



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CUCHILLA  
DEL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA Y LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y  
GEORREFERENCIACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS 1, 2, 3 Y 4  
DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

**Bairon Mariano Nájera Morales**

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, marzo de 2019



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CUCHILLA  
DEL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA Y LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y  
GEORREFERENCIACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS 1, 2, 3 Y 4  
DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**BAIRON MARIANO NÁJERA MORALES**

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MARZO DE 2019



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López



## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CUCHILLA DEL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA Y LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACION Y GEORREFERENCIACION DE REDES DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS 1, 2, 3 Y 4 DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

Tema que me fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 23 de febrero de 2018.



**Bairon Mariano Nájera Morales**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 30 de julio de 2018  
REF.EPS.DOC.586.07.2018

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Bairon Mariano Nájera Morales**, Registro Académico 201403908 y CUI 2458 72744 0101, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CUCHILLA DEL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA Y LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS 1, 2, 3 Y 4 DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"



c.c. Archivo  
SIRS/ra

---

Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.  
Teléfono directo: 2442-3509





Guatemala,  
03 de octubre de 2018

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

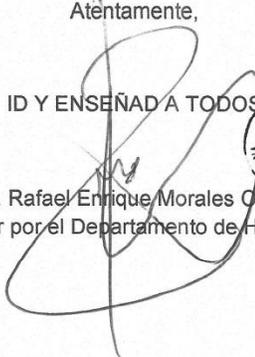
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CUCHILLA DEL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA Y LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS 1, 2, 3 Y 4 DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Bairon Mariano Nájera Morales, con CUI 2458727440101 Registro Académico No. 201403908, 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 ENSEÑADA TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/mrrm.







Guatemala,  
19 de noviembre de 2018

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

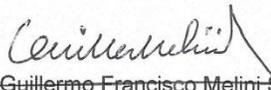
Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CUCHILLA DEL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA Y LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS 1, 2, 3 Y 4 DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Bairon Mariano Nájera Morales , quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. civil, Guillermo Francisco Melini Salguero  
Jefe Del Departamento de Planeamiento



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
PLANEAMIENTO  
U S A C

/mrrm.



*Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua*



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 16 de enero de 2019  
Ref.EPS.D.10.01.19

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 LA ALDEA CUCHILLA DEL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA Y LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS 1, 2, 3 Y 4 DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Bairon Mariano Nájera Morales, Registro Académico 201403908 y CUI 2458 72744 0101**, 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 por parte del Asesor-Supervisor, y como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS

OAH/ra







El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Bairon Mariano Nájera Morales titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CUCHILLA DEL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA Y LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS 1, 2, 3 Y 4 DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo 2019

/mrrm.





Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 157.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA CUCHILLA DEL CARMEN, SANTA CATARINA PINULA Y LEVANTAMIENTO, ACTUALIZACIÓN Y GEORREFERENCIACIÓN DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS 1, 2, 3 Y 4 DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Bairon Mariano Nájera Morales**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, marzo de 2019

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios**

Por sus bendiciones en mi carrera.

**Mis padres**

Bairon Leonel Nájera Calderón y Brenda Yanira Morales Morales, por su cariño y apoyo en cada momento de mi vida, este logro es de ustedes. Los amo.

**Mis hermanos**

Alyz Lucia y Derek Leonel Nájera Morales, por su amor incondicional y ser la alegría en mi vida.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por ser mí guía, dirección y permitirme lograr mis objetivos. Por colocarme personas magníficas en mi camino y mi carrera.
<b>Mis padres</b>	Bairon Leonel Nájera Calderón y Brenda Yanira Morales Morales, por darme la vida y todo su amor, por su formación de lo que soy ahora.
<b>Mis hermanos</b>	Alyz Lucia y Derek Leonel Nájera Morales, por creer en mí y ser mi motivación.
<b>Mi familia</b>	Por el apoyo y cariño brindado.
<b>Amigos epesistas</b>	Esteban Nolasco, Mario Mont, Pedro Pablo Gaitán, Luis Rodríguez y Wilson Ajtun, por brindarme su amistad y confianza en este proceso. Éxitos.
<b>Mancomunidad Gran Ciudad del Sur</b>	A todos sus integrantes, por permitirme realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado y apoyo brindado. Gracias.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por formarme académicamente como Ingeniero Civil.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del municipio de Santa Catarina Pinula .....	1
1.1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.1.2. Localización y ubicación .....	1
1.1.3. Población.....	3
1.1.4. Clima e hidrografía .....	3
1.1.5. Vías de acceso .....	5
1.1.6. Servicio públicos.....	6
1.1.6.1. Agua potable.....	6
1.1.6.2. Servicio sanitario y drenaje.....	7
1.2. Monografía del municipio de San Miguel Petapa .....	8
1.2.1. Antecedentes históricos.....	8
1.2.2. Localización y ubicación .....	9
1.2.3. Clima e hidrografía .....	10
1.2.4. Vías de acceso .....	11
1.2.5. Servicios públicos.....	13
1.2.5.1. Agua potable.....	13
1.2.5.2. Drenajes .....	14

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	15
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado para la aldea	
	Cuchilla del Carmen, Santa Catarina Pinula, Guatemala .....	15
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	15
2.1.2.	Levantamiento topográfico .....	16
	2.1.2.1. Planimetría .....	16
	2.1.2.2. Altimetría .....	16
2.1.3.	Generalidades de un sistema de alcantarillado.....	17
	2.1.3.1. Conexiones domiciliarias.....	17
	2.1.3.2. Colectores .....	18
	2.1.3.3. Pozos de visita .....	20
2.1.4.	Diseño del sistema .....	21
	2.1.4.1. Periodo de diseño.....	21
	2.1.4.2. Población de diseño .....	22
	2.1.4.3. Dotación .....	23
	2.1.4.4. Factor de retorno .....	23
2.1.5.	Determinación de caudales de diseño .....	24
	2.1.5.1. Caudal domiciliar .....	24
	2.1.5.2. Caudal comercial.....	26
	2.1.5.3. Caudal industrial.....	26
	2.1.5.4. Caudal de conexiones ilícitas .....	27
	2.1.5.5. Caudal de infiltración .....	28
	2.1.5.6. Caudal sanitario.....	28
	2.1.5.7. Factor de caudal medio .....	29
	2.1.5.8. Factor de Harmon.....	30
	2.1.5.9. Caudal de diseño.....	31
2.1.6.	Fundamentos hidráulicos .....	32
	2.1.6.1. Ecuación de Manning para flujo en canales .....	32

	2.1.6.2.	Relaciones hidráulicas .....	33
2.1.7.		Cotas invert.....	39
2.1.8.		Propuesta de tratamiento.....	40
2.1.9.		Evaluación financiera.....	41
	2.1.9.1.	Valor presente neto (VPN).....	41
2.1.10.		Evaluación ambiental.....	45
	2.1.10.1.	En construcción .....	45
	2.1.10.2.	En operación.....	46
2.1.11.		Presupuesto del proyecto .....	50
2.1.12.		Cronograma de ejecución.....	51
2.2.		Georreferenciación de redes de alcantarillado de las zonas 1, 2, 3 y 4 de San Miguel Petapa, Guatemala .....	51
2.2.1.		Descripción teórica .....	51
	2.2.1.1.	Digitalización.....	51
	2.2.1.2.	Georreferenciación .....	52
	2.2.1.3.	Coordenadas geográficas.....	52
	2.2.1.4.	Coordenadas GTM ( <i>Guatemala Transversal Mercator</i> ).....	53
	2.2.1.5.	Sistemas de información geográfica (SIG) .....	54
		2.2.1.5.1. <i>Quantum Gis</i> .....	54
	2.2.1.6.	Estructura de datos en SIG.....	55
		2.2.1.6.1. Formato Vector.....	55
		2.2.1.6.2. Formato Raster.....	56
	2.2.1.7.	Redes de alcantarillado .....	56
2.2.2.		Levantamiento de información para la creación de un proyecto en QGIS .....	57
	2.2.2.1.	Elaboración de mapas para visitas de campo .....	58

2.2.2.2.	Visitas de campo .....	58
2.2.2.3.	Reconocimiento de las zonas 1, 2, 3 y 4.....	60
2.2.3.	Digitalización de información levantada para el proyecto de QGIS.....	61
2.2.3.1.	Traslado de información análoga al software Qgis.....	62
2.2.3.1.1.	Dibujar geometrías: puntos y líneas .....	72
2.2.3.1.2.	Registro de la tabla de atributos .....	72
2.2.3.2.	Verificación de la digitalización y georreferenciación de las redes de alcantarillado .....	73
2.2.3.3.	Capacitación a personal municipal para uso de software <i>Qgis</i> e información levantada .....	73
CONCLUSIONES.....		75
RECOMENDACIONES.....		77
BIBLIOGRAFÍA.....		79
APÉNDICES.....		81

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Localización y ubicación del municipio de Santa Catarina Pinula .....	2
2.	Geografía del municipio de Santa Catarina Pinula.....	4
3.	Carreteras y vías de acceso a Santa Catarina Pinula .....	5
4.	Viviendas con agua potable .....	6
5.	Viviendas con servicio sanitario .....	7
6.	Localización y ubicación del municipio de San Miguel Petapa.....	9
7.	Hidrografía de San Miguel Petapa .....	11
8.	Carreteras de San Miguel Petapa .....	12
9.	Viviendas con agua potable .....	13
10.	Viviendas con servicio sanitario .....	14
11.	Ejemplo de pozo de visita de un sistema de alcantarillado sanitario...	21
12.	Relación de tirantes.....	34
13.	Caso especial de cota invert .....	40
14.	Sistema de coordenadas geográficas .....	53
15.	Reunión con personal municipal para coordinación de levantamiento de información.....	59
16.	Recolección de información de diámetros de tuberías.....	60
17.	Capacitación sobre el uso de información de redes de alcantarillado .....	74

## TABLAS

I.	Factores de caudal medio.....	29
II.	Relaciones hidráulicas para secciones circulares.....	35
III.	Tabla de metadatos de pozos de visita.....	63
IV.	Tabla de metadatos de tuberías .....	66
V.	Tabla de atributos de pozos de visita.....	70
VI.	Tabla de atributos de tuberías .....	71
VII.	Listado de asistencia a capacitación.....	74

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Q</b>	Caudal
<b>Q<sub>II</sub></b>	Caudal a sección llena
<b>Q<sub>d</sub></b>	Caudal de diseño
<b>Q<sub>s</sub></b>	Caudal sanitario
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>D<sub>II</sub></b>	Diámetro a sección llena
<b>f<sub>qm</sub></b>	Factor de caudal medio
<b>F.H.</b>	Factor de Harmon
<b>fr</b>	Factor de retorno
<b>gal</b>	Galón
<b>hab</b>	Habitantes
<b>PSI</b>	Libras por pulgada cuadrada ( <i>Poundal square inch</i> )
<b>ls/hab/día</b>	Litros por habitante día
<b>l/s</b>	Litros por segundo
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metro cúbico por segundo
<b>m/s</b>	Metro por segundo
<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>n</b>	Periodo de diseño en años
<b>S</b>	Pendiente del terreno
<b>P</b>	Población

<b>Pf</b>	Población futura
<b>PV</b>	Pozo de visita
<b>plg</b>	Pulgada
<b>plg<sup>2</sup></b>	Pulgada cuadrada
<b>Rh</b>	Radio hidráulico
<b>a/A</b>	Relación de áreas
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>v/V</b>	Relación de velocidades
<b>s</b>	Segundo
<b>SIG</b>	Sistema de información geográfica
<b>R</b>	Tasa de crecimiento
<b>V</b>	Velocidad de flujo a sección llena

## GLOSARIO

<b>Aguas residuales</b>	Son fluidos en un sistema de alcantarillado. Es el gasto o agua que proviene de viviendas, comercios o industrias; la cual ha sido utilizada para higiene o limpieza y ha perdido sus propiedades de potabilidad.
<b>Alcantarillado sanitario</b>	Sistema de tuberías que conduce aguas residuales provenientes de viviendas, comercios o industrias.
<b>ASTM</b>	American Society for Testing and Materials, es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.
<b>Caudal</b>	Cantidad de agua en litros por unidad de tiempo en segundos.
<b>Centro poblado</b>	Es la identificación básica para determinar núcleos de población, los cuales se diferencian en nombre, cantidad de viviendas, entre otros.
<b>Coordenadas GTM</b>	Sistema de coordenadas creado exclusivamente para Guatemala en base al sistema de coordenadas UTM.

<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto de terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel de mar.
<b>DATUM</b>	Marco de referencia para sincronizar un esferoide por medio de un punto “fundamental” y realizar una tangencia con el geoide de la tierra.
<b>Desfogue</b>	Salida de aguas residuales en un punto determinado.
<b>Digitalización</b>	Se aplica a la codificación de información geográfica y se aplica a todo tipo de información para la construcción de base de datos digitales.
<b>EMPAGUA</b>	Empresa Municipal de Agua de la ciudad de Guatemala.
<b>Equipamiento</b>	Es el proceso de entrega de los medios físicos y servicios que facilitan el desarrollo de las actividades humanas, entre las cuales se encuentran en salud (hospitales), educación (escuelas), recreación (parques), entre otros.
<b>Georreferenciación</b>	Acción de ligar y enlazar información geográfica a uno o varios puntos en común y vincular información relevante a cada punto en coordenadas específicas, individualmente o combinadas.

<b>GDAL/OGR</b>	Es una biblioteca de software para lectura y escritura de formatos de datos geoespaciales, publicada bajo la MIT License por la fundación geoespacial de código abierto.
<b>INFOM</b>	Instituto Nacional de Fomento Municipal
<b>Pendiente</b>	Es la inclinación de un cuerpo con respecto a una línea de referencia, generalmente medida en grados.
<b>PVC</b>	Policloruro de vinilo.
<b>Saneamiento</b>	Conjunto de técnicas encaminadas a establecer, mejorar o mantener las condiciones sanitarias de un poblado o edificación.
<b><i>Shape files</i></b>	Es un formato de datos de vector geoespacial popular para el software del sistema de información geográfica.
<b>SIG</b>	Sistema de Información Geográfica.
<b>Tabla de atributos</b>	Tabla que contiene información de la caracterización de cada elemento registrado en campo de las redes de alcantarillado por medio de un SIG.
<b>Vivienda</b>	Inmueble construido de diversos materiales en el cual residen y pernoctan los miembros de una o varias familias.



## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo de dos proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado en Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, uno de diseño de alcantarillado sanitario para la aldea Cuchilla del Carmen, Santa Catarina Pinula y el levantamiento y georreferenciación de las redes de alcantarillado de las zonas 1, 2, 3 y 4 de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala.

El trabajo está dividido en dos fases muy importantes: en la primera fase se presenta el diagnóstico de la situación actual sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los municipios.

La segunda fase, denominada servicio técnico profesional, contiene el desarrollo del diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario; con los cálculos que conlleva el diseño del proyecto para la aldea Cuchilla del Carmen y se desarrolla la interpretación de información de los elementos de redes de alcantarillado de las zonas 1, 2, 3 y 4 de San Miguel Petapa, poniendo en práctica los conocimientos técnicos profesionales para determinar la calidad de la información. Esto se logró mediante el reconocimiento presencial en los sistemas existentes de redes de alcantarillado y trasladándolos al sistema de información geográfica.

Finalmente, se presentan conclusiones y recomendaciones, planos y mapas correspondientes para cada proyecto.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Cuchilla del Carmen, Santa Catarina Pinula y generar información geográfica actualizada de las redes de alcantarillado de las zonas 1, 2, 3 y 4 de San Miguel Petapa.

### **Específicos**

1. Realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario con base en las normas y especificaciones técnicas establecidas.
2. Proveer a la municipalidad de Santa Catarina Pinula un diseño de la red de drenaje eficiente y que cumpla en parámetros hidráulicos adecuados.
3. Contribuir al uso eficiente de los servicios públicos iniciando con la georreferenciación de las redes de alcantarillado de las zonas 1, 2, 3 y 4 del municipio de San Miguel Petapa.
4. Georreferenciar y levantar información geográfica sobre las redes de alcantarillado, y realizar en mapas la ubicación las redes de alcantarillado existentes en servicio público del municipio.



## INTRODUCCIÓN

A través del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha buscado la manera de brindar la ayuda técnica necesaria para mejorar la infraestructura actual del país, en este caso en acuerdo con la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur se priorizaron los dos proyectos de vital importancia para las municipalidades de Santa Catarina Pinula y San Miguel Petapa.

La aldea Cuchilla del Carmen del municipio de Santa Catarina Pinula, cuenta con un sistema de agua potable que provee a la población, por lo que, naturalmente, después de ser utilizada se producen aguas residuales, que debido a la falta de un sistema de alcantarillado sanitario que desfogue a una planta de tratamiento, se drenan hacia las calles, dañando el ecosistema y poniendo en riesgo la salud de la población. Por lo tanto se procedió a la planificación y diseño de un sistema de alcantarillado para contrarrestar las enfermedades gastrointestinales y contribuir a mejorar el estilo de vida de los habitantes de la aldea.

El segundo proyecto consiste en la localización de redes de alcantarillado de las zonas 1, 2, 3 y 4 de San Miguel Petapa, información que se obtuvo y se digitalizó para contar con el inventario de las mismas, como lo menciona el acuerdo gubernativo Nùm. 138-2017, como aporte técnico y tecnológico a través de la implementación de sistemas de información geográfica para la administración y optimización de los servicios públicos prestados por la municipalidad.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del municipio de Santa Catarina Pinula**

A continuación se describen las especificaciones históricas y de ubicación exacta del municipio de Santa Catarina Pinula.

### **1.1.1. Antecedentes históricos**

Su historia se remonta a la época prehispánica, cuando los indígenas de ese entonces fundaron el pueblo de Pankaj o Pinola, según Tomas Gage (sacerdote irlandés), el pueblo debe su nombre a la lengua indiana *Pancac*, cuyo significado etimológico deriva de *Pan* que significa dentro de entre y *cac* que tiene tres significados, el primero: fuego, el segundo una fruta que se llama guayaba, y el tercero un gusanillo que los españoles llamaban Nigua.

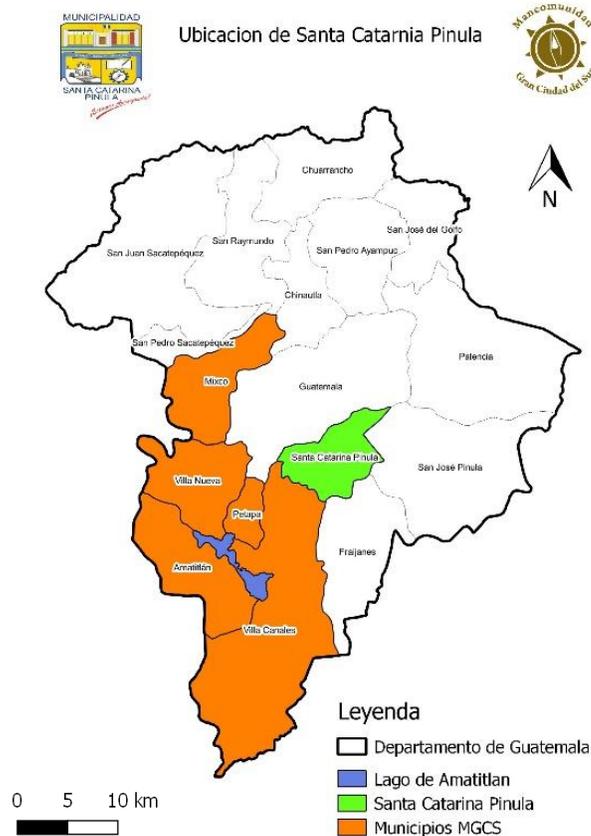
El nombre oficial del municipio, corresponde a Santa Catarina Pinula, y se cree que fue el padre Juan Godínez, quien influyó en ponerle el nombre de Santa Catarina Pinula al pueblo de Pankaj o Pinola, en honor a Catarina de Mártir de Alejandría.

### **1.1.2. Localización y ubicación**

Santa Catarina Pinula se ubica al este de la ciudad de Guatemala a tan solo 9 km de la misma, sus coordenadas geográficas son latitud 14° 34' 13" y longitud 90°29' 45". Sus colindancias son:

- Al norte con la ciudad de Guatemala.
- Al sur con Fraijanes y Villa Canales, municipios del departamento de Guatemala.
- Al este con San José Pinula y Fraijanes, municipios del departamento de Guatemala.
- Al oeste con Ciudad de Guatemala y Villa Canales.

Figura 1. **Localización y ubicación del municipio de Santa Catarina Pinula**



Fuente: SEGEPLAN. *Localización del municipio de Santa Catarina Pinula.*

[www.ide.segeplan.gob.gt](http://www.ide.segeplan.gob.gt). Consulta: diciembre de 2017.

La aldea Cuchilla del Carmen pertenece al municipio de Santa Catarina Pinula, del departamento de Guatemala, con latitud 14° 33' 42" y longitud 90° 30' 02".

### **1.1.3. Población**

Según el censo del Instituto Nacional de Estadística realizado en el 2002, en el municipio de Santa Catarina Pinula existía una población total de 67 698 habitantes. Con datos del INE se ha proyectado una tasa de crecimiento poblacional aproximada de 2,45 % por lo que en 2017 se estima que la población es 96 656 habitantes.

La aldea Cuchilla del Carmen cuenta con una población aproximada de 3 336 habitantes.

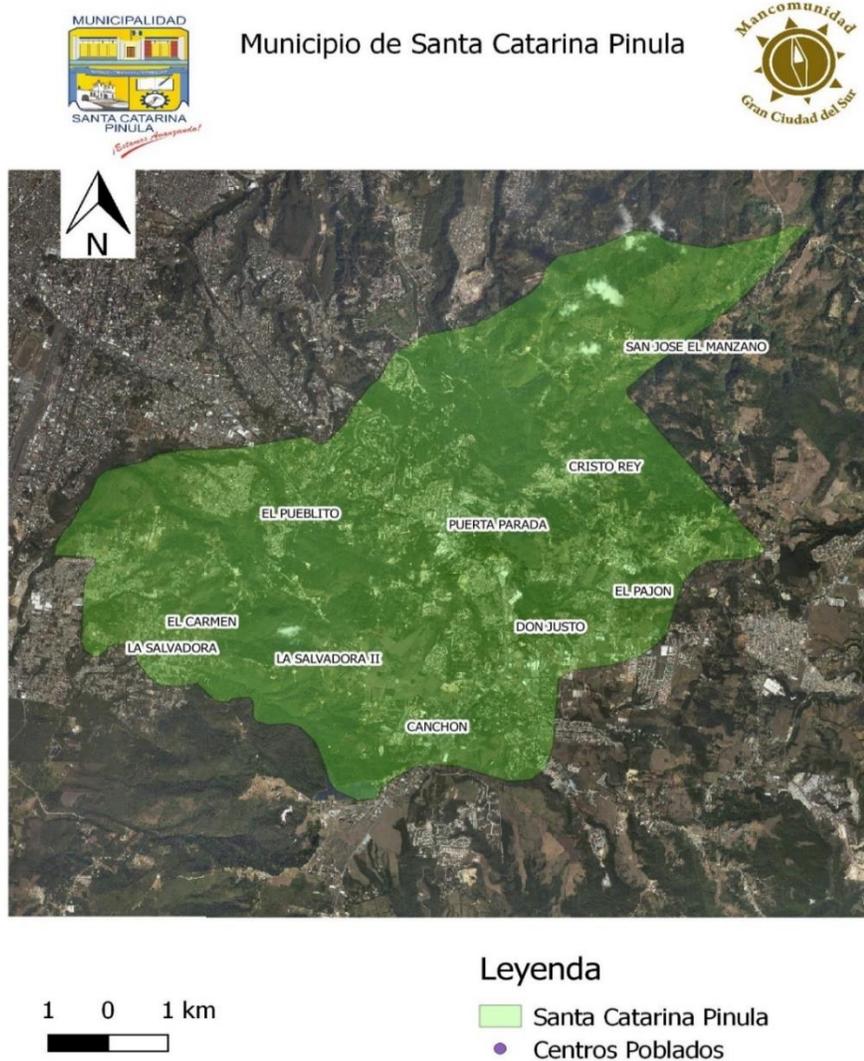
### **1.1.4. Clima e hidrografía**

El clima de la aldea Cuchilla del Carmen se estableció según datos determinados por la estación meteorológica más cercana proporcionada por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), obteniendo los siguientes parámetros anuales:

- Altitud: 1 670 msnm.
- Temperatura media promedio anual: 20,2 grados centígrados.
- Temperatura máxima promedio anual: 25,9 grados centígrados.
- Temperatura mínima promedio anual: 15,3 grados centígrados.
- Temperatura máxima absoluta anual: 30,8 grados centígrados.
- Temperatura mínima absoluta anual: 9,8 grados centígrados.
- Acumulado anual de lluvia: 1 079,5 milímetros.

- Humedad relativa promedio anual: 76 % .
- Velocidad del viento promedio: 10,20 Km/h.
- Evaporación promedio anual: 4,3 milímetros.
- Nubosidad promedio anual: 6 octas.
- Presión atmosférica promedio anual: 640 mmHG.

Figura 2. **Geografía del municipio de Santa Catarina Pinula**



Fuente: SEGEPLAN. *Geografía del municipio de Santa Catarina Pinula*.  
www.ide.segeplan.gob.gt. Consulta: diciembre de 2017.

### 1.1.5. Vías de acceso

La vía principal de acceso es la carretera Interamericana CA-1 que conduce de la ciudad capital hacia El Salvador. Además del acceso por la carretera RD 21<sup>1</sup> llegando desde Muxbal y por la carretera RD 01<sup>2</sup> pasando por Boca del Monte. Todas las vías de acceso hacia las aldeas cuentan con cinta asfáltica y señalizaciones de tránsito eficientes.

Figura 3. Carreteras y vías de acceso a Santa Catarina Pinula



Fuente: SEGEPLAN. *Carretera y vías de acceso a Santa Catarina Pinula.*

[www.ide.segeplan.gob.gt](http://www.ide.segeplan.gob.gt). Consulta: diciembre de 2017.

<sup>1</sup> Ministerio de comunicaciones, infraestructura y vivienda. Red vial de Guatemala 2013. p 13.

<sup>2</sup> Ibid.

### 1.1.6. Servicio públicos

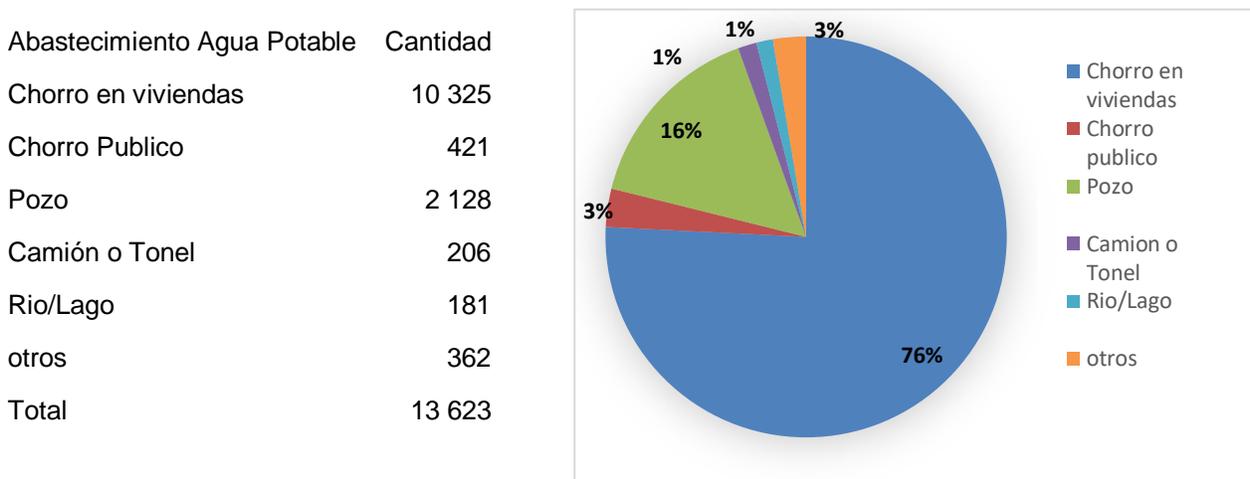
El municipio de Santa Catarina Pinula cuenta con servicios básicos de agua potable, saneamiento básico, salud, educación, infraestructura vial y electricidad para la mayoría de sus habitantes.

