.70	248°14'30"	98.36
PV-6	PV-7	95.96	341.66	246°26'43"	98.21
PV-7	PV-8	79.98	421.64	247°52'17"	97.90
PV-8	PV-9	75.95	497.59	241°22'06"	96.96
PV-9	PV-10	95.89	533.48	243°56'19"	95.92
PV-10	PV-11	44.51	577.99	256°10'34"	94.97
PV-11	PV-12	66.87	644.86	267°09'09"	92.83
PV-12	PV-13	89.00	733.86	268°10'42"	93.12
PV-13	PV-14	84.00	817.86	271°45'22"	93.76

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-2A A PV-2					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-2A	0.00	0.00	000°00'00"	103.88
PV-2A	PV-2	99.82	99.82	337°48'45"	99.62

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-3A A PV-3					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-3A	0.00	0.00	000°00'00"	99.21
PV-3A	PV-3B	21.64	21.64	237°00'26"	99.04
PV-3B	PV-3C	41.67	63.31	244°02'27"	98.64
PV-3C	PV-3	22.57	85.88	211°46'13"	98.74

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-5B A PV-5					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-5B	0.00	0.00	000°00'00"	100.80
PV-5B	PV-5A	39.81	39.81	085°55'04"	100.11
PV-5A	PV-5	79.99	119.80	328°04'20"	98.38

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-6G A PV-6					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-6G	0.00	0.00	000°00'00"	108.54
PV-6G	PV-6F	37.00	37.00	020°06'32"	108.18
PV-6F	PV-6E	8.97	45.97	332°40'30"	104.83
PV-6E	PV-6D	18.99	64.96	061°43'07"	104.28
PV-6D	PV-6C	53.98	118.94	327°09'18"	102.67
PV-6C	PV-6B	43.00	161.94	337°29'52"	101.57
PV-6B	PV-6A	54.00	215.94	328°35'42"	100.00
PV-6A	PV-6	49.99	265.93	331°33'19"	98.36

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-7-1 A PV-7					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-7-1	0.00	0.00	000°00'00"	98.67
PV-7-1	PV-7-2	35.16	35.16	248°04'31"	97.43
PV-7-2	PV-7	7.49	42.65	110°22'31"	98.21

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-7C A PV-7					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-7C	0.00	0.00	000°00'00"	102.40
PV-7C	PV-7B	75.99	75.99	328°42'57"	100.35
PV-7B	PV-7A	22.00	97.99	346°08'37"	99.69
PV-7A	PV-7	41.99	139.98	329°49'35"	98.21

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-9L A PV-9I					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-9L	0.00	0.00	000°00'00"	107.57
PV-9L	PV-9K	109.81	109.81	315°38'54"	104.53
PV-9K	PV-9I	36.00	145.81	280°16'28"	103.55

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-9H A PV-9					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-9H	0.00	0.00	000°00'00"	104.28
PV-9H	PV-9I	51.97	51.97	295°39'22"	103.55
PV-9I	PV-9M	35.99	87.96	235°17'04"	102.66
PV-9M	PV-9N	19.99	107.89	311°25'15"	102.26
PV-9N	PV-9D	36.00	143.89	333°37'32"	102.81
PV-9D	PV-9D	57.41	201.30	361°7'54"	101.65
PV-9D	PV-9C	50.00	251.30	334°30'55"	100.49
PV-9C	PV-9B	59.97	311.27	242°15'38"	100.85
PV-9B	PV-9A	39.99	351.26	341°07'04"	100.12
PV-9A	PV-9	25.85	377.11	336°48'57"	98.96

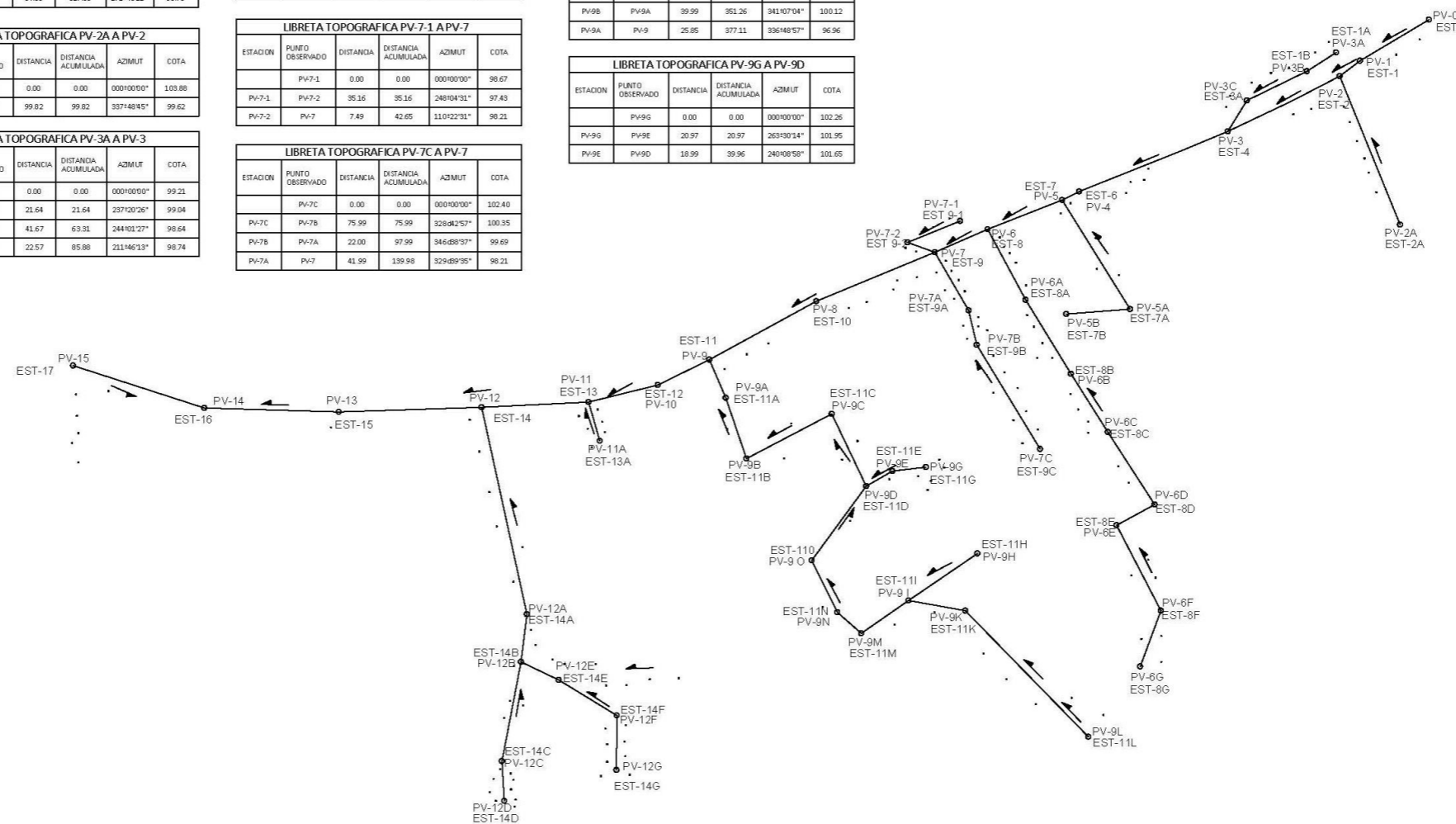
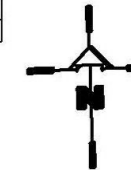
LIBRETA TOPOGRAFICA PV-9G A PV-9D					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-9G	0.00	0.00	000°00'00"	102.26
PV-9G	PV-9E	20.97	20.97	263°39'14"	101.95
PV-9E	PV-9D	18.99	39.96	240°08'58"	101.65

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-11A A PV-11					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-11A	0.00	0.00	000°00'00"	99.12
PV-11A	PV-11	25.20	25.20	343°46'12"	94.97

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-12G A PV-12					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-12G	0.00	0.00	000°00'00"	105.61
PV-12G	PV-12F	39.85	39.85	000°23'47"	102.45
PV-12F	PV-12E	42.60	76.45	301°14'17"	97.45
PV-12E	PV-12B	26.00	102.45	295°51'48"	96.48
PV-12B	PV-12A	29.95	132.40	007°04'06"	94.08
PV-12A	PV-12	131.93	264.33	347°34'50"	92.83

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-12D A PV-12B					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-12D	0.00	0.00	000°00'00"	116.41
PV-12D	PV-12C	24.37	24.37	356°50'12"	105.10
PV-12C	PV-12B	63.07	87.44	356°50'12"	96.48

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-15 A PV-14					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZMUT	COTA
	PV-15	0.00	0.00	000°00'00"	93.38
PV-15	PV-14	85.98	85.98	107°48'50"	93.76



# PLANTA TOPOGRAFICA

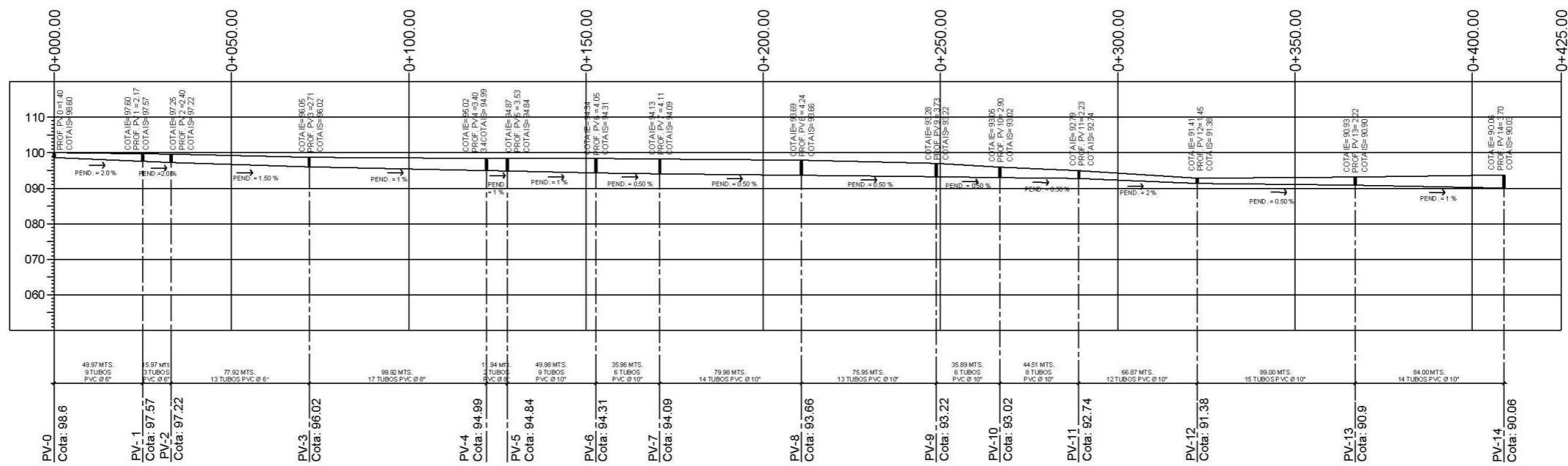
ESCALA : 1/40000

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TONONICAPÁN, TONONICAPÁN**

MUNICIPIO: <b>SAN CRISTOBAL</b>		DEPTO: <b>TONONICAPÁN</b>	
CONTENIDO: <b>PLANTA DE TOPOGRAFIA</b>	DISEÑO: <b>M.I.CH.</b>	CALCULO: <b>M.I.CH.</b>	
ESCALA: <b>INDICADA</b>	FECHA: <b>ABRIL DE 2014</b>	DIBUJO: <b>M.I.CH.</b>	
REVISO:	ING. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE E.P.S.		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

