



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
CASERÍO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO**

José Rubén Suyuc Subuyuc

Asesorado por el Ing. Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
CASERÍO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSÉ RUBÉN SUYUC SUBUYUC

ASESORADO POR EL ING. ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz
EXAMINADOR	Ing. Alan Geovani Cosillo Pinto
EXAMINADOR	Ing. Crecencio Benjamín Cifuentes Velásquez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 10 de mayo de 2 018.

José Rubén Suyuc Subuyuc



Guatemala, 16 de julio de 2019
REF.EPS.DOC.504.07.2019

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

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Rubén Suyuc Subuyuc**, Registro Académico 200516286 y CUI 2381 59469 0301 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO.**

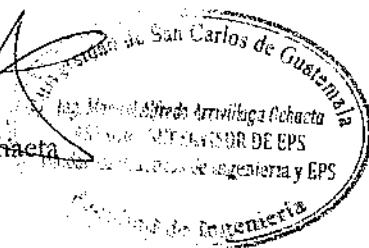
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochoaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MAAO/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 06 de septiembre de 2019

Ingeniero
 Pedro Antonio Aguilar Polanco
 Director Escuela Ingeniería Civil
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Rubén Suyuc Subuyuc con CUI 2381594690301 Registro Académico No. 200516286, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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,

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 HIDRAULICA
 USAC

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

/mrrm.





Guatemala, 10 de septiembre de 2019
REF.EPS.DOC.585.09.2019

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco.

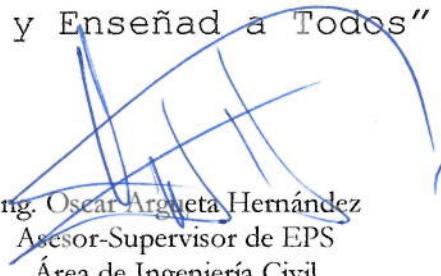
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Rubén Suyuc Subuyuc**, Registro Académico 200516286 y CUI 2381 59469 0301 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Oscar Argueta Hernández
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
OAH/ra



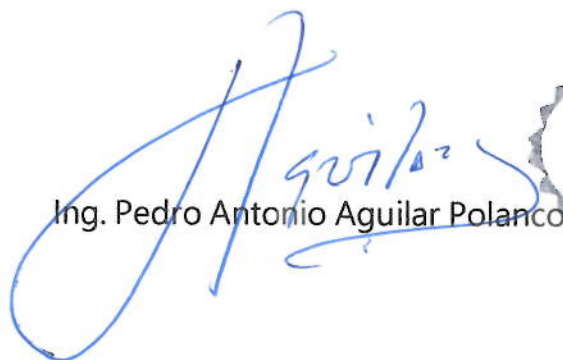
USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante José Rubén Suyuc Subuyuc titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


 Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, octubre 2019

/mrrm.



Universidad de San Carlos
de Guatemala



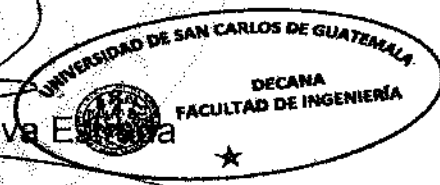
Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.420.2019

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **José Rubén Suyuc Subuyuc**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Arabela Cordova Echeverría
Decana



Guatemala, Octubre de 2019

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Supremo Ingeniero. Por ser mi creador y diseñarme una vida excelente, llena de dones.
Mi esposa	Heidy Maricruz Yoc Elel. Por ser la persona que me complementa y me impulsó a terminar el proyecto. Te amo.
Mi hijo	Santiago Rubén Suyuc Yoc. Por ser el angelito que llegó a mi vida, desbordando felicidad.
Mis padres	Francisco Suyuc Pablo y Victoria Subuyuc Yoc. Por darme la vida, cuidarme y guiarme. Por el esfuerzo realizado para mi educación, desde el fondo de mi corazón les dedico este logro.
Mis hermanos	Julio, Gladys, Ariel, Oscar, Walter, Reyna, Cristian, Helin y Pablo Suyuc Subuyuc. Por apoyarme en mi carrera, gracias por todo.
Mis sobrinos	Sofía, Francisco, Adam, César, Samuel y Yasir Suyuc. Por recordarme que es mejor, ser como niño.
Cuñado	Juan Manuel Peren (q.e.p.d.) por incentivar me en vida y por cuidarme ahora desde el cielo.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi asesor

Ing. Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por su valiosa colaboración en la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo de graduación.

**Ingenieros DMP
Municipalidad de
Chimaltenango**

Ludvin Tacam, Walfre Quill y Francisco Casias, por compartir sus conocimientos con mi persona.

**Municipalidad de
Chimaltenango**

Por haberme permitido realizar mi trabajo de graduación en sus instalaciones.

Facultad de ingeniería

Por abrirme las puertas para forjarme y formarme profesionalmente.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser manantial de conocimiento y acogerme en tan prestigiosa casa de estudios.

Amigos de la carrera

Por el apoyo incondicional y por las gratas experiencias durante tantos años.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del caserío San Marcos Pacoc, del municipio de Chimaltenango	1
1.1.1. Límites y localización.....	1
1.1.2. Accesos y comunicación	1
1.1.3. Topografía	3
1.1.4. Aspectos Climáticos	4
1.1.5. Actividades Económicas.....	5
1.1.6. Población.....	5
1.2. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos del caserío San Marcos Pacoc, del municipio de Chimaltenango	6
1.2.1. Descripción de las necesidades	7
1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades.....	7

2.	FASE TÉCNICA.....	9
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del caserío San Marcos Pacoc del municipio de Chimaltenango, Chimaltenango	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Levantamiento topográfico	9
2.1.2.1.	Altimetría	10
2.1.2.2.	Planimetría	10
2.1.2.3.	Nivelación.....	11
2.1.3.	Diseño del sistema	11
2.1.3.1.	Descripción del sistema a utilizar	11
2.1.3.2.	Periodo de diseño	12
2.1.3.3.	Población de diseño	12
2.1.3.4.	Factor de retorno.....	13
2.1.3.5.	Factor de Harmon	14
2.1.3.6.	Caudal sanitario	15
2.1.3.6.1.	Caudal domiciliar.....	15
2.1.3.6.2.	Caudal comercial	16
2.1.3.6.3.	Caudal industrial	16
2.1.3.6.4.	Caudal de infiltración.....	17
2.1.3.6.5.	Caudal por conexiones ilícitas	17
2.1.3.6.6.	Caudal de diseño	19
2.1.3.7.	Tubería a utilizar.....	19
2.1.3.8.	Diseño de secciones y pendientes	19
2.1.3.9.	Velocidad de diseño	20
2.1.3.10.	Relaciones hidráulicas	21
2.1.3.11.	Pozos de visita	24
2.1.3.12.	Cotas Invert.....	24

2.1.3.13.	Profundidad de tubería	26
2.1.3.14.	Conexiones Domiciliares	27
2.1.3.15.	Calculo hidráulico	28
2.1.3.16.	Elaboración de planos finales	33
2.1.3.17.	Presupuesto.....	33
2.1.3.18.	Plan de operación y mantenimiento.....	34
2.1.3.19.	Análisis socioeconómico.....	38
2.1.3.20.	Evaluación de impacto ambiental	42
2.1.3.21.	Desfogue	42
CONCLUSIONES		47
RECOMENDACIONES		49
BIBLIOGRAFÍA		51
APÉNDICES		53
ANEXOS.....		73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango.	2
2.	Acceso principal al caserío San Marcos Pacoc.....	3
3.	Localización del caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango.	26