La aldea Cuchilla del Carmen posee servicios básicos de agua potable, salud, educación, infraestructura vial y electricidad. Se tienen tramos construidos para el servicio sanitario.

#### 1.1.6.1. Agua potable

En el municipio de Santa Catarina Pinula el abastecimiento de agua se distribuye en un total de 13 623 viviendas. El 79 % cuentan con servicio de agua y el 21 % carece del mismo.

Figura 4. Viviendas con agua potable

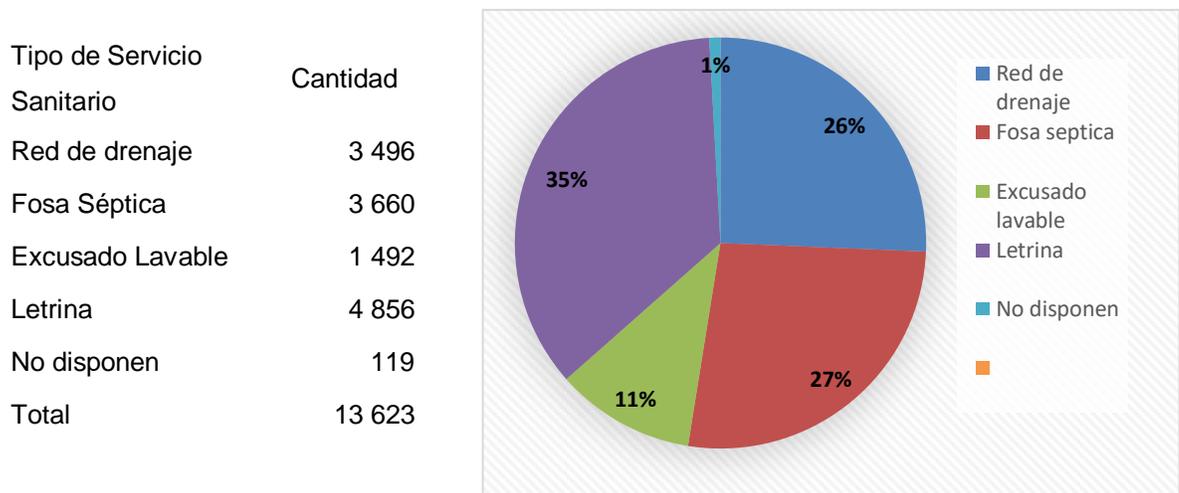


Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

### 1.1.6.2. Servicio sanitario y drenaje

En el municipio de Santa Catarina Pinula, en lo referente al sistema de disposición de excretas y aguas servidas, del total de viviendas, el 99 % poseen servicio sanitario y el 1 % restante carecen de él.

Figura 5. Viviendas con servicio sanitario



Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

## **1.2. Monografía del municipio de San Miguel Petapa**

A continuación se describen las especificaciones históricas y de ubicación exacta del municipio de San Miguel Petapa.

### **1.2.1. Antecedentes históricos**

El municipio de San Miguel Petapa del departamento de Guatemala, es uno de los pueblos más antiguos del país, de origen prehispánico y descendencia Kaqchikel. Su población numerosa e interesante formó su propia rama conocida como Los Petapas. El nombre del municipio de San Miguel Petapa se compone de dos partes, la primera se relaciona con la costumbre española de adjudicar el nombre de un santo para luego complementar con un nombre en lengua regional.

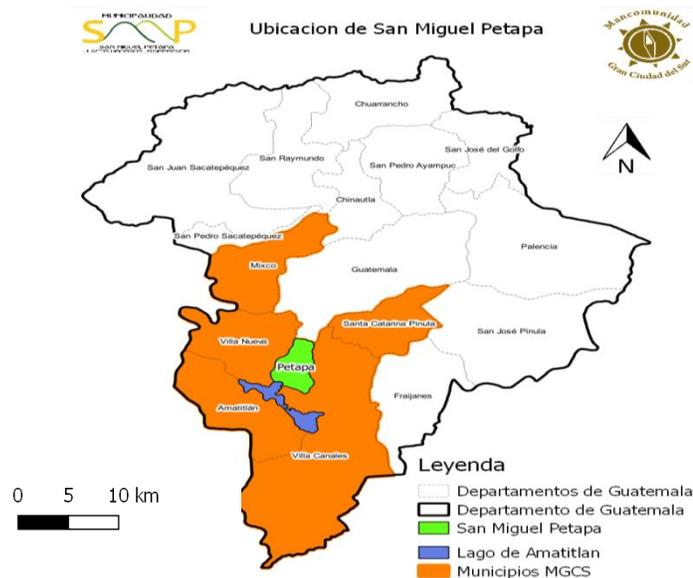
El nombre Petapa se forma de la reunión de dos palabras indígenas: pet que significa estera y thap que quiere decir agua. De esta manera, se puede interpretar como cama de agua, en razón de que el agua del lago está llana, mansa y quieta. La vida del pueblo de Petapa se desarrolla desde el período Colonial de 1524 hasta 1762, siendo su primer asentamiento donde hoy se ubica el municipio de Villa Canales, la cual fue destruida por la época lluviosa del año 1762. En 1855 San Miguel Petapa logra consolidarse en su ubicación actual, conformado por las siguientes aldeas y caseríos: San Miguel Petapa, Santa Inés, Boca del Monte, Chichimecas, Cerro Pelado, Rustrían y Cumbre de San Nicolás. Algunos de los personajes célebres del municipio son Fray Pedro de Angulo y Fray Tomás de San Juan, Fray Mathias de Paz, Fray Lope de Montoya, Fray Andrés del Valle y Fray Domingo Ascona.

### 1.2.2. Localización y ubicación

El municipio de San Miguel Petapa se encuentra situada en la parte sur del departamento de Guatemala, en la Región I o Región Metropolitana. Se encuentra a una distancia de 20 kilómetros de la cabecera departamental de Guatemala. Se localiza en latitud 14° 30' 06" y longitud 90° 33' 37". Sus colindancias son:

- Al norte con la ciudad de Guatemala.
- Al sur con el Lago de Amatitlán (Guatemala).
- Al este con Villa Canales (Guatemala).
- Al oeste con el municipio de Villanueva (Guatemala).

Figura 6. Localización y ubicación del municipio de San Miguel Petapa



Fuente: SEGEPLAN. *Localización y ubicación del municipio de San Miguel Petapa.*

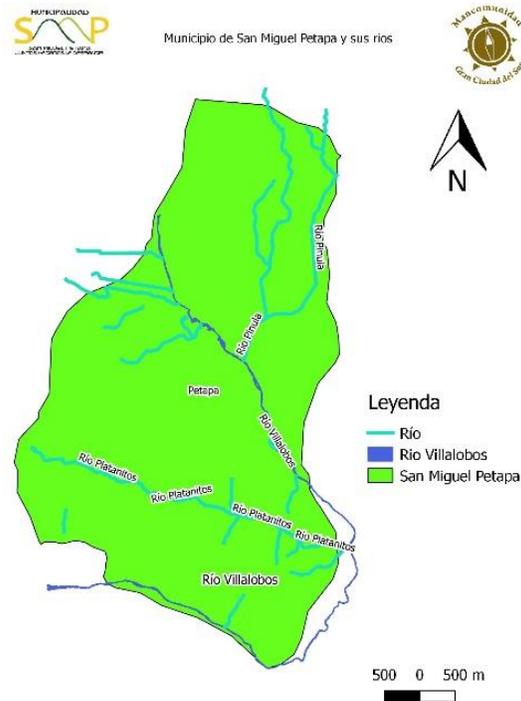
[www.ide.segeplan.gob.gt](http://www.ide.segeplan.gob.gt). Consulta: diciembre de 2017.

### **1.2.3. Clima e hidrografía**

El clima de San Miguel Petapa se estableció según datos determinados por la estación meteorológica más cercana proporcionada por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), obteniendo los siguientes parámetros anuales:

- Altitud: 1 670 msnm.
- Temperatura media promedio anual: 20,2 grados centígrados.
- Temperatura máxima promedio anual: 25,9 grados centígrados.
- Temperatura mínima promedio anual: 15,3 grados centígrados.
- Temperatura máxima absoluta anual: 30,8 grados centígrados.
- Temperatura mínima absoluta anual: 9,8 grados centígrados.
- Acumulado anual de lluvia: 1 079,5 milímetros.
- Humedad relativa promedio anual: 76 %.
- Velocidad del viento promedio: 10,20 Km/h.
- Evaporación promedio anual: 4,3 milímetros.
- Nubosidad promedio anual: 6 octas.
- Presión atmosférica promedio anual: 640 mmHG.

Figura 7. **Hidrografía de San Miguel Petapa**



Fuente: SEGEPLAN. *Hidrografía del municipio de San Miguel Petapa*.  
www.ide.segeplan.gob.gt. Consulta: diciembre de 2017.

#### 1.2.4. **Vías de acceso**

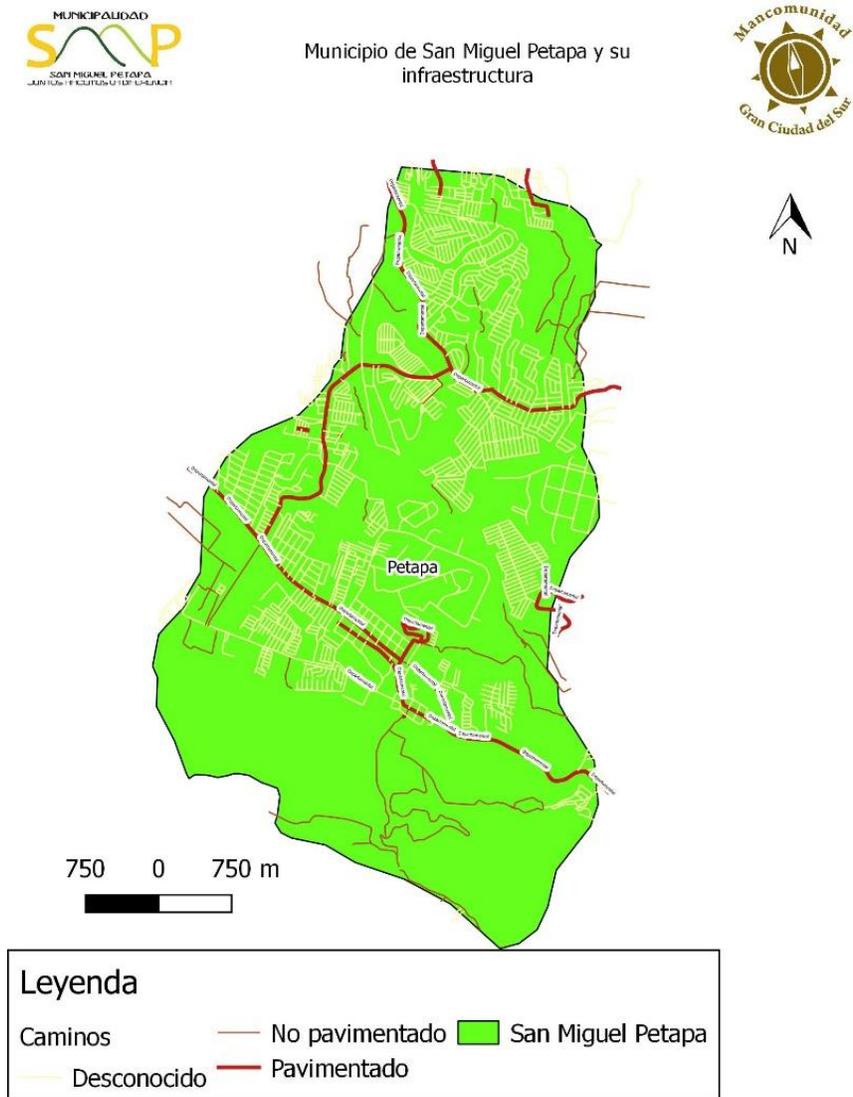
Existen tres accesos para llegar al municipio de San Miguel Petapa: por medio de la carretera interoceánica CA-9 al sur<sup>3</sup>, pasando por el municipio de Villa Nueva; por la carretera RD GUA 1<sup>4</sup> que parte desde el Obelisco hasta llegar al municipio de Villa Canales, y de este hacia San Miguel Petapa que se encuentra a 4 kilómetros al noreste; por el Trébol, hasta el parque de San

<sup>3</sup> Ministerio de comunicaciones, infraestructura y vivienda. Red vial de Guatemala 2013. p 15.

<sup>4</sup> Ibid.

Miguel Petapa, por esta razón, a esta avenida se le dio el nombre de Avenida Petapa.

Figura 8. Carreteras de San Miguel Petapa



Fuente: SEGEPLAN. *Carreteras del municipio de San Miguel Petapa*. [www.ide.segeplan.gob.gt](http://www.ide.segeplan.gob.gt).

Consulta: diciembre de 2017.

## 1.2.5. Servicios públicos

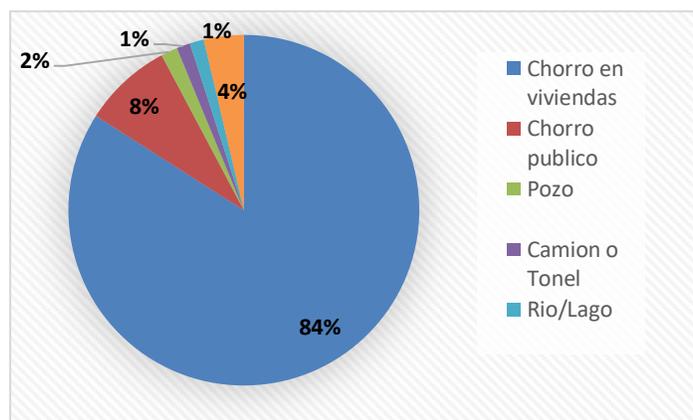
El municipio de San Miguel Petapa cuenta con servicios básicos de agua, saneamiento básico, salud, educación, infraestructura vial y electricidad para la mayoría de sus habitantes.

### 1.2.5.1. Agua potable

Un total de 19 018 viviendas hacen uso del servicio de agua suministrada por chorro con un uso exclusivo el cual equivale al 83,56 %. El uso de agua abastecida mediante pozo se utiliza en 345 hogares lo cual equivale al 1,52 %, con camión o toneles a 284 viviendas registradas, que equivale a un 1,25 %, por medio de río, lago o manantiales 395 el cual equivale a un 1,74 %. De otro tipo 831 viviendas equivale a un 3,65 %. De lo anterior se deduce que la mayor parte de la población recibe servicio de agua de cualquier medio de suministro, pero no necesariamente es un servicio de calidad.

Figura 9. Viviendas con agua potable

Abastecimiento	Cantidad
Agua Potable	
Chorro en viviendas	19 018
Chorro Publico	1 857
Pozo	345
Camión o Tonel	284
Rio/Lago	395
otros	831
Total	22 760

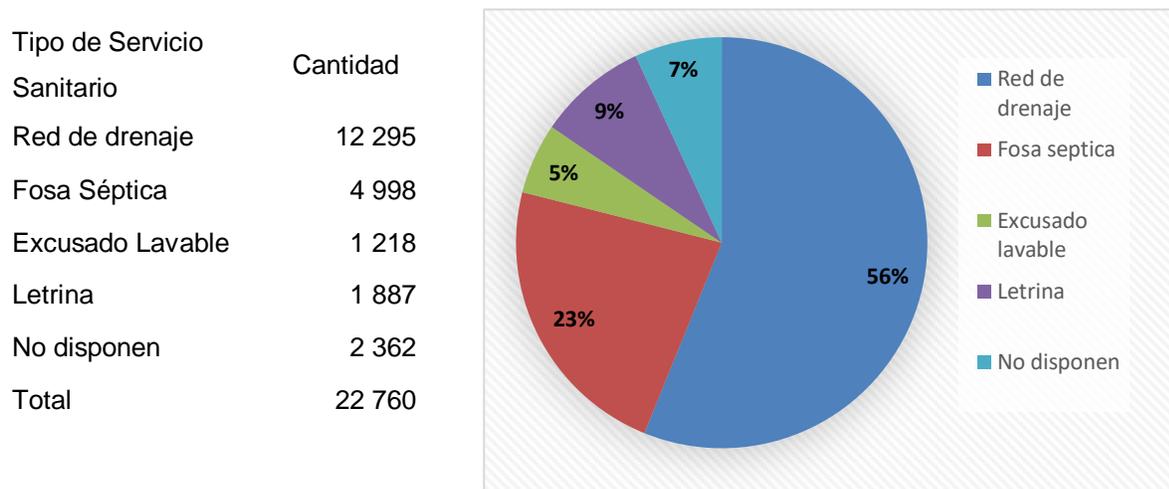


Fuente: elaboración propia.

### 1.2.5.2. Drenajes

Existen 21 902 hogares que cuentan con servicio sanitario de un total de 22 760 hogares en el municipio, lo cual constituye un 96,23 %. En cuanto al servicio sanitario un 56,13 % cuenta con inodoro conectado a red de drenaje, un 22,82 % están conectados a fosa séptica, con excusado lavable corresponde a un 5,56 %, letrina o pozo ciego equivale a un 8,62 %.

Figura 10. **Viviendas con servicio sanitario**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

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

### **2.1. Diseño del sistema de alcantarillado para la aldea Cuchilla del Carmen, Santa Catarina Pinula, Guatemala**

Para realizar un diseño del sistema de alcantarillado es necesario hacer una descripción detallada del proyecto, hacer un levantamiento topográfico así como un análisis de todas las generalidades del proyecto entre otros.

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

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Cuchilla del Carmen, fue diseñado para satisfacer a 3 336 habitantes en un periodo de diseño de 25 años.

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario consiste de 4 905 metros de colector principal y 92 pozos de visita de alturas que varían desde 1,20 metros hasta 6,00 metros, cumpliendo los requerimientos mínimos y máximos del reglamento de EMPAGUA, la tubería utilizada será de PVC normado por la ASTM 3 034 de diámetro 6", 8" y 10". El sistema trabajará por gravedad, siguiendo las pendientes del terreno verificando que las velocidades dentro del colector no estén fuera de los límites máximos permisibles.

El trazo del sistema se realizó tomando en cuenta la recolección de las aguas residuales de las viviendas y tomando la línea central de la carretera, ubicando los pozos de visita en las intersecciones de calles, cambios de dirección y de pendientes pronunciadas. El desfogue del sistema se realizará a

una caja unificadora de caudales en el sector más elevado del terreno propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales que conectará con un colector principal de Villa Canales.

## **2.1.2. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico es indispensable en cualquier proyecto de ingeniería civil, debido a que permite representar gráficamente los puntos físicos de manera conveniente, dependiendo del proyecto de infraestructura que se quiera realizar. Para el levantamiento topográfico de un terreno nunca se toma en cuenta la curvatura de la esfera terrestre, desde este principio se efectúan toda clase de trazos topográficos.

### **2.1.2.1. Planimetría**

Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que consisten en proyectar sobre un plano horizontal los elementos del terreno a analizar, sin considerar su diferencia de elevación. La planimetría se utiliza para localizar la red de drenaje dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y todos aquellos puntos de importancia. Debido a que el levantamiento fue realizado a través de estación total, los datos obtenidos son coordenadas X-Y.

### **2.1.2.2. Altimetría**

La altimetría tiene por objetivo determinar las diferencias de alturas entre los puntos del terreno. Las alturas de los puntos se toman sobre planos de comparación diversos, el más común de estos es el nivel del mar. A estas alturas, los puntos sobre esos planos de comparación se llaman cotas,

elevaciones o alturas y, a veces, niveles. Estas alturas son datos con coordenadas Z, obtenidas del uso con la estación total.

### **2.1.3. Generalidades de un sistema de alcantarillado**

La función de un sistema de alcantarillado es recolectar, transportar y purificar las aguas servidas para su retorno al ambiente, el sistema de alcantarillado trabaja como un canal abierto, por lo que el mismo se diseña con una sección parcialmente llena.

#### **2.1.3.1. Conexiones domiciliarias**

Tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado central.

Consta de las siguientes partes:

- Caja de registro (candela domiciliar o acometida domiciliar)
- Tubería secundaria
  - Caja o candela

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 centímetros. Si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas.<sup>5</sup> Deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

---

<sup>5</sup> INFOM. *Normas generales para el diseño de alcantarillados.*

- Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima del 2 %, a efecto de evacuar adecuadamente el agua.<sup>6</sup> La conexión con la alcantarilla central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados aguas abajo.

Al realizar el diseño del alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a la alcantarilla central, a fin de no profundizar demasiado la conexión domiciliar, aunque en algunos casos esto resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerar otras formas de realizar dicha conexión.

La utilización de sistemas que permitan un mejor funcionamiento del alcantarillado, se empleará en situaciones en las cuales el diseñador lo considere conveniente, derivado de las características del sistema que se diseñe y de las condiciones físicas donde se construirá.

### **2.1.3.2. Colectores**

El colector es parte de un sistema de alcantarillado sanitario que está compuesto por toda la tubería que conduce el caudal sanitario, el cual debe cumplir específicamente las funciones de un canal abierto, es decir, no debe trabajar en ningún momento a sección llena; esto quiere decir que el caudal sanitario debe ser siempre menor al caudal total que puede conducir la tubería a sección llena.

---

<sup>6</sup> INFOM. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. p. 12.

El diámetro de la tubería que funcionará como colector debe ser al menos de 6" para un sistema que está compuesto por tubería de PVC, mientras que para un alcantarillado que estará hecho por tubería de concreto, el diámetro mínimo debe ser de 8".<sup>7</sup> Existen dos parámetros fundamentales para saber que el colector podrá funcionar sin complicaciones durante el periodo de diseño del sistema de alcantarillado sanitario, estos son el tirante y la velocidad que se presentan debido al caudal sanitario.

La velocidad de diseño para un sistema de alcantarillado sanitario debe ser como mínimo de 0,60 m/s, esto debido a que si no se cumple con la velocidad mínima, los sólidos acarreados por el caudal sanitario no serán conducidos por todo el sistema y la tubería retendría los sólidos. Como máximo la velocidad debe ser de 3,00 m/s, ya que si se excede de este parámetro los agentes conducidos por las aguas servidas pueden generar un efecto abrasivo sobre la tubería y desgastar rápidamente el resto de los componentes del sistema.

El parámetro del tirante que existe dentro del colector es muy importante, el mismo está medido de acuerdo a una relación entre el tirante que produce el caudal sanitario y el que se origina por el caudal a sección llena de la tubería. Como mínimo la división entre estos dos tirantes debe ser de 0,10, esto debido a que los sólidos pueden quedar suspendidos en medio de la tubería y como máximo se debe tener una relación de 0,75, si se excede este dato, la tubería podría comenzar a trabajar a sección llena.

---

<sup>7</sup> INFOM. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. p. 14.

### **2.1.3.3. Pozos de visita**

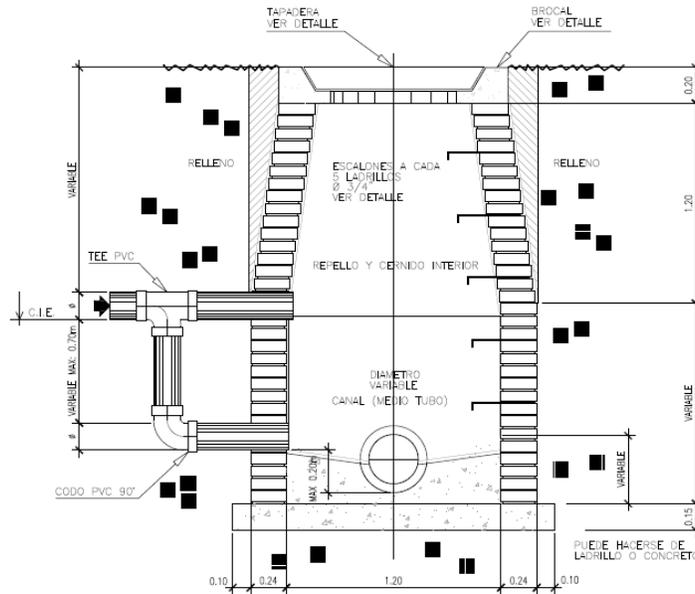
Los pozos de visita dentro de un sistema de alcantarillado sanitario funcionan principalmente como un medio de inspección, limpieza y mantenimiento, se consideran los siguientes aspectos en el diseño:

- A una distancia máxima de 100m.
- Cuando existe un cambio de diámetro.
- Cuando existe un cambio de pendiente.
- Cuando existe un cambio de dirección horizontal.
- Cuando se inicia un ramal del sistema de alcantarillado.
- Cuando existe un cruce entre dos o más tuberías colectoras.

Los pozos de visita pueden ser contruidos de cualquier material, siendo la mampostería de ladrillo el más utilizado. En el fondo se funde una plancha de concreto una pendiente que dirigirá todo el caudal entrante hacia la tubería de salida. Generalmente son de sección circular, teniendo un diámetro mínimo interno de 1,20 metros, obligatoriamente deben tener una tapadera para tener un fácil acceso.

Para el sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Cuchilla del Carmen, existirán 92 pozos de visita de mampostería de ladrillo. El fondo de cada uno de los pozos será una plancha de concreto. El diámetro interno para cada pozo de visita será de 1,20 metros. Estarán provistas de una tapadera de un diámetro mínimo de 0,60 metros. Cada estructura tendrá escalones hechos de varilla de acero corrugado de diámetro mínimo de 3/4".

Figura 11. **Ejemplo de pozo de visita de un sistema de alcantarillado sanitario**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2015.

#### 2.1.4. **Diseño del sistema**

Para el diseño del sistema de un pozo de visita se debe estudiar el período, población, dotación y factor de retorno de diseño, entre otros.

##### 2.1.4.1. **Periodo de diseño**

El período de diseño de un sistema de alcantarillado es el tiempo durante el cual este dará un servicio con una eficiencia aceptable. Este período varía de acuerdo con el crecimiento de la población, capacidad de la administración, operación y mantenimiento. Criterios regidos por las normas generales para el diseño de alcantarillados de INFOM o el reglamento para el diseño y

construcción de drenajes de EMPAGUA recomiendan que las alcantarillas se diseñen para un período de 15 a 40 años. Para el diseño de este proyecto se adoptó un período de 25 años, de los cuales 5 serán para gestiones que se deben de realizar para la ejecución del proyecto y su misma construcción, siendo 20 años de diseño de uso del sistema de alcantarillado.

#### **2.1.4.2. Población de diseño**

El estudio de la población se efectúa con el objetivo de estimar la población futura, para la cual se hace necesario determinar el período de diseño y hacer un análisis de los censos existentes.