HOJA **01-A**  
**10**

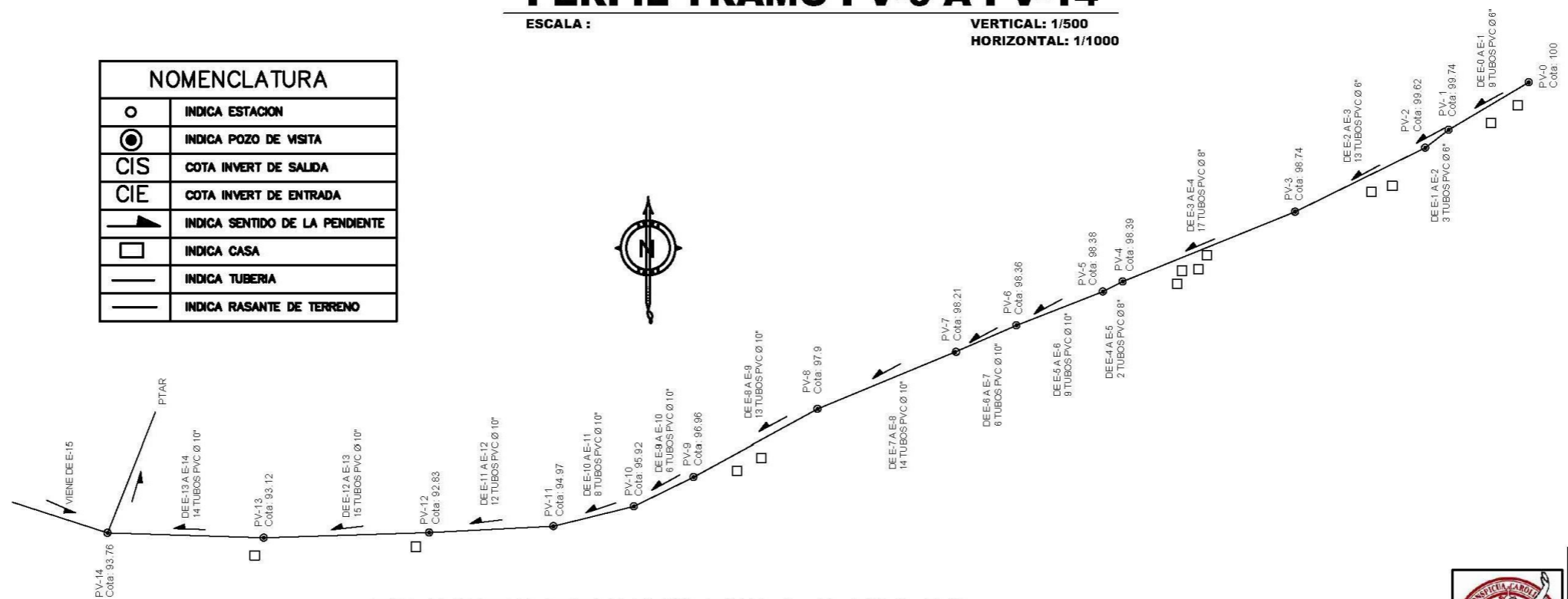


## PERFIL TRAMO PV-0 A PV-14

ESCALA :

VERTICAL: 1/500  
HORIZONTAL: 1/1000

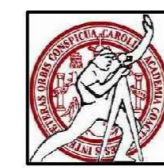
NOMENCLATURA	
○	INDICA ESTACION
⊙	INDICA POZO DE VISITA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
▶	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
□	INDICA CASA
—	INDICA TUBERIA
—	INDICA RASANTE DE TERRENO



## PLANTA TRAMO PV-1 A PV-14

ESCALA : 1/2000

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-0 A PV-14					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	ADMUT	COTA
PV-0	PV-0	0.00	0.00	000°00'00"	100.00
PV-1	PV-1	49.97	49.97	239°21'59"	99.74
PV-2	PV-2	15.97	65.94	232°29'23"	99.62
PV-3	PV-3	77.92	143.86	243°54'24"	98.74
PV-4	PV-4	99.92	243.78	247°54'12"	98.39
PV-5	PV-5	11.94	255.72	243°18'39"	98.38
PV-6	PV-6	49.98	305.70	248°43'40"	98.36
PV-7	PV-7	35.96	341.66	246°26'49"	98.21
PV-8	PV-8	79.98	421.64	247°32'17"	97.90
PV-9	PV-9	75.95	497.59	241°22'06"	96.96
PV-10	PV-10	35.89	533.48	243°56'19"	95.92
PV-11	PV-11	44.51	577.99	256°10'34"	94.97
PV-12	PV-12	66.87	644.86	267°09'09"	92.83
PV-13	PV-13	89.00	733.86	268°10'42"	93.12
PV-14	PV-14	84.00	817.86	271°45'22"	93.76



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN

MUNICIPIO: SAN CRISTOBAL DEPARTAMENTO: TOTONICAPÁN

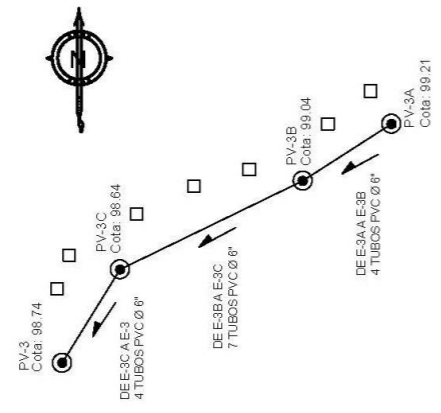
CONTENIDO: TRAMO PV-0 A PV-14 DISEÑO: M.I.CH.

ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL DE 2014 CÁLCULO: M.I.CH.

REVISOR: DIBUJO: M.I.CH.

F. ING. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE E.P.S.

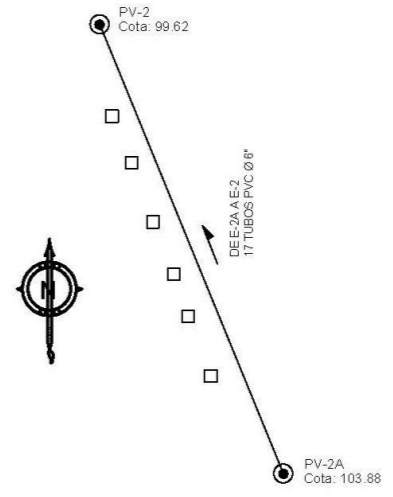
HOJA 02 / 10



**PLANTA TRAMO PV-3A A PV-3**

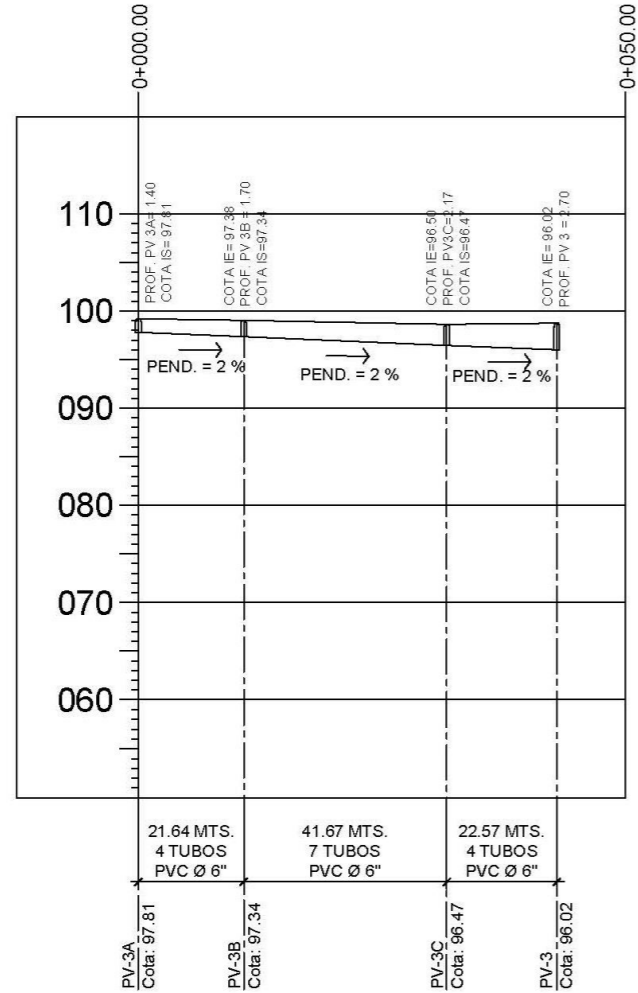
ESCALA :1/1000

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-3A A PV-3					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZIMUT	COTA
	PV-3A	0.00	0.00	000º00'00"	99.21
PV-3A	PV-3B	21.64	21.64	237º20'26"	99.04
PV-3B	PV-3C	41.67	63.31	244º01'27"	98.64
PV-3C	PV-3	22.57	85.88	211º46'13"	98.74



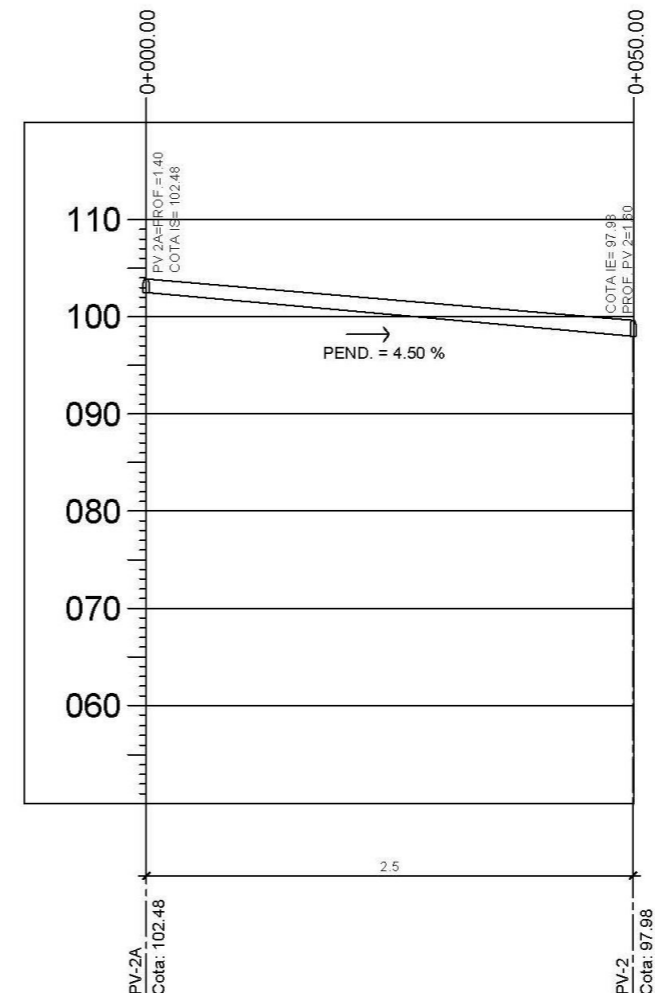
**PLANTA TRAMO PV-2A A PV-2**

ESCALA :1/1000



**PERFIL TRAMO PV-3A A PV-3**

ESCALA : VERTICAL: 1/500 HORIZONTAL: 1/1000



**PERFIL TRAMO PV-2A A PV-2**

ESCALA : VERTICAL: 1/500 HORIZONTAL: 1/1000

NOMENCLATURA	
○	INDICA ESTACION
⊙	INDICA POZO DE VISITA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
→	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
□	INDICA CASA
—	INDICA TUBERIA
—	INDICA RASANTE DE TERRENO