TABLAS

I.	Aspectos climáticos del municipio de Chimaltenango	4
II.	Población del caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango	6
III.	Relaciones hidráulicas para sección circular.....	22
IV.	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango	34
V.	Costo de mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango.....	37
VI.	Calculo del VAN, del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango	40
VII.	Calculo del TIR del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango	41

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal a sección parcialmente llena
n	Coeficiente de rugosidad
Ø	Diámetro de tubería
DH	Distancia horizontal
f.q.m	Factor de caudal medio
lts/hab/día	Litros por habitante al día
PVC	Material fabricado a base de cloruro de polivinilo
m	Metro
m²	Metro cuadrado
S	Pendiente en porcentaje
Pf	Población final
Po	Población inicial
P.V.	Pozo de visita
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de tirantes
v/V	Relación de velocidades
ASTM	Sociedad Americana de Ensayos de Materiales
D	Tirante a sección llena
d	Tirante a sección parcialmente llena
v	Velocidad de diseño a sección parcialmente llena
V	Velocidad de sección llena

GLOSARIO

Aeróbico	Condición en la cual hay presencia de aire u oxígeno libre.
Aguas negras	El agua que se desecha después de haber servido para un fin. Puede ser doméstica, comercial o industrial.
Alcantarillado sanitario	Sistema que se utiliza para conducir únicamente aguas negras o servidas.
Anaeróbico	Condición en la cual hay ausencia de aire u oxígeno libre.
Azimut	Es el ángulo formado por su dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado astronómicamente.
Caudal	Cantidad de agua que brota de un manantial o cantidad de aguas negras producto del uso humano, por unidad de tiempo.
Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de aguas negras o aguas de lluvia, pluviales.
Densidad	Relación entre la masa de un material y el volumen.

Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de vivienda y área.
Dotación	Cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades y que se expresa en litros por habitante por día.
Fórmula de Manning	Fórmula utilizada para determinar la velocidad de un flujo a cielo abierto; relaciona la rugosidad de la superficie, la pendiente y el radio hidráulico de sección.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Permeabilidad	Propiedad que tienen los suelos de dejar pasar el agua a través de sus poros.
Red de alcantarillado	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y demás obras accesorias que sirven para drenar o desalojar las aguas negras y/o pluviales.
Tirante	Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.
Topografía	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre y debajo de la misma.

RESUMEN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se desarrolló el presente trabajo, atendiendo una de varias necesidades que tiene el caserío San Marcos Pacoc del municipio de Chimaltenango. La necesidad primordial a cubrir es la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, pues la mayoría de viviendas no cuentan con drenajes y envían sus aguas servidas a las calles a flor de tierra generando contaminación.

En el caserío San Marcos Pacoc se diseñó la red de drenaje sanitario con sus respectivos pozos de visita, fundamentales y necesarios para su correcto funcionamiento. En dicho proyecto se propone el uso de tubería PVC en los ramales y ladrillo tayuyo para los pozos.

El diseño hidráulico para el sistema de alcantarillado sanitario es la parte fundamental del presente proyecto, el cual describe el cálculo técnico realizado, detallando el orden y descripción de cada paso en el diseño de la red de drenaje, así como la memoria de cálculo, planos y presupuesto del proyecto.

OBJETIVOS

General

Mejorar las condiciones de vida de los habitantes del caserío San Marcos Pacoc, a través de la recolección de las aguas residuales, evitando que se envíen a flor de tierra y así reducir los índices de contaminación, con el diseño y planificación del sistema de alcantarillado sanitario, utilizando criterios y normas técnicas estipuladas para el tipo de proyecto.

Específicos

1. Reducir los índices de contaminación, a los cuales se encuentran expuesto los vecinos de la comunidad.
2. Eliminar las aguas residuales que escurren en forma superficial.
3. Utilizar colectores para transportar las aguas residuales del caserío.
4. Eliminación de focos de criadero de zancudos, y evitar que transporten enfermedades a los habitantes de la región.
5. Diseño y planificación de un sistema de alcantarillado sanitario que cubra las necesidades de la población en el tiempo proyectado.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de toda población o comunidad, inicia cuando se tiene servicios básicos, a medida que las necesidades básicas sean cubiertas, los habitantes carecen de enfermedades y concentran su potencial en desarrollarse, tomando diferentes actividades para elevar su nivel de vida.

Tomando en consideración lo anterior y conociendo las necesidades de servicios básicos que tiene la población del caserío San Marcos Pacoc Chimaltenango, es necesario el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario.

El sistema de alcantarillado sanitario, tiene como propósito conducir las aguas residuales desde las viviendas, comercios e industrias hasta el lugar de desfogue, evitando que estas corran a flor de tierra y sean focos de contaminación. El sistema está compuesto principalmente de colectores donde se utilizan tuberías y de lugares donde se pueda ver el funcionamiento y dar mantenimiento a los pozos de visita. Generalmente el sistema funciona por gravedad y los colectores a sección parcialmente llena, es decir como canales abiertos sin presión.

Para realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se deben seguir normativas y criterios que a continuación se presentan, para que este tenga un buen funcionamiento.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del caserío San Marcos Pacoc, del municipio de Chimaltenango

A continuación se mencionan algunas características del caserío san Marcos Pacoc, necesarias para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