El crecimiento de la población es afectado por factores como: nacimientos, anexiones, muertes y migración. Para obtener la proyección del crecimiento de la población, se pueden utilizar distintos métodos, dicha proyección se hace según los datos estadísticos de censos de población, realizados en el pasado. Para el caso de la aldea Cuchilla del Carmen se optó por el método de incremento geométrico, este método se seleccionó por ser el que más se adapta a la realidad del crecimiento poblacional en el medio, para el efecto se aplicó una tasa de crecimiento de (2,45 %) tomando como base lo estipulado en el INE.

$$P_f = P_a(1 + r)^n$$

Donde:

$P_f$  = población futura (hab)

$P_a$  = población actual (hab)

$r$  = tasa de crecimiento (%)

n = periodo de diseño (años)

En el diseño del sistema de alcantarillado para la aldea Cuchilla del Carmen se asumió una densidad de vivienda de 6 hab/vivienda según el promedio obtenido durante las visitas de campo. Se diseña con 556 viviendas y una población de 3 336 habitantes.

$$P_f = (3\ 336\ hab)(1 + 2,45\ \%)^{25} = 6\ 110\ hab$$

#### **2.1.4.3. Dotación**

Es la cantidad de agua proporcionada a una persona en un día. Generalmente se expresa en litros por habitante por día. Como se trata de un lugar urbano, la Municipalidad de Santa Catarina Pinula, por medio de la Dirección Municipal de Planificación, tiene establecida una dotación de 120 ls/hab/día, por lo que esta dotación se adoptará para el diseño de este sistema. Dicha dotación se establece según el reglamento de alcantarillados sanitarios de EMPAGUA, que corresponde a la clasificación G1 destinadas para viviendas de 1 a 4 niveles en áreas de baja densidad.

#### **2.1.4.4. Factor de retorno**

Se determina mediante la consideración de que, del 100 % de agua potable que ingresa a un domicilio, entre el 20 y el 30 % se utilizan en actividades en las cuales se consume, se evapora o se desvía a otros puntos, distinta al 70 u 80 % restante, que después de ser utilizada por las personas es desfogada al sistema de alcantarillado. Por ello, a este porcentaje que retorna se le denomina factor de retorno. Se estima un 80 % de retorno por vivienda.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Cuchilla del Carmen de Santa Catarina Pinula, no se tomó en cuenta un factor de retorno, ya que para el cálculo del caudal de diseño se utilizó un factor de caudal medio de 0,003; el cual es propuesto por EMPAGUA para el diseño de alcantarillados y al asumir este factor se obvia el cálculo del caudal sanitario.

### **2.1.5. Determinación de caudales de diseño**

Los caudales que pueden surgir dentro de un sistema de alcantarillado se clasifican según su origen, estos son: caudal domiciliar, comercial, industrial, de infiltración y de conexiones ilícitas. Cada uno de los anteriormente mencionados son parte del caudal sanitario, el último se analiza para determinar el caudal de diseño que determina el diámetro de la tubería del proyecto, mediante el cálculo del factor de caudal medio.

Los caudales que conforman el caudal sanitario no se tomaron en cuenta para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Cuchilla del Carmen en Santa Catarina Pinula, debido que al tomar el factor de caudal medio propuesto por EMPAGUA no se determinó un caudal sanitario.

Los caudales que conforman el sanitario se desglosarán a continuación, con el fin de ejemplificar la forma en la cual se calcula el caudal sanitario.

#### **2.1.5.1. Caudal domiciliar**

El caudal domiciliar representa todas aquellas descargas provenientes del uso humano para limpieza o producción de alimentos. Este caudal se ve altamente influenciado por el factor de retorno asumido, el cual depende de las condiciones de la población y del servicio de agua potable.

Con lo anterior, se ha estimado que del total de agua que se consume y para este caso se asume un factor de retorno de 0,80. En relación a la dotación de agua potable se asume el valor de 120 litros diarios por habitante utilizado por Santa Catarina Pinula.

$$Q_{dom} = \frac{(Dot) * (P_f) * (F.R)}{86\ 400}$$

Donde:

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

Dot = dotación de agua (l/hab/día)

$P_f$  = población futura (hab)

F.R = factor de retorno

$$t = 1\ dia * \frac{24\ h}{1\ dia} * \frac{60\ min}{1\ h} * \frac{60\ s}{1\ min} = 86\ 400\ s/dia$$

$$Q_{dom} = \frac{(120\ l/hab/día) * (6\ 110\ hab) * (0,8)}{86\ 400} = 6,79\ l/s$$

Suponiendo que existe un factor de retorno del 80,00 %, para la población de diseño del proyecto y con la dotación que se tiene de acuerdo a la instalación de agua potable con la que cuenta la localidad obtendremos un caudal domiciliar de 6,79 L/s.

### 2.1.5.2. Caudal comercial

El caudal comercial integra todas las descargas de aguas residuales realizadas por los distintos comercios como: restaurantes, hoteles, teatros, cines, entre otros. La dotación diaria para los comercios varía dependiendo del tipo de comercio desde 600 hasta 3 000 litros.

Para el caso de la aldea Cuchilla del Carmen se consideran 12 comercios con una dotación promedio de 1 500 l/comer/día.

$$Q_{com} = \frac{(Dot_{com}) * (\#com)}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{com}$  = caudal comercial (l/s)

$Dot_{com}$  = dotación comercial (l/comercio/día)

$$Q_{dom} = \frac{(1\ 500\ l/com/día) * (12\ com)}{86\ 400} = 0,21\ l/s$$

Se tiene un caudal comercial de 0,21 l/s. Posteriormente se utilizará para ser sumado con los otros que conforman el caudal sanitario.

### 2.1.5.3. Caudal industrial

Como su nombre lo indica este caudal representa a las descargas producidas por todas las industrias ubicadas en los tramos a cubrir con el alcantarillado. La dotación de agua para las industrias varía desde 1 000 hasta

18 000 litros diarios por industria. Para este caso no se cuentan con industrias en el área, por lo cual este caudal no es considerado en el diseño.

#### **2.1.5.4. Caudal de conexiones ilícitas**

Este caudal es producido debido a las personas que ilegalmente conectan tuberías de agua pluvial al sistema de alcantarillado sanitario. Se recomienda asumir un porcentaje desde 0,50 hasta 2,50 % de viviendas conectadas ilícitamente.

Para este caso se asumirá el 0,10 debido al alto grado de escolaridad con el que cuenta la población que habita en el lugar del proyecto.

$$Q_{c,i} = 0,10 * Q_{dom}$$

Donde:

$Q_{c.i}$  = caudal de conexiones ilícitas (l/s)

$Q_{dom}$  = caudal comercial

$$Q_{c.i} = 0,10 * 6,79 = 0,68 \text{ l/s}$$

### 2.1.5.5. Caudal de infiltración

Es el caudal se produce por la infiltración de agua que se da a través de la tubería, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad y tipo de tubería y de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas y la calidad de mano de obra utilizada y la supervisión técnica. Para este caso se cuenta con tubería PVC de 6" ubicada por encima del nivel freático.

$$Q_i = 0,01 * \phi_{tub}^8$$

Donde:

$Q_i$  = caudal de infiltración (l/s)

$\phi$  = diámetro de tubería (Pulg)

$$Q_i = 0,01 * (6") = 0,06 \text{ l/s}$$

### 2.1.5.6. Caudal sanitario

Al realizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriores, se procede a la obtención del valor del caudal medio, que está dado por la siguiente expresión:

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{c.i} + Q_i + Q_{ind}$$

$$Q_{san} = (6,79 + 0,21 + 0,68 + 0,06) \frac{l}{s} = 7,74 \frac{l}{s}$$

---

<sup>8</sup> INFOM. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. p. 16.

De acuerdo con el seguimiento del ejemplo para determinar el caudal sanitario se tiene un dato de 7,74 l/s.

### 2.1.5.7. Factor de caudal medio

Una vez obtenido el caudal sanitario se procede a integrar el caudal medio de área a drenar y a distribuir dentro del número de habitantes. El valor del factor de caudal medio se debe encontrar en distintos rangos dependiendo del reglamento utilizado.

Tabla I. Factores de caudal medio

Reglamento	Valores del factor de caudal medio
Dirección General de Obras Públicas (DGOP)	$0,002 < f_{qm} < 0,005$
Municipalidad de Guatemala	$f_{qm} = 0,003$
Instituto del Fomento Municipal (INFOM)	$f_{qm} = 0,0046$

Fuente: elaboración propia.

El factor de caudal medio muestra la cantidad de litros por segundo que se brinda por habitante en el sector al cual se construirá el sistema de alcantarillado. Existen rangos propuestos por el INFOM los cuales no pueden ser menor de 0,002 ni mayor a 0,005, de lo contrario se tomará el límite próximo al dato obtenido. La forma para determinar este factor es la siguiente:

$$f_{qm} = \frac{Q_{san}}{P_f}$$

Donde:

F<sub>qm</sub> = factor de caudal medio

Q<sub>san</sub> = caudal sanitario (l/s)

P<sub>f</sub> = población futura (hab)

$$f_{qm} = \frac{7,74 \text{ l/s}}{6\ 110 \text{ hab}} = 0,0023$$

Como se puede observar que el factor de caudal medio nos resultó de 0,0023 l/s/hab, si este fuera el caso se debería utilizar este factor, ya que se encuentra dentro del rango permisible y toma en cuenta todos los caudales que podrían existir en el sistema de alcantarillado. Para el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Cuchilla del Carmen, el factor que se utilizó fue de 0,003, un factor que recomienda utilizar EMPAGUA.

#### **2.1.5.8. Factor de Harmon**

El factor de Harmon, o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra a la población para servir en un tramo determinado, actúa en las horas pico o de mayor utilización del drenaje. El valor del mismo depende de la población futura y su valor suele variar desde 1,50 hasta 4,50. Se calcula para el tramo de PV-1 a PV-2.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P_f}}{4 + \sqrt{P_f}}$$

Donde:

FH = factor de Hardmon

$P_f$  = población futura en miles (hab)

Presente

$$FH = \frac{18 + \sqrt{0,060 \text{ hab}}}{4 + \sqrt{0,060 \text{ hab}}} = 4,30$$

Futuro

$$FH = \frac{18 + \sqrt{0,110 \text{ hab}}}{4 + \sqrt{0,110 \text{ hab}}} = 4,23$$

#### 2.1.5.9. Caudal de diseño

Al caudal de diseño también se le llama caudal máximo. Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde ésta fluya, el caudal se calcula de la forma siguiente con muestra del primer tramo.

$$Q_{dis} = (f_{qm}) * (FH) * (\# Hab_{tra})$$

Donde:

$Q_{dis}$  = caudal de diseño (l/s)

$f_{qm}$  = factor de caudal medio

FH = factor de Hardmon

$\# Hab_{tra}$  = número de habitantes del tramo en consideración

Utilizando los datos del primer tramo de la aldea Cuchilla del Carmen, se obtiene:

Presente

$$Q_{dis} = (0,003) * (4,30) * (60) = 0,77 \text{ l/s}$$

Futuro

$$Q_{dis} = (0,003) * (4,23) * (110) = 1,40 \text{ l/s}$$

### **2.1.6. Fundamentos hidráulicos**

A continuación se describen los fundamentos hidráulicos para este proyecto.

#### **2.1.6.1. Ecuación de Manning para flujo en canales**

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la fórmula de Manning en sistema métrico para secciones circulares, así:

$$V = \frac{0.03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

9

Donde:

V = velocidad de flujo a sección llena (m/seg)

D = diámetro de la sección circular (plg)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad (0,010 para tubería de PVC)

---

<sup>9</sup> INFOM. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. p. 15.

También se considera el régimen permanente uniforme, esto es, flujo permanente, en el cual la velocidad media permanece constante; las ecuaciones fundamentales son:

$$Q = V * A * 1\ 000 \quad Rh = \frac{A}{p}$$

Donde:

Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)

A = área hidráulica (m<sup>2</sup>)

P = perímetro mojado (m)

Rh = radio hidráulico (m)

V = velocidad (m/s)

#### **2.1.6.2. Relaciones hidráulicas**

Para el diseño de secciones y pendientes se utilizarán secciones circulares funcionando como canales a sección parcialmente llena. Se deberá determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena por medio de las ecuaciones ya establecidas, se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q), donde q es el caudal de diseño entre el caudal a sección llena (Q); el resultado obtenido se busca en las tablas de relaciones hidráulicas, donde se podrá encontrar las relaciones (v/V) y (d/D).

Donde:

Q = caudal a sección llena

Q = caudal a sección parcial

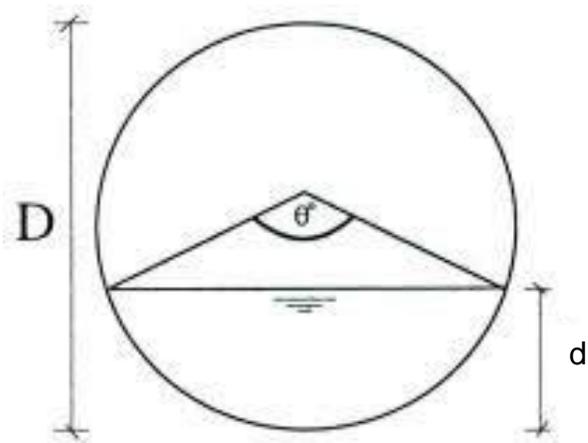
V = velocidad a sección llena

$v$  = velocidad a sección parcial

$D$  = tirante a sección llena

$d$  = tirante a sección parcial

Figura 12. **Relación de tirantes**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCad 2015.

Tabla II. Relaciones hidráulicas para secciones circulares

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.0880	0.00015	0.1025	0.0540	0.4080	0.02202
0.0125	0.0237	0.1030	0.00024	0.1050	0.0558	0.4140	0.02312
0.0150	0.0031	0.1160	0.00036	0.1075	0.0578	0.4200	0.02429
0.0175	0.0039	0.1290	0.00050	0.1100	0.0599	0.4260	0.02550
0.0200	0.0048	0.1410	0.00067	0.1125	0.0619	0.4320	0.02672
0.0225	0.0057	0.1520	0.00087	0.1150	0.0639	0.4390	0.02804
0.0250	0.0067	0.1630	0.00108	0.1175	0.0659	0.4440	0.02926
0.0275	0.0077	0.1740	0.00134	0.1200	0.0680	0.4500	0.03059
0.0300	0.0087	0.1840	0.00161	0.1225	0.0701	0.4560	0.03194
0.0325	0.0099	0.1940	0.00191	0.1250	0.0721	0.4630	0.03340
0.0350	0.0110	0.2030	0.00223	0.1275	0.0743	0.4680	0.03475
0.0375	0.0122	0.2120	0.00258	0.1300	0.0764	0.4730	0.03614
0.0400	0.0134	0.2210	0.00223	0.1325	0.0786	0.4790	0.03763
0.0425	0.0147	0.2300	0.00338	0.1350	0.0807	0.4840	0.03906
0.0450	0.0160	0.2390	0.00382	0.1375	0.0829	0.4900	0.04062
0.0475	0.0173	0.2480	0.00430	0.1400	0.0851	0.4950	0.04212
0.0500	0.0187	0.2560	0.00479	0.1425	0.0873	0.5010	0.04375
0.0525	0.0201	0.2640	0.00531	0.1450	0.0895	0.5070	0.04570
0.0550	0.0215	0.2730	0.00588	0.1475	0.0913	0.5110	0.04665
0.0575	0.0230	0.2710	0.00646	0.1500	0.0941	0.5170	0.04863
0.0600	0.0245	0.2890	0.00708	0.1525	0.0964	0.5220	0.05031
0.0625	0.0260	0.2970	0.00773	0.1550	0.0986	0.5280	0.05208
0.0650	0.0276	0.3050	0.00841	0.1575	0.1010	0.5330	0.05381
0.0675	0.0292	0.3120	0.00910	0.1600	0.1033	0.5380	0.05556
0.0700	0.0308	0.3200	0.00985	0.1650	0.1080	0.5480	0.05916
0.0725	0.0323	0.3270	0.01057	0.1700	0.1136	0.5600	0.06359
0.0750	0.0341	0.3340	0.01138	0.1750	0.1175	0.5680	0.06677
0.0775	0.0358	0.3410	0.01219	0.1800	0.1224	0.5770	0.07063
0.0800	0.0375	0.3480	0.01304	0.1850	0.1273	0.5870	0.07474
0.0825	0.0392	0.3550	0.01392	0.1900	0.1323	0.6960	0.07885
0.0850	0.0410	0.3610	0.01479	0.1950	0.1373	0.6050	0.08304
0.0875	0.0428	0.3680	0.01574	0.2000	0.1424	0.6150	0.08756
0.0900	0.0446	0.3750	0.01672	0.2050	0.1475	0.6240	0.09104
0.0925	0.0464	0.3810	0.01792	0.2100	0.1527	0.6330	0.09663

Continuación de la tabla II.

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.1631	0.6510	0.10619	0.5900	0.6140	1.0700	0.65488
0.2250	0.1684	0.6590	0.11098	0.6000	0.6265	1.0700	0.64157
0.2300	0.1436	0.6690	0.11611	0.6100	0.6389	1.0800	0.68876
0.2350	0.1791	0.6760	0.12109	0.6200	0.6513	1.0800	0.70537
0.2400	0.1846	0.6840	0.12623	0.6300	0.6636	1.0900	0.72269
0.2450	0.1900	0.6920	0.13148	0.6400	0.6759	1.0900	0.73947
0.2500	0.1955	0.7020	0.13726	0.6500	0.6877	1.1000	0.75510
0.2600	0.2066	0.7160	0.14793	0.6600	0.7005	1.1000	0.77339
0.2700	0.2178	0.7300	0.15902	0.6700	0.7122	1.1100	0.78913
0.3000	0.2523	0.7760	0.19580	0.7000	0.7477	1.1200	0.85376
0.3100	0.2640	0.7900	0.20858	0.7100	0.7596	1.1200	0.86791
0.3200	0.2459	0.8040	0.22180	0.7200	0.7708	1.1300	0.88384
0.3300	0.2879	0.8170	0.23516	0.7300	0.7822	1.1300	0.89734
0.3400	0.2998	0.8300	0.24882	0.7400	0.7934	1.1300	0.91230
0.3500	0.3123	0.8430	0.26327	0.7500	0.8045	1.1300	0.92634
0.3600	0.3241	0.8560	0.27744	0.7600	0.8154	1.1400	0.93942
0.3700	0.3364	0.8680	0.29197	0.7700	0.8262	1.1400	0.95321
0.3800	0.3483	0.8790	0.30649	0.7800	0.8369	1.3900	0.97015
0.3900	0.3611	0.8910	0.32172	0.7900	0.8510	1.1400	0.98906
0.4000	0.3435	0.9020	0.33693	0.8000	0.8676	1.1400	1.00045
0.4100	0.3860	0.9130	0.35246	0.8100	0.8778	1.1400	1.00045
0.4200	0.3986	0.9210	0.36709	0.8200	0.8776	1.1400	1.00965
0.4400	0.4238	0.9430	0.39963	0.8400	0.8967	1.1400	1.03100
0.4500	0.4365	0.9550	0.41681	0.8500	0.9059	1.1400	1.04740
0.4600	0.4491	0.9640	0.43296	0.8600	0.9149	1.1400	1.04740
0.4800	0.4745	0.9830	0.46647	0.8800	0.9320	1.1300	1.06030
0.4900	0.4874	0.9910	0.48303	0.8900	0.9401	1.1300	1.06550
0.5000	0.5000	1.0000	0.50000	0.9000	0.9480	1.1200	1.07010
0.5100	0.5126	1.0090	0.51719	0.9100	0.9554	1.1200	1.07420
0.5200	0.5255	1.0160	0.53870	0.9200	0.9625	1.1200	1.07490
0.5300	0.5382	1.0230	0.55060	0.9300	0.9692	1.1100	1.07410
0.5400	0.5509	1.0290	0.56685	0.9400	0.9755	1.1000	1.07935
0.5500	0.5636	1.0330	0.58215	0.9500	0.9813	1.0900	1.07140

Fuente: VILLÓN BÉJAR, Máximo. *Hidráulica de canales*. p. 32-33.

- Relación de caudales (q/Q)

Para calcular esta relación se divide el caudal de diseño de cada tramo entre el caudal a sección llena calculado en función de la ecuación de continuidad.

Como ejemplo se desarrolla la muestra de cálculo del primer tramo del proyecto de PV-1 a PV-2. Para el cálculo del caudal a sección llena se utilizó tubería PVC de 6" y una pendiente del 1,50 %.

Actual

$$\frac{q}{Q} = \frac{0,77 \text{ l/s}}{25,30 \text{ l/s}} = 0,0306$$

CUMPLE

Futuro

$$\frac{q}{Q} = \frac{1,39 \text{ l/s}}{25,30 \text{ l/s}} = 0,0552$$

CUMPLE

- Relación de velocidades (v/V)

Esta relación se obtiene a partir de los resultados de la Tabla II de relaciones hidráulicas utilizando la relación de caudales. Posteriormente es multiplicada por velocidad a sección llena para determinar la velocidad a sección parcial.

Utilizando las tablas de relaciones hidráulicas se establece la relación de velocidades, para el primer tramo y posteriormente la velocidad a sección parcial.

Actual

$$\frac{v}{V} = 0,448$$

CUMPLE

$$v = (0,448) \left( 1,387 \frac{m}{s} \right) = 0,62 \frac{m}{s}$$

Futuro

$$\frac{v}{V} = 0,540$$

CUMPLE

$$v = (0,540) \left( 1,387 \frac{m}{s} \right) = 0,74 \frac{m}{s}$$

- Relación de tirantes (d/D)

Esta relación, al igual que la relación de velocidades se obtiene de la tabla II de relaciones hidráulicas. El rango de esta relación es general en todas las normas y se encuentra entre 0,10 y 0,75.

El valor mínimo se establece con el fin de evitar la sedimentación de sólidos en las tuberías. Mientras que el valor máximo evita que se produzcan presiones que puedan afectar la tubería.

Para el primer tramo del proyecto se cuenta con la siguiente relación, establecida en la tabla II de relaciones hidráulicas.

Actual

$$\frac{d}{D} = 0,1190$$

CUMPLE

Futuro

$$\frac{d}{D} = 0,1590$$

CUMPLE

### 2.1.7. Cotas invert

Las cotas invert es la que determina la localización de la parte inferior de la tubería. Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado. Para el cálculo de las mismas se debe tomar en cuenta las ecuaciones a continuación descritas.

$$CI = CT_i - (H_{min} + E_t + \phi_{tubo})$$

$$CT_f = CT_i - (DH * S\%_{terreno})$$

$$S\%_{terreno} = \frac{CT_i - CT_f}{DH} * 100$$

$$CIE_2 = CI - (DH * S\%_{tubo})$$

$$CIS_2 = CIE_1 - 0,03$$

Donde:

CI	= cota invert inicial
CT <sub>i</sub>	= cota de terreno inicial
CT <sub>f</sub>	= cota de terreno final
H <sub>min</sub>	= altura mínima de pozo
E <sub>t</sub>	= espesor de tubería
∅ <sub>tubo</sub>	= diámetro de tubería
S% <sub>terreno</sub>	= pendiente del terreno
CIE	= cota invert de entrada
CIS	= cota invert de salida
S% <sub>tubería</sub>	= pendiente de la tubería
DH	= distancia horizontal entre pozos.

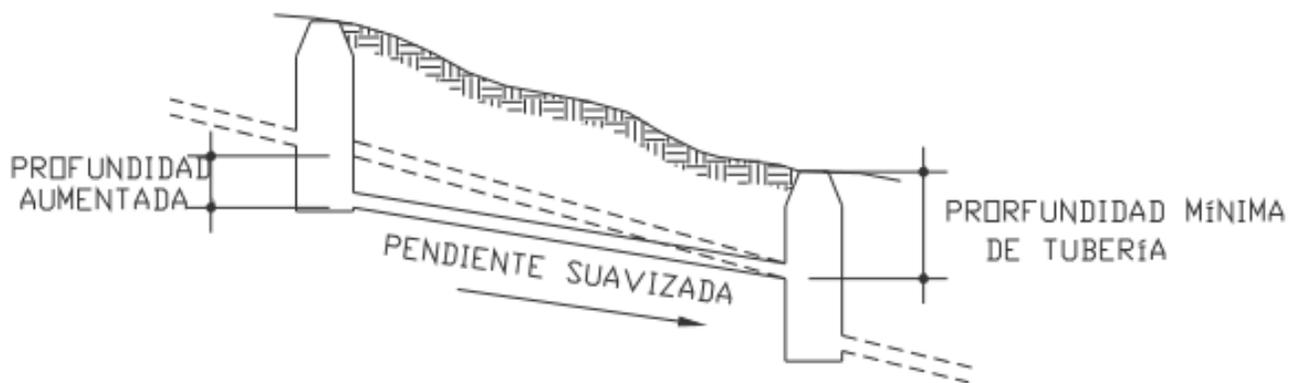
$$CIS\ PV1 = 200\ 400 - 1,20\ (\text{mínima profundidad definida}) = 199\ 200$$

$$CIE\ PV2 = 199,200 - ((28,58 - 1,2) * 1,50\ \%) = 198,789$$

$$CIS\ PV2 = 198,789 - 0,03 = 198,759$$

Para comprender de mejor forma los conceptos anteriormente expuestos se presenta la figura 13.

Figura 13. **Caso especial de cota invert**



Fuente: AREVALO, Adan. *Pendientes especiales de cota invert*. p. 32.

### 2.1.8. Propuesta de tratamiento

Es importante el considerar el tratamiento de todas las aguas servidas que son recolectadas por un sistema de alcantarillado sanitario ya que estas, al ser directamente descargadas en cuerpos de agua, las aguas residuales suelen perjudicar las características de estos. De este modo sabemos que es de vital importancia que las aguas servidas dispongan de un tratamiento correcto, permitiendo la eliminación de parásitos, bacterias y virus patógenos.

Actualmente, en Guatemala un proyecto de un sistema de alcantarillado sanitario no puede ser realizado a menos que se tenga provisto que este

desfogue en una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), esto se encuentra estipulado en el Acuerdo Gubernativo núm. 236-2006. Por lo que la propuesta de tratamiento para las aguas servidas del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Cuchilla del Carmen en Santa Catarina Pinula será una PTAR, la cual deberá ser diseñada y construida bajo los criterios de un ingeniero sanitaria cumpliendo con lo estipulado en el acuerdo anteriormente mencionado

### **2.1.9. Evaluación financiera**

Para determinar la rentabilidad de un proyecto se debe realizar un análisis económico; para ello se utiliza el estudio del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

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

Es una alternativa para la toma de decisiones en inversión, lo cual permite determinar de forma anticipada si una inversión es factible o no, con el objetivo de prevenir pérdidas a futuro. Es utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse de mejor manera si los ingresos son mayores a los egresos.

Los modelos matemáticos del VPN son:

$$P = F \left[ \frac{1}{(1 + i)^n - 1} \right]^{10}$$

---

<sup>10</sup> COSS BU, Raúl. *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. p. 18.

$$P = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \quad 11$$

Donde:

P = valor de pago único en el valor inicial a la operación o valor presente.

F = valor de pago único al final del período de la operación o valor de pago futuro.