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-2A A PV-2					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZIMUT	COTA
	PV-2A	0.00	0.00	000º00'00"	103.88
PV-2A	PV-2	99.82	99.82	337º48'45"	99.62

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN**

MUNICIPIO: **SAN CRISTOBAL** DEPTO: **TOTONICAPÁN**

CONTENIDO: **TRAMO PV-3A A PV-3** DISEÑO: **M.I.CH.**  
**TRAMO PV-2A A PV-2**

ESCALA: **INDICADA** FECHA: **ABRIL DE 2014** CALCULÓ: **M.I.CH.**

REVISÓ: \_\_\_\_\_ DIBUJÓ: **M.I.CH.**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

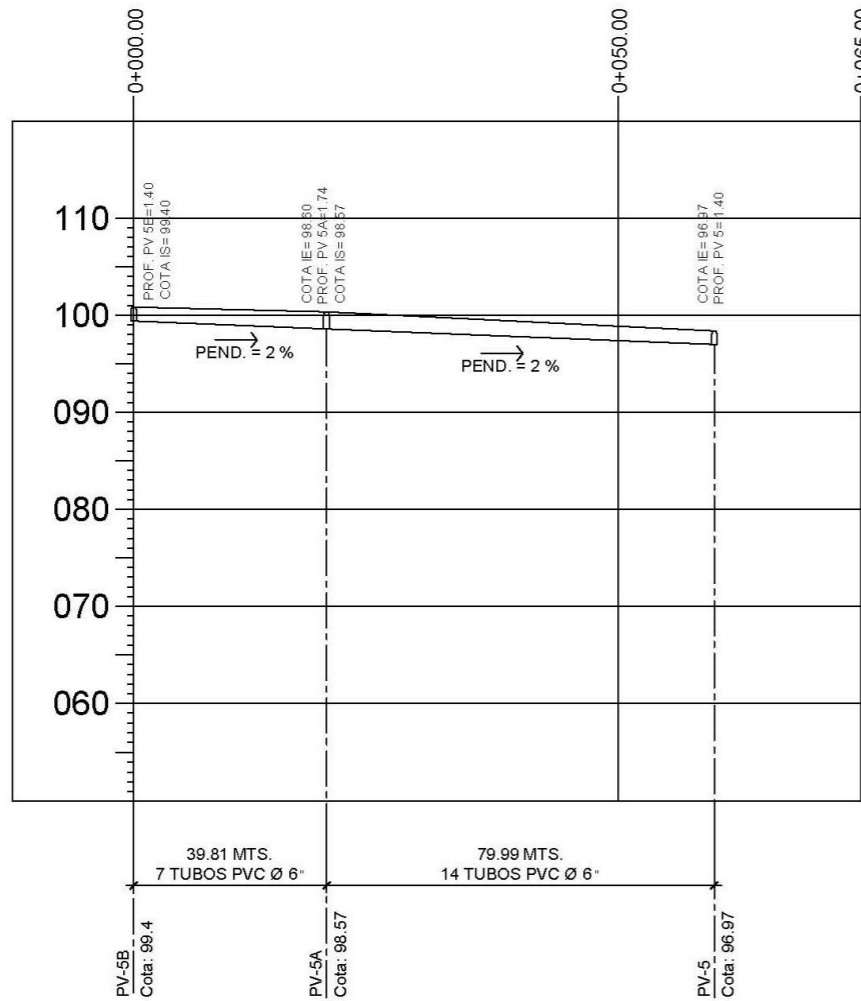
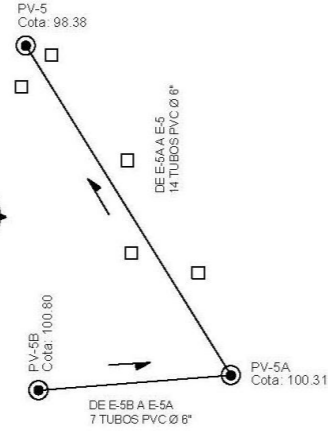
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

ING. SILVIO RODRIGUEZ  
ASESOR DE E.P.S.

**HOJA**  
03  
10

### PLANTA TRAMO PV-5B A PV-5

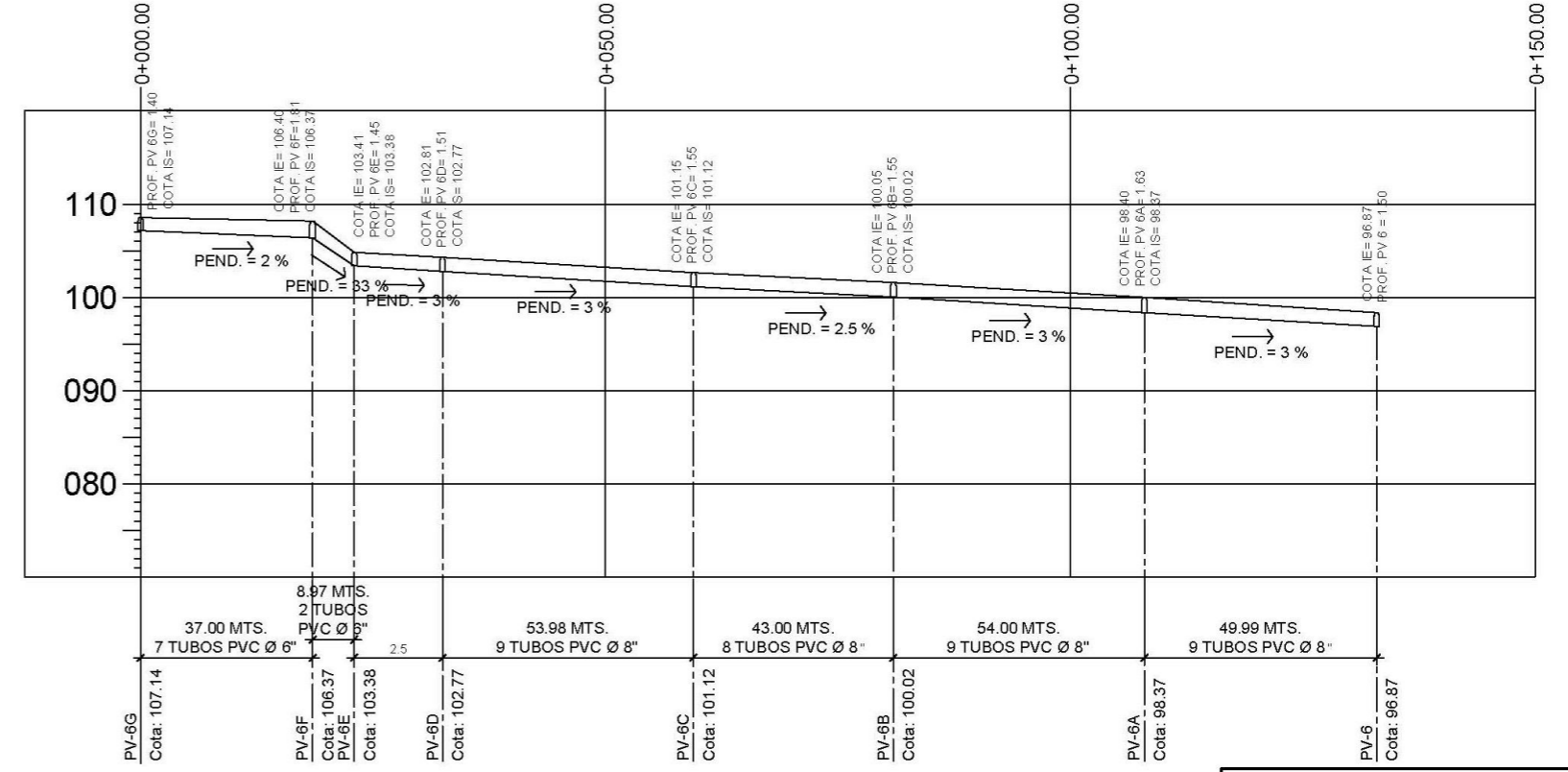
ESCALA :1/1000



### PERFIL TRAMO PV-5B A PV-5

ESCALA :

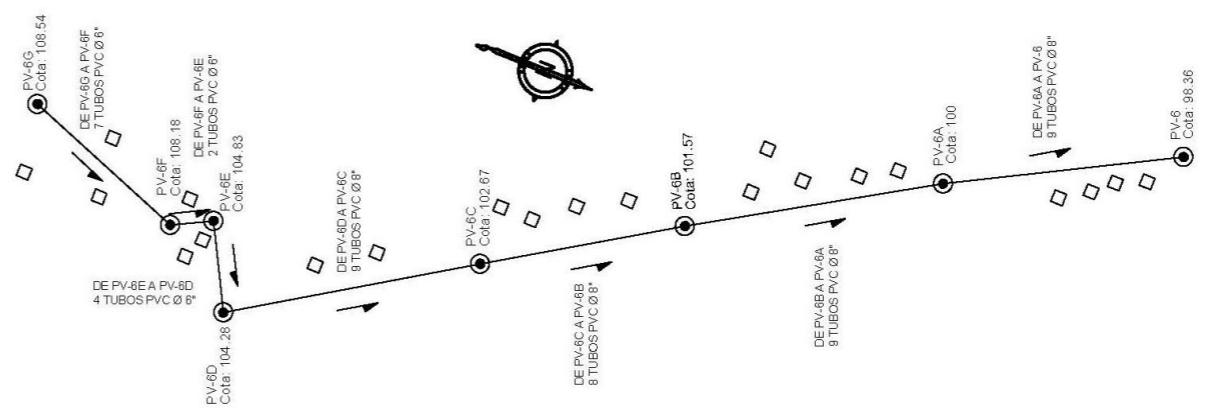
VERTICAL: 1/500  
HORIZONTAL: 1/1000



### PERFIL TRAMO PV-6G A PV-6

ESCALA :

VERTICAL: 1/500  
HORIZONTAL: 1/1000



### PLANTA TRAMO PV-6G A PV-6

ESCALA :1/1000

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-5B A PV-5					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZIMUT	COTA
	PV-5B	0.00	0.00	000°00'00"	100.80
PV-5B	PV-5A	39.81	39.81	085°35'04"	100.31
PV-5A	PV-5	79.59	119.80	328°04'20"	98.38

NOMENCLATURA	
○	INDICA ESTACION
⊙	INDICA POZO DE VISITA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
→	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
□	INDICA CASA
—	INDICA TUBERIA
—	INDICA RASANTE DE TERRENO

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-6G A PV-6					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZIMUT	COTA
	PV-6G	0.00	0.00	000°00'00"	108.54
PV-6G	PV-6F	37.00	37.00	020°06'32"	108.18
PV-6F	PV-6E	8.97	45.97	332°40'30"	104.83
PV-6E	PV-6D	18.93	64.96	061°43'07"	104.28
PV-6D	PV-6C	53.98	118.94	327°09'18"	102.67
PV-6C	PV-6B	43.00	161.94	327°29'52"	101.57
PV-6B	PV-6A	54.00	215.94	328°35'42"	100.00
PV-6A	PV-6	49.99	265.93	331°33'19"	98.36