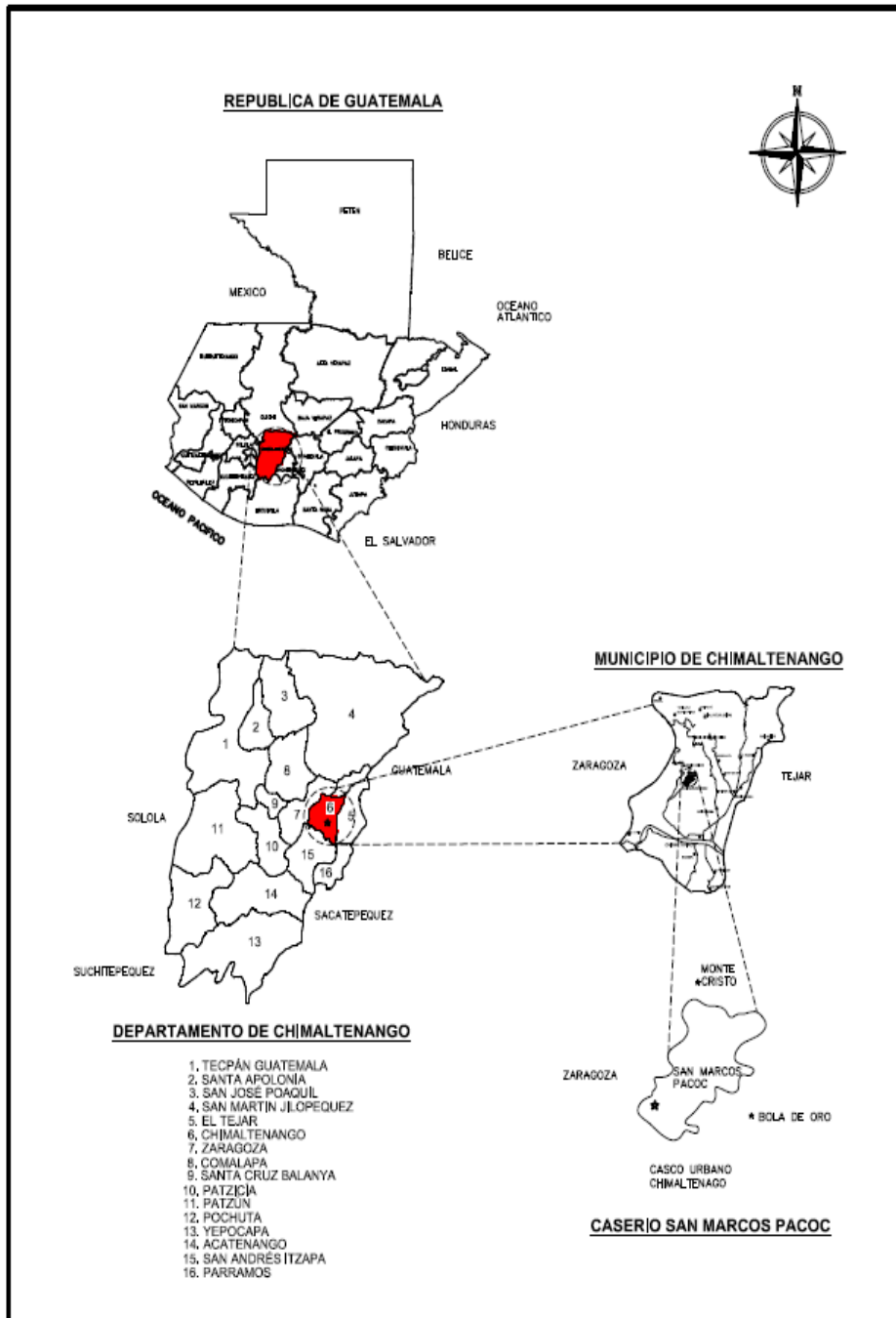
1.1.1. Límites y localización

El caserío San Marcos Pacoc está localizado en la parte norte del municipio de Chimaltenango, a una distancia de 4 kilómetros del casco urbano; situado con latitud de 14°41'37", longitud 90°49'37" y a una altitud de 1 819 metros sobre el nivel del mar. El caserío tiene las siguientes colindancias: Al norte con el caserío Monte Cristo y las aldeas San Antonio las Minas y Tonajuyú, pertenecientes al municipio de Chimaltenango; al sur con el casco urbano de la ciudad; al oeste con la aldea Las Lomas del municipio de Zaragoza; al este con las aldeas Cerro Alto y Bola de Oro del municipio de Chimaltenango; como se muestra en la figura número 1.

1.1.2. Accesos y comunicación

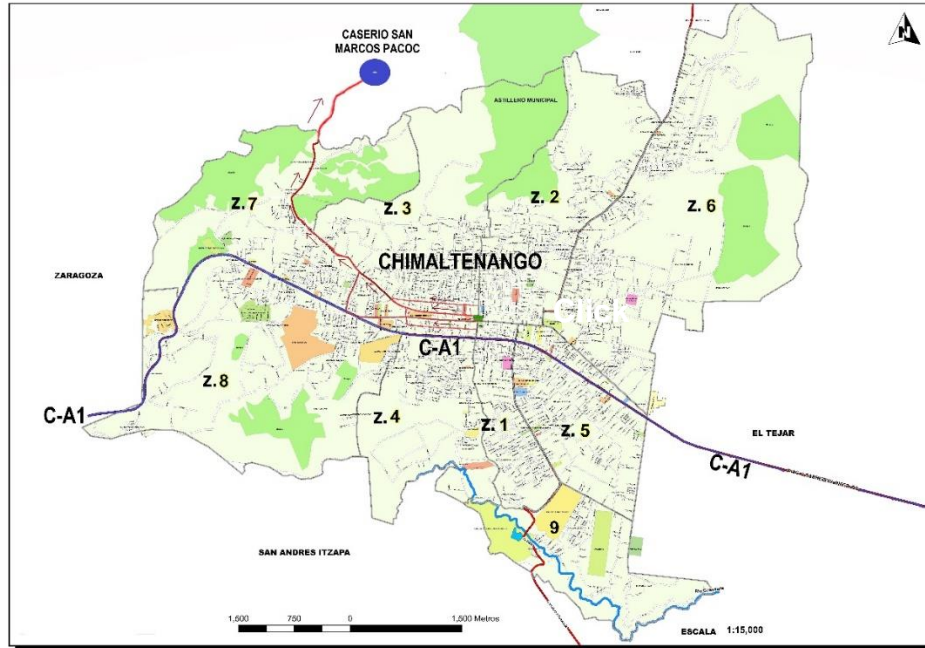
El acceso principal hacia el caserío San Marcos Pacoc sale en el casco urbano de la ciudad de Chimaltenango, iniciando por las principales calles y pasando por la colonia San Pablo con ruta hacia el norte, comunicando a la aldea Buena Vista Norte, colonia San Pablo y Monte Los Olivos, caserío El Refugio y las Violetas, hasta llegar al caserío San Marcos Pacoc. Ver figura 2.

Figura 1. Localización del caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango.



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Acceso principal al caserío San Marcos Pacoc



Fuente: elaboración propia.

Existe otro acceso hacia el caserío San Marcos Pacoc, que se encuentra al nor-oeste, que comunica con los municipios de Zaragoza y Comalapa, así como con las aldeas San Antonio Las Minas y Tonajuyú del municipio de Chimaltenango. Este segundo acceso no se utiliza por las malas condiciones y topografía del camino, la cual es intransitable para vehículos.

1.1.3. Topografía

En las calles principales del caserío San Marcos Pacoc, la topografía es plana con pendientes poco pronunciadas. La mayor parte del caserío se encuentra rodeado por un barranco, el cual, en sus orillas se muestra con pendientes bastantes pronunciadas.

1.1.4. Aspectos Climáticos

El clima en el municipio de Chimaltenango es templado, enero es el mes más frío y mayo el mes más cálido, teniendo poca variación en la temperatura a lo largo del año. La precipitación promedio anual es baja con respecto a años anteriores, disminuyendo cada año, debido al cambio climático que se afronta a nivel mundial, enero es el mes con menos lluvia y junio es el mes con mayor precipitación.

Tabla I. Aspectos climáticos del municipio de Chimaltenango

ESTACION METEOROLOGICA ALAMEDA "ICTA"																				
PROMEDIO ANUAL DE PARAMETROS DEL 2000 AL 2019																				
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TEMPERATURA MEDIA (°C)	1.8	9.4	12.2	14.4	16.7	8.3	5.9	N/D	N/D	18.6	19.2	18.4	17.9	18.2	18.5	18.5	18.4	18.2	18.5	17.4
TEMPERATURA MAXIMA (°C)	22.0	24.4	23.8	23.0	22.0	19.1	18.5	18.2	18.5	24.4	23.9	23.3	23.5	23.5	23.6	24.2	24.8	23.8	24.2	23.1
TEMPERATURA MINIMA (°C)	9.7	9.7	10.2	12.5	12.5	13.2	13.2	12.1	11.7	11.6	11.3	11.0	10.5	11.1	10.5	11.1	11.8	12.1	11.2	9.5
TEMPERATURA MAXIMA ABSOLUTA (°C)	23.7	29.5	30.0	39.5	24.0	29.0	26.0	26.0	22.0	29.8	29.6	29.0	28.6	29.4	29.8	30.2	30.0	28.8	29.4	27.4
TEMPERATURA MINIMA ABSOLUTA (°C)	1.5	1.5	-2.0	1.0	3.0	4.0	-1.0	1.0	3.0	0.8	-0.4	2.6	1.6	0.2	0.8	0.5	3.8	0.4	1.6	6.2
DIRECCION DEL VIENTO	S	S	S	E	E	E	E	E	E	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N
VELOCIDAD DEL VIENTO (KM/H)	3.7	4.0	3.9	4.2	4.5	4.4	3.3	4.8	4.8	7.8	5.5	5.6	3.7	3.0	2.6	2.4	3.3	3.5	3.1	4.0
NUBOSIDAD (OCTAS)	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.0	6.0	5.0	5.0	6.0	4.0	4.0	6.0	5.0	5.0	4.0	4.0
EVAPORACION TANQUE (mm)	3.5	5.0	5.1	4.8	4.9	5.2	N/D	N/D	N/D	4.1	4.6	4.8	3.8	3.5	3.6	3.6	4.1	3.9	14.8	4.5
INTENSIDAD LLUVIA (mm)	329.7	1034	730.0	1259	1621	1832	1433	1028	68.4	951.0	1903	1290	1024	1034	1125	1081	711.0	769.0	784.0	49.6
No. DIAS DE LLUVIA	31.0	100	81	121	104	90	90	104	11	108	126	129	129	144	115	107	111	113	93	17
BRILLO SOLAR (HRS)	233	202	223	204	209	231	224	N/D	200	183	177	161	138	160	ND	N/D	199	166	184	236
HUMEDAD RELATIVA (%)	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	79.3	86.3	83.8	83.5	82.8	79.8	79.3	80.1	80.3	82.6	81.0
HUMEDAD MAXIMA (%)	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	96.0	94.8	96.4	98.0
HUMEDAD MINIMA (%)	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	54.5	52.3	53.2	40.0