A = v de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante renta, de ingreso o egreso.

i = tasa de interés de cobro por la operación o tasa de utilidad por la inversión a una solución.

n = período de tiempo que pretende la duración de la operación.

$$VPN = Ingresos - Egresos$$

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales son:

$$VPN < 0$$

$$VPN = 0$$

$$VPN > 0$$

Cuando el  $VPN < 0$ , y el resultado es un valor negativo nos indica que el proyecto no es rentable. Cuando  $VPN = 0$ , concluimos que el proyecto no genera utilidad sobre la inversión realizada, y cuando el  $VPN > 0$ , indica que el proyecto es rentable.

---

<sup>11</sup> COSS BU, Raúl. *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*. p. 18.

Se realizó el análisis en un documento de Excel, el cual se adjunta al presente informe en donde se tomaron en consideración las siguientes condiciones:

Datos:

$N = 25$  años

$i = 13\%$  (según tasa activa del Banco de Guatemala para el 2017)

Ejecución de la obra = Q 7 504 552,36

Personal de operación y sueldo = (4) (Q 3 100,00 c/u)

Personal de mantenimiento = (3) (Q 2 900,00 c/u)

Insumos, pago de servicios = Q 10 000,00

Beneficios de salud = Q 160 868,59

$$VPN = Q 9 414 707,35$$

Como el VPN o VAN es mayor que cero, lo que indica que el proyecto es rentable económicamente. Este resultado puede interpretarse de la siguiente manera: el proyecto es de un carácter social y representa un beneficio para los pobladores de la aldea en cuestión de salud.

Para obtener un análisis más certero acerca del beneficio y costo del presente proyecto se utilizará la siguiente ecuación:

$\frac{B}{C} > 1$  Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es mayor que el costo. Por lo que existe rentabilidad en la propuesta del proyecto.

$\frac{B}{C} < 1$  Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es menor que el costo. Por lo que no es rentable la propuesta del proyecto.

Datos:

$$B = Q 20 281 412,89$$

$$C = Q 10 866 705,54$$

$$\frac{B}{C} = \frac{Q 20 281 412,89}{Q 10 866 705,54} = 1,87 > 1$$

Con base en el análisis de beneficio/costo del proyecto se puede determinar que es rentable y sostenible a través del tiempo ya que genera un beneficio por salud a todos los habitantes del lugar. El proyecto como se habían determinado anteriormente en el análisis de VPN o VAN, es de carácter social, por lo tanto, es una inversión que la municipalidad debe realizar para mejorar la calidad de vida de los habitantes y prestar el servicio básico de saneamiento para reducir índices de morbilidad y contaminación en el lugar.

- Costo anual único equivalente (CAUE)

El costo anual equivalente y el beneficio anual equivalente respectivamente. Estos dos indicadores son utilizados en la evaluación de proyectos de inversión y corresponden a todos los ingresos y desembolsos convertidos en una cantidad anual uniforme equivalente que es la misma cada período.

El modelo matemático es el siguiente:

$$CAUE = (VAN) * \frac{(1 + i)^n * i}{(1 + i)^n - 1} \quad ^{12}$$

Evaluando las condiciones anteriores, en el VPN, el resultado es el siguiente:

CAUE: - Q 1 011 558,33

Se puede interpretar la información anterior como un costo de operación anual negativo o pérdidas, ya que el proyecto al no tener un ingreso estimado anual genera un flujo de caja negativo que no permite ser económicamente sostenible a través del tiempo.

### **2.1.10. Evaluación ambiental**

Para la evaluación ambiental se describen varios factores a continuación.

#### **2.1.10.1. En construcción**

Los impactos negativos del proyecto se dan principalmente en las etapas de construcción y operación del proyecto y la mayoría se dan en la fase de construcción; los elementos más impactados negativamente son:

- El suelo
- El agua
- El aire

---

<sup>12</sup> ALVARADO VERDIN, Víctor. *Ingeniería económica*. p. 22.

Para evitar las polvaredas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo las que deberán llenarse en el tiempo más corto posible, compactándose, adecuadamente, las mismas, para evitar el arrastre de partículas por el viento.

#### **2.1.10.2. En operación**

En áreas planas, ríos y riachuelos cercanos, es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar el proyecto.

- Deberá de capacitarse a las personas encargadas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de las aguas servidas y reparaciones menores.
- Los trabajadores que se encargan de darle mantenimiento al sistema deben tener conocimientos sobre aspectos de limpieza de pozos de visita.
- Capacitar al personal que laborará en el proyecto en el momento de entrar en operación para su mantenimiento y limpieza, así se evita la creación de basureros clandestinos.

Se sugieren algunas medidas de mitigación aplicables, para reducir el impacto ambiental negativo producido por el proyecto.

- Medio ambiente
  - Tierras

El suelo será afectado negativamente en la etapa de construcción debido a excavación de zanja de tubería y pozos de visita.

La erosión y sedimentación serán afectadas negativamente durante la fase de construcción por las zanjas al momento de la instalación de tuberías.

- Mitigación

El suelo que se extrajo de la excavación por zanjeo, se incorporará nuevamente al suelo y se compactará, según lo establecido en la memoria técnica.

- Aguas

- Aguas subterráneas

Si las condiciones del proyecto lo ameritan se tendrán algunas modificaciones por la instalación de tuberías y pozos de visita ya que se está alterando el subsuelo de las comunidades.

- Mitigación

Para evitar la contaminación del manto freático y prevenir la infiltración de caudal subterráneo en la tubería del proyecto, deben seguirse los lineamientos de la empresa proveedora de la tubería para que la instalación se lleve a cabo garantizando calidad en el producto final.

- Ecosistema

- Vegetación natural y cultivos

La vegetación propia del lugar tendrá un impacto negativo reducido, ya que se eliminará cualquier cultivo o vegetación existente en los tramos en donde se diseñe el proyecto.

- Medidas de mitigación

Se propone un programa de reforestación en los alrededores el proyecto para contribuir a la mejora del ornato en el lugar.

- Medio ambiente – socioeconómico

- Agua

Los trabajadores del proyecto pueden hacer uso excesivo de este recurso que se encuentra disponible en la comunidad. Puede ser utilizado para higiene personal, realización del proyecto o de consumo humano.

- Mitigación

Controlar la dotación de agua potable para los trabajadores del proyecto para que puedan consumir únicamente lo necesario y no se desperdicie el recurso.

- Problemas ambientales

- Contaminación del ruido, vibración, suelo y aire

En las diferentes fases de construcción del sistema de alcantarillado, se utilizarán herramientas manuales, eléctricas y de otro tipo, las cuales pueden influir directamente en el bienestar de los habitantes del lugar, ya que algunas herramientas producen ruidos y vibraciones constantes que pueden llegar a ser molestos.

En el caso del suelo, el concreto es una mezcla de diferentes componentes químicos, los cuales puede afectar los estratos superficiales del subsuelo, incorporando componentes ajenos a los nutrientes benéficos de las especies forestales y agroforestales propias de la región, evitando de esta manera, la reproducción y crecimiento de los distintos tipos de especies que forman parte de la flora.

El aire se ve afectado directamente en la fase de movimiento de tierras, en la cual la maquinaria y los operarios se encargan del desprendimiento de los estratos del suelo, provocando con esto la liberación de partículas de polvo, las cuales se mezclan con el aire de la zona ocasionando molestias en el sistema respiratorio de los habitantes. Por otra parte, la actividad de maquinaria de construcción en el lugar provoca la liberación de gases nocivos, los cuales son perjudiciales si se inhalan por un período extenso consecutivo.

- Mitigación

- Restringir uso de maquinaria eléctrica pesada en horarios nocturnos para evitar molestias a los vecinos.

- Promover el uso de protección física, tal como mascarillas.
- Después de cada jornada de trabajo, se debe realizar la limpieza del área (recoger madera, clavos, residuos de concreto, entre otros) para evitar que se genere contaminación en el lugar.
- Al momento de iniciar la ejecución del proyecto, se sugiere señalar el área de trabajo para evitar accidentes relacionados a seguridad industrial.

Existen varios formatos para realizar estudio de impacto ambiental para este caso, se utilizó el estudio ambiental inicial proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Dicho estudio se encuentra descrito en el área de apéndices del trabajo

#### **2.1.11. Presupuesto del proyecto**

Para la elaboración del presupuesto del proyecto fue necesaria la integración de los precios unitarios, en los cuales se establecían los materiales a utilizar en cada renglón, la mano de obra calificada y no calificada, herramientas y distintos criterios administrativos establecidos por la municipalidad de Santa Catarina Pinula.

Dicho presupuesto se encuentra en el área de apéndices del trabajo

### **2.1.12. Cronograma de ejecución**

Dentro de la planificación de un proyecto es necesario considerar la elaboración de un cronograma del avance de los renglones establecidos, asimismo, se debe llevar un control de la inversión semanal el cual es conocido como avance financiero, por lo que en el cronograma se integran ambos avances y un acumulado del mismo, esto para llevar de manera organizada el avance durante la ejecución del proyecto.

Dicho cronograma se encuentra como apéndice de este.

## **2.2. Georreferenciación de redes de alcantarillado de las zonas 1, 2, 3 y 4 de San Miguel Petapa, Guatemala**

En los siguientes subtítulos se detalla lo relacionado con las redes de alcantarillado de San Miguel Petapa.

### **2.2.1. Descripción teórica**

Para la georreferenciación se realiza una descripción teórica.

#### **2.2.1.1. Digitalización**

Hace referencia al traspaso de una información que se encuentra sobre un papel (un mapa o imagen) a otra, ya de carácter digital. En una acepción amplia puede incluir a todos los fenómenos de conversión de datos analógicos a digitales, tales como el escaneado de un documento cartográfico, uso de imágenes de satélite, la entrada de coordenadas mediante GPS, entre otros. En

este proyecto, la digitalización se realizará por medio de ubicación de puntos para pozos de visita y líneas para redes de alcantarillado.

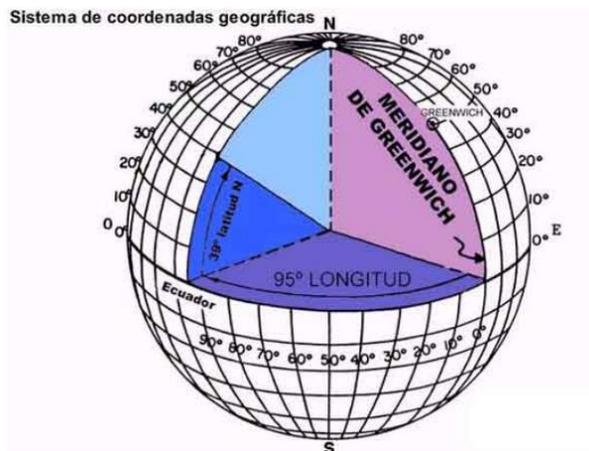
### **2.2.1.2. Georreferenciación**

Consiste en ubicar un objeto en el espacio tridimensional con respecto a la tierra, utilizando un sistema de coordenadas y un DATUM determinado. Su principal uso consiste en establecer las relaciones entre las imágenes ráster y vectoriales en un sistema de coordenadas. Además, de determinar el lugar en el espacio de los elementos geográficos. Permite establecer la correcta posición de una fotografía aérea en un mapa y determinar la exacta ubicación de un punto (tipo vectorial) en una fotografía o imagen.

### **2.2.1.3. Coordenadas geográficas**

El sistema de coordenadas natural de un esferoide, y por tanto de un datum, es el de coordenadas angulares (latitud y longitud) que suele denominarse de coordenadas geográficas. Para definir latitud y longitud, se debe identificar el eje de rotación terrestre. El plano perpendicular al eje de rotación que corta la Tierra atravesándola por su centro define el Ecuador en su intersección con el esferoide. El resto de las líneas de intersección con la superficie terrestre de los infinitos planos perpendiculares al eje de rotación definen los diferentes paralelos o líneas de latitud constante. Finalmente, los meridianos pueden definirse como las líneas de intersección con la superficie terrestre de los infinitos planos que contienen al eje de rotación. Paralelos y meridianos se cruzan siempre en ángulo recto.

Figura 14. Sistema de coordenadas geográficas



Fuente: SARRIA, Francisco Alonso. *Sistemas de información geográfica*.  
<http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>. Consulta: 5 de diciembre de 2017.

#### 2.2.1.4. Coordenadas GTM (*Guatemala Transversal Mercator*)

Las coordenadas GTM son una variación modificada de las coordenadas UTM exclusivas para el país de Guatemala, debido a que por la ubicación sobre el globo terráqueo de Guatemala, se encuentra dividida entre la zona 15 y zona 16, esto genera una discrepancia en la localización precisa de puntos de acuerdo a la ubicación donde se encuentre el punto de estudio. Las variaciones de modificación son proporcionadas por el IGN las cuales son: proyección transversa de mercator en una zona única local, unidad en metros, falso norte 0 m, falso este 500 000 m, factor de escala 0,9998, numeración de la zona se considera como 15,5.

### **2.2.1.5. Sistemas de información geográfica (SIG)**

Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente en la captura, almacenamiento, análisis, transformación y presentación de toda la información geográfica y sus atributos, con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los SIG's son una tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica asociada a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos y registros de información.

#### **2.2.1.5.1. Quantum Gis**

Es un software que posee código libre, es un sistema de información geográfica que permite la manipulación de formatos raster y vectoriales a través de las bibliotecas GDAL y OGR, así como bases de datos. Algunas de las características son:

- Soporte para la extensión espacial PostGis (Base de datos).
- Manejo de archivos espaciales *shape files*.
- Soporte para una importante cantidad de números de tipos de archivos raster.

### **2.2.1.6. Estructura de datos en SIG**

Hace referencia a como se muestran y organizan las variables y objetos para lograr una representación lo más adecuada posible. En un SIG existen dos estructuras de datos: formato raster y formato vectorial y estas a su vez, dan lugar a los dos grandes tipos de capas de información espacial.

#### **2.2.1.6.1. Formato Vector**

En esta estructura de almacenamiento, se utilizan para la descripción de los objetos geográficos, vectores, líneas o puntos, definidos por duplas de coordenadas con referencia a algún sistema de coordenadas, los cuales son expresados en función de algún tipo de proyección cartográfica. Parte de la definición de vector con respecto a magnitud y sentido.

Los puntos son definidos por un par de coordenadas cartesianas X, Y; las líneas o arcos son una serie de puntos ordenados secuencialmente; y los polígonos y áreas, son almacenados también como una lista de puntos ordenados secuencialmente, de tal manera que los puntos inicial y final coincidan, es decir, constituyan un nodo para formar una figura cerrada y definida.

Es así como un punto, es un nodo independiente con sus coordenadas geográficas definidas; una línea es simplemente la unión de dos nodos por medio de uno o varios arcos; y un polígono es la unión de varios nodos por intermedio de varios arcos, donde el nodo final y el inicial, son el mismo constituyendo una figura cerrada.

#### **2.2.1.6.2. Formato Raster**

Basa su funcionalidad en una concepción implícita de las relaciones de vecindad entre los objetos geográficos. Su forma de proceder es dividir la zona correspondiente en una malla regular de pequeñas celdas denominadas píxeles y asignarle un valor numérico a cada celda como representación de su valor temático. Dado que la malla es regular, el tamaño del píxel es constante y se conoce la posición en coordenadas del centro de una de las celdas, se puede decir entonces que todos los píxeles están georreferenciados.

Así, el modelo raster es otra forma existente para el almacenamiento, procesamiento y visualización de datos geográficos. Cada superficie a representar se divide en filas y columnas, formando una malla o rejilla regular. Cada celda necesariamente debe ser rectangular, y cada celda de la rejilla guarda tanto las coordenadas de la localización como el valor temático.

La localización de cada celda es implícita, dependiendo directamente del orden que ocupa en la rejilla, a diferencia de la estructura vectorial en la que se almacena de forma explícita la topología. Las áreas que contienen idéntico atributo temático son reconocidas como tal, aunque las estructuras raster no identifican los límites de esas áreas como polígonos en sí.

#### **2.2.1.7. Redes de alcantarillado**

Se conoce como redes de alcantarillado a toda la red de sistemas de alcantarillado sanitario, pluvial o combinado existente y que está a disposición de la población del municipio.

Es administrada por el gobierno local municipal, el cual vela por la integración de los servicios a la población que reside dentro de la extensión territorial del municipio y vela por que los servicios sean provistos de forma adecuada y estos tengan un funcionamiento correcto. Los sistemas de alcantarillado de residenciales privados no forman parte de la evaluación municipal pero deben presentar un estudio técnico de su sistema y descarga de aguas residuales.

### **2.2.2. Levantamiento de información para la creación de un proyecto en QGIS**

Esta etapa del procesamiento de información sobre las redes de alcantarillado sanitario, pluvial o combinado existentes que poseen las zonas 1, 2, 3 y 4 de San Miguel Petapa, consta de diversas etapas indispensables para tener un marco metodológico apropiado que permita la recopilación y registro de información y pueda ser trasladado al sistema de información geográfica y pueda ser almacenado para la proyección de desarrollo del territorio.

Dichas etapas tienen desarrollo conforme el avance de tiempo del Ejercicio Profesional Supervisado siendo las etapas notorias las siguientes:

- Visitas de campo.
- Coordinación con personal municipal de la oficina de servicios públicos.
- Coordinación con fontaneros.
- Digitalización de información levantada.
- Verificación de la digitalización y georreferenciación de información levantada.

Como parte del proceso de cumplimiento al acuerdo gubernativo núm. 138-2017 con contar con el inventario de las redes de alcantarillado de uso público del municipio, se realizaron los levantamientos de información adicional de las zonas 8 y 9 que no se incluyeron en el plan de trabajo inicial pero que se realizó como apoyo a la municipalidad de San Miguel Petapa.

#### **2.2.2.1. Elaboración de mapas para visitas de campo**

El primer paso para realizar el ejercicio de levantamiento de información es en visitas de campo y para poder documentar la información que se obtuvo se decidió el uso de mapas impresos. Para levantar la información de las redes de alcantarillado se elaboraron mapas temáticos para la ubicación de pozos de visita y tuberías.

Se elaboraron mapas A1 para localización espacial y mapas A4 para el dibujo de la configuración del sistema debido a la complejidad que los mismos presentaron.

#### **2.2.2.2. Visitas de campo**

Las visitas de campo fueron la principal fuente de recolección de información. Se verificaba en campo la situación de las redes de alcantarillado y se corroborará la información existente en la municipalidad. En campo se procedía a la apertura de los pozos de visita, si se podía el acceso se ingresaba, esto estaba limitado por la falta de escalones o por la profundidad de los mismos. Se tomaron medidas de diámetros de tuberías, profundidad de pozo, diámetro de pozo, tipo de sistema y la dirección del flujo. Cuando se era difícil la apertura de los pozos se procedía con el próximo pozo existente y

corroborar la información entre estos. Además se consideraban las pendientes del terreno y las configuraciones que se observaban en otros sectores para definir direcciones de flujo y de configuraciones generales.

Figura 15. **Reunión con personal municipal para coordinación de levantamiento de información**



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Recolección de información de diámetros de tuberías**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.2.3. Reconocimiento de las zonas 1, 2, 3 y 4**

Como parte importante del proceso de digitalización de la información geográfica está el reconocimiento de la extensión territorial de cada zona a trabajar. Se realizan las visitas de campo corroborando en el mapa las direcciones de calles y avenidas, posibles nuevas configuraciones de calles y la delimitación final de las zonas, haciendo énfasis en las zonas 1, 2, 3 y 4. Se incluyen además las zonas 8 y 9 de San Miguel Petapa, en las cuales se realizaron los mismos métodos de reconocimiento e identificación de configuraciones de calles y avenidas.

Posteriormente a la identificación de los límites de las zonas, se procede a identificar los límites internos, las áreas que son de administración municipal y las áreas privadas. Se identifican los centros comerciales y residenciales que administran sus propias redes de alcantarillado. Todos estos fueron recorridos con unidades móviles y por medio del sistema de posicionamiento global de equipos electrónicos y la utilización de mapas con la imagen satelital impresa proporcionadas por Mancomunidad Gran Ciudad del Sur y donadas por el Banco Mundial en 2014, se corroboraron los límites de las zonas 1, 2, 3, 4, 8 y 9.

### **2.2.3. Digitalización de información levantada para el proyecto de QGIS**

El traslado de información análoga levantada por medio de las vistas de campo hacia los sistemas de información geográfica, es el proceso en el cual datos significativos de las redes de alcantarillado posterior a su verificación por los diversos medios existentes es procesada por el *software Quantum Gis* para generar un respaldo digital.

Este respaldo digitalizado, permite tener información en plataformas digitales permanente del *estatus* de la situación en el municipio para el ciclo 2017-2018, el cual es la base para mejorar los servicios públicos municipales, contar con inventarios y cobertura sobre las redes de servicios públicos municipales, si se conoce de que se consta se puede tener el punto de partida para futuras inversiones públicas, así como rutas y procesos de mantenimiento.

El proceso de digitalización de la información se realiza en las siguientes etapas:

- Traslado de información análoga:
  - Dibujo de puntos y líneas
  - Registro de información en tabla de atributos

### **2.2.3.1. Traslado de información análoga al software QGIS**

El traslado de la información levantada en campo por medio de las visitas de campo consiste en un procedimiento metodológico, el cual logra tener un alcance preciso de la validación de la información.

Para el control histórico y estandarizar la información que se recopila, los metadatos, se manejan tablas diseñadas por instituciones que cumplen esta función, por lo que se utilizó el formato del Ministerio de Agricultura y Ganadería –MAGA-. Este formato permite ordenar la información de identificación, de organización de datos espaciales, distribución y referencias de los metadatos.

Se identifican primero la cita de la información, descripción del proyecto, estado del mismo, palabras claves e información puntual del archivo digital y su tipo. Se proporciona el método de referencia espacial utilizado, en este caso la georreferenciación. Los contactos y direcciones son incluidos sobre los responsables y supervisores de la información.

Tabla III. **Tabla de metadatos de pozos de visita**

No	Tema	Sub tema		
1	Información de identificación	Cita de información	Autor:	Bairon Mariano Nájera Morales
2			Fecha de publicación	feb-18
3			Título :	Pozos de visita de San Miguel Petapa
4			Edición	Uso de información recopilada por Javier Abascal por parte de la Municipalidad de San Miguel Petapa en 2017, finalizada y georreferenciada por Bairon Nájera en 2017
5			Formulario de presentación de datos geoespaciales	
6			Información de publicación	Pozos de visita MGCS
7			Lugar de publicación:	Guatemala
8			Editor	MGCS
9			Enlace en línea	
10		Descripción	Resumen	Información de los pozos de visita de alcantarillado de San Miguel Petapa
11			Propósito	Georreferenciación y obtención de datos descriptivos de los pozos de visita
12			Información suplementaria	
13			Periodo de tiempo del contenido	Agosto, 2017 - enero, 2018
14			Rango de datos/tiempo	
15			Referencia de actualidad	
16		Estado	Progreso	Finalizado
17			Frecuencia de actualización y mantenimiento	Semestral
18		Dominio espacial	Coordenadas de límite Norte	

Continuación de la tabla III.

18		Dominio espacial	Coordenadas de límite Norte		
19			Coordenadas de límite Sur		
20			Coordenadas de límite Este		
21			Coordenadas de límite Oeste		
22		Palabra Clave	Tema	Red de alcantarillado	
23			Lugar	San Miguel Petapa, Guatemala	
24		Accesos y restricciones	Accesos y restricciones		
25		Restricciones de uso	Restricciones de uso		
26		Navegar por el gráfico	Nombre del archivo	POZOS_DE_VISITA	
27			Descripción del archivo	Archivo vectorial, tipo punto, con una tabla de atributos que cuenta con 8 campos la cual contiene información del sistema, profundidad y responsables municipales.	
28			Tipo de archivo	Archivo vectorial tipo punto	
29		Información de organización de datos espaciales		Método de referencia espacial directo	A través de georreferenciación
30		Distribución de la información	Distribuidor	Contacto de la persona primaria	
31				Persona de contacto	Diana Osorio MGCS 5621 - 9917; Bairon Nájera, EPS II 2017, 4768 - 7890; Christian Alegre, Director de Servicios Públicos del municipio de San Miguel Petapa 5693 - 8146
32	Organización de contacto			Mancomunidad Gran Ciudad del Sur	
33	Dirección de contacto		Tipo de dirección	Municipalidad de San Miguel Petapa	
34			Dirección	Municipalidad de San Miguel Petapa	

Continuación de la tabla III.

35			Ciudad	San Miguel Petapa	
36			Estado o provincia	Guatemala	
37			Código postal		
38			Teléfono de contacto	Christian Alegre, 5693 - 8146	
39			Correo electrónico de contacto	alegredelgado@yahoo.com	
40			País	Guatemala	
41			Descripción del recurso	Responsabilidad de distribución	Municipalidad de San Miguel Petapa y MGCS
42				Fecha del metadato	Febrero, 2018
43				Contacto del metadato	
44			Información de referencia del metadato	Información de contacto	Contacto de persona primaria
45	Persona contacto	Christian Alegre, 5693 - 8146 alegredelgado@yahoo.com Municipalidad de San Miguel Petapa			
46	Organización de contacto	Mancomunidad Gran Ciudad del Sur			
47		Dirección de contacto	Tipo de dirección	Física	
48			Dirección	6ta calle 17-45 zona 4 Villa Nueva	
49			Ciudad	Villa Nueva	
50			Estado o provincia	Guatemala	
51			Código postal		
52			Teléfono de contacto	teléfono de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur (cuando se tenga)	
53			Correo electrónico de contacto	Cuando se cree el servidor cartográfico, geo portal, o cualquier otro medio de publicación	
54			País	Guatemala	

Continuación de la tabla III.

55		Nombre estándar del metadato	Capa de Pozos de Visita de San Miguel Petapa	
56		Versión estándar del metadato		

Fuente: MAGA

Tabla IV. **Tabla de metadatos de tuberías**

No.	Tema	Subtema		
1	Información de identificación	Cita de información	Autor:	Bairon Mariano Nájera Morales
2			Fecha de publicación	feb-18
3			Título :	Tuberías de alcantarillado de San Miguel Petapa
4			Edición	Uso de información recopilada por Javier Abascal por parte de la Municipalidad de San Miguel Petapa en 2017, finalizada y georreferenciada por Bairon Nájera en 2017
5			Formulario de presentación de datos geoespaciales	
6			Información de publicación	Red de alcantarillado MGCS
7			Lugar de publicación:	Guatemala
8			Editor	MGCS
9			Enlace en línea	
10		Descripción	Resumen	Información de las tuberías de alcantarillado de San Miguel Petapa
11			Propósito	Georreferenciación y obtención de datos descriptivos de la red de alcantarillado
12			Información suplementaria	

Continuación de la tabla IV.

13			Periodo de tiempo del contenido	Agosto, 2017 - enero, 2018
14			Rango de datos/tiempo	
15			Referencia de actualidad	
16		Estado	Progreso	Finalizado
17			Frecuencia de actualización y mantenimiento	Semestral
18		Dominio espacial	Coordenadas de límite Norte	
19			Coordenadas de límite Sur	
20			Coordenadas de límite Este	
21			Coordenadas de límite Oeste	
22		Palabra Clave	Tema	Red de Alcantarillado
23			Lugar	San Miguel Petapa, Guatemala
24		Accesos y restricciones	Accesos y restricciones	
25		Restricciones de uso	Restricciones de uso	
26		Navegar por el gráfico	Nombre del archivo	TUBERÍA
27			Descripción del archivo	Archivo vectorial, tipo línea, con una tabla de atributos que cuenta con 15 campos la cual contiene información del tipo de sistema, diámetro, material y ubicación de la tubería, tipo de rodadura, conexión entre pozos de visita y responsables municipales.
28			Tipo de archivo	Archivo vectorial tipo línea
29	Información de organización de datos espaciales		Método de referencia espacial directo	A través de georreferenciación
30	Distribución de la i	Distribuidor	Contacto de la persona primaria	

Continuación de la tabla IV.