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN**

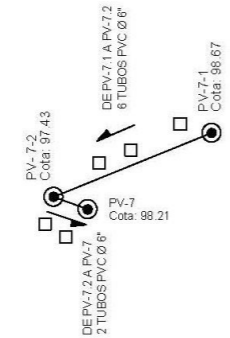
MUNICIPIO: **SAN CRISTOBAL** DEPTO: **TOTONICAPÁN**

CONTENIDO: **TRAMO PV-5B A PV-5 TRAMO PV-6G A PV-6** DISEÑO: **M.I.CH.**

ESCALA: **INDICADA** FECHA: **ABRIL DE 2014** CALCULO: **M.I.CH.**

REVISO: \_\_\_\_\_ DIBUJO: **M.I.CH.**

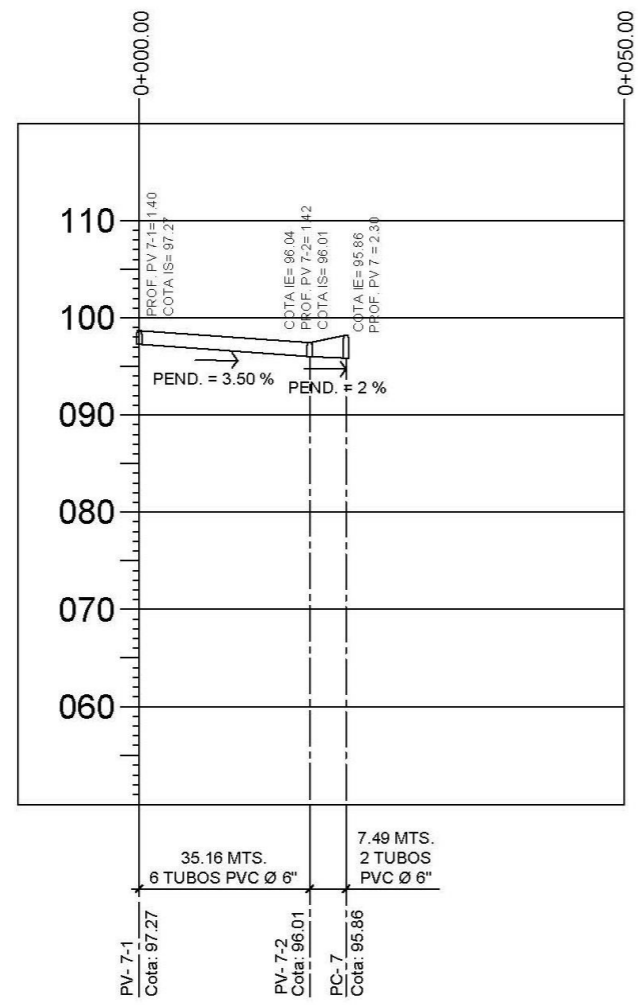
F. \_\_\_\_\_  
ING. SILMO RODRIGUEZ  
ASESOR DE E.P.S.



LIBRETA TOPOGRAFICA PV-7-1 A PV-7					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZIMUT	COTA
	PV-7-1	0.00	0.00	000°00'00"	98.67
	PV-7-1	PV-7-2	35.16	248°04'31"	97.43
	PV-7-2	PV-7	7.49	110°22'31"	98.21

### PLANTA TRAMO PV-7-1 A PV-7

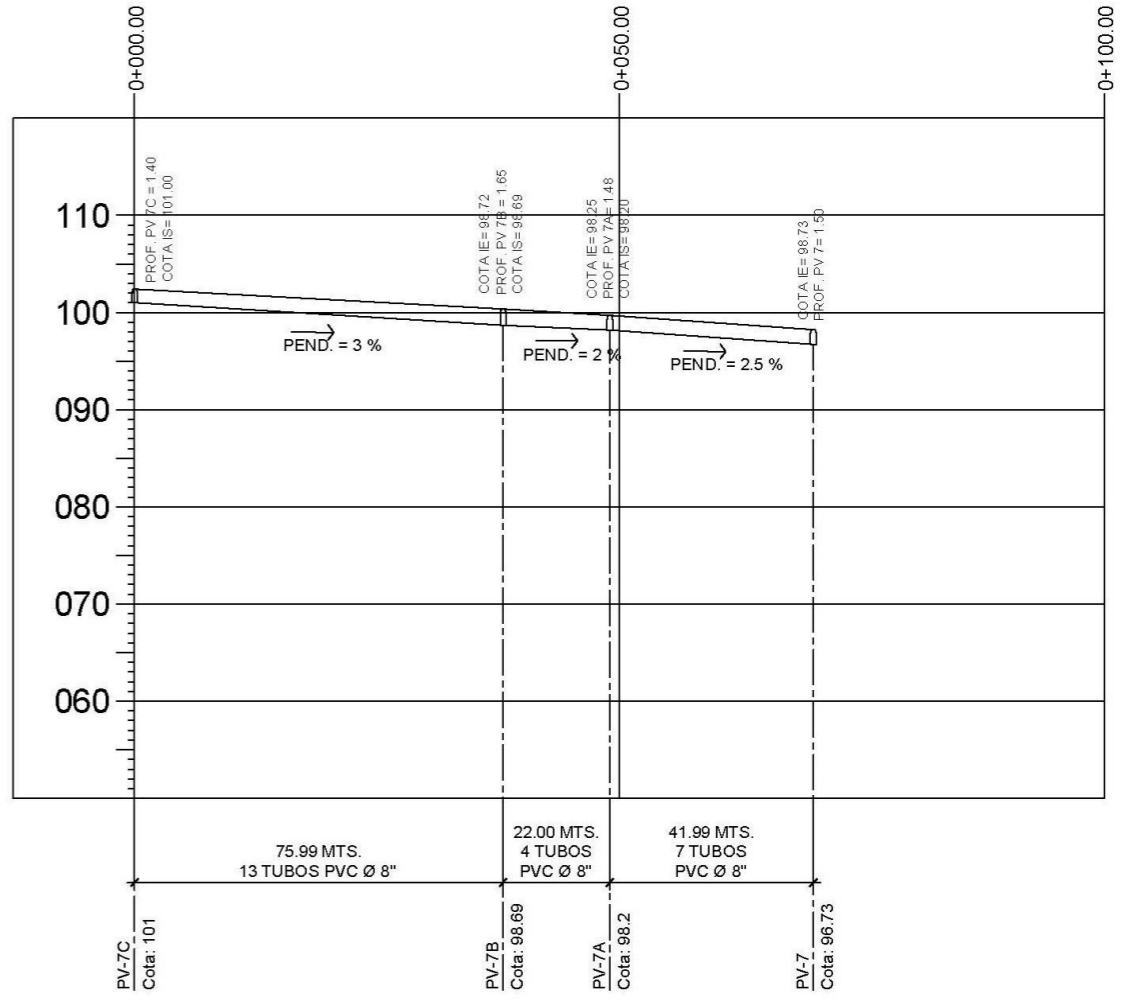
ESCALA : 1/1000



### PERFIL TRAMO PV-7-1 A PV-7

ESCALA : VERTICAL: 1/500 HORIZONTAL: 1/1000

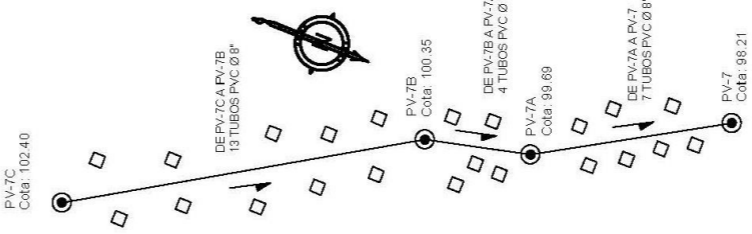
NOMENCLATURA	
○	INDICA ESTACION
⊙	INDICA POZO DE VISITA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
▲	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
□	INDICA CASA
—	INDICA TUBERIA
—	INDICA RASANTE DE TERRENO



### PERFIL TRAMO PV-7-1 A PV-7

ESCALA : VERTICAL: 1/500 HORIZONTAL: 1/1000

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-7C A PV-7					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZIMUT	COTA
	PV-7C	0.00	0.00	000°00'00"	102.40
	PV-7C	PV-7B	75.99	328°42'57"	100.35
	PV-7B	PV-7A	22.00	346°03'17"	99.69
	PV-7A	PV-7	41.99	329°03'59"	98.21