Fuente: INSIVUMEH

La tabla I muestra el promedio anual de los parámetros de la estación Alameda ICTA ubicada en el municipio de Chimaltenango, datos obtenidos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). En el anexo 1 se encuentran los datos mensuales y anuales del año 2000 al 2019.

El caserío San Marcos Pacoc tiene el clima similar al casco urbano, por la cercanía con el mismo; la variante se presenta en la humedad que es generada por la zona boscosa que lo rodea.

1.1.5. Actividades Económicas

El clima y la tierra fértil del caserío San Marcos Pacoc, permiten que la agricultura sea la principal actividad económica. Entre los principales cultivos están: el maíz y el frijol; además se cultiva café y algunas legumbres.

La zona boscosa que rodea el caserío es aprovechada por algunos habitantes para el comercio de leña, y la mayoría de habitantes la utilizan en sus hogares.

1.1.6. Población

La población del caserío San Marcos Pacoc es de 1 986 habitantes, que representa el 1,31 % de la población total del municipio de Chimaltenango, según el INE, con proyección para el año 2017. La conformación de la población del caserío se detalla en la tabla II.

Tabla II. **Población del caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango**

Población	Género		TOTAL
	Masculino	Femenino	
< de un año	32	28	60
1 a 4 años	140	123	263
5 a 9 años	159	145	304
10 a 14 años	131	136	267
15 a 19 años	113	109	222
20 a 24 años	30	96	126
25 a 29 años	71	77	148
30 a 34 años	57	58	115
35 a 39 años	68	49	117
40 a 44 años	50	38	88
45 a 49 años	39	32	71
50 a 54 años	23	25	48
55 a 59 años	29	19	48
60 a 64 años	16	20	36
65 a 69 años	36	37	73
TOTAL	994	992	1 986

Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

1.2. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos del caserío San Marcos Pacoc, del municipio de Chimaltenango

Para conocer las condiciones actuales en las que viven los habitantes del caserío San Marcos Pacoc, se realizó una investigación sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura.

1.2.1. Descripción de las necesidades

El caserío San Marcos Pacoc ha presentado un crecimiento de población considerable, que conlleva una serie de necesidades, que necesitan atenderse. Entre las cuales se pueden mencionar: la ampliación de la red de agua potable, la construcción de un sistema de drenaje sanitario, pavimentación o adoquinamiento de las calles, la extensión de la red de energía eléctrica, edificación de una escuela de nivel medio, un salón comunal y canchas deportivas.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Tomando en cuenta las diferentes necesidades para el desarrollo del caserío San Marcos Pacoc, se prioriza la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario, esta necesidad afecta directamente a la salud de la población, que vierte a la calle sus aguas residuales para ir a flor de tierra a lo largo de zanjonés por la vía pública. Generando malos olores que continuamente se estancan formando charcos que propician criaderos de zancudos que transportan diferentes enfermedades intestinales y respiratorias que dañan a los habitantes del caserío.

2. FASE TÉCNICA

2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del caserío San Marcos Pacoc del municipio de Chimaltenango, Chimaltenango

A continuación, se describe los parámetros, normas, investigación de campo y criterios, utilizados en el diseño del presente proyecto.

2.1.1. Descripción del proyecto

El presente proyecto consiste en diseñar un sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, la línea de conducción tendrá una longitud de 1 985 metros con sus respectivos pozos de visita. Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se utilizará como base la norma ASTM 3034, y las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), actual coordinador de las políticas de agua y saneamiento a nivel nacional.

2.1.2. Levantamiento topográfico

El estudio topográfico es el conjunto de actividades de campo y gabinete, que tiene como finalidad proporcionar información planimétrica y altimétrica para representarla en planos a escala adecuada.

La topografía en el área a drenar debe tener en cuenta el área edificada y de desarrollo futuro que pueda contribuir al sistema; en el levantamiento debe localizarse todas las calles, edificios, escuelas, carreteras y pavimentos indicando su tipo; quebradas, ríos, elevaciones y depresiones de terreno.

El levantamiento topográfico fue la base en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, de este depende la exactitud de diseño y la construcción del sistema.

Para el levantamiento topográfico se utilizó el siguiente equipo:

- Estación total que proporciona altimetría y planimetría en coordenadas x, y, z.
- Estadía de 4 metros.
- Cinta métrica.
- Estacas, pintura, clavos y martillo.

2.1.2.1. Altimetría

La altimetría es la parte de la topografía que se encarga de la medición de las alturas, es decir la representación del relieve para obtener las curvas de nivel; existen diferentes técnicas para obtener las alturas, en el levantamiento topográfico del presente proyecto se utilizó el método de nivelación geométrica.

2.1.2.2. Planimetría

Parte de la topografía que se encarga de la medición horizontal, es decir las distancias entre puntos. Estudia la representación a escala de todos los detalles del terreno sobre una superficie plana, prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal.

En el levantamiento topográfico del presente proyecto se utilizó el método de conservación del Azimut, trazando una poligonal abierta a distancias no mayores de 20 metros, en cruces de calles o puntos importantes del terreno.

2.1.2.3. Nivelación

Los trabajos de nivelación deben realizarse a distancias no mayores de 20 metros en: todos los cruces de calles, en los puntos donde exista cambio de pendiente de terreno: en los lechos, quebradas, ríos, zanjones y puntos sobresalientes del terreno.

2.1.3. Diseño del sistema

En un sistema de alcantarillado sanitario, existen varios factores a considerar para recolectar y transportar las aguas residuales; a continuación, se lista los factores que fueron considerados en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc.

2.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar

Alcantarillado es el sistema de estructuras de conductos para recolectar y transportar aguas residuales (aguas negras) o aguas pluviales (aguas de lluvia) del lugar donde se genera hasta el cuerpo receptor. De acuerdo con su finalidad existen tres tipos de alcantarillado.

- Sistema sanitario: consiste en una serie de tuberías para la recolección y conducción exclusivamente de aguas negras domiciliarias, comerciales e industriales. En este sistema no se incluyen las aguas de lluvia.
- Sistema Pluvial: consiste en una serie de tuberías para la recolección y conducción exclusivamente de aguas de lluvia, provenientes de calles, techos y otras superficies.

- Sistema combinado: Este sistema trabaja conjuntamente las aguas negras y las de lluvia; es decir, combina el sistema sanitario con el sistema pluvial.