31	información		Persona de contacto	Diana Osorio MGCS 5621 - 9917; Bairon Nájera, EPS II 2017, 4768 - 7890; Christian Alegre, Director de Servicios Públicos del municipio de San Miguel Petapa 5693 - 8146
32			Organización de contacto	Mancomunidad Gran Ciudad del Sur
33		Dirección de contacto	Tipo de dirección	Municipalidad de San Miguel Petapa
34			Dirección	Municipalidad de San Miguel Petapa
35			Ciudad	San Miguel Petapa
36			Estado o provincia	Guatemala
37			Código postal	
38			Teléfono de contacto	Christian Alegre, 5693 - 8146
39			Correo electrónico de contacto	alegredelgado@yahoo.com
40		País	Guatemala	
41		Descripción del recurso	Responsabilidad de distribución	Municipalidad de San Miguel Petapa y MGCS
42			Fecha del metadato	Febrero, 2018
43	Contacto del metadato			
44	Información de referencia del metadato	Información de contacto	Contacto de persona primaria	OMDUT (Cuando se implemente en el municipio respectivo) Diana Osorio 5621 - 9917 diana.osorio@mancogranciudadelsur.org Mancomunidad Gran Ciudad del Sur
45			Persona contacto	Christian Alegre, 5693 - 8146 alegredelgado@yahoo.com Municipalidad de San Miguel Petapa
46		Organización de contacto	Mancomunidad Gran Ciudad del Sur	
47	Dirección de contacto	Tipo de dirección	Física	
48		Dirección	6ta calle 17-45 zona 4 Villa Nueva	
49		Ciudad	Villa Nueva	
50		Estado o provincia	Guatemala	

Continuación de la tabla IV.

51			Código postal	
52			Teléfono de contacto	Teléfono de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur (cuando se tenga)
53			Correo electrónico de contacto	Cuando se cree el servidor cartográfico, geoportal, ide, o cualquier otro medio de publicación
54			País	Guatemala
55		Nombre estandar del metadato	Capa de Pozos de Visita de San Miguel Petapa	
56		Versión estandar del metadato		

Fuente: MAGA

Este procedimiento consiste en la consideración de que tipo de información se va a registrar en los sistemas de información geográfica. La información puede ser variable con características que puede ser adecuada a tres tipos de herramientas que el sistema de información geográfica permite los cuales son:

- Punto
- Línea

Cada uno de estos es utilizado conforme a las necesidades y manera en que se presentara la información. El punto será la representación de los pozos de visita que se localizaron en campo. Las líneas representaran las redes de tubería que se observaron a la apertura de los pozos de visita y se conectaran a los puntos digitalizados en los mapas de imagen satelital proporcionados por Mancomunidad Gran Ciudad del Sur.

Posterior a la identificación de la herramienta a utilizar para el traslado de información es necesario conocer la calidad de información, la cual puede ser numérica, alfabética e inclusive alfanumérica, de acuerdo al tipo de información.

De este modo, se predispone la creación de la tabla de atributos, estos logran identificar previo a la creación de la capa que características tendrá cada campo de información. En él se registra la cantidad de caracteres que tendrá cada campo, el tipo de información que se trasladará y el nombre que tendrá; el nombre es una condición especial puesto a que se escribe en cierta codificación, por ejemplo para identificar el campo como número de zona, se utiliza la codificación NUM\_ZON, esto a consecuencia de la discretización de información que sea las más reducida y eficiente posible.

Tabla V. **Tabla de atributos de pozos de visita**

Nombre del campo	Descripción	Tipo	Longitud	Precisión
Id	Representa un código para numerar los pozos de visita	Integer	10	0
LUG_POB	Se refiere al lugar poblado.	String	30	0
NUM_ZON	Zona en la que se ubica el lugar poblado.	Integer	2	0
SECTOR	El sector al que pertenece (no aplica en todo el municipio)	String	30	0
PROF_POZ	Representa la altura del pozo.	Real	3	2
TIP_SIS	Tipo de sistema al que pertenece el pozo de visita.	Integer	2	0
NOM_DIG	Nombre del digitalizador.	String	50	0
NOM_RES	Nombre del responsable por parte de la municipalidad.	String	50	0

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Tabla de atributos de tuberías**

Nombre del campo	Descripción	Tipo	Longitud	Precisión
Id	Representa un código para numerar las tuberías de cada sistema.	Integer	10	0
LUG_POB	Se refiere al lugar poblado.	String	30	0
NUM_ZON	Zona en la que se ubica el lugar poblado.	Integer	2	0
SECTOR	El sector al que pertenece (no aplica en todo el municipio)	Integer	2	0
LOC_TUB	Representa la calle o avenida en la que se ubica la tubería.	String	3	0
DIA_TUB	Diámetro de la tubería.	Integer	2	0
MAT_TUB	Material de la tubería.	String	20	0
TIP_ROD	Tipo de rodadura que cubre la tubería.	String	30	0
UBI_TUB	Establece si la tubería corre por la línea central o por la orilla de calle y banqueteta.	String	30	0
PV_SAL	Pozo de visita del que sale la tubería.	Integer	5	0
PV_ENT	Pozo de visita al que llega la tubería.	Integer	5	0
TIP_SIS	Tipo de sistema al que pertenece la tubería.	String	40	0
DESF	Desfogue del sistema de la tubería.	String	50	0
NOM_DIG	Nombre del digitalizador.	String	50	0
NOM_RES	Nombre del responsable por parte de la municipalidad.	String	50	0

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.3.1.1. Dibujar geometrías: puntos y líneas**

Definidos estos pasos previos, se procede a la creación de la capa conociendo que tipo de información tendremos y de su calidad, y se realiza el registro de la información en la misma. Las capas pueden ser realizadas por medio de dos herramientas, la primera es de forma directa en el sistema de información geográfica y la otra es mediante la importación de un documento Excel con extensión csv, con la única salvedad de tener en consideración de generar un campo para las coordenadas X y Y para un tipo de información que utilice información representada exclusivamente por un punto.

Para la representación de la información dentro del programa se consideraron las maneras más elementales para representar la información. El punto será la representación de los pozos de visita que se localizaron en campo. Las líneas representaran las redes de tubería que se observaron a la apertura de los pozos de visita y se conectarán a los puntos digitalizados en los mapas. La decisión del uso de puntos para pozos de visita y líneas para la red de alcantarillado permite que se tenga la información en diferentes capas y el registro de información sea exclusivo para cada elemento y se pueda entender por cualquier persona que utilice la información.

#### **2.2.3.1.2. Registro de la tabla de atributos**

En el registro de información para cada punto y línea digitalizado en el programa se genera una tabla de atributos, en la cual se puede visualizar la información correspondiente a cada elemento georreferenciado, la tabla de atributos es la correspondiente a la mencionada en ocasiones anteriores como

base de datos, de la cual se puede tomar referencia para los distintos fines de desarrollo del municipio, mediante proyectos y maximizar su capacidad mediante herramientas de filtración y categorización de acuerdo a las necesidades que se presenten. De esta forma concluye el proceso de traslado de información análoga al sistema de información geográfica, la cual conlleva determinados procedimientos claves para poder generar un producto que permita la implementación de planes de desarrollo y los primeros inicios para planes de ordenamiento territorial, procesos clave del progreso del territorio.

#### **2.2.3.2. Verificación de la digitalización y georreferenciación de las redes de alcantarillado**

Finalizado el proceso de traslado de información es vital realizar el proceso de verificación de la información levantada. Dado a que el proceso de recopilación fue en visitas de campo con compañía de personal municipal del departamento de drenajes, servicios públicos y gestión ambiental y forestal, la información se verificaba y obtenía en el mismo momento de apertura de los pozos de visita y el registro de información.

#### **2.2.3.3. Capacitación a personal municipal para uso de software QGIS e información levantada**

Como parte de los objetivos de la realización del Ejercicio Profesional Supervisado se encuentra la fase docente, en la que se presta apoyo a la municipalidad o la población sobre el proyecto desarrollado. Por lo tanto, para el fortalecimiento municipal se coordinaron capacitaciones para personal municipal sobre el uso del software Qgis y de la información de redes de

alcantarillado recopilada. Se llevó a cabo una capacitación de 3 días con presencia de personal municipal de diferentes departamentos y se entregaron discos con las capas generadas por el programa y un manual de usuario básico a cada jefe de departamento.

Figura 17. **Capacitación sobre el uso de información de redes de alcantarillado**



Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Listado de asistencia a capacitación**

Núm.	Nombre	Departamento
1	Justo Lux	PMT
2	Edwin Darío Paz	PM
3	Alberto Luna	PMT
4	Manuel García	Catastro
5	Gustavo Solares	Catastro
6	Ing. Daniel Vásquez	Agua
7	Ing. Javier Abascal	Dirección de Gestión Ambiental y Forestal
8	Jhosselyn Herrera	Gestión de Riesgo
9	Nancy Amador	Dirección Municipal de la Mujer
10	Ing. Juan Miguel Orellana	Dirección Municipal de Planificación
11	Ing. Aleira García	Dirección de Gestión Ambiental y Forestal

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. Con la construcción del sistema de alcantarillado sanitario se beneficiará a más de 556 familias, que no contaban con un drenaje sanitario, el mismo tiene una longitud de 4 905 metros lineales y 92 pozos de visita de alturas que varían desde 1,20 metros hasta 6,00 metros y tubería de 6", 8" y 10" de diámetro, será Novafort de PVC Norma ASTM F-949.
2. El presupuesto de alcantarillado sanitario de la aldea Cuchilla del Carmen, Santa Catarina Pinula; asciende a Q 7 504 552,36. A un precio por metro lineal de Q. 1 529,98. Según casos análogos de proyectos de alcantarillado sanitario anteriores recientes, el precio obtenido en este proyecto se encuentra dentro del rango de precios.
3. El fortalecimiento municipal de San Miguel Petapa se vio incrementado mediante la implementación del levantamiento de información, con el cual se conocieron las condiciones actuales de las redes de alcantarillado con los cuales se debe buscar a futuro planes de desarrollo en manejo de las aguas residuales con construcciones de plantas de tratamiento en cumplimiento con el Acuerdo Gubernativo 236-2006.
4. En relación al tipo de sistema de las redes de alcantarillado, el municipio en su mayoría usa sistema separativo, debido a que el 75,91 % es un sistema sanitario y 12,52 % es pluvial, lo que da un 88,43 %. El sistema combinado representa solo el 11,57 % de la red de alcantarillado de las zonas 1, 2, 3 y 4 de San Miguel Petapa.



## RECOMENDACIONES

1. Supervisar técnica y adecuadamente la ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario, para garantizar la calidad de la obra y cumplir con los requerimientos de diseño aplicados, por parte del COCODE y municipalidad.
2. Implementar un plan de mantenimiento, por parte de la municipalidad, principalmente después de la época de lluvia; puesto que conforme el tiempo transcurra, se acumularán sólidos o basura en el fondo de las tuberías, colectores y pozos de visita.
3. Considerar la construcción de una planta de tratamiento antes de llegar al lugar de desfogue, ya que es muy importante darle un tratamiento a las aguas negras antes de conducir las a un cuerpo receptor.
4. Realizar anualmente actualización de información de las redes de alcantarillado por medio de las diferentes direcciones de trabajo del gobierno municipal de San Miguel Petapa. Dicha actualización debe ser elaborada por un técnico en sistemas de información geográfica, que recopile la información de las diferentes direcciones municipales en función de la cantidad de proyectos elaborados durante el año de actualización.

5. Instar a las autoridades gubernamentales y municipales para que atiendan las PTAR existentes en el municipio y que con la información e inventario de las redes de alcantarillado que se obtuvo, se considere la planificación de construcción de PTAR en donde no se mantenga el control de las aguas residuales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CABRERA, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniera sanitaria 2*. Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de san Carlos de Guatemala. 1989. 86 p.
2. EMPAGUA. *Reglamento de diseño y construcción de alcantarillado sanitario*. 1986. 148 p.
3. ESTRADA GODÍNEZ, Lauren. *Planificación y diseño de la red de drenaje sanitario del cantón pueblo nuevo, del municipio de Palencia, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. 146 p.
4. Gobierno de la Republica. *Acuerdo Gubernativo 236-2006 Reglamento para las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos y su reforma 335-2016*. Guatemala, 2016. 24 p.
5. GONZALES HERNÁNDEZ, Rosbelly. *Goreferenciación y digitalización de las zonas urbanas, y estudio preliminar de la propuesta del reglamento de construcción privada del municipio de San Miguel Petapa de la Mancomunidad Gran Ciudad del Sur, del departamento de Guatemala*. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2017. 103 p.

6. MELINI SALGUERO, Francisco Guillermo. *Libro de apoyo de ingeniería Sanitaria 2*. 1a ed. Guatemala, 2012. 67 p.
7. MORENO JIMENEZ, Antonio y BOSQUE SENDRA, Joaquin. *Sistemas de información geográfica y localización de instalaciones y equipamientos*. 2a ed. España: AG librería, 2011. 411 p.
8. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillado*. Guatemala: INFOM, 2009. 132 p.
9. Organización Panamericana de la Salud, Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental. *Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. Perú: OPS, 2005. 73 p.
10. Secretaría General de Planificación. *Normas del Sistema Nacional de Inversión Pública*. Guatemala: SEGEPLAN, 2017. 132 p.

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Estudio ambiental inicial



**DGGA-GA-R-001**  
**EVALUACION AMBIENTAL**  
**INICIAL**

(Formato propiedad del MARN)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p><b>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y <b>debe</b> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera.</li> <li>• Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información.</li> <li>• La información <b>debe</b> ser completada, utilizando letra de <b>molde legible</b> o a máquina de escribir.</li> <li>• Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: <a href="mailto:vunica@marn.gob.gt">vunica@marn.gob.gt</a></li> <li>• Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera).</li> <li>• Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.</li> </ul>	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
<p><b>I. INFORMACION LEGAL</b></p>	
<p><b>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad:</b>  "Construcción del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Cuchilla del Carmen, municipio de Santa Catarina Pinula, departamento de Guatemala"</p>	
<p><b>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.</b>  Se realizará la implementación de un sistema de alcantarillado a ciertas zonas de la aldea Cuchilla del Carmen, Santa Catarina Pinula, Guatemala. Dicho proyecto cuenta con 92 pozos de visita y beneficiará en 25 años a 3 336 habitantes, teniendo una longitud de 4 905 metros.</p>	
<p><b>I.2. Información legal:</b></p> <p><b>A) Persona Individual:</b></p> <p><b>A.1. Representante Legal:</b> Pedro Miguel Nolasco Ordoñez</p> <p><b>B) De la empresa:</b></p>	

Continuación del apéndice 1.

INSTRUCCIONES			
I.3 Teléfono: 1525 Correo electrónico: contacto@scp.gob.gt			
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: Aldea Cuchilla del Carmen, municipio de Santa Catarina Pinula, departamento de Guatemala <b>Especificar Coordenadas UTM o Geográficas</b> Coordenadas UTM inicial 15 P 1456478 N, -90508573 W Coordenadas UTM final 15 P 14560228 N, -90515630 W			
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) 1ª. Calle 5-50, Zona 1 municipio de Santa Catarina Pinula, departamento de Guatemala			
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo  MSc. Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa			
II. INFORMACION GENERAL			
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:			
No.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidad
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
1.1	Levantamiento topográfico	m	4 904,65
1.2	Trazo y estaqueado	m	8 240,65
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA LINEA CENTRAL</b>		
2.1	Excavación	m3	7 762,99
2.2	Relleno	m3	5 212,05
2.3	Retiro de material sobrante	m3	2 550,94
<b>3</b>	<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>		
3.1	Tubería y Accesorios PVC Ø6" ASTM F-949	m	1 238,04
3.2	Tubería y Accesorios PVC Ø8" ASTM F-949	m	2 021,66
3.3	Tubería y Accesorios PVC Ø10" ASTM F-949	m	998,45
<b>4</b>	<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>		
4.1	Conexión domiciliar 6"x4"	Unidad	205,00
4.2	Conexión domiciliar 8"x4"	Unidad	180,00
4.3	Conexión domiciliar 10"x4"	Unidad	98,00
<b>5</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>		
5.1	Construcción de pozo de visita (diámetro interno 1.20m); profundidad entre 1.20 - 3.50 m	Unidad	83,00
5.2	Construcción de pozo de visita (diámetro interno 1.20m); profundidad entre 3.51 - 6.00 m	Unidad	9,00
<b>6</b>	<b>PAVIMENTO</b>		
6.1	Levantamiento de pavimento de concreto	m2	1 558,07
6.2	Reposición de pavimento de concreto	m2	1 558,07

Continuación del apéndice 1.

6.3	Levantado de adoquin y reposición	m2	83,54
6.4	Levantado de asfalto	m2	2 244,96
6.5	Imprimación de asfalto	m2	2 244,96
6.6	Concreto asfáltico	m3	112,25
6.7	Levantado y reposición de empedrado	m2	91,08
<b>7</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>		
7.1	Tubería auxiliar PVC Ø6" NOVAFORT	m	45,75
7.2	Bajada de tubería Ø6"	Unidad	8,,00
7.3	Bajada de tubería Ø8"	Unidad	2,00
7.4	Bajada de tubería Ø10"	Unidad	17,00

**OPERACIÓN**

Debido a que dentro de la ejecución del sistema de alcantarillado sanitario solamente se contempla la fase de construcción para este documento, por lo que queda en manos de la municipalidad la fase de operación y buen uso del sistema.

**ABANDONO**

Al momento del abandono del proyecto se deberá de dejar el lugar limpio de cualquier desecho, maquinaria o material sobrante, dejándolo en las condiciones que se encontró o en una mejor condición.

**II.3 Área**

- a) Área total de terreno en metros cuadrados 1 000 metros de largo del río serán intervenidos
- b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados 1 000 metros de largo del río serán intervenidos
- c) Área total de construcción en metros cuadrados 1 000 metros de largo del río serán intervenidos

**INSTRUCCIONES**

**II.4 Actividades colindantes al proyecto:**

**NORTE Ciudad de Guatemala SUR Villa Canales**

**ESTE San José Pinula OESTE Ciudad de Guatemala**

Describir detalladamente las características del entorno

DESCRIPCIÓN	DIRECCIÓN	DISTANCIA AL PROYECTO
Villa Canales	Sur	3 000 m
Río Pinula	Sur	1 500 m
Ciudad de Guatemala	Norte	4 500 m

**II.5 Dirección del viento:**

**II.6 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?**

- a) inundación ( )                      b) explosión ( )                      c) deslizamientos (x)
- d) derrame de combustible ( )                      e) fuga de combustible ( )                      d) incendio
- ( )                      e) Otro ( )

Continuación del apéndice 1.

<b>II.7 Datos laborales</b>							
a) Jornada de trabajo: Diurna (x) Nocturna ( ) Mixta ( ) Horas Extras							
b) Número de empleados por jornada 18 Total empleados 18							
<b>CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...</b>							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	SI	150 l/hr	Municipalidad	En obra		Pipas
	Pozo	NO					
	Agua especial	NO					
	Superficial	NO					
	Otro	NO					
Combustible	Gasolina	SI	60 gal/mes	Municipalidad	Maquinaria	Pick up	Recipientes
	Diesel	SI	2100 gal/mes	Municipalidad	Maquinaria	Retroexcavadora	Recipientes
	Bunker	NO					
	Glp	NO					
	Otro	NO					
Lubricantes	Solubles	SI	34 unidades	Privado	Tubería		Cajas
	No solubles	SI	15 galones	Privado	Maquinaria	Ballarina	Cajas
Refrigerantes		NO					
Otros		NO					

<b>III. IMPACTO AL AIRE</b>	
<b>GASES Y PARTICULAS</b>	
<p>III.1 Las acciones u operaciones de la actividad, producen gases o partículas (ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, entre otros) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?</p> <p>En excavaciones, producción de polvo</p>	
<b>MITIGACIÓN</b>	
<p>III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores? Controlar ciclos de trabajo para evitar generar polvo en exceso</p>	
<b>INSTRUCCIONES</b>	
<b>RUIDO Y VIBRACIONES</b>	
<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? vibraciones</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) en movimiento de maquinarias</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores? Uso adecuado de tiempos de trabajo y movimiento de maquinarias</p>	

Continuación del apéndice 1.

<p><b>OLORES</b></p> <p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores NO</p>
<p><b>IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA</b></p> <p><b>AGUAS RESIDUALES</b></p> <p><b>CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES</b></p> <p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado: caudal de 1 l/h por el uso de servicios sanitarios.</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios 2</p>

<p><b>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</b></p> <p><b>DESECHOS SÓLIDOS</b></p> <p><b>VOLUMEN DE DESECHOS</b></p> <p><b>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</b></p> <p><input type="text"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día</p> <p><input type="text"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día</p> <p><input type="text"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día</p> <p><b>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</b> capa de material orgánico del suelo de 0.20 m de espesor,</p>
--

Continuación del apéndice 1.

VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA
<p><b>CONSUMO</b></p> <p>VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) 221 kWhr</p> <p>VI. 2 Forma de suministro de energía</p> <p>a) Sistema público</p> <p>b) generación propia</p> <p>c) <b>Sistema privado</b></p> <p>VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?</p> <p>SI _____ NO <u>X</u></p> <p>VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?</p> <p>Utilizar energía eléctrica únicamente cuando esta sea necesaria</p>
VIII. TRANSPORTE
<p>VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:</p> <p>a) Número de vehículos 2</p> <p>b) Tipo de vehículo pick up</p> <p>c) sitio para estacionamiento y área que ocupa terreno municipal, 14 m2</p>
<p><b>ASPECTOS SOCIAL</b></p> <p>IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario?</p> <p>SI ( ) NO ( X )</p>
X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD
<p><b>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</b></p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p> <p>Provoca un grado leve de riesgo ya que se ven expuestas a zanjas profundas o maquinaria pesada cerca de las viviendas.</p>
<p><b>X.3 riesgos ocupacionales:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p>

## Continuación del apéndice 1.

Durante la excavación de zanjas, debido a su profundidad, se considera como riesgo ya que puede ocurrir algún imprevisto, por lo que se deben de tomar las medidas de protección para conservar la salud de los trabajadores.
<b>Equipo de protección personal</b>
X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X ) NO ( )
X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: lentes protectores, casco, chaleco, botas punta de acero, orejeras (solo para usuario de bailarina)
X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Trabajar en un horario donde los ruidos y movimiento de personal no afecte a su entorno.

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

## Apéndice 2. Presupuesto

	<b>MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR</b> <b>MUNICIPALIDAD DE CATARINA PINULA</b>				
<b>PRESUPUESTO</b>					
Proyecto:	<b>Construcción de alcantarillado sanitario para la aldea Cuchilla del Carmen</b>				
Municipio:	<b>Santa Catarina Pinula</b>				
Departamento:	<b>Guatemala</b>				
Fecha:	<b>Diciembre 2 017</b>				
No.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Renglón
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1,1	Levantamiento topográfico	m	4904,65	Q1,97	Q9 662,16
1,2	Trazo y estaqueado	m	8 240,65	Q13,68	Q112 732,09
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA LINEA CENTRAL</b>				
2,1	Excavación	m3	7 762,99	Q92,57	Q718 619,98
2,2	Relleno	m3	5 212,05	Q135,38	Q705 607,33
2,3	Retiro de material sobrante	m3	2 550,94	Q17,78	Q45 355,71
<b>3</b>	<b>ALCANTARILLADO SANITARIO</b>				
3,1	Tubería y Accesorios PVC Ø6" ASTM F-949	m	1 238,04	Q168,46	Q208 560,22
3,2	Tubería y Accesorios PVC Ø8" ASTM F-949	m	2 021,66	Q239,64	Q484 470,60
3,3	Tubería y Accesorios PVC Ø10" ASTM F-949	m	998,45	Q339,57	Q339 043,67
<b>4</b>	<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>				
4,1	Conexión domiciliar 6"x4"	Unidad	205,00	Q3 539,86	Q725 671,30
4,2	Conexión domiciliar 8"x4"	Unidad	180,00	Q3 892,25	Q700 605,00
4,3	Conexión domiciliar 10"x4"	Unidad	98,00	Q3 925,98	Q384 746,04
<b>5</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>				
5,1	Construcción de pozo de visita (diámetro interno 1.20m); profundidad entre 1.20 - 3.50 m	Unidad	83,00	Q14 502,43	Q1 203 701,69
5,2	Construcción de pozo de visita (diámetro interno 1.20m); profundidad entre 3.51 - 6.00 m	Unidad	9,00	Q23 655,72	Q212 901,48
<b>6</b>	<b>PAVIMENTO</b>				
6,1	Levantamiento de pavimento de concreto	m2	1 558,07	Q75,06	Q116 948,73
6,2	Reposición de pavimento de concreto	m2	1 558,07	Q518,91	Q808 498,10
6,3	Levantado de adoquín y reposición	m2	83,54	Q360,27	Q30 096,96
6,4	Levantado de asfalto	m2	2 244,96	Q75,36	Q169 180,19
6,5	Imprimación de asfalto	m2	2 244,96	Q30,33	Q68 089,64
6,6	Concreto asfáltico	m3	112,25	Q3 083,12	Q346 080,22
6,7	Levantado y reposición de empedrado	m2	91,08	Q177,62	Q16 177,63
<b>7</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>				
7,1	Tubería auxiliar PVC Ø6" NOVAFORT	m	45,75	Q166,83	Q7 632,47
7,2	Bajada de tubería Ø6"	Unidad	8,00	Q1 555,88	Q12 447,04
7,3	Bajada de tubería Ø8"	Unidad	2,00	Q12 447,04	Q24 894,08
7,4	Bajada de tubería Ø10"	Unidad	17,00	Q3 002,17	Q51 036,89
<b>PRECIO TOTAL ESTIMADO</b>				<b>Q</b>	<b>7 502 759,22</b>
<p><i>Precio total en letras:</i> Siete millones, quinientos dos mil, setecientos cincuenta y nueve con 22/100</p> <p><i>Nota:</i> Este presupuesto, previa utilización en procesos de contratación y ejecución de obra, deberá ser revisado por la Dirección Municipal de Planificación o Unidad Municipal que corresponda</p>					

Fuente: elaboración propia.