### PLANTA TRAMO PV-7C A PV-7

ESCALA : 1/1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN**

MUNICIPIO: **SAN CRISTOBAL** DEPTO: **TOTONICAPÁN**

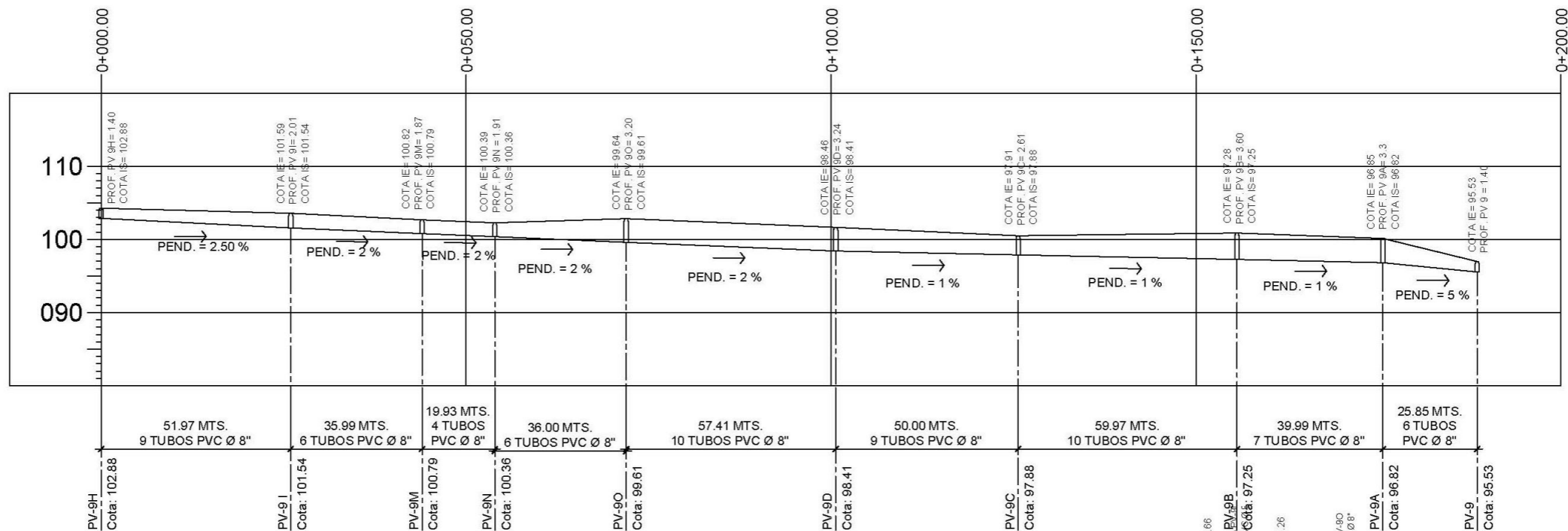
CONTENIDO: **TRAMO PV-7-1 A PV-7 TRAMO PV-7C A PV-7** DISEÑO: **M.I.CH.**

ESCALA: **INDICADA** FECHA: **ABRIL DE 2014** CALCULÓ: **M.I.CH.**

REVISÓ: \_\_\_\_\_ DIBUJÓ: **M.I.CH.**

F. \_\_\_\_\_  
ING. SILVIO RODRIGUEZ  
ASESOR DE E.P.S.

HOJA **05** / **10**



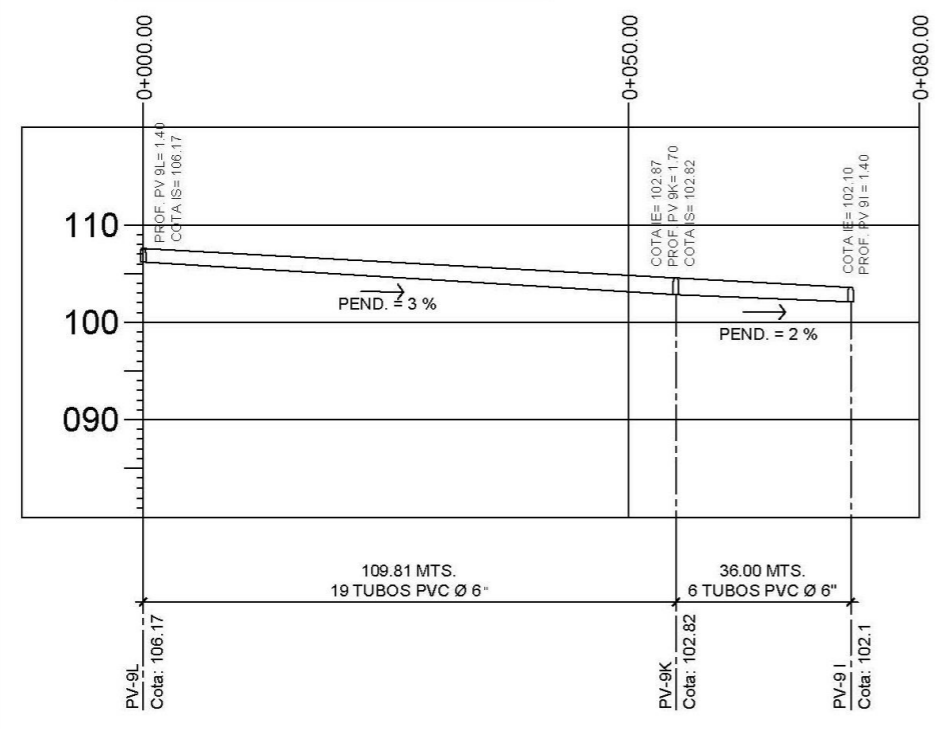
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZIMUT	COTA
	PV-9H	0.00	0.00	000°00'00"	104.28
PV-9H	PV-9I	51.97	51.97	235°39'22"	103.55
PV-9I	PV-9M	35.99	87.96	235°17'04"	102.66
PV-9M	PV-9N	19.93	107.89	311°25'15"	102.26
PV-9N	PV-9O	36.00	143.89	333°37'32"	102.81
PV-9O	PV-9D	57.41	201.30	361°75'4"	101.65
PV-9D	PV-9C	50.00	251.30	334°30'55"	100.49
PV-9C	PV-9B	59.97	311.27	242°15'38"	100.85
PV-9B	PV-9A	39.99	351.26	341°07'04"	100.12
PV-9A	PV-9	25.85	377.11	336°48'57"	96.96

○	INDICA ESTACION
⊙	INDICA POZO DE VISITA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
→	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
□	INDICA CASA
—	INDICA TUBERIA
—	INDICA RASANTE DE TERRENO

ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZIMUT	COTA
	PV-9L	0.00	0.00	000°00'00"	107.57
PV-9L	PV-9K	109.81	109.81	315°38'54"	104.53
PV-9K	PV-9I	36.00	145.81	280°16'28"	103.55

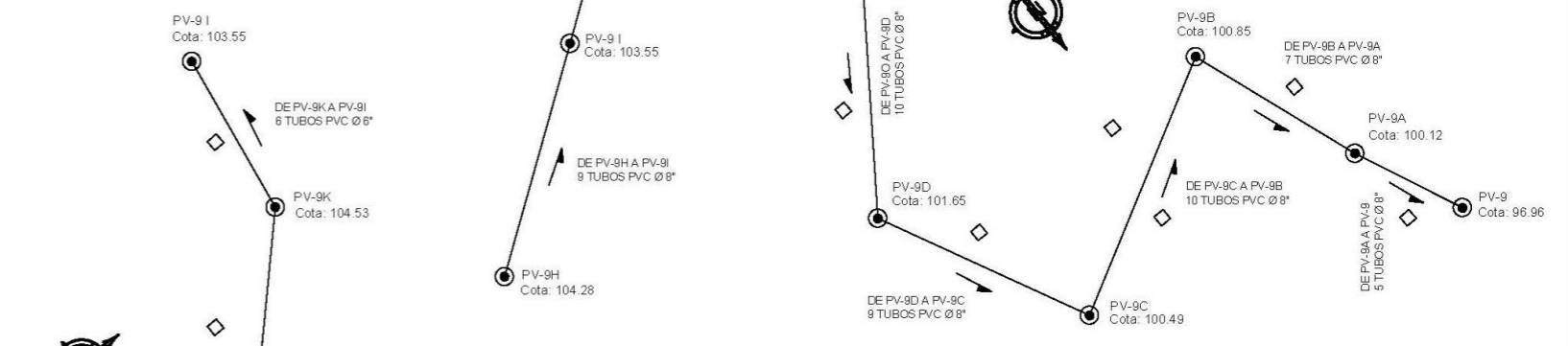
### PERFIL TRAMO PV-9H A PV-9

ESCALA : VERTICAL: 1/500 HORIZONTAL: 1/1000



### PERFIL TRAMO PV-9L A PV-9I

ESCALA : VERTICAL: 1/500 HORIZONTAL: 1/1000



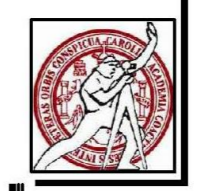
### PLANTA TRAMO PV-9H A PV-9

ESCALA : 1/15000



### PLANTA TRAMO PV-9L A PV-9I

ESCALA : 1/1000

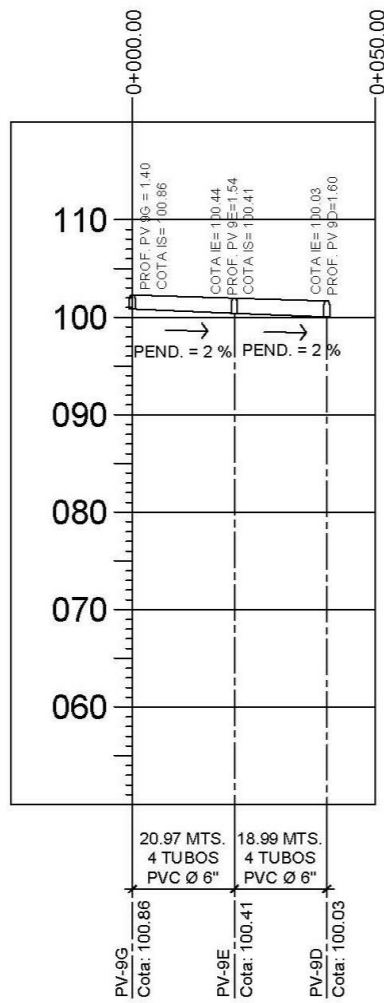


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:	
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN	
MUNICIPIO: SAN CRISTOBAL	DEPTO: TOTONICAPÁN
CONTENIDO: TRAMO PV-9L A PV-9I TRAMO PV-9H A PV-9	DISEÑO: M.I.CH.
ESCALA: INDICADA	FECHA: ABRIL DE 2014
REVISÓ:	CALCULÓ: M.I.CH.
	DIBUJÓ: M.I.CH.
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>F. ING. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE E.P.S.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>HOJA 06 / 10</p> </div> </div>	

## PLANTA TRAMO PV-9G A PV-9D

ESCALA : 1/1000

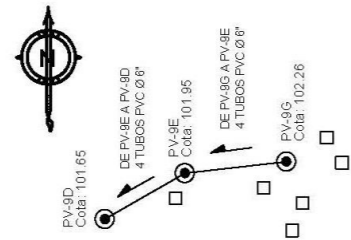


## PERFIL TRAMO PV-9G A PV-9D

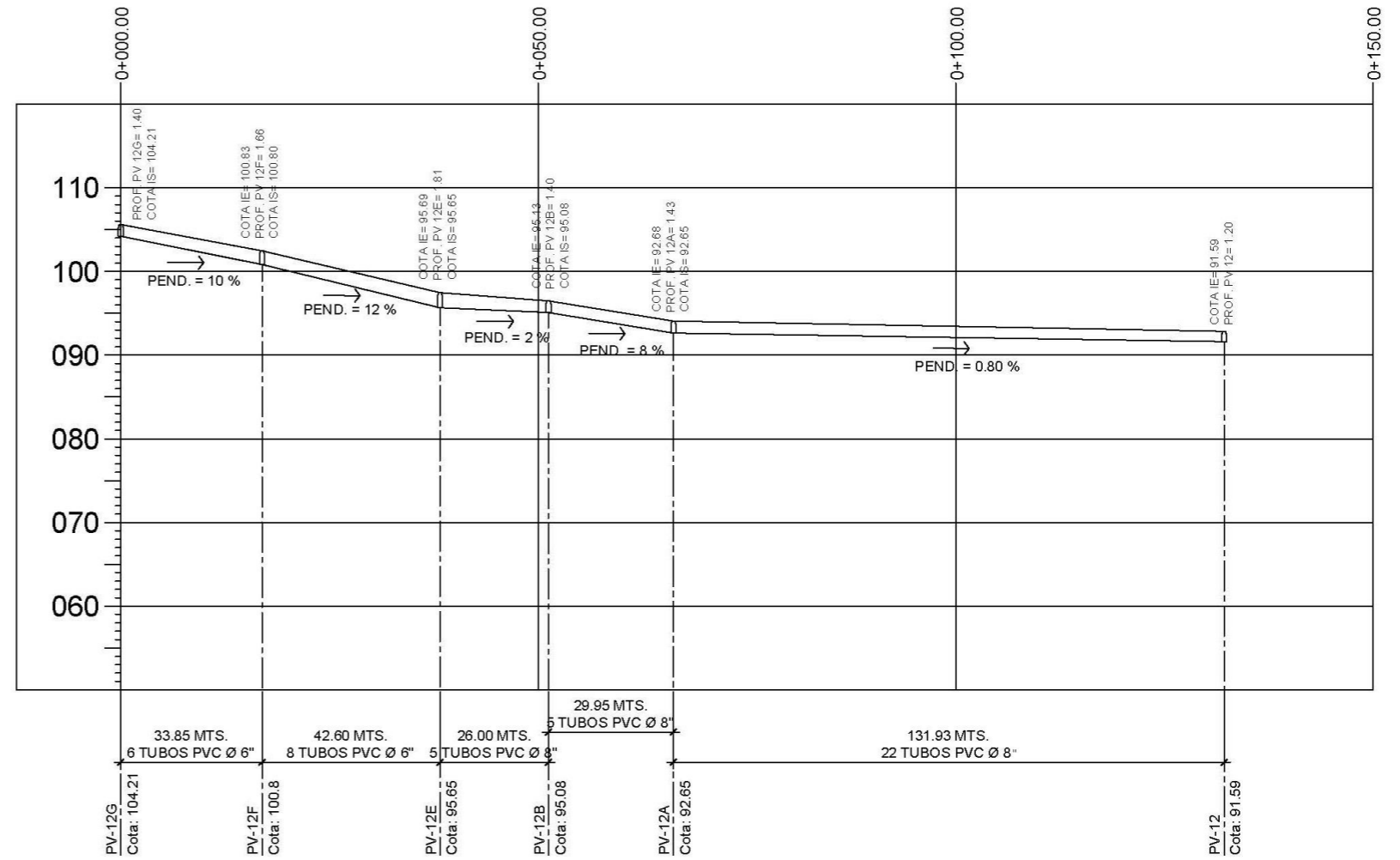
ESCALA :