Tomando en cuenta las necesidades de la población del caserío San Marcos Pacoc y los diferentes sistemas de alcantarillado, se utilizará el sistema sanitario, por gravedad, con tubería PVC y pozos de visita a distancias no mayores de 100 metros, según norma del INFOM.

2.1.3.2. Periodo de diseño

El periodo de diseño es el tiempo que el sistema funciona en óptimas condiciones, tomando en cuenta la vida útil de los materiales y la capacidad de transportar caudales con el crecimiento de población. El INFOM recomienda un periodo de diseño entre 30 y 40 años, en este proyecto se utilizará un periodo de diseño de 30 años.

2.1.3.3. Población de diseño

Con base en la población de la región se realiza el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, pues de esta depende el caudal de aguas servidas a transportar, por lo tanto, se debe tomar en cuenta la población presente y futura, para que el sistema funcione correctamente en el tiempo de vida útil proyectado, para el presente proyecto será de 20 años.

Por medio de datos municipales se obtuvo la cantidad total de la población del caserío San Marcos Pacoc, la cual es de 1 986 habitantes. Para obtener proyección de la población futura, existen diferentes métodos. Para el presente

proyecto se calculó por el método de incremento geométrico que utiliza la siguiente fórmula.

$$P_f = P_o \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

- P_f = Población final
- P_o = Población inicial
- r = Tasa de crecimiento
- n = Periodo de diseño

Cálculo de población futura para el caserío San Marcos Pacoc.

- P_o = 1 986 habitantes
- r = 2 % (fuente INE)
- n = 30 años

$$P_f = 1\,986 \times \left(1 + \frac{2}{100}\right)^{30} = 3\,598 \text{ habitantes}$$

2.1.3.4. Factor de retorno

La cantidad de aguas residuales generadas por una vivienda, es menor a la cantidad de agua potable que se le suministra, a esto se le denomina factor de retorno.

Por norma se estima que el factor de retorno a utilizar debe estar entre 0,7 y 0,85; para este proyecto se utilizará un factor de retorno de 0,85.

2.1.3.5. Factor de Harmon

También llamado factor de flujo instantáneo, está en función del número de habitantes localizados en el área a drenar y regula el valor máximo de las aportaciones por uso doméstico. Se calcula utilizando la siguiente fórmula.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}$$

Donde:

FH = Factor de Harmon

P = Población

Cálculo del Factor de Harmon para el caserío San Marcos Pacoc.

P_o = Población inicial 1 986 habitantes

P_f = Población final 3 598 habitantes

$$FH_o = \frac{18 + \sqrt{\frac{1\,986}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{1\,986}{1\,000}}} = 3,59$$

$$FH_f = \frac{18 + \sqrt{\frac{3\,598}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{3\,598}{1\,000}}} = 3,37$$

2.1.3.6. Caudal sanitario

Es el conjunto de aguas residuales que pueden integrar el flujo a transportar en el sistema de alcantarillado sanitario. Los tipos de caudales se obtiene a partir de la base de datos de consumo, se clasifican según el tipo de usuario que exista: viviendas, comercios e industrias. El consumo que se registra es convertido en caudal de agua residual a partir del coeficiente de retorno, en las zonas a drenar y por la forma que llega al sistema; a continuación, se listan.

2.1.3.6.1. Caudal domiciliar

Es el caudal proveniente de las viviendas, producto del uso de agua potable de las personas en las diferentes actividades: limpieza, preparación de alimentos, sanitarios, duchas, lavandería, entre otros. Se estima un consumo promedio de 120 litros por habitante al día.

Para el cálculo del caudal domiciliar se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{dom} = \frac{\text{Dotacion (litro/hab/dia)} \times \# \text{ de habitantes} \times \text{Factor de retorno}}{86\ 400}$$

Cálculo del caudal domiciliar para el caserío San Marcos Pacoc.

$$Q_{dom.i} = \frac{120 \times 1\ 986 \times 0,85}{86\ 400} = 0,28 \text{ l/s}$$

$$Q_{dom.f} = \frac{120 \times 3\ 598 \times 0,85}{86\ 400} = 4,25 \text{ l/s}$$

2.1.3.6.2. Caudal comercial

Es el caudal proveniente de los comercios que exista en la zona a drenar. El caudal que se genere, dependerá de la actividad que realicen y se estima un consumo promedio de 600 a 3 000 litros/comercio/día. En el caserío San Marcos Pacoc no se encontró ningún comercio.

Para el cálculo del caudal comercial se pueden utilizar las siguientes fórmulas:

$$Q_{com} = \frac{\text{Dotacion (litro/comercio/dia)} \times \# \text{ de comercios}}{86\ 400}$$

$$Q_{com} = \left(\frac{\text{litro}}{\text{segundo}} * \text{Ha} \right) \times \text{Area tributaria (Ha)}$$

2.1.3.6.3. Caudal industrial

Es el caudal proveniente de las industrias que exista en la zona a drenar. El caudal que se genere, dependerá de la actividad que realice, o por el tipo de industria. Se estima un consumo promedio de 1 000 a 18 000 litros por industria al día. En el caserío San Marcos Pacoc no se encontró ninguna industria, por ser área rural.

Para el cálculo del caudal industrial se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{ind} = \frac{\text{Dotacion (litro/industria/día)} \times \# \text{ de industrias}}{86\ 400}$$

2.1.3.6.4. Caudal de infiltración

Es el caudal proveniente por las infiltraciones al sistema sanitario, principalmente del agua subterránea; las filtraciones dependen de la profundidad del nivel freático del agua, permeabilidad del terreno, profundidad y tipo de tubería.

Para el cálculo de caudal de infiltración se realiza por kilómetro de tubería, incluyendo las conexiones domiciliarias con una longitud de 6 metros por cada vivienda y un factor de infiltración de 12 000 a 18 000 litros por km al día, utilizando la siguiente fórmula:

$$Q_{inf} = factor \times \frac{(long \ de \ tuberías) + (\# \ de \ conexiones \ * \ 6)}{86\ 400} \times \frac{1}{1\ 000}$$

Cálculo del caudal de infiltración para el caserío San Marcos Pacoc

$$Q_{inf.i} = 0,01 \times 6 \times \left(\frac{1\ 985 + 321 \times 6}{1\ 000} \right) = 0,235 \ l/s$$

$$Q_{inf.f} = 0,01 \times 6 \times \left(\frac{1\ 985 + 600 \times 6}{1\ 000} \right) = 0,335 \ l/s$$

2.1.3.6.5. Caudal por conexiones ilícitas

Es el caudal proveniente de las viviendas que se conectan ilícitamente al sistema sanitario, se estima un porcentaje entre el 0,5 % y el 2,5 % del total de conexiones. Para el cálculo del caudal se puede tomar el 30 % de caudal domiciliar, mediante la siguiente fórmula.

$$Q_{c.i.} = 0,3 \times Q_{dom}$$

Cálculo de caudal por conexiones ilícitas para el caserío San Marcos Pacoc.

$$Q_{c.i. i} = 0,3 \times 0,28 = 0,084 \text{ l/s}$$

$$Q_{c.i. f} = 0,3 \times 4,25 = 1,275 \text{ l/s}$$

Teniendo los diferentes caudales que integran el sistema, se procede a calcular el caudal sanitario que está dado por la siguiente expresión:

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

$$Q_{san. i} = 0,28 + 0 + 0 + 0,235 + 0,084 = 0,599 \text{ l/s}$$

$$Q_{san. f} = 4,25 + 0 + 0 + 0,335 + 1,275 = 5,86 \text{ l/s}$$

El caudal sanitario se utiliza para obtener el factor de caudal medio, que por norma debe ser un valor entre 0,002 y 0,005; para calcular el factor de caudal medio se divide el caudal sanitario entre la población a drenar mediante la siguiente expresión:

$$FQM = \frac{Q_{san}}{Población}$$

$$FQM. i = \frac{0,599}{1\ 986} = 0,0003$$

$$FQM. f = \frac{5,86}{3\ 598} = 0,0016$$

Los valores obtenidos en el factor de caudal medio inicial y final están por debajo a lo normado, por lo tanto, en ambos se utilizará el valor menor que es de 0,002.