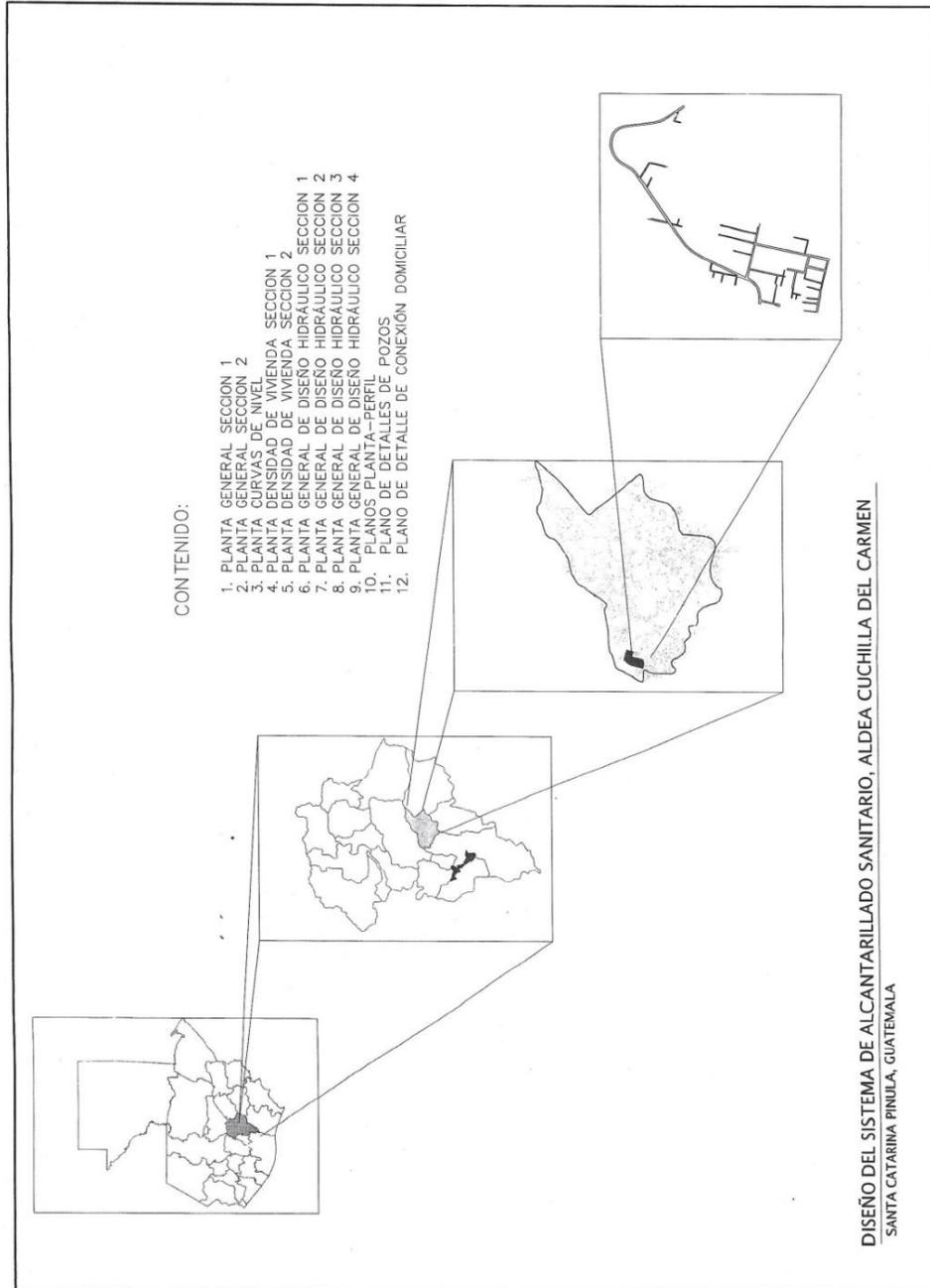








Apéndice 5. **Juego de planos de diseño de alcantarillado sanitario**









LIBRETA TOPOGRAFICA	
1:1	1:1
1:2	1:2
1:3	1:3
1:4	1:4
1:5	1:5
1:6	1:6
1:7	1:7
1:8	1:8
1:9	1:9
1:10	1:10
1:11	1:11
1:12	1:12
1:13	1:13
1:14	1:14
1:15	1:15
1:16	1:16
1:17	1:17
1:18	1:18
1:19	1:19
1:20	1:20

LIBRETA TOPOGRAFICA	
1:1	1:1
1:2	1:2
1:3	1:3
1:4	1:4
1:5	1:5
1:6	1:6
1:7	1:7
1:8	1:8
1:9	1:9
1:10	1:10
1:11	1:11
1:12	1:12
1:13	1:13
1:14	1:14
1:15	1:15
1:16	1:16
1:17	1:17
1:18	1:18
1:19	1:19
1:20	1:20

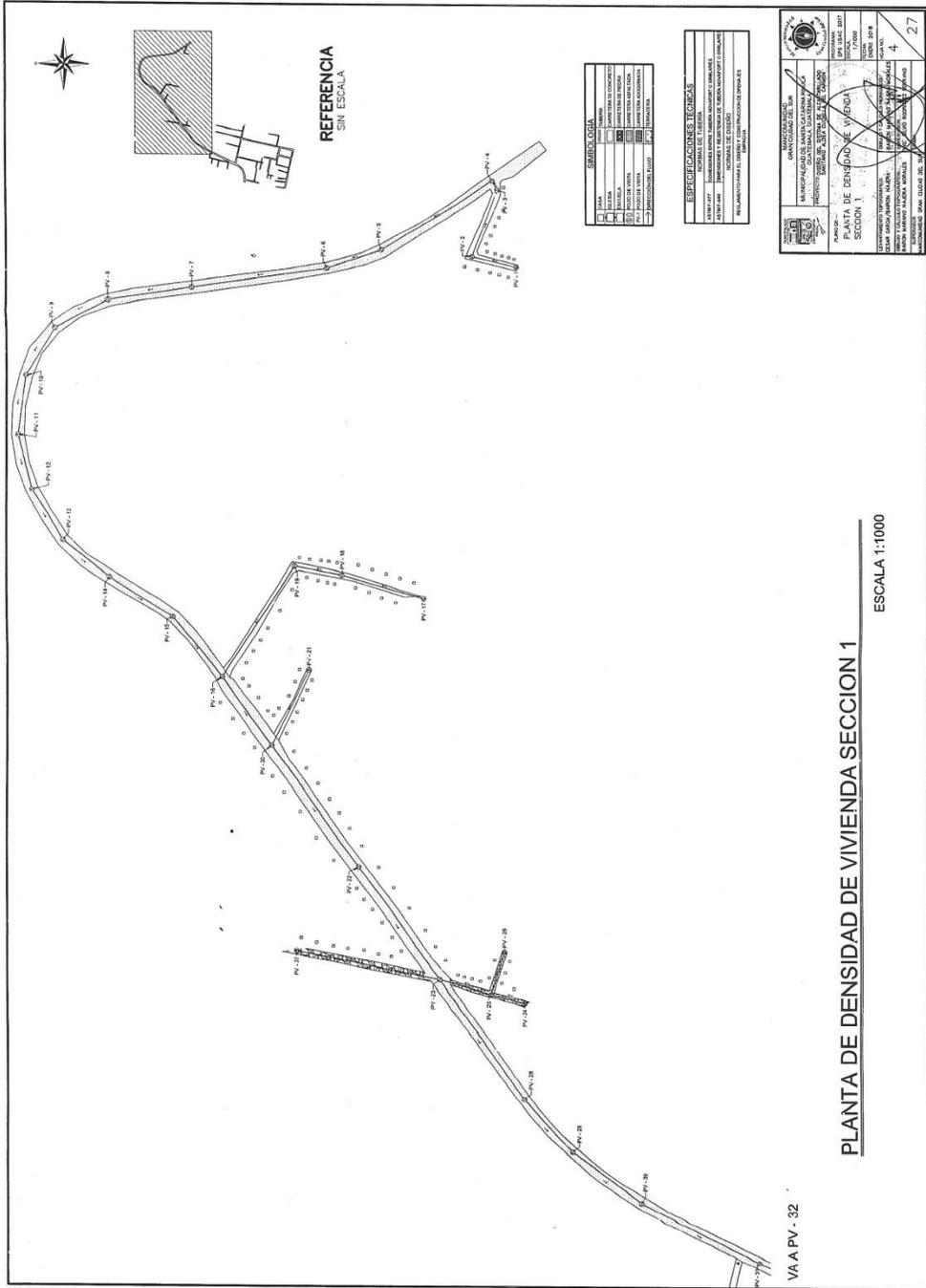
LIBRETA TOPOGRAFICA	
1:1	1:1
1:2	1:2
1:3	1:3
1:4	1:4
1:5	1:5
1:6	1:6
1:7	1:7
1:8	1:8
1:9	1:9
1:10	1:10
1:11	1:11
1:12	1:12
1:13	1:13
1:14	1:14
1:15	1:15
1:16	1:16
1:17	1:17
1:18	1:18
1:19	1:19
1:20	1:20

SEÑALACION  
DE LA PLANTA

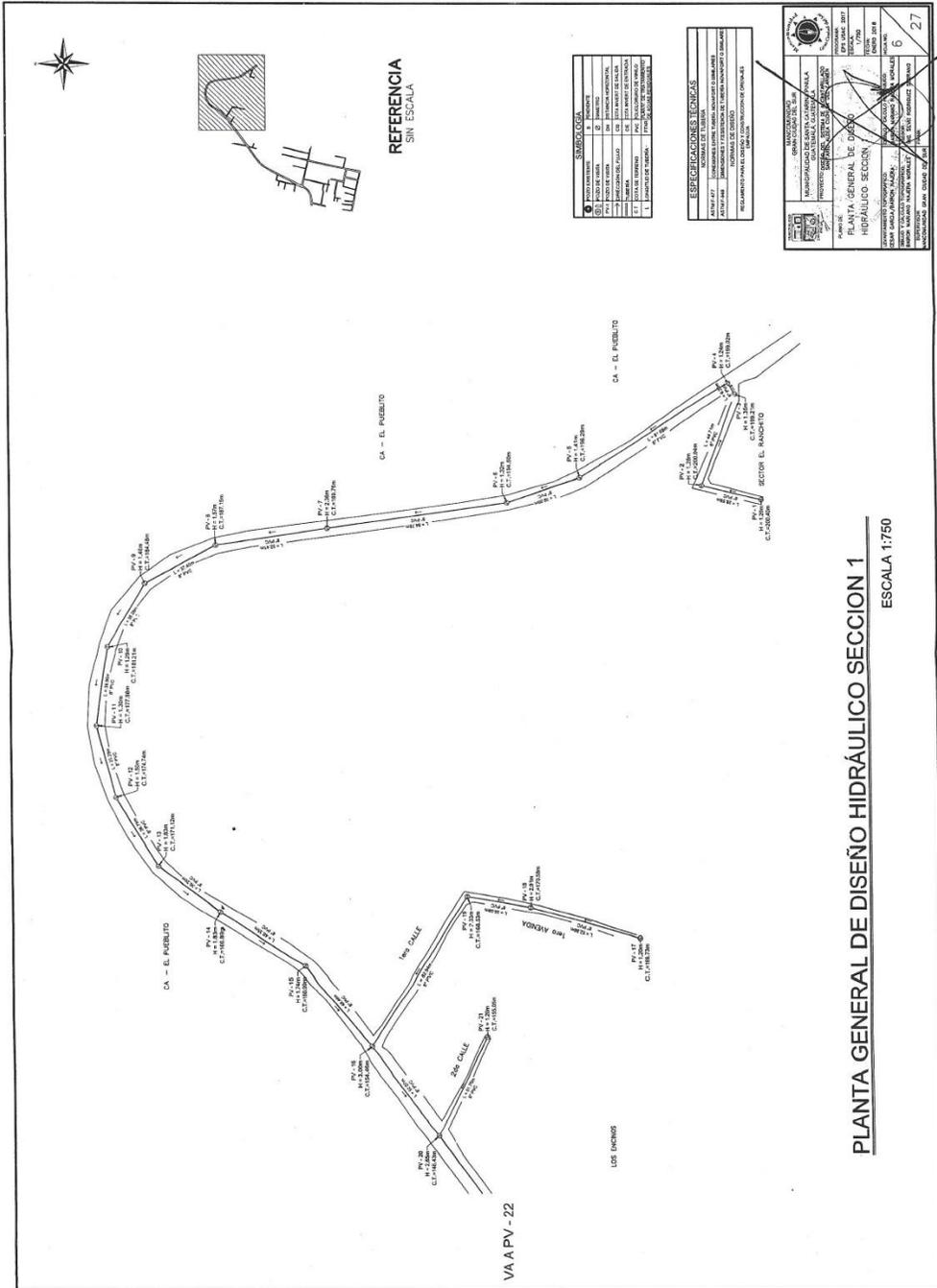
ESPECIFICACIONES TECNICAS  
GENERALIDADES  
MATERIALES  
MANTENIMIENTO  
MANTENIMIENTO DE LA OBRERA  
MANTENIMIENTO DE LA OBRERA  
MANTENIMIENTO DE LA OBRERA

INSTITUCION  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
CATEDRA DE TOPOGRAFIA  
PROFESOR  
MARTIN ALBERTO GARCIA  
ALUMNO  
JUAN CARLOS MORALES  
FECHA  
15/05/2018  
DISEÑO  
3/27

PLANTA DE CURVAS DE NIVEL  
ESCALA 1:2000

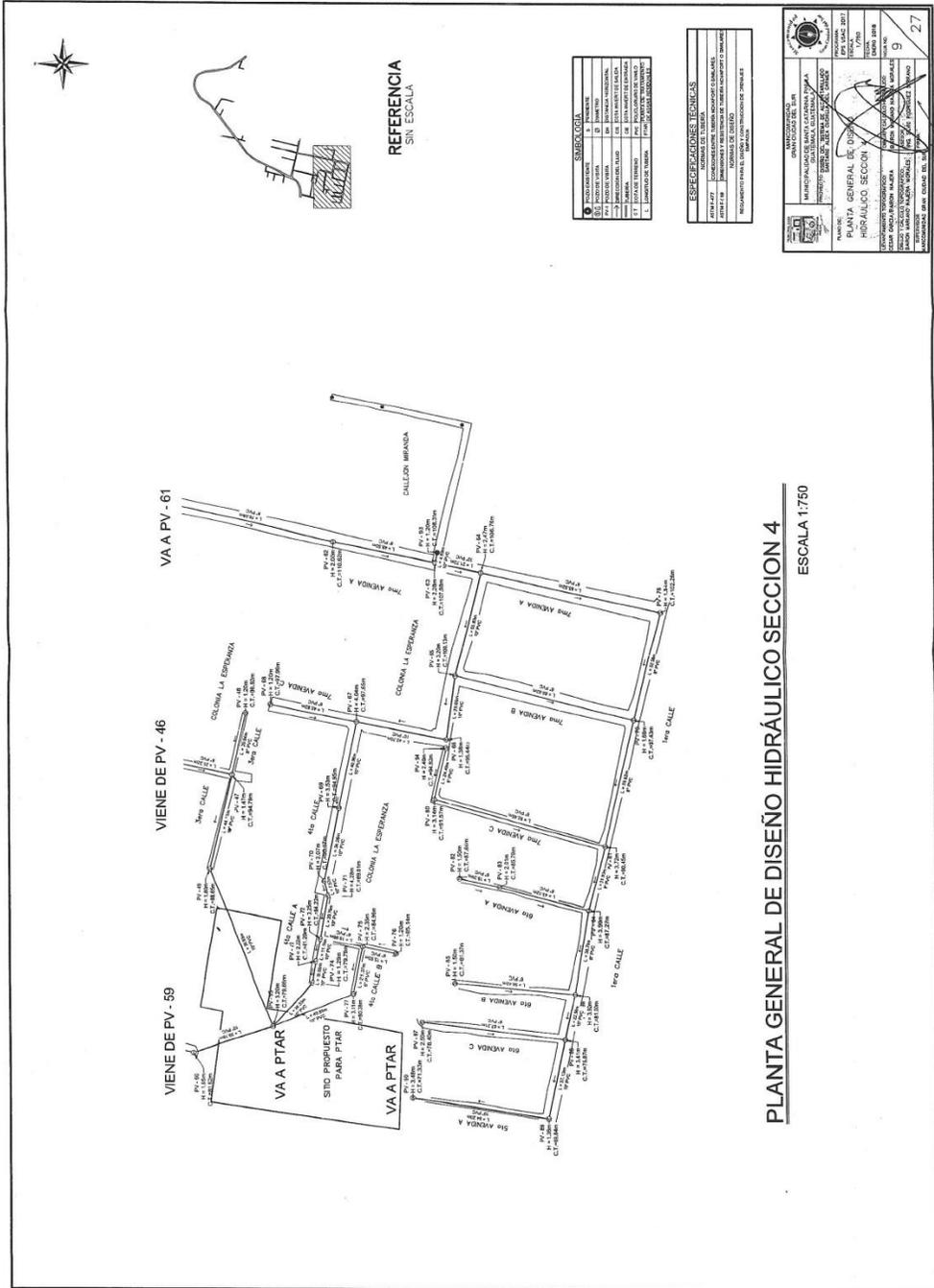










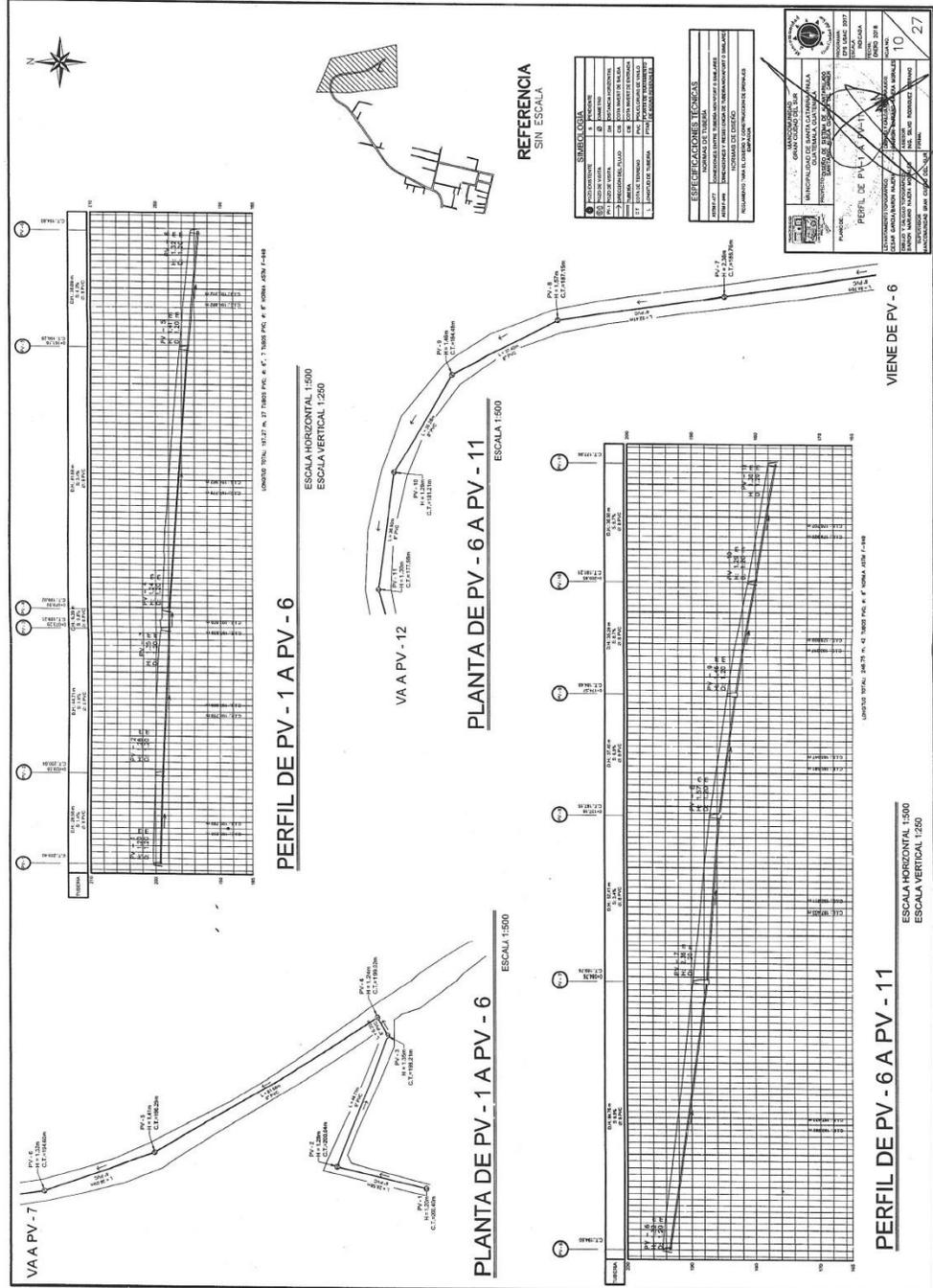


PLANTA GENERAL DE DISEÑO HIDRÁULICO SECCION 4  
 ESCALA 1:750

SIMBOLOGIA	
1	ALCANTARILLA
2	PROTECTOR VENTANA
3	PROTECTOR PUERTA
4	PROTECTOR PASADIZO
5	PROTECTOR PASADIZO
6	PROTECTOR PASADIZO
7	PROTECTOR PASADIZO
8	PROTECTOR PASADIZO
9	PROTECTOR PASADIZO
10	PROTECTOR PASADIZO
11	PROTECTOR PASADIZO
12	PROTECTOR PASADIZO
13	PROTECTOR PASADIZO
14	PROTECTOR PASADIZO
15	PROTECTOR PASADIZO
16	PROTECTOR PASADIZO
17	PROTECTOR PASADIZO
18	PROTECTOR PASADIZO
19	PROTECTOR PASADIZO
20	PROTECTOR PASADIZO
21	PROTECTOR PASADIZO
22	PROTECTOR PASADIZO
23	PROTECTOR PASADIZO
24	PROTECTOR PASADIZO
25	PROTECTOR PASADIZO
26	PROTECTOR PASADIZO
27	PROTECTOR PASADIZO
28	PROTECTOR PASADIZO
29	PROTECTOR PASADIZO
30	PROTECTOR PASADIZO
31	PROTECTOR PASADIZO
32	PROTECTOR PASADIZO
33	PROTECTOR PASADIZO
34	PROTECTOR PASADIZO
35	PROTECTOR PASADIZO
36	PROTECTOR PASADIZO
37	PROTECTOR PASADIZO
38	PROTECTOR PASADIZO
39	PROTECTOR PASADIZO
40	PROTECTOR PASADIZO
41	PROTECTOR PASADIZO
42	PROTECTOR PASADIZO
43	PROTECTOR PASADIZO
44	PROTECTOR PASADIZO
45	PROTECTOR PASADIZO
46	PROTECTOR PASADIZO
47	PROTECTOR PASADIZO
48	PROTECTOR PASADIZO
49	PROTECTOR PASADIZO
50	PROTECTOR PASADIZO
51	PROTECTOR PASADIZO
52	PROTECTOR PASADIZO
53	PROTECTOR PASADIZO
54	PROTECTOR PASADIZO
55	PROTECTOR PASADIZO
56	PROTECTOR PASADIZO
57	PROTECTOR PASADIZO
58	PROTECTOR PASADIZO
59	PROTECTOR PASADIZO
60	PROTECTOR PASADIZO
61	PROTECTOR PASADIZO
62	PROTECTOR PASADIZO
63	PROTECTOR PASADIZO
64	PROTECTOR PASADIZO
65	PROTECTOR PASADIZO
66	PROTECTOR PASADIZO
67	PROTECTOR PASADIZO
68	PROTECTOR PASADIZO
69	PROTECTOR PASADIZO
70	PROTECTOR PASADIZO
71	PROTECTOR PASADIZO
72	PROTECTOR PASADIZO
73	PROTECTOR PASADIZO
74	PROTECTOR PASADIZO
75	PROTECTOR PASADIZO
76	PROTECTOR PASADIZO
77	PROTECTOR PASADIZO
78	PROTECTOR PASADIZO
79	PROTECTOR PASADIZO
80	PROTECTOR PASADIZO
81	PROTECTOR PASADIZO
82	PROTECTOR PASADIZO
83	PROTECTOR PASADIZO
84	PROTECTOR PASADIZO
85	PROTECTOR PASADIZO
86	PROTECTOR PASADIZO
87	PROTECTOR PASADIZO
88	PROTECTOR PASADIZO
89	PROTECTOR PASADIZO
90	PROTECTOR PASADIZO
91	PROTECTOR PASADIZO
92	PROTECTOR PASADIZO
93	PROTECTOR PASADIZO
94	PROTECTOR PASADIZO
95	PROTECTOR PASADIZO
96	PROTECTOR PASADIZO
97	PROTECTOR PASADIZO
98	PROTECTOR PASADIZO
99	PROTECTOR PASADIZO
100	PROTECTOR PASADIZO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
ITEM	DESCRIPCIÓN
1	PROTECTOR PASADIZO
2	PROTECTOR PASADIZO
3	PROTECTOR PASADIZO
4	PROTECTOR PASADIZO
5	PROTECTOR PASADIZO
6	PROTECTOR PASADIZO
7	PROTECTOR PASADIZO
8	PROTECTOR PASADIZO
9	PROTECTOR PASADIZO
10	PROTECTOR PASADIZO
11	PROTECTOR PASADIZO
12	PROTECTOR PASADIZO
13	PROTECTOR PASADIZO
14	PROTECTOR PASADIZO
15	PROTECTOR PASADIZO
16	PROTECTOR PASADIZO
17	PROTECTOR PASADIZO
18	PROTECTOR PASADIZO
19	PROTECTOR PASADIZO
20	PROTECTOR PASADIZO
21	PROTECTOR PASADIZO
22	PROTECTOR PASADIZO
23	PROTECTOR PASADIZO
24	PROTECTOR PASADIZO
25	PROTECTOR PASADIZO
26	PROTECTOR PASADIZO
27	PROTECTOR PASADIZO
28	PROTECTOR PASADIZO
29	PROTECTOR PASADIZO
30	PROTECTOR PASADIZO
31	PROTECTOR PASADIZO
32	PROTECTOR PASADIZO
33	PROTECTOR PASADIZO
34	PROTECTOR PASADIZO
35	PROTECTOR PASADIZO
36	PROTECTOR PASADIZO
37	PROTECTOR PASADIZO
38	PROTECTOR PASADIZO
39	PROTECTOR PASADIZO
40	PROTECTOR PASADIZO
41	PROTECTOR PASADIZO
42	PROTECTOR PASADIZO
43	PROTECTOR PASADIZO
44	PROTECTOR PASADIZO
45	PROTECTOR PASADIZO
46	PROTECTOR PASADIZO
47	PROTECTOR PASADIZO
48	PROTECTOR PASADIZO
49	PROTECTOR PASADIZO
50	PROTECTOR PASADIZO
51	PROTECTOR PASADIZO
52	PROTECTOR PASADIZO
53	PROTECTOR PASADIZO
54	PROTECTOR PASADIZO
55	PROTECTOR PASADIZO
56	PROTECTOR PASADIZO
57	PROTECTOR PASADIZO
58	PROTECTOR PASADIZO
59	PROTECTOR PASADIZO
60	PROTECTOR PASADIZO
61	PROTECTOR PASADIZO
62	PROTECTOR PASADIZO
63	PROTECTOR PASADIZO
64	PROTECTOR PASADIZO
65	PROTECTOR PASADIZO
66	PROTECTOR PASADIZO
67	PROTECTOR PASADIZO
68	PROTECTOR PASADIZO
69	PROTECTOR PASADIZO
70	PROTECTOR PASADIZO
71	PROTECTOR PASADIZO
72	PROTECTOR PASADIZO
73	PROTECTOR PASADIZO
74	PROTECTOR PASADIZO
75	PROTECTOR PASADIZO
76	PROTECTOR PASADIZO
77	PROTECTOR PASADIZO
78	PROTECTOR PASADIZO
79	PROTECTOR PASADIZO
80	PROTECTOR PASADIZO
81	PROTECTOR PASADIZO
82	PROTECTOR PASADIZO
83	PROTECTOR PASADIZO
84	PROTECTOR PASADIZO
85	PROTECTOR PASADIZO
86	PROTECTOR PASADIZO
87	PROTECTOR PASADIZO
88	PROTECTOR PASADIZO
89	PROTECTOR PASADIZO
90	PROTECTOR PASADIZO
91	PROTECTOR PASADIZO
92	PROTECTOR PASADIZO
93	PROTECTOR PASADIZO
94	PROTECTOR PASADIZO
95	PROTECTOR PASADIZO
96	PROTECTOR PASADIZO
97	PROTECTOR PASADIZO
98	PROTECTOR PASADIZO
99	PROTECTOR PASADIZO
100	PROTECTOR PASADIZO