VERTICAL: 1/500  
HORIZONTAL: 1/1000

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-9G A PV-9D					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZIMUT	COTA
	PV-9G	0.00	0.00	000°00'00"	102.26
PV-9G	PV-9E	20.97	20.97	263°30'14"	101.95
PV-9E	PV-9D	18.99	39.96	240°08'58"	101.65



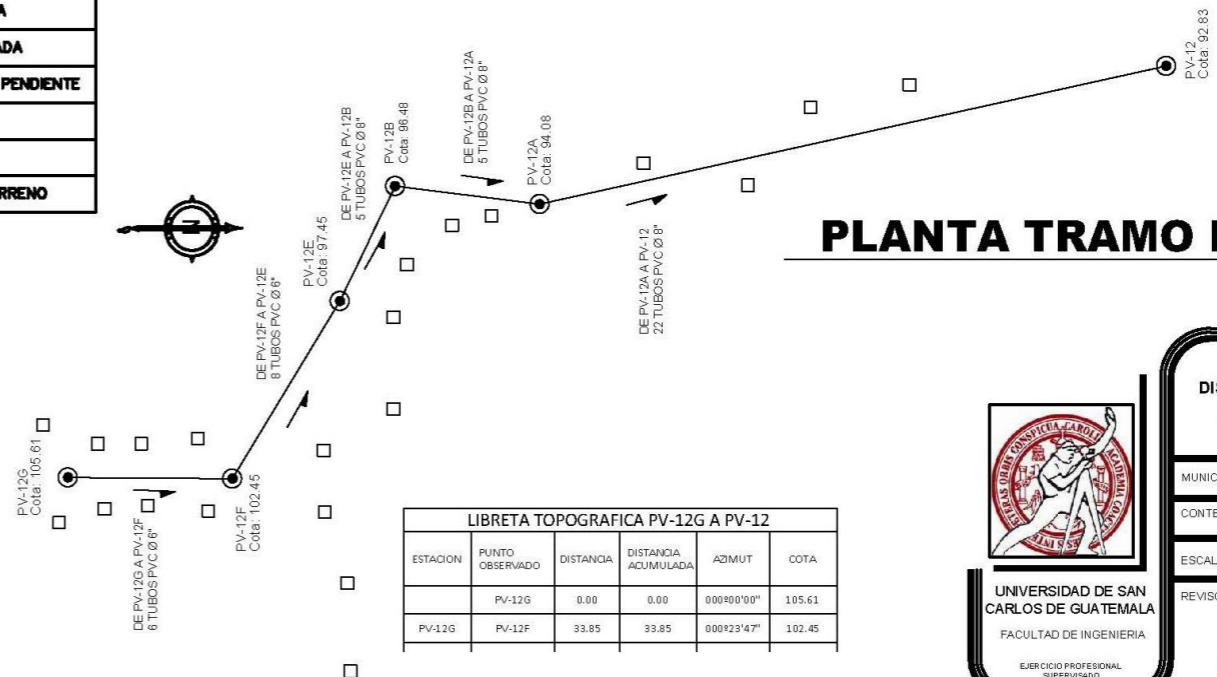
NOMENCLATURA	
○	INDICA ESTACION
⊙	INDICA POZO DE VISITA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
▶	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
□	INDICA CASA
—	INDICA TUBERIA
—	INDICA RASANTE DE TERRENO



## PERFIL TRAMO PV-12G A PV-12

ESCALA :

VERTICAL: 1/500  
HORIZONTAL: 1/1000



## PLANTA TRAMO PV-12G A PV-12

ESCALA : 1/1000

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-12G A PV-12					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZIMUT	COTA
	PV-12G	0.00	0.00	000°00'00"	105.61
PV-12G	PV-12F	33.85	33.85	000°23'47"	102.45



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TONICAPÁN, TONICAPÁN

MUNICIPIO: SAN CRISTOBAL DE LA SIERRA DEGUATEMALA DEPTO: TONICAPÁN

CONTENIDO: TRAMO PV-9G A PV-9D  
TRAMO PV-12G A PV-12

DISEÑO: M.I.CH.

ESCALA: INDICADA

FECHA: ABRIL DE 2014

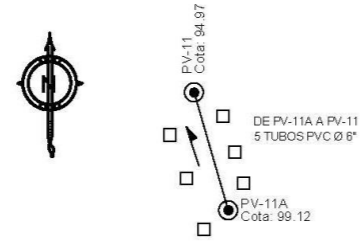
CALCULO: M.I.CH.

REVISÓ:

DIBUJÓ: M.I.CH.

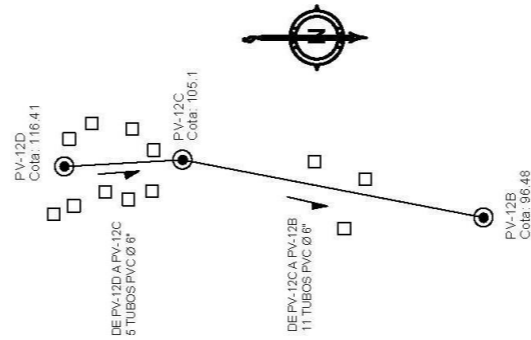
F. ING. SILVIO RODRIGUEZ  
ASESOR DE E.P.S.

HOJA 07 10



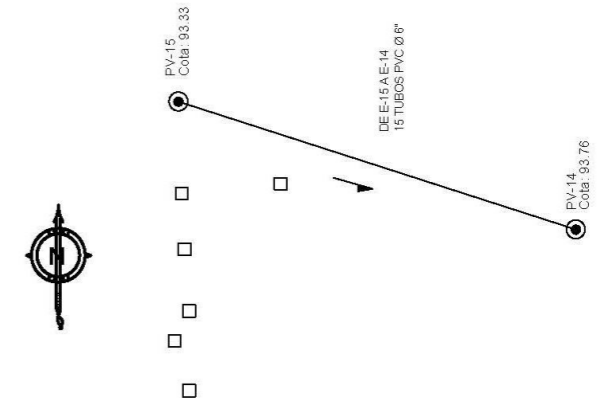
### PLANTA TRAMO PV-11A A PV-11

ESCALA :1/1000



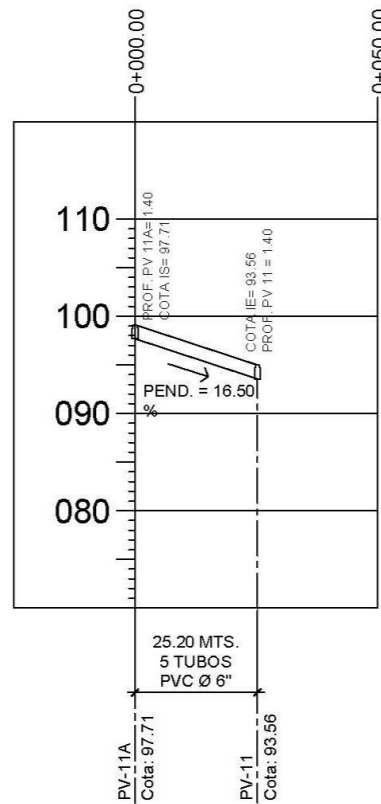
### PLANTA TRAMO PV-12D A PV-12B

ESCALA :1/1000



### PLANTA TRAMO PV-15 A PV-14

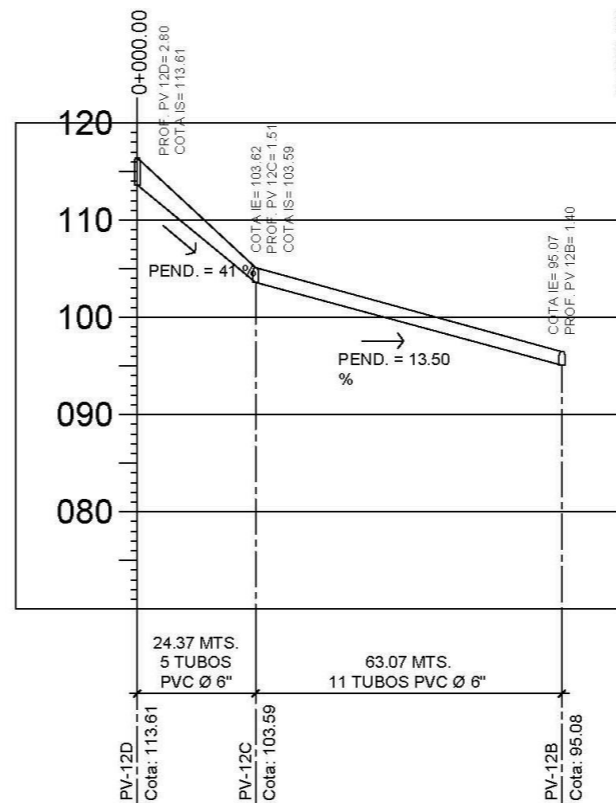
ESCALA :1/1000



### PERFIL TRAMO PV-11A A PV-11

ESCALA :

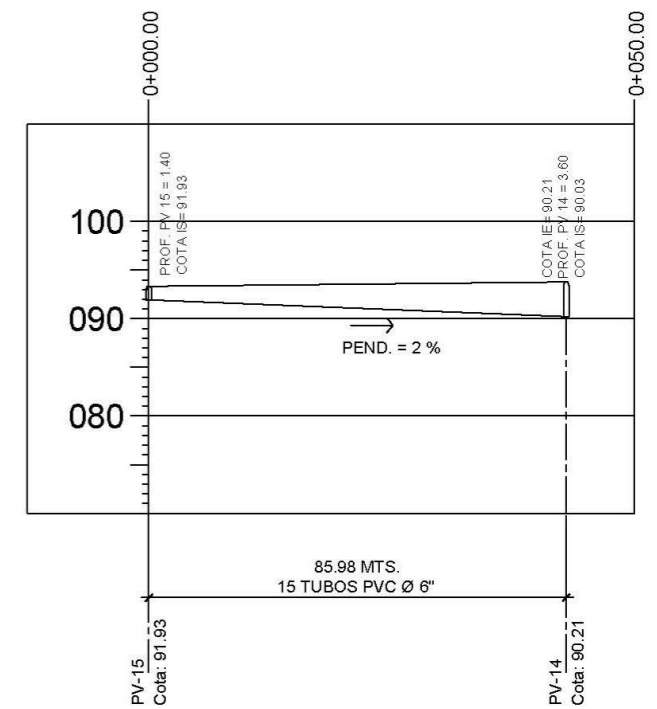
VERTICAL: 1/500  
HORIZONTAL: 1/1000



### PERFIL TRAMO PV-12D A PV-12B

ESCALA :