2.1.3.6.6. Caudal de diseño

Es el caudal que se utiliza en el diseño de cada tramo del sistema, con el cual se determina el diámetro de la tubería a utilizar, tomando en cuenta las relaciones hidráulicas. Para el cálculo de caudal de diseño se utiliza la siguiente fórmula:

2.1.3.7. Tubería a utilizar

Para sistemas sanitarios se puede utilizar tubería PVC y tubería de concreto; para el diseño del presente sistema, se utilizará tubería PVC que presenta mayor capacidad hidráulica, por tener coeficiente de rugosidad (0,01) menor que la tubería de concreto (0,014), según normas del INFOM.

El diámetro de la tubería PVC a utilizar, estará en función del caudal de diseño, velocidad del caudal y pendiente del terreno; teniendo en cuenta que el INFOM establece un diámetro mínimo de 6" en sistema de alcantarillado sanitario y un diámetro mínimo de 4" en conexiones domiciliarias.

2.1.3.8. Diseño de secciones y pendientes

Para sistemas de alcantarillado sanitario se propone que las tuberías sean conductos cerrados que trabajen a sección parcialmente llena, para que el agua residual esté todo el tiempo en contacto con el aire. El INFOM establece un lleno máximo del 74 % del diámetro del tubo.

Las pendientes deben ser idóneas para proporcionar al caudal del sistema, el tirante máximo, las velocidades máximas y mínimas establecidas en las normas; generalmente se utilizan las pendientes del terreno si cumplen con lo anterior, cuando las pendientes van en contra de la dirección del diseño se colocarán pendientes hasta 0,8 %.

2.1.3.9. Velocidad de diseño

La velocidad del caudal dentro de las tuberías diseñadas a sección parcialmente llena, dependerá de la pendiente del terreno y el diámetro de la tubería. Según las normas del INFOM, los límites de velocidad en tubería PVC, serán las siguientes:

- La velocidad mínima será de 0,60 m/s, para evitar sedimentación en la parte baja del sistema, que podría provocar taponamiento.
- La velocidad máxima será de 2,5 m/s, para evitar erosión o desgaste dentro de la tubería.

Para el cálculo de velocidad de flujo en tubería a sección llena, se utilizará la fórmula de manning que a continuación se describe:

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

Donde:

- V = Velocidad de flujo (m/s)
D = Diámetro (plg)
S = Pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)
n = Coeficiente de rugosidad

La velocidad obtenida a sección llena, se relaciona con los principios hidráulicos para obtener la velocidad en tubería parcialmente llena.

2.1.3.10. Relaciones hidráulicas

El resultado de los cálculos hidráulicos para canales abiertos a sección llena, se utiliza para obtener los datos de canales cerrados a sección parcialmente llena; basados en la ecuación de manning se relacionan por medio de la tabla III. Utilizando el siguiente procedimiento.

- Se calcula la velocidad, empleando la fórmula de manning
- Se calcula el caudal, por medio de la ecuación $Q = V \times A$
- se determinando la relación (q/Q)
- El valor encontrado anteriormente se busca en la tabla, si no existe el valor exacto, se debe utilizar el más aproximado a este
- En la columna izquierda al valor a utilizar, se ubica la relación (v/V) y se procede de la misma forma que en el paso anterior
- El valor obtenido de la relación (v/V), se debe multiplicar por el valor de la velocidad a sección llena, y este será la velocidad a sección parcialmente llena, que será utilizado en el tramo del sistema que se trabaje

Al tener las relaciones hidráulicas se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El caudal de diseño (q), debe ser menor que el caudal a sección llena (Q)
- La relación de tirante hidráulico (d/D), debe estar entre 0,1 y 0,75
- La velocidad de diseño debe estar entre 0,6 m/s y 2,5 m/s

Tabla III. **Relaciones hidráulicas para sección circular**

d/D	a/A	v/V	q/Q
0,01000	0,00170	0,08800	0,00015
0,01250	0,02370	0,10300	0,00024
0,01500	0,00310	0,11600	0,00036
0,01750	0,00390	0,12900	0,00050
0,02000	0,00480	0,14100	0,00067
0,02250	0,00570	0,15200	0,00087
0,02500	0,00670	0,16300	0,00108
0,02750	0,00770	0,17400	0,00134
0,03000	0,00870	0,18400	0,00161
0,03250	0,00990	0,19400	0,00191
0,03500	0,01100	0,20300	0,00223
0,03750	0,01220	0,21200	0,00258
0,04000	0,01340	0,22100	0,00223
0,04250	0,01470	0,23000	0,00338
0,04500	0,01600	0,23900	0,00382
0,04750	0,01730	0,24800	0,00430
0,05000	0,01870	0,25600	0,00479
0,05250	0,02010	0,26400	0,00531
0,05500	0,02150	0,27300	0,00588
0,05750	0,02300	0,27100	0,00646
0,06000	0,02450	0,28900	0,00708
0,06250	0,02600	0,29700	0,00773
0,06500	0,02760	0,30500	0,00841
0,06750	0,02920	0,31200	0,00910
0,07000	0,03080	0,32000	0,00985
0,07250	0,03230	0,32700	0,01057
0,07500	0,03410	0,33400	0,01138
0,07750	0,03580	0,34100	0,01219
0,08000	0,03750	0,34800	0,01304
0,08250	0,03920	0,35500	0,01392
0,08500	0,04100	0,36100	0,01479
0,08750	0,04280	0,36800	0,01574
0,09000	0,04460	0,37500	0,01672
0,09250	0,04640	0,38100	0,01792

Continuación tabla III

d/D	a/A	v/V	q/Q
0,10250	0,05400	0,40800	0,02202
0,10500	0,05580	0,41400	0,02312
0,10750	0,05780	0,42000	0,02429
0,11000	0,05990	0,42600	0,02550
0,11250	0,06190	0,43200	0,02672
0,11500	0,06390	0,43900	0,02804
0,11750	0,06590	0,44400	0,02926
0,12000	0,06800	0,45000	0,03059
0,12250	0,07010	0,45600	0,03194
0,12500	0,07210	0,46300	0,03340
0,12750	0,07430	0,46800	0,03475
0,13000	0,07640	0,47300	0,03614
0,13250	0,07860	0,47900	0,03763
0,13500	0,08070	0,48400	0,03906
0,13750	0,08290	0,49000	0,04062
0,14000	0,08510	0,49500	0,04212
0,14250	0,08730	0,50100	0,04375
0,14500	0,08950	0,50700	0,04570
0,14750	0,09130	0,51100	0,04665
0,15000	0,09410	0,51700	0,04863
0,15250	0,09640	0,52200	0,05031
0,15500	0,09860	0,52800	0,05208
0,15750	0,10100	0,53300	0,05381
0,16000	0,10330	0,53800	0,05556
0,16500	0,10800	0,54800	0,05916
0,17000	0,11360	0,56000	0,06359
0,17500	0,11750	0,56800	0,06677
0,18000	0,12240	0,57700	0,07063
0,18500	0,12730	0,58700	0,07474
0,19000	0,13230	0,69600	0,07885
0,19500	0,13730	0,60500	0,08304
0,20000	0,14240	0,61500	0,08756
0,20500	0,14750	0,62400	0,09104
0,21000	0,15270	0,63300	0,09663

Fuente: URETA, Robert. *Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular*. p 1.