INSTITUCIÓN: MUNICIPIO DE TUBURÁ  
 DEPARTAMENTO: ANTIOQUIA  
 MUNICIPIO: TUBURÁ  
 PROYECTO: DISEÑO HIDRÁULICO DE LA PLANTA GENERAL DE DISEÑO HIDRÁULICO SECCION 4  
 FECHA: 17/10/2012  
 ESCALA: 1:750  
 HOJA: 9  
 TOTAL: 27



REFERENCIA  
SIN ESCALA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
(Symbol)	ALCANTARILLA
(Symbol)	ALCANTARILLA DE BARRERA
(Symbol)	ALCANTARILLA DE BARRERA CON PASADIZO
(Symbol)	ALCANTARILLA DE BARRERA CON PASADIZO Y PASADIZO
(Symbol)	ALCANTARILLA DE BARRERA CON PASADIZO Y PASADIZO Y PASADIZO
(Symbol)	ALCANTARILLA DE BARRERA CON PASADIZO Y PASADIZO Y PASADIZO Y PASADIZO
(Symbol)	ALCANTARILLA DE BARRERA CON PASADIZO Y PASADIZO Y PASADIZO Y PASADIZO Y PASADIZO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
1. MATERIALES
2. MANO DE OBRA
3. EQUIPAMIENTO
4. MEDIOS DE TRANSPORTE
5. OTRAS CONDICIONES
6. OTRAS CONDICIONES
7. OTRAS CONDICIONES
8. OTRAS CONDICIONES
9. OTRAS CONDICIONES
10. OTRAS CONDICIONES

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATALINA DE VILLAVIEJA  
 OFICINA DE INGENIERÍA DE VIAL  
 INGENIERO EN VIAL  
 PROFESOR DE PV-1 A PV-11  
 10  
 27

PERFIL DE PV - 1 A PV - 6  
ESCALA HORIZONTAL 1:500  
ESCALA VERTICAL 1:250

PLANTA DE PV - 6 A PV - 11  
ESCALA 1:500

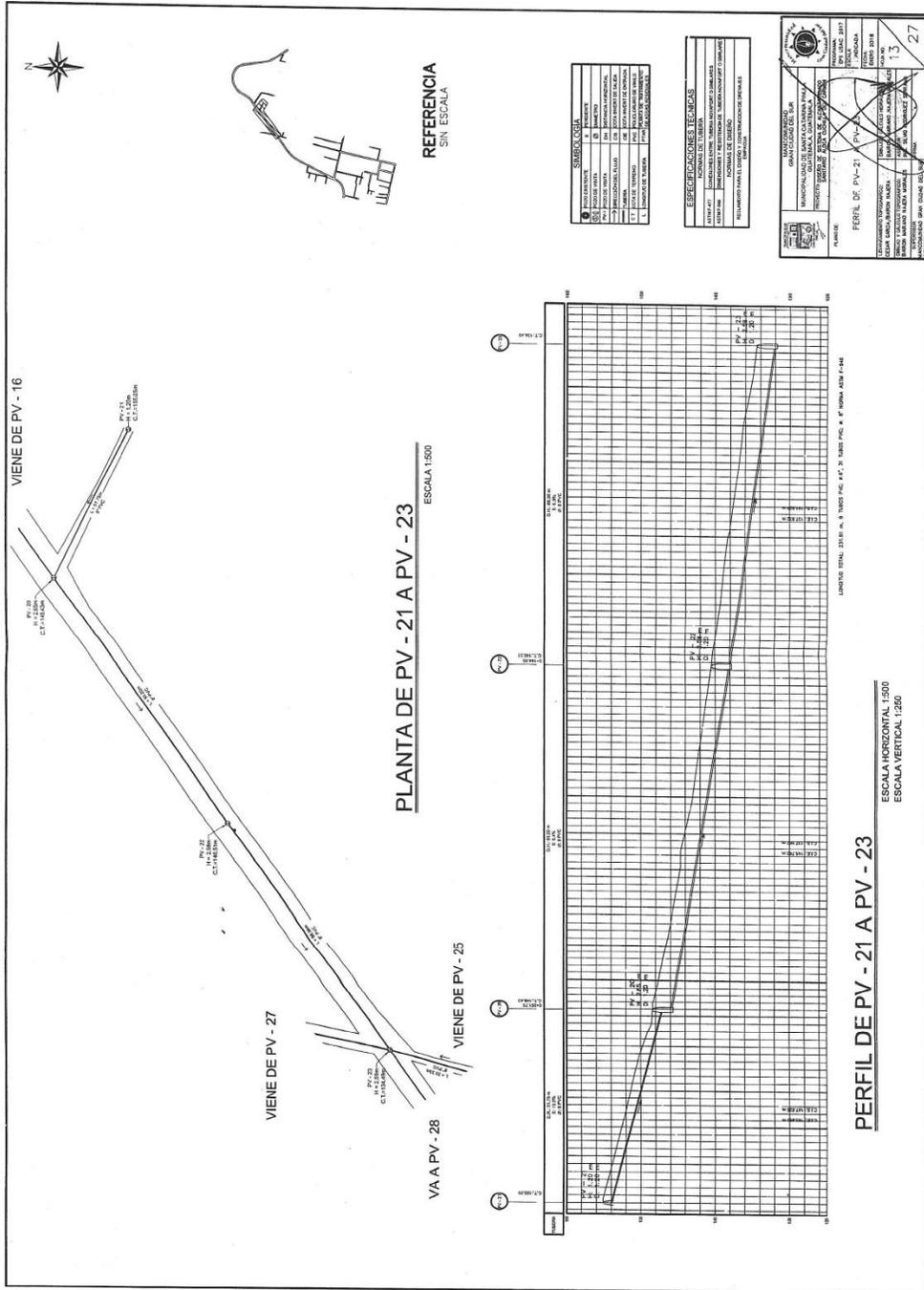
PERFIL DE PV - 6 A PV - 11  
ESCALA HORIZONTAL 1:500  
ESCALA VERTICAL 1:250

PLANTA DE PV - 1 A PV - 6  
ESCALA 1:500

VIENE DE PV - 6







VIENE DE PV - 16



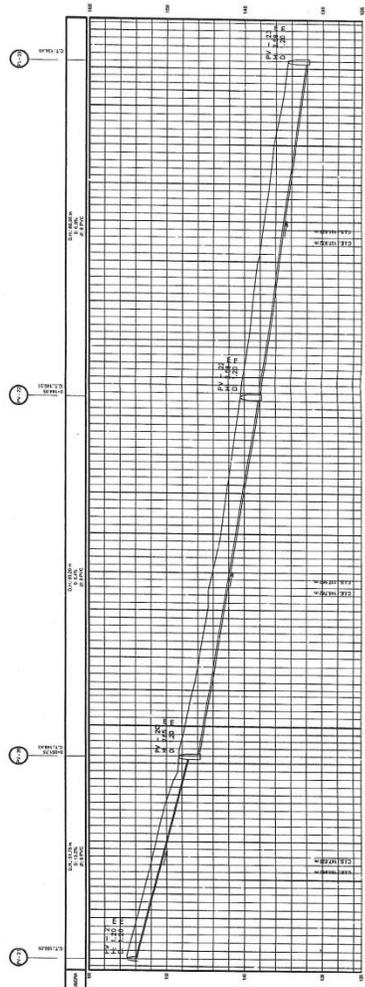
P.V. 21  
R=12.00m  
C=10.00m

VIENE DE PV - 27

**PLANTA DE PV - 21 A PV - 23**  
ESCALA 1:500

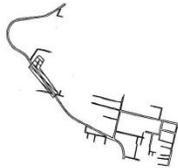
VA A PV - 28

VIENE DE PV - 25



LEGNOS TOTAL: 216 m. 3.165 P.C. 4+1.3. 1000 P.C. 4. P. 1000. 4000 T-140

**PERFIL DE PV - 21 A PV - 23**  
ESCALA HORIZONTAL 1:500  
ESCALA VERTICAL 1:200



REFERENCIA  
SIN ESCALA

SÍMBOLOGÍA	
1	SEÑALIZACION
2	SEÑALIZACION
3	SEÑALIZACION
4	SEÑALIZACION
5	SEÑALIZACION
6	SEÑALIZACION
7	SEÑALIZACION
8	SEÑALIZACION
9	SEÑALIZACION
10	SEÑALIZACION
11	SEÑALIZACION
12	SEÑALIZACION
13	SEÑALIZACION
14	SEÑALIZACION
15	SEÑALIZACION
16	SEÑALIZACION
17	SEÑALIZACION
18	SEÑALIZACION
19	SEÑALIZACION
20	SEÑALIZACION
21	SEÑALIZACION
22	SEÑALIZACION
23	SEÑALIZACION
24	SEÑALIZACION
25	SEÑALIZACION
26	SEÑALIZACION
27	SEÑALIZACION
28	SEÑALIZACION
29	SEÑALIZACION
30	SEÑALIZACION
31	SEÑALIZACION
32	SEÑALIZACION
33	SEÑALIZACION
34	SEÑALIZACION
35	SEÑALIZACION
36	SEÑALIZACION
37	SEÑALIZACION
38	SEÑALIZACION
39	SEÑALIZACION
40	SEÑALIZACION
41	SEÑALIZACION
42	SEÑALIZACION
43	SEÑALIZACION
44	SEÑALIZACION
45	SEÑALIZACION
46	SEÑALIZACION
47	SEÑALIZACION
48	SEÑALIZACION
49	SEÑALIZACION
50	SEÑALIZACION

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
1	SEÑALIZACION
2	SEÑALIZACION
3	SEÑALIZACION
4	SEÑALIZACION
5	SEÑALIZACION
6	SEÑALIZACION
7	SEÑALIZACION
8	SEÑALIZACION
9	SEÑALIZACION
10	SEÑALIZACION
11	SEÑALIZACION
12	SEÑALIZACION
13	SEÑALIZACION
14	SEÑALIZACION
15	SEÑALIZACION
16	SEÑALIZACION
17	SEÑALIZACION
18	SEÑALIZACION
19	SEÑALIZACION
20	SEÑALIZACION
21	SEÑALIZACION
22	SEÑALIZACION
23	SEÑALIZACION
24	SEÑALIZACION
25	SEÑALIZACION
26	SEÑALIZACION
27	SEÑALIZACION
28	SEÑALIZACION
29	SEÑALIZACION
30	SEÑALIZACION
31	SEÑALIZACION
32	SEÑALIZACION
33	SEÑALIZACION
34	SEÑALIZACION
35	SEÑALIZACION
36	SEÑALIZACION
37	SEÑALIZACION
38	SEÑALIZACION
39	SEÑALIZACION
40	SEÑALIZACION
41	SEÑALIZACION
42	SEÑALIZACION
43	SEÑALIZACION
44	SEÑALIZACION
45	SEÑALIZACION
46	SEÑALIZACION
47	SEÑALIZACION
48	SEÑALIZACION
49	SEÑALIZACION
50	SEÑALIZACION

MUNICIPALIDAD DE SANTA CATALINA DE VALLES  
 ANTIQUIA - ANTIOQUIA  
 DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA  
 MUNICIPIO DE SANTA CATALINA DE VALLES

PERFIL DE PV-21  
 ESCALA HORIZONTAL 1:500  
 ESCALA VERTICAL 1:200  
 13/27

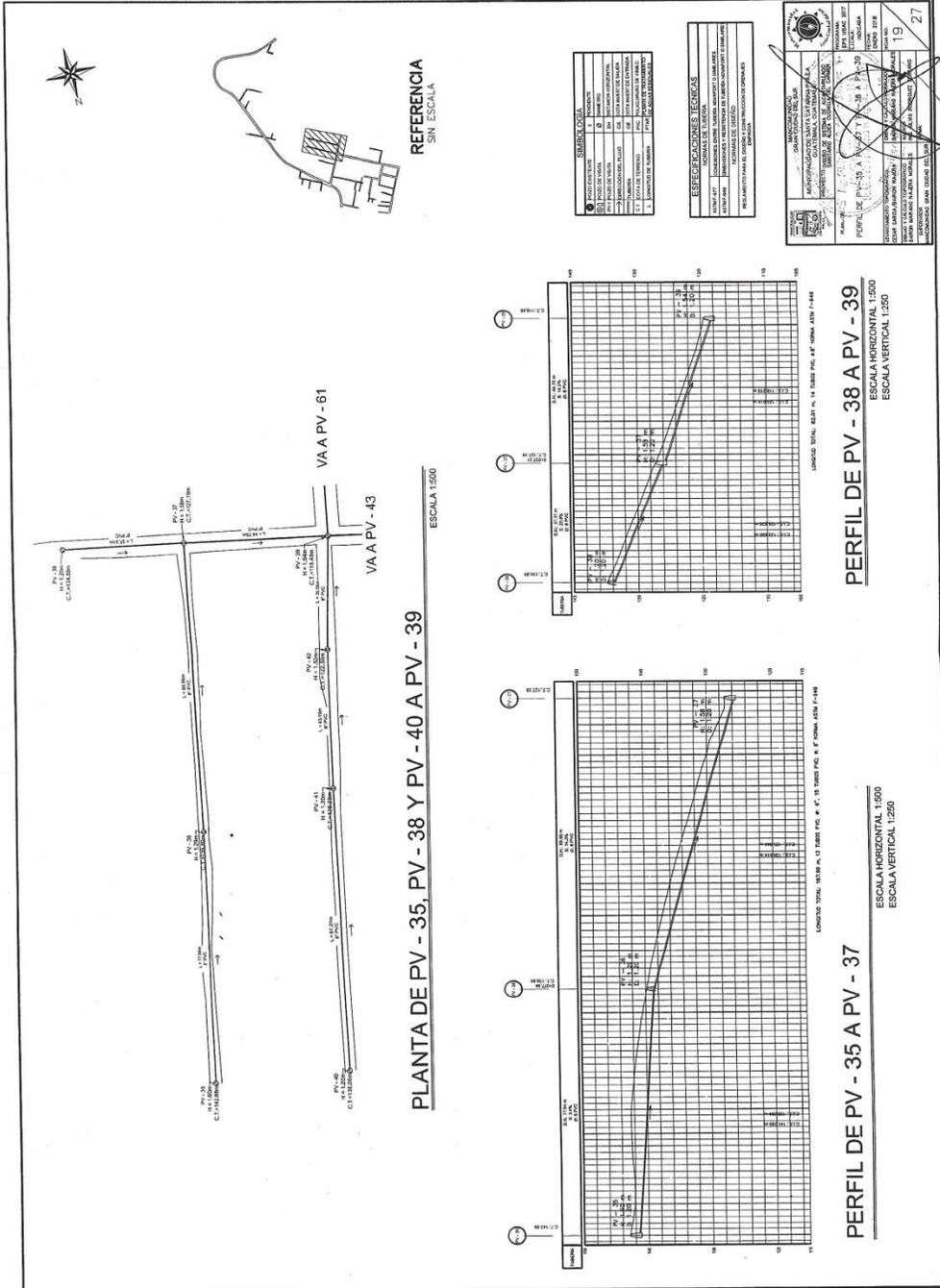












REFERENCIA  
SIN ESCALA

ESCALA 1:2500

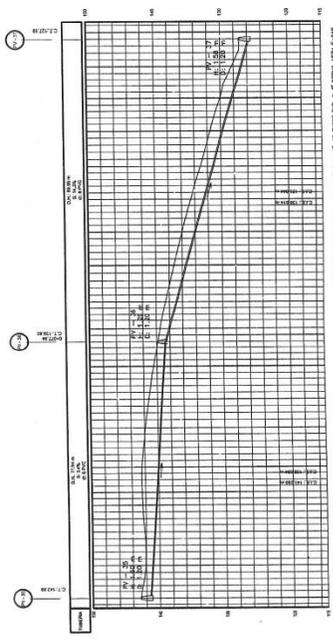
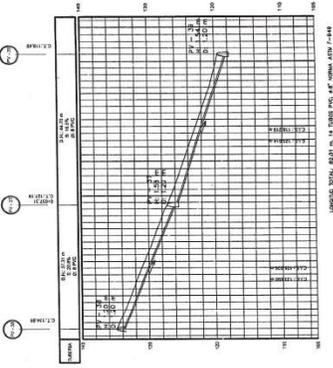
PLANTA DE PV - 35, PV - 38 Y PV - 40 A PV - 39

ESCALA 1:2500

SÍMBOLOS	
1	ALINEAMIENTO
2	SEÑALAMIENTO
3	SEÑALAMIENTO DE ALERÍA
4	SEÑALAMIENTO DE PASADIZO
5	SEÑALAMIENTO DE PASADIZO DE ANCHO VARIABLE
6	SEÑALAMIENTO DE PASADIZO DE ANCHO VARIABLE CON PASADIZO DE ANCHO VARIABLE
7	SEÑALAMIENTO DE PASADIZO DE ANCHO VARIABLE CON PASADIZO DE ANCHO VARIABLE Y PASADIZO DE ANCHO VARIABLE
8	SEÑALAMIENTO DE PASADIZO DE ANCHO VARIABLE CON PASADIZO DE ANCHO VARIABLE Y PASADIZO DE ANCHO VARIABLE Y PASADIZO DE ANCHO VARIABLE
9	SEÑALAMIENTO DE PASADIZO DE ANCHO VARIABLE CON PASADIZO DE ANCHO VARIABLE Y PASADIZO DE ANCHO VARIABLE Y PASADIZO DE ANCHO VARIABLE Y PASADIZO DE ANCHO VARIABLE

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
1	SEÑALAMIENTO DE ALERÍA
2	SEÑALAMIENTO DE PASADIZO
3	SEÑALAMIENTO DE PASADIZO DE ANCHO VARIABLE
4	SEÑALAMIENTO DE PASADIZO DE ANCHO VARIABLE CON PASADIZO DE ANCHO VARIABLE
5	SEÑALAMIENTO DE PASADIZO DE ANCHO VARIABLE CON PASADIZO DE ANCHO VARIABLE Y PASADIZO DE ANCHO VARIABLE
6	SEÑALAMIENTO DE PASADIZO DE ANCHO VARIABLE CON PASADIZO DE ANCHO VARIABLE Y PASADIZO DE ANCHO VARIABLE Y PASADIZO DE ANCHO VARIABLE
7	SEÑALAMIENTO DE PASADIZO DE ANCHO VARIABLE CON PASADIZO DE ANCHO VARIABLE Y PASADIZO DE ANCHO VARIABLE Y PASADIZO DE ANCHO VARIABLE Y PASADIZO DE ANCHO VARIABLE

INSTITUCIÓN: INSTITUCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD  
 DIVISIÓN: DIVISIÓN DE INGENIERÍA DE VIALIDAD  
 SECCIÓN: SECCIÓN DE INGENIERÍA DE VIALIDAD  
 PROYECTO: PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL SECTOR DE LA CARRETERA N.º 10 ENTRE LOS PUNOS PV-35 A PV-39  
 PLAN: PLAN DE ALINEAMIENTO Y SEÑALAMIENTO  
 HOJA: 19  
 DE: 27

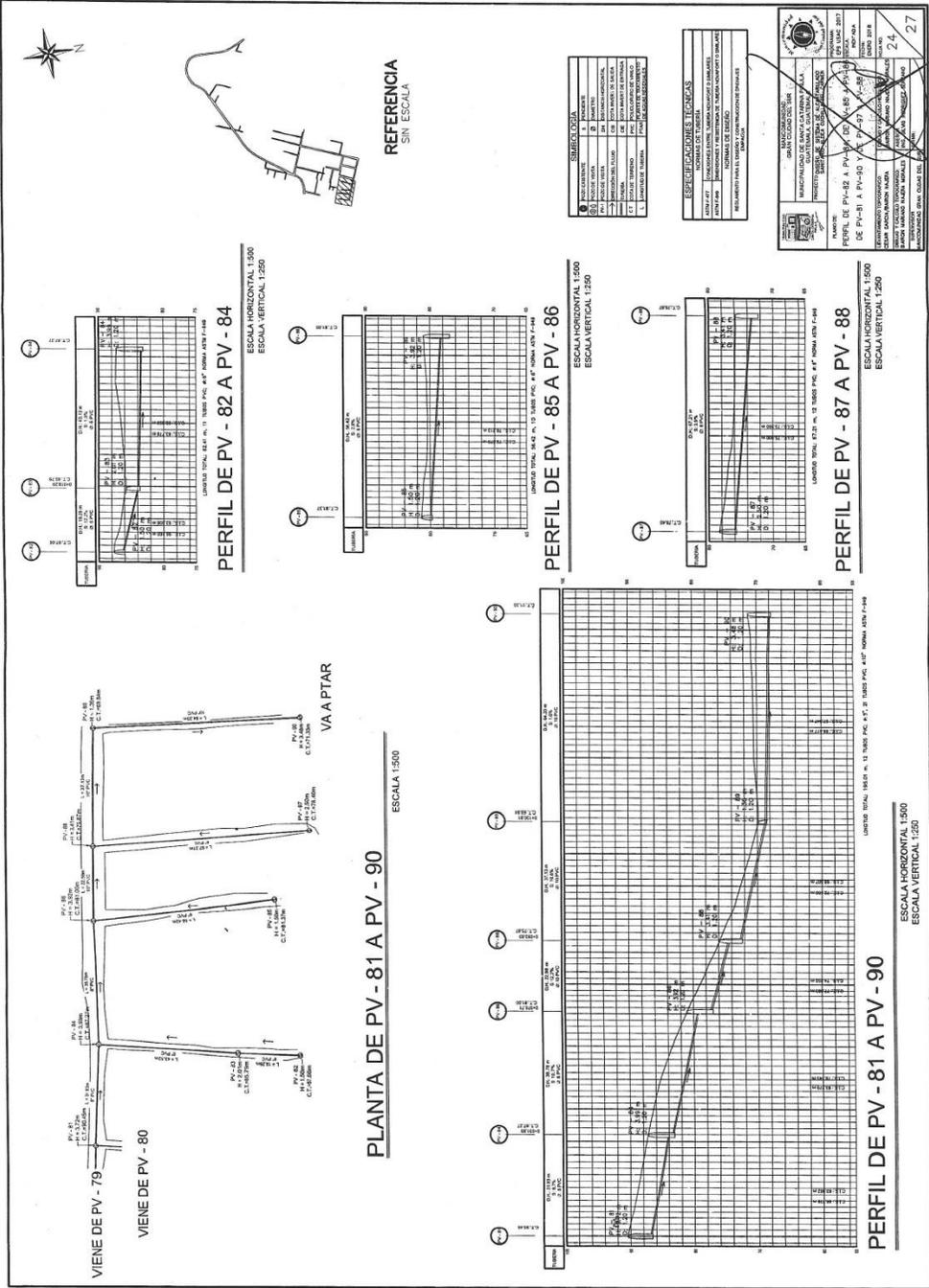






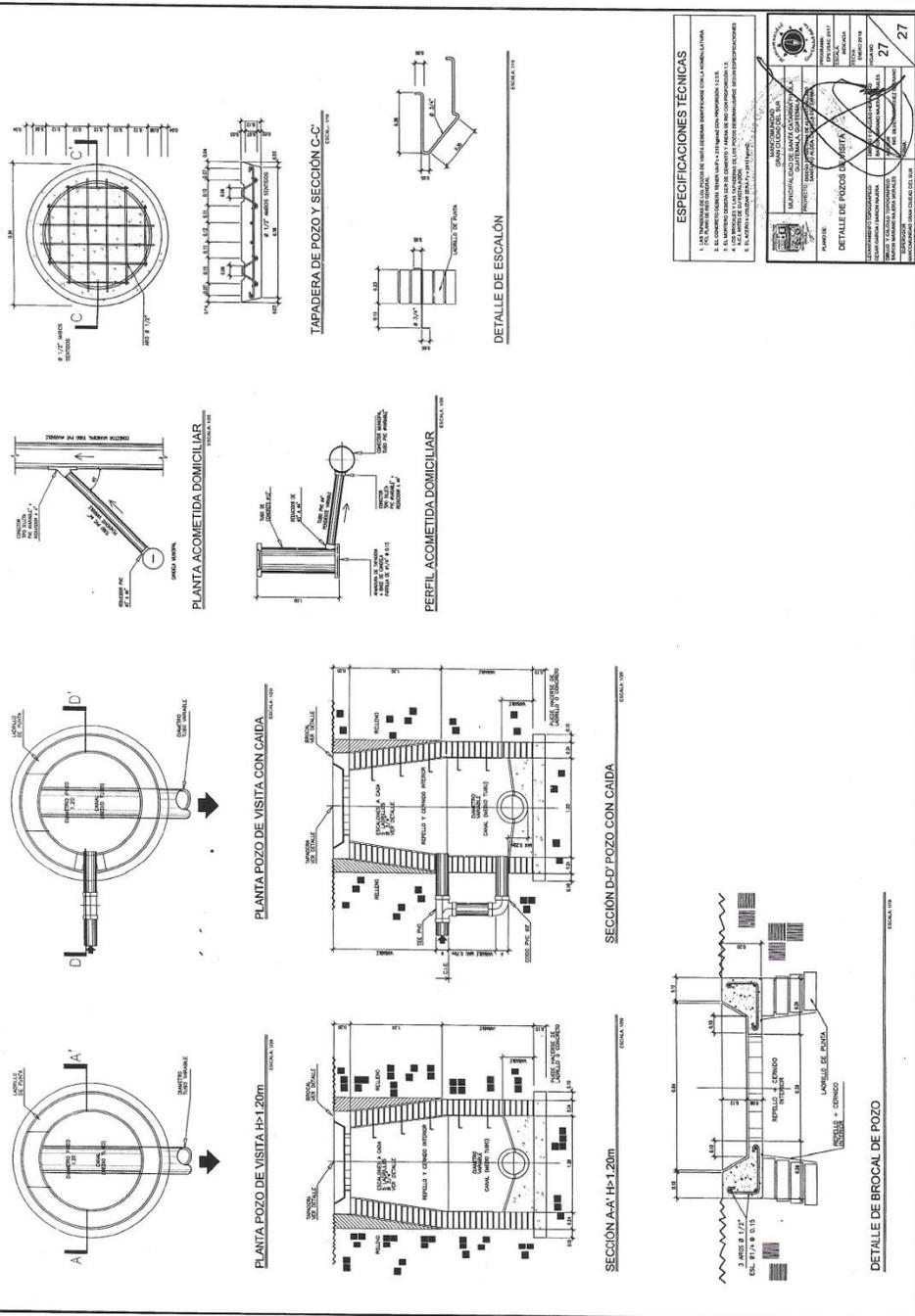












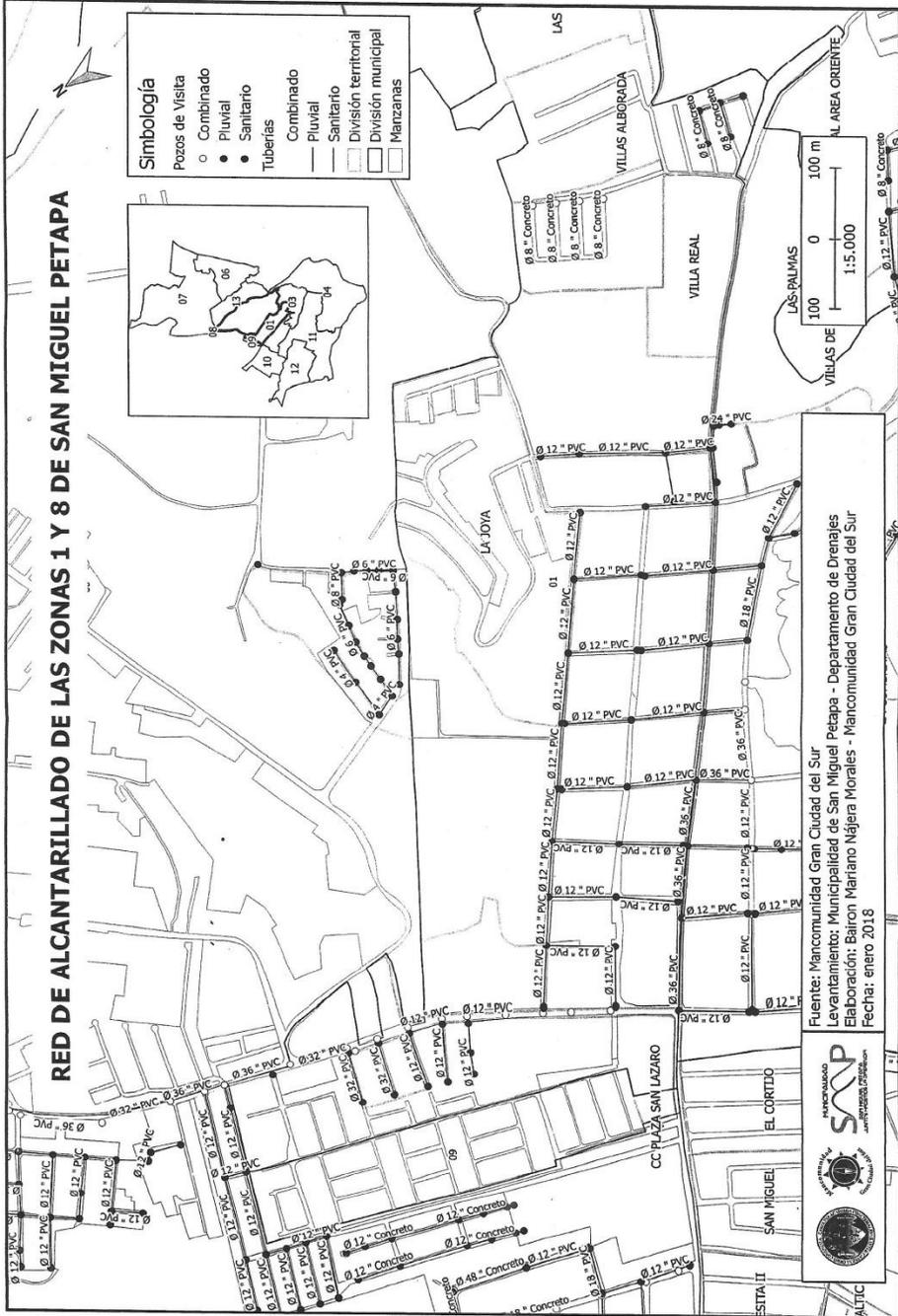
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

1. LOS MATERIALES DEL POZO DE VISITA DEBEN IDENTIFICARSE CON APLICACIÓN.
2. EL CONCRETO DEBEN TENER UN A 28 DÍAS CON HUMEDAD 11.13%.
3. EL CEMENTO DEBEN DE SER TIPO 40 Y DEBEN DE IDENTIFICARSE.
4. EL CEMENTO DEBEN DE SER TIPO 40 Y DEBEN DE IDENTIFICARSE.