VERTICAL: 1/500  
HORIZONTAL: 1/1000



### PERFIL TRAMO PV-15 A PV-14

ESCALA :

VERTICAL: 1/500  
HORIZONTAL: 1/1000

NOMENCLATURA	
○	INDICA ESTACION
⊙	INDICA POZO DE VISITA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
▲	INDICA SENTIDO DE LA PENDIENTE
□	INDICA CASA
—	INDICA TUBERIA
—	INDICA RASANTE DE TERRENO

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-11A A PV-11					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZIMUT	COTA
	PV-11A	0.00	0.00	000°00'00"	99.12
PV-11A	PV-11	25.20	25.20	343°46'12"	94.97

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-12D A PV-12B					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZIMUT	COTA
	PV-12D	0.00	0.00	000°00'00"	116.41
PV-12D	PV-12C	24.37	24.37	356°50'12"	105.10
PV-12C	PV-12B	63.07	87.44	356°50'12"	96.48

LIBRETA TOPOGRAFICA PV-15 A PV-14					
ESTACION	PUNTO OBSERVADO	DISTANCIA	DISTANCIA ACUMULADA	AZIMUT	COTA
	PV-15	0.00	0.00	000°00'00"	93.33
PV-15	PV-14	85.98	85.98	107°48'50"	93.76



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN

MUNICIPIO: SAN CRISTOBAL DEPTO: TOTONICAPÁN

CONTENIDO: TRAMO PV-11A A PV-11, TRAMO PV-12D A PV-12B, TRAMO PV-15 A PV-14

DISEÑO: M.I.CH.

ESCALA: INDICADA

FECHA: ABRIL DE 2014

CALCULO: M.I.CH.

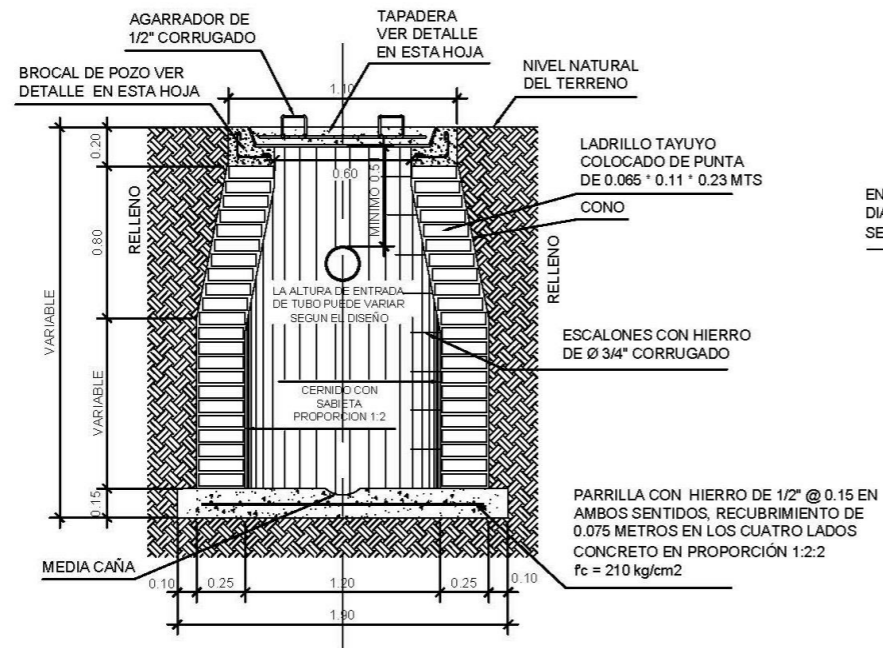
REVISO:

DIBUJO: M.I.CH.

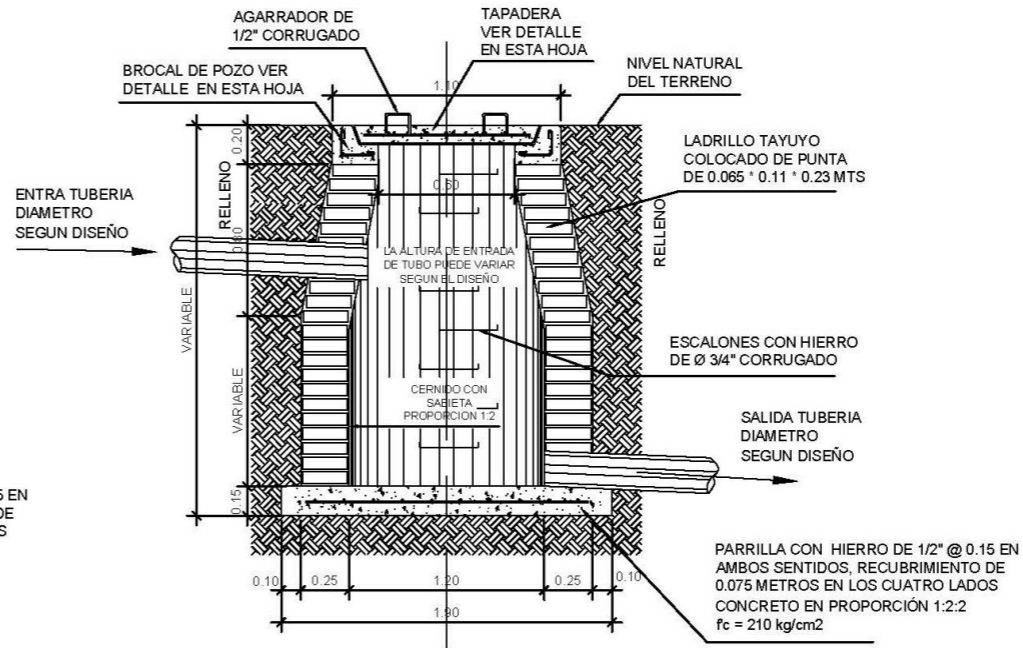
F. ING. SILVIO RODRIGUEZ  
ASESOR DE E.P.S.

HOJA 08 10

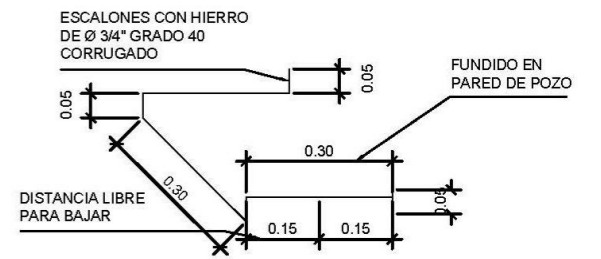




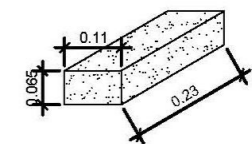
**SECCIÓN C - C' DE POZO**  
DE POZO DE VISITA ESCALA :1/25



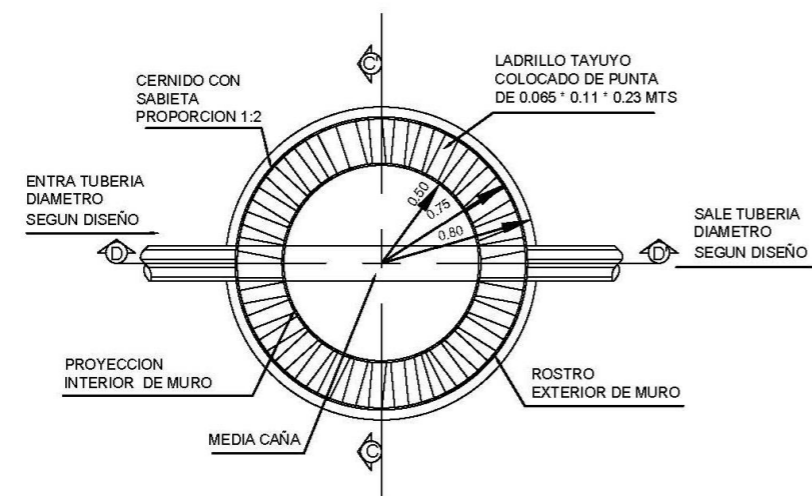
**SECCIÓN D - D' DE POZO**  
DE POZO DE VISITA ESCALA :1/25



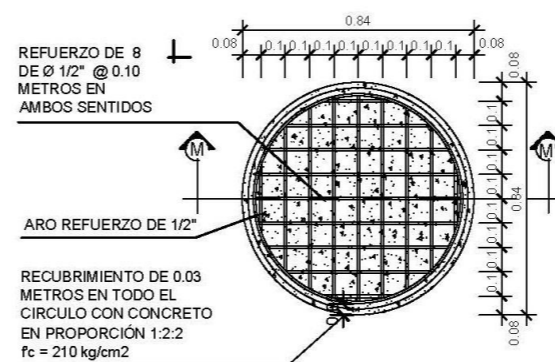
**DETALLE DE ESCALÓN PARA POZO**  
ESCALA :1/10



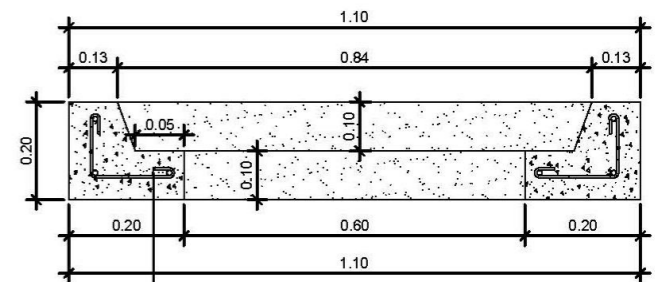
**LADRILLO TAYUYO**  
SIN ESCALA



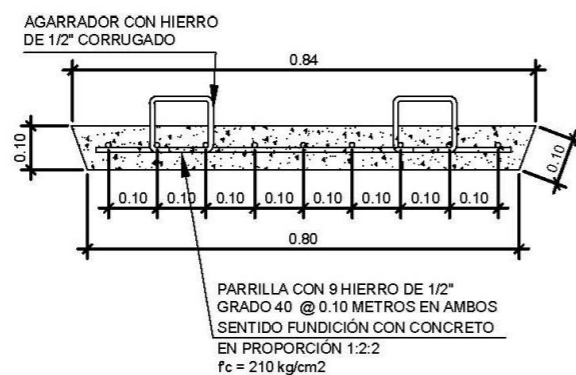
**PLANTA DE POZO**  
DE POZO DE VISITA ESCALA :1/25



**PLANTA ARMADO DE POZO DE VISITA**  
ESCALA :1/10



**DETALLE DE BROCAL**  
DE POZO DE VISITA ESCALA :1/10



**SECCIÓN A - A' DETALLE 2**  
ESCALA :1/10

**ESPECIFICACIONES GENERALES:**

1. SE USARA TUBERIA PVC DE 8" EN TODA LA LINEA CENTRAL
2. EL ANCHO DE LA ZANJA DEBERA SER COMO MINIMO DE 0.80 METROS.
3. LA PROFUNDIDAD DE LA ZANJA LO DETERMINARAN LOS POZOS DE VISITA.
4. LOS POZOS DE VISTA SE CONSTRUIRAN CON LADRILLO TAYUYO.
5. ANTES DE COLOCAR EL TUBO DEBERA COLOCARSE UNA BASE DE MATERIAL SELECTO COMO MINIMO DE 0.10 METROS DE ESPESOR.
6. EL MATERIAL DE RELLENO PARA LA TUBERIA DEBERA ESTAR LIBRE DE MATERIAL ORGANICO.
7. EL MATERIAL DE RELLENO QUE SE COLOCARA SERA EL MISMO MATERIAL DE EXCAVACION, PERO DEBERA HOMOGENIZARSE.
8. LA RESISTENCIA DEL CONCRETO SERA DE 210 KG/CM2
10. EL ACERO A EMPLEAR SERA LEGITIMO GRADO 40, LOS DIAMETROS SE INDICAN EN CADA ELEMENTO CONSTRUCTIVO.
11. LOS MATERIALES A USAR DEBERAN SER DE PRIMERA CALIDAD.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN**