2.1.3.11. Pozos de visita

Proporcionan acceso al sistema de alcantarillado sanitario, para realizar trabajos de inspección y limpieza manual o mecánica. Pueden ser de concreto o mampostería, realizados generalmente de forma artesanal en el lugar.

Según las normas del INFOM para sistema de alcantarillado sanitario, se recomienda localizar los pozos de visita, en los siguientes casos:

- En cambios de diámetros de colector.
- En cambios de pendiente de tubería.
- Intersección de tuberías.
- Extremos superiores de los cambios iniciales.
- Cambios de dirección horizontal.
- Cambio de materiales de tubería.

El diámetro de un pozo de visita es de 1,20 m, internamente más espesor de pared y para la profundidad se utiliza la siguiente fórmula.

$$\textit{Altura PV} = \textit{Cota de Terreno} - \textit{cota invert de salida}$$

2.1.3.12. Cotas Invert

Se le denomina así a la distancia que existe entre la superficie del terreno y la parte inferior de la tubería. Existen cotas Invert de entrada (CIE) y cotas Invert de salida (CIS), dependiendo si la tubería entra o sale del pozo de visita. La cota Invert de entrada es la cota de la tubería que entra al pozo de visita. La cota Invert de salida es la cota de la tubería que sale del pozo de visita. Estas se localizan en cada pozo de visita.

Para calcular las cotas Invert es importante tomar en cuenta la profundidad mínima de la tubería, que dependerá de la carga vehicular del lugar, tanto en el presente como en el futuro, según norma ASTM 3034; Para el sistema de alcantarillado sanitario de San Marcos Pacoc será de 0,80 m, por la carga vehicular leve del lugar.

Para obtener la cota Invert de entrada se utiliza la siguiente fórmula:

$$CIE = CIS - \frac{(Pendiente tubería) \times (Distancia Horizontal)}{100}$$

Para obtener la cota Invert de salida se utiliza la siguiente fórmula:

$$CIS = Cota de Terreno - Profundidad mínima de tubería$$

Tomando en consideración los siguientes aspectos:

- Cuando llega una tubería y sale otra de igual diámetro, la cota Invert de salida debe estar, 3 cm por debajo de la cota Invert de entrada.
- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra de distinto diámetro, la cota Invert será la diferencia de los diámetros.
- Cuando a un pozo de visita entra más de una tubería y sale una, todas de igual diámetro, la cota Invert debe estar como mínimo, 3 cm por debajo de la cota Invert de entrada más profunda o más baja.
- Cuando a un pozo de visita llegan dos o más tuberías y sale una y son de distinto diámetro, tomando el valor más bajo, la cota Invert será:
 - 3 cm como mínimo por debajo de las tuberías de igual diámetro.
 - La diferencia de los diámetros en relación de las tuberías de diferente diámetro.

- Cuando a un pozo de visita llega más de una tubería, y sale más de una tubería:
 - Solo una de las tuberías que sale es de seguimiento o de continuidad.
 - La cota Invert de las tuberías y ramales iniciales, debe ser como mínimo 0,80 m.
 - La cota Invert de salida del ramal de seguimiento o continuidad, se calculará de acuerdo a las especificaciones anteriores.

2.1.3.13. Profundidad de tubería

La profundidad de la tubería dependerá de la cota Invert de salida, tomando en cuenta las recomendaciones del INFOM, para evitar que las cargas vivas (paso de vehículos o personas) dañen las tuberías, la distancia entre la altura del terreno y del coronamiento de la tubería debe ser de 1,00 metro. Para este proyecto se utilizará la norma ASTM 3034 para dar la profundidad mínima de la tubería que será de 0,80 metro, tomando en cuenta el material de tubería a utilizar y el paso de cargas vivas.

Figura 3. Localización del caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango.



Fuente: Manual de diseño NOVAFORT Y NOVALOC.

El ancho de zanja es un factor importante a considerar para la colocación del material relleno y la tubería, es necesario que la zanja tenga un ancho adecuado para poder trabajar y garantizar el soporte inferior y lateral a la tubería. En la figura 3 se muestra las secciones típicas de zanja según NOVAFORT Y NOVALOC.

2.1.3.14. Conexiones Domiciliares

El agua residual de las viviendas se debe conectar a la red principal del sistema de alcantarillado sanitario para ser transportada al lugar de desfogue, esta es la función principal de las conexiones domiciliarias, la cual consta de:

- Caja o candela: la conexión se realizará por medio de una caja para inspección, con altura mínima de 1 metro, la cual puede ser construida de mampostería o con tubos de concreto en posición vertical. Cuando se realiza de mampostería, el lado menor de la caja será de 45 cms; cuando se utiliza tubos, el diámetro mínimo será de 12 pulgadas. En ambos casos deberán estar impermeabilizados por dentro, el fondo tiene que ser fundido de concreto y tener una tapadera para realizar inspecciones.
- Tubería secundaria: es la encargada de realizar la conexión de la caja o candela con la red principal, se puede utilizar tubería de concreto con diámetro mínimo de 6 pulgadas o tubería PVC con diámetro mínimo de 4 pulgadas. La pendiente estará entre 2 % mínima y 6 % máxima.
- Silletas: Se utilizarán para unir la tubería secundaria con el colector principal, la cual se debe empotrar en la parte superior. Para profundidades menores a 2 metros, se utilizará silleta tipo “Y” complementada con un codo a 45°, y para profundidades iguales o mayores a 2 metros se utilizará silleta tipo “T” complementada con un codo de 90°.

2.1.3.15. Cálculo hidráulico

Para el cálculo hidráulico del sistema sanitario se utilizaron parámetros, relaciones y fundamentos hidráulicos, antes mencionados.

A continuación, se ejemplificará el cálculo del diseño hidráulico del tramo PV1 a PV2.

Datos generales:

Fórmula de diseño:	Manning
Método de diseño:	INFOM
Densidad de población:	6 habitantes por vivienda
Tasa de crecimiento poblacional:	2 %
Periodo de diseño:	30 años
Dotación:	120 litros/habitante/día
Factor de retorno:	0,85
Material a utilizar:	Tubería PVC norma F-949
Factor de caudal medio:	0,002

Datos del tramo PV1 a PV2 a diseñar:

Cota de terreno PV1:	103,82
Cota de terreno PV2:	103,32
Distancia horizontal:	18,29 m
Viviendas locales:	4
Viviendas acumuladas:	0

- Pendiente del terreno

$$S_{\text{terreno}} = \frac{103,82 - 103,32}{18,29} = 0,027 = 2,7 \%$$

- Número de viviendas

Tramos anteriores: 0

Tramos locales: 4

Total viviendas: 4

- Número de habitantes

$$\text{Actuales} = (4 \text{ viv}) (6 \text{ hab/viv}) = 24$$

$$\text{Futuros} = 30 \left(1 + \frac{2}{100}\right)^{30} = 43,47 = 44$$

- Factor de Harmond

$$FH_o = \frac{18 + \sqrt{\frac{24}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{24}{1000}}} = 4,37$$

$$FH_f = \frac{18 + \sqrt{\frac{44}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{44}{1000}}} = 4,34$$

- Caudal de diseño

$$Q_{do} = 24 \times 4,37 \times 0,002 = 0,21 \text{ l/s}$$

$$Q_{df} = 44 \times 4,34 \times 0,002 = 0,38 \text{ l/s}$$

- Cálculo hidráulico a sección llena

Para obtener estos datos se debe proponer diámetro y pendiente de tubería y verificar que el diseño cumpla con los rangos de velocidad y tirante normado.

Por ser tramo inicial se propondrá tubería de 6 pulgadas, tomando en cuenta el número de habitantes; una pendiente de 4,00 % mayor a la del terreno para que cumpla con la velocidad establecida.

Teniendo los datos propuestos se calcula la velocidad y el área:

$$V = \frac{0,03429 \times 6^{2/3} \times 0,04^{1/2}}{0,01} = 2,26 \text{ m/s}$$

$$A = \pi/4 \times D^2 = \pi/4 \times (6 \times 0,0254)^2 = 0,0182 \text{ m}^2$$

Con los datos anteriores se procede a calcular el caudal para el tramo:

$$Q = V \times A = 2,26 \times 0,0182 \times 1000 = 41,23 \text{ l/s}$$

- Relación de caudal q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{Q_{do}}{Q} = \frac{0,21}{41,23} = 0,005093$$

$$\frac{q}{Q} = \frac{Q_{df}}{Q} = \frac{0,38}{41,23} = 0,009217$$

- Relación de velocidad v/V

Al obtener los valores de la relación q/Q en la evaluación de relación de caudales, se utiliza la tabla de relaciones hidráulicas para elementos de sección circular para adquirir los valores (presente y futura) de la relación v/V , la cual se muestra a continuación:

$$\frac{v_o}{V_o} = 0,264 \qquad \frac{v_f}{V_f} = 0,314$$

- Velocidad de diseño

Con los valores obtenidos anteriormente se procede a calcular la velocidad de diseño del tramo:

$$V_o = 0,264 \times 2,26 = 0,598 \text{ m/s}$$

$$V_f = 0,312 \times 2,26 = 0,711 \text{ m/s}$$

- Tirante

Además, con la relación q/Q utilizando las tablas de relaciones hidráulicas de sección circular se obtiene la relación d/D , las cuales se muestran a continuación:

$$\frac{d_o}{D_o} = 0,052 \qquad \frac{d_f}{D_f} = 0,067$$

- Cotas invert

Se debe calcular la cota invert de salida (CIS) y la cota invert de entrada (CIE) utilizando las fórmulas anteriormente descritas.

$$CIS = 103,82 - 0,9 = 102,92 \text{ m}$$

$$CIE = 102,92 - \frac{(4,00) \times (18,29)}{100} = 102,19 \text{ m}$$

- Alturas de pozos de visita

La altura de los pozos de visita, se obtiene entre la diferencia de la cota del terreno y la cota invert, como a continuación:

$$Altura PVo = 103,82 - 102,92 = 0,90 \text{ m}$$

$$Altura PVf = 103,32 - 102,19 = 1,13 \text{ m}$$

- Resumen del tramo PV1 a PV2

	Diámetro de tubería:	6 pulgadas
Pendiente de tubería:	4,00 %	
Cota invert de salida:	102,92 m	
Cota invert de entrada:	102,19 m	
Altura inicial de pozo:	0,90 m	
Altura final de pozo:	1,13 m	

- Cálculos del diseño del sistema de alcantarillado sanitario

Los cálculos correspondientes al diseño del sistema de alcantarillado sanitario del caserío San Marcos Pacoc, se encuentran en el apéndice 1.

2.1.3.16. Elaboración de planos finales

Los planos finales del sistema, se producen con base en la memoria de cálculo generada en el numeral anterior, en estos se plasman los datos más importantes para que el constructor pueda interpretarlos obteniendo la información necesaria de los mismos y realice la construcción del sistema sin ningún inconveniente. El juego de planos del sistema de alcantarillado sanitario, se encuentra en el apéndice 2 al 6 e incluye lo siguiente:

- Planta y libreta topográfica de la región del caserío.
- Planta de densidad de población donde se ubica el proyecto.
- Planta general del sistema (indicando dirección de caudal, pozos de visita y distancia entre cada uno, diámetro de tubería y pendiente).
- Perfil de cada tramo del proyecto (indicando longitud del tramo, cotas de terreno, cotas Invert).

2.1.3.17. Presupuesto

El presupuesto de un proyecto es la suma total de dinero, que cubrirá todos los gastos del proyecto durante su ejecución. En el presupuesto se integran los renglones de trabajo que indican el precio de cada actividad realizada, al desglosar cada renglón de trabajo se obtienen los precios unitarios que indican el costo por unidad de trabajo, además estos incluyen los costos directos e indirectos que tendrá el proyecto.

El presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango, se muestra a continuación en la tabla IV.

Tabla IV. **Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango**

DISEÑO DE UN ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO					
INTEGRACION DE COSTOS					
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO / UNITARIO	TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRAFICO, TRAZO, EXCAVACION, NIVELACION, RELLENO Y COMPACTACION	1 720,00	M3	Q 125,00	Q 215 000,00
2	POZOS DE VISITA TIPO ARTESANAL (ALTURAS INDICADAS)	38,15	M	Q 2 210,00	Q 84 311,50
3	COLECTOR PVC DE 6" ALCANTARILLADO SANITARIO	1 255,50	M	Q 280,00	Q 351 540,00
4	COLECTOR PVC DE 8" ALCANTARILLADO SANITARIO	434,98	M	Q 380,00	Q 165 292,40
5	COLECTOR PVC DE 10" ALCANTARILLADO SANITARIO	461,50	M	Q 475,00	Q 219 212,50
TOTAL DEL PROYECTO					Q 1 035 356,40

Fuente: elaboración propia

2.1.3.18. Plan de operación y mantenimiento

Las labores de operación del sistema de alcantarillado sanitario del caserío San Marcos Pacoc, comienzan paralelamente a la aceptación final de las estructuras terminadas, verificando que la construcción realizada coincida con lo planeado en el proyecto y que se hayan realizado buenas prácticas de construcción.

El responsable de la operación del sistema (representante de la entidad administrativa), deberá realizar una inspección cuantitativa y cualitativa de las obras terminadas.

La inspección cuantitativa consiste en comparar las dimensiones especificadas en el proyecto, con las dimensiones reales obtenidas (dimensión longitudinal y transversal del alcantarillado, número y ubicación de las estructuras, entre otros).

La inspección cualitativa incluye la inspección de las pendientes, del enlucido, del aislamiento, entre otros, comparando los materiales y procedimientos utilizados con lo especificado en las normas vigentes.

La finalidad de la inspección de las redes de alcantarillado es el de tener conocimiento del estado de conservación, a través del tiempo, de los diversos componentes que conforman las redes y en especial las tuberías de drenaje.

La inspección rutinaria debe dirigirse a los pozos de visita y colectores, colocados en las líneas de alcantarillado con mayor incidencia de problemas. La inspección ayudará a conocer lo siguiente:

- La vejez o antigüedad de la tubería.
- El grado de corrosión interna o externa.
- La formación de depósitos en el fondo o infiltraciones o fugas anormales.
- La penetración de raíces en la tubería.
- La limitación en la capacidad de transporte de las aguas residuales.
- Existencia de tapas de buzones y estado de conservación interno del buzón.

La inspección interna de los colectores, pozos de visita y candelas domiciliarias, será en forma visual empleando linternas, espejos y el equipo de seguridad personal. Lo más recomendable para la ejecución de esta tarea, es que el colector se encuentre sin flujo o tenga el mínimo nivel de agua, normalmente, tales condiciones se tienen entre la medianoche y las cinco horas de la mañana; sin embargo, con base en el comportamiento local de la red podría tenerse otro horario más adecuado.

Se deberá tener especial cuidado al decidir que tramos se inspeccionarán, ya que resulta un desperdicio de esfuerzos y dinero el inspeccionar toda la red. Una