**DETALLE DE POZOS DE VISITA**

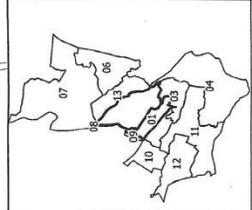
GRAN COLOMBIA S.A.  
 MUNICIPALIDAD DEL MUNICIPIO DE CALABALÁZAR  
 PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 ETAPA: 01 - OBRAS DE INFRAESTRUCTURA  
 LÍNEA DE VIDA: 1.000.000.000  
 ESCALA: 1:50  
 HOJA: 27

# RED DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS 1 Y 8 DE SAN MIGUEL PETAPA

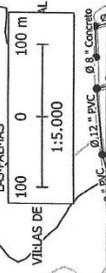


**Simbología**

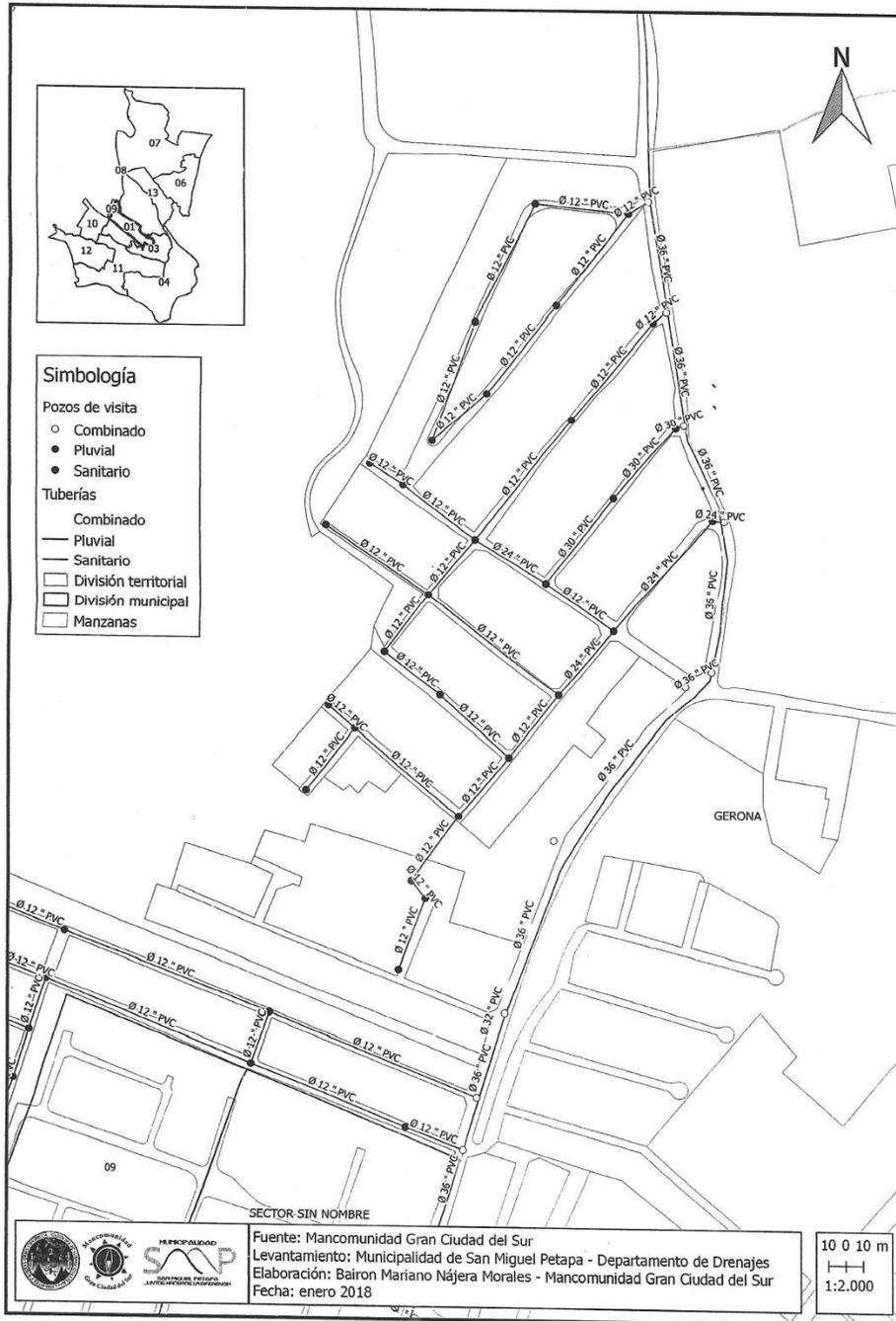
Pozos de Visita	○ Combinado
● Pluvial	● Sanitario
Tuberías	— Combinado
	— Pluvial
	— Sanitario
	□ División territorial
	□ División municipal
	□ Manzanas

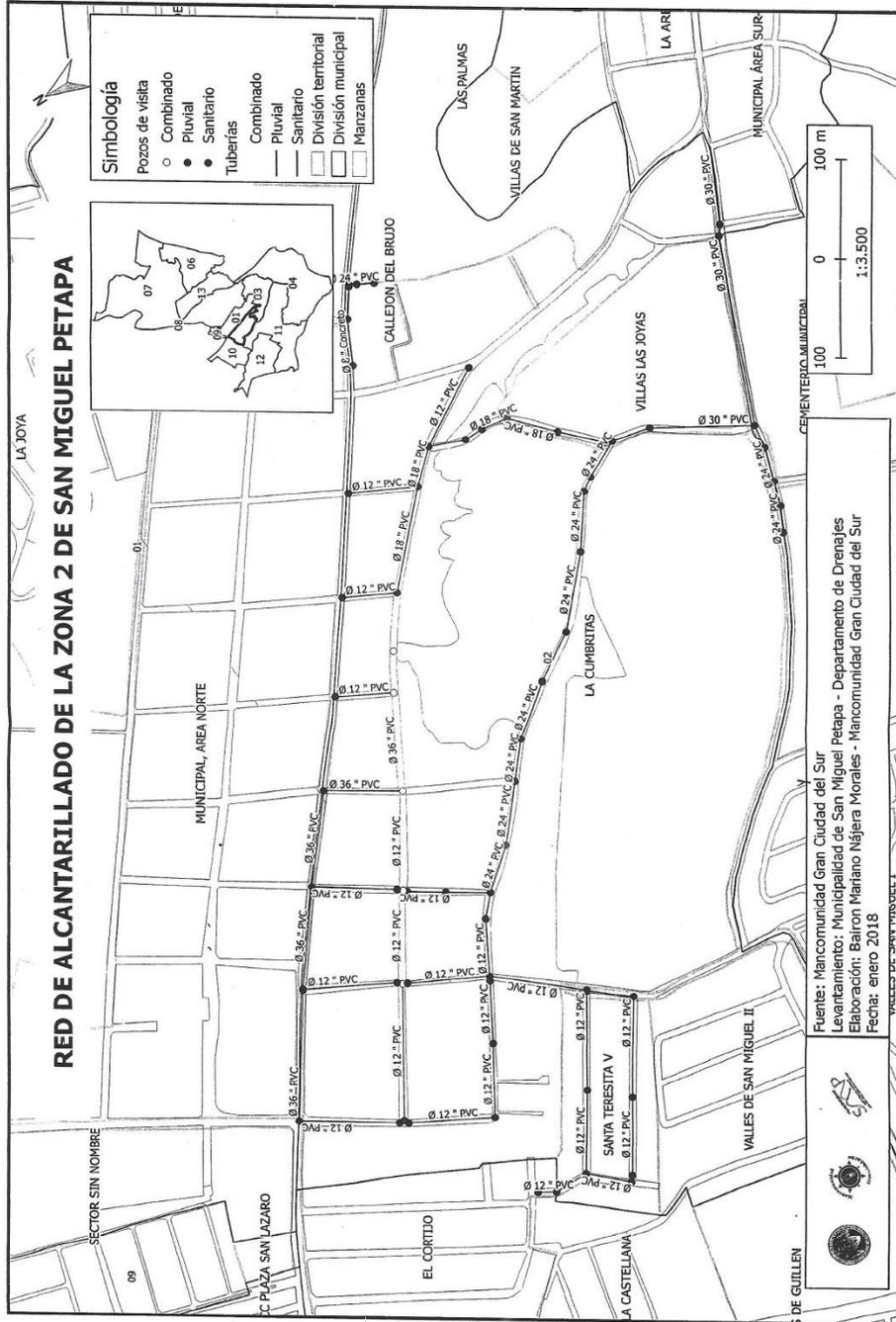


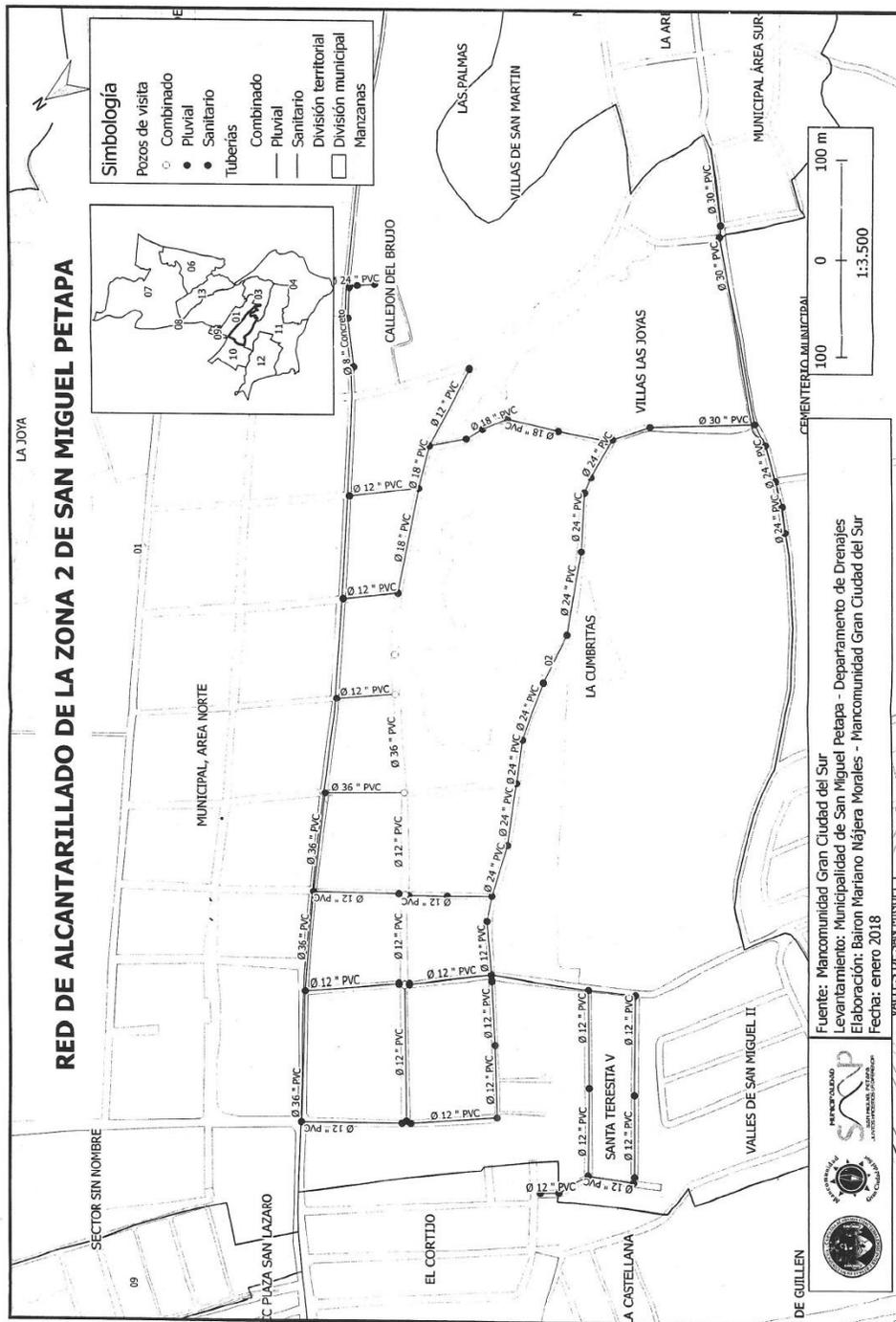
Fuente: Mancomunidad Gran Ciudad del Sur  
 Levantamiento: Municipalidad de San Miguel Petapa - Departamento de Drenajes  
 Elaboración: Bañon Mariano Najera Morales - Mancomunidad Gran Ciudad del Sur  
 Fecha: enero 2018

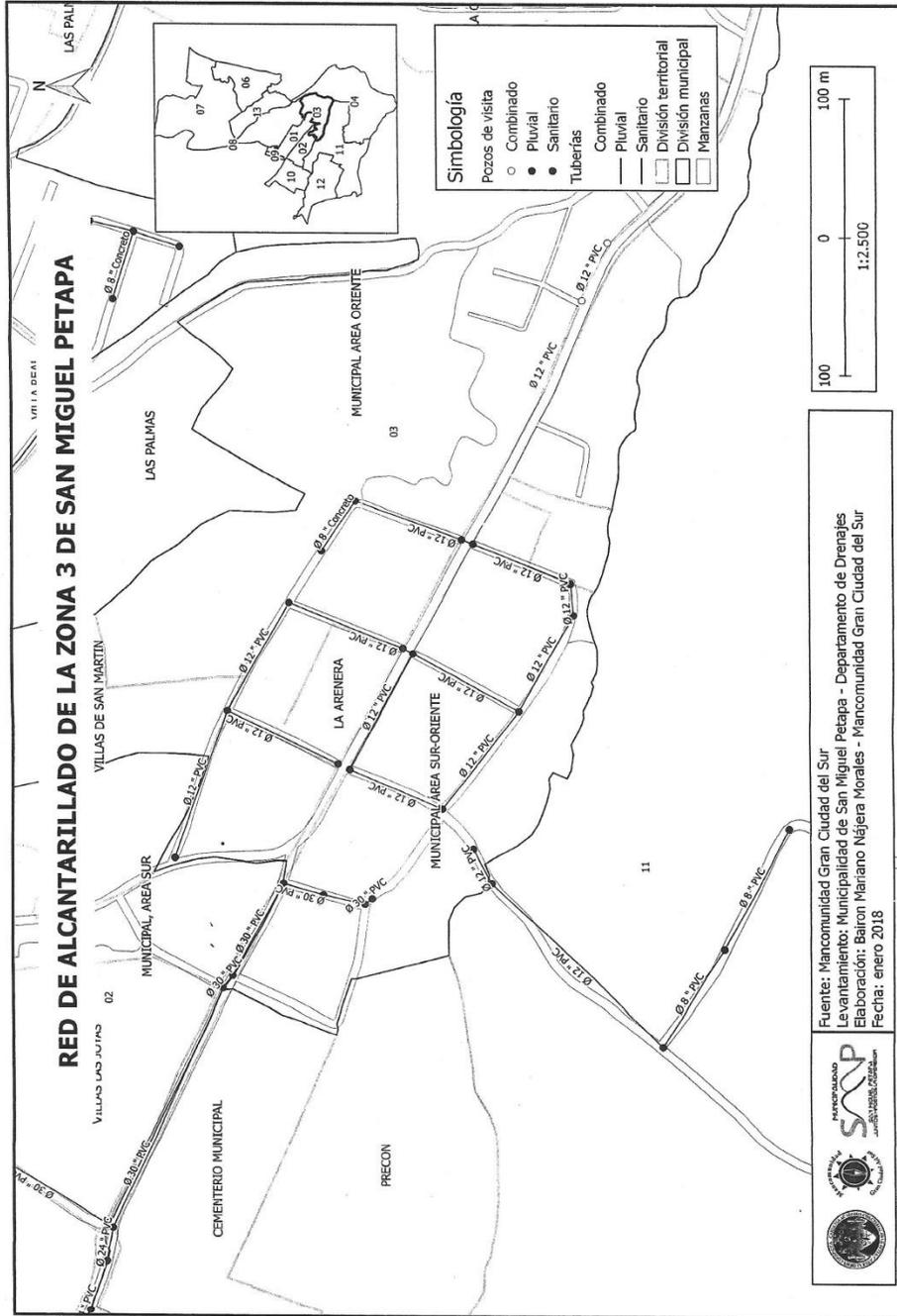


## RED DE ALCANTARILLADO DE LA ZONA 1 DE SAN MIGUEL PETAPA

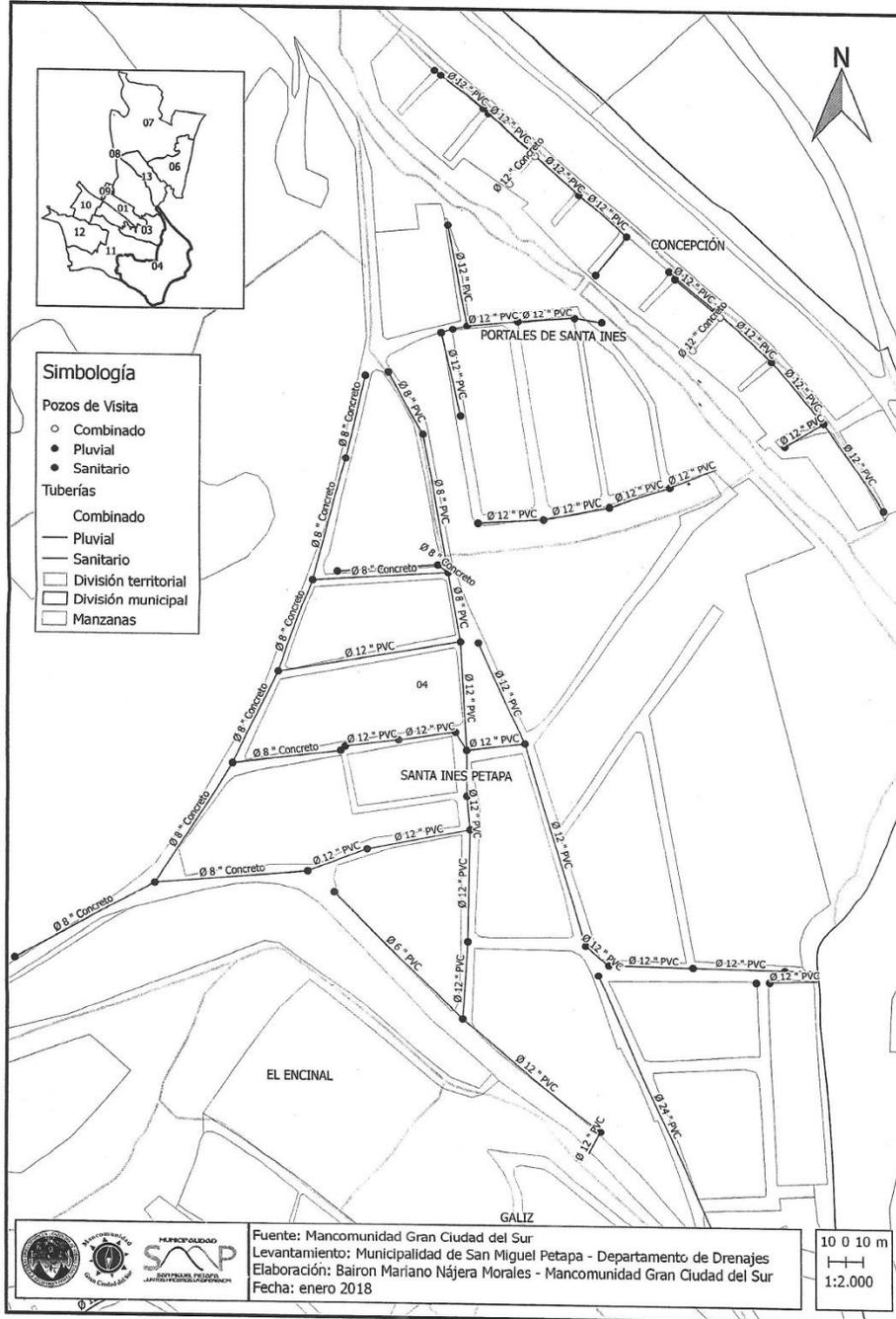


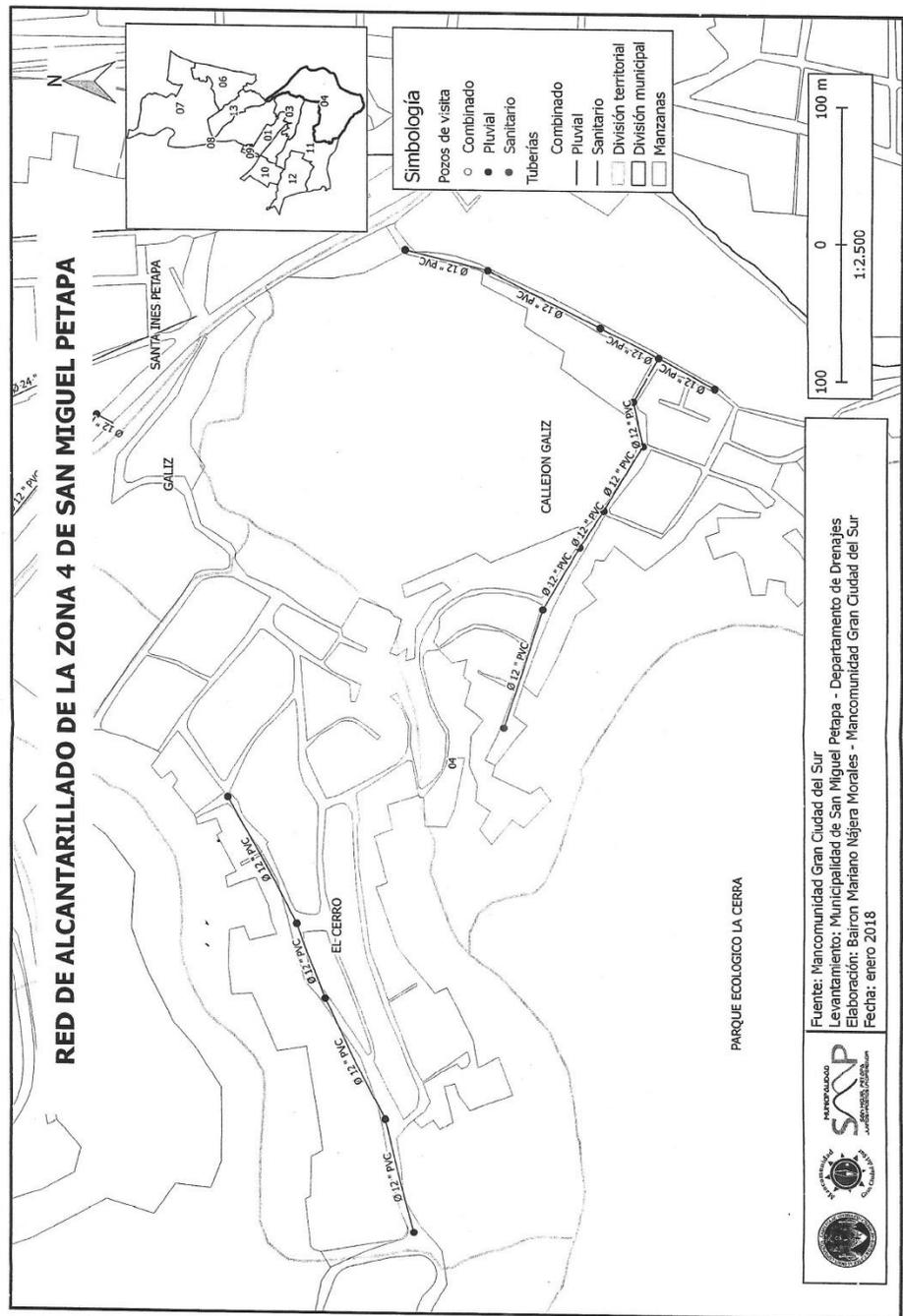






## RED DE ALCANTARILLADO DE LA ZONA 4 DE SAN MIGUEL PETAPA





Fuente: elaboración propia.