MUNICIPIO: **SAN CRISTOBAL** DEPTO: **TOTONICAPÁN**

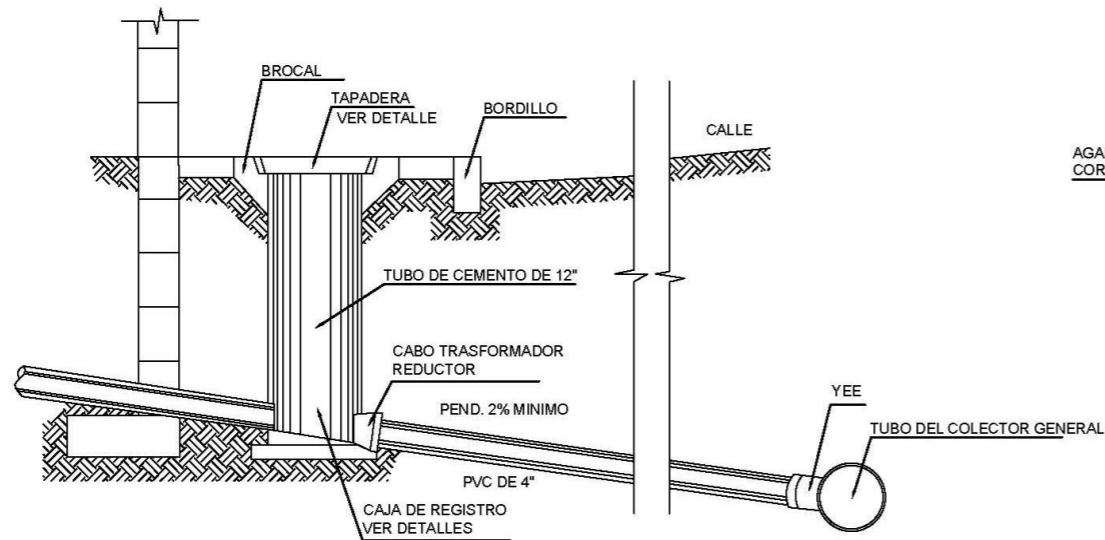
CONTENIDO: **DETALLES DE PROYECTO** DISEÑO: **M.I.CH.**

ESCALA: **INDICADA** FECHA: **ABRIL DE 2014** CALCULO: **M.I.CH.**

REVISO: \_\_\_\_\_ DIBUJO: **M.I.CH.**

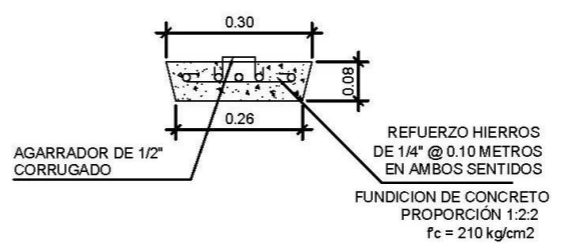
F. \_\_\_\_\_  
ING. SILVIO RODRIGUEZ  
ASESOR DE E.P.S.

HOJA **09** / **10**



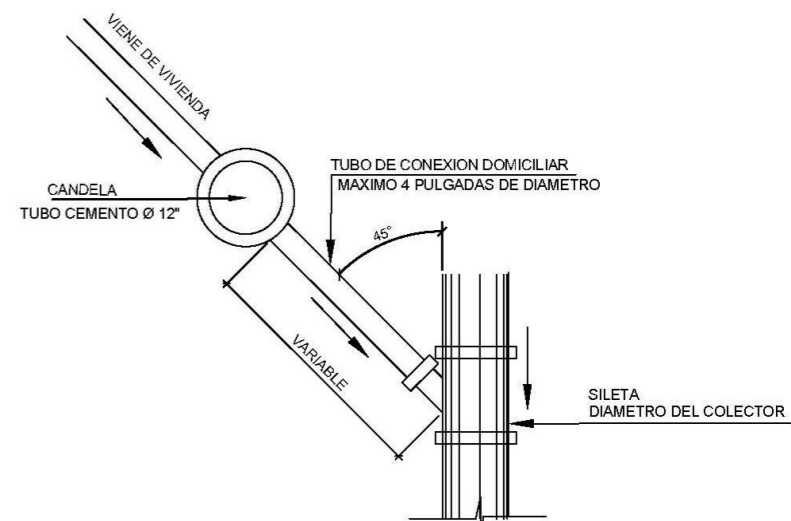
**SECCIÓN DE CONEXIÓN DOMICILIAR**

SIN ESCALA



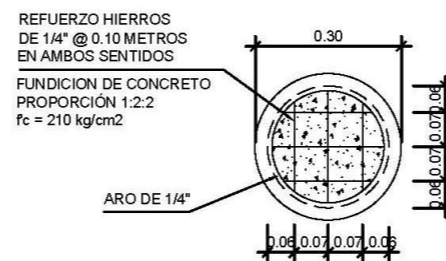
**SECCIÓN DE TAPADERA PARA CANDELA**

ESCALA :1/10



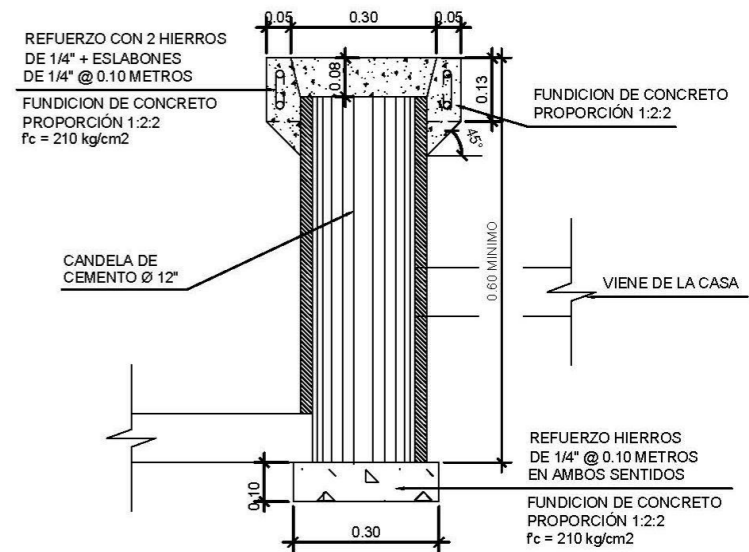
**PLANTA DE CONEXIÓN DOMICILIAR**

ESCALA :1/20



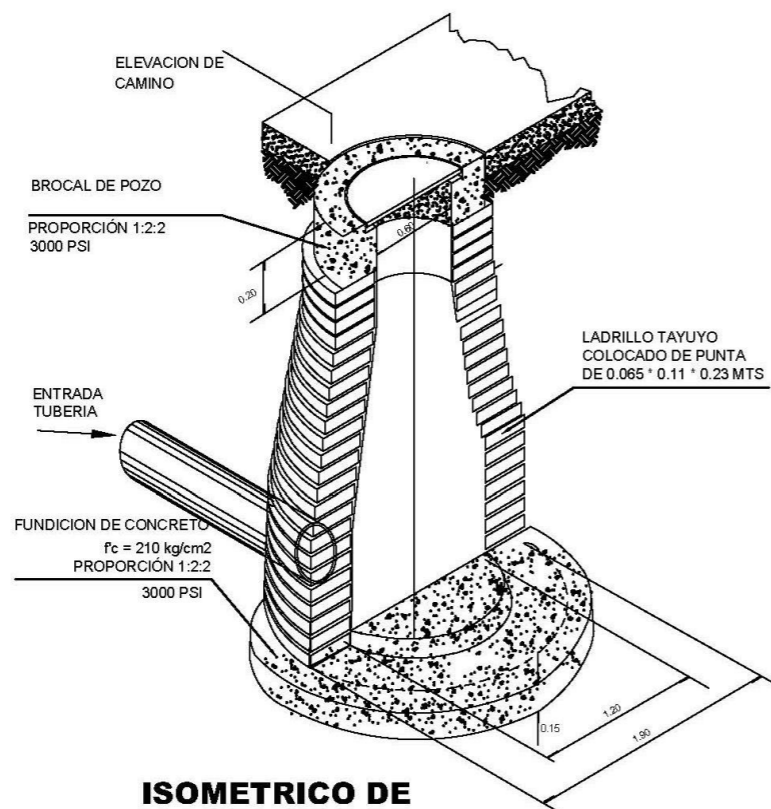
**PLANTA DE TAPADERA PARA CANDELA**

ESCALA :1/10



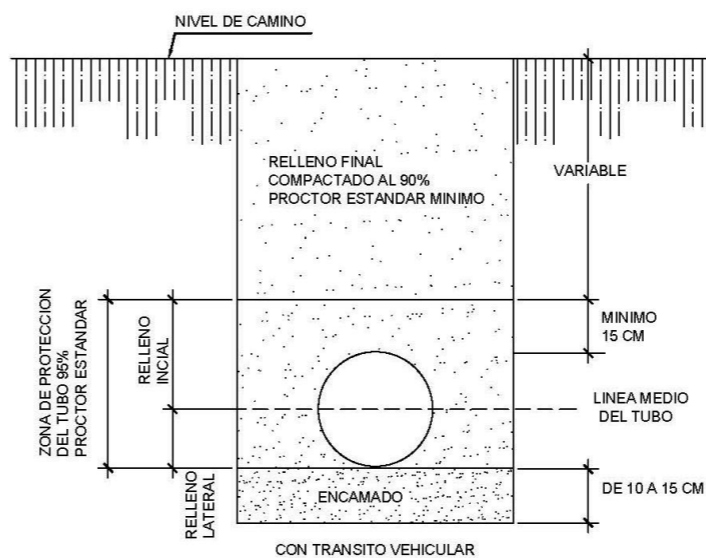
**SECCIÓN DE CANDELA**

ESCALA :1/10



**ISOMETRICO DE POZO DE VISITA**

SIN ESCALA



**SECCIÓN DE RELLENO**

SIN ESCALA

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL PARAJE CHUINIMA, CANTÓN XESÚC, SAN CRISTÓBAL TOTONICAPÁN, TOTONICAPÁN**

MUNICIPIO: SAN CRISTOBAL DEPARTAMENTO: TOTONICAPÁN

CONTENIDO: DETALLES DE PROYECTO DISEÑO: M.I.CH.

ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL DE 2014 CALCULO: M.I.CH.

REVISÓ: DIBUJÓ: M.I.CH.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

ING. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE E.P.S.

HOJA 10 DE 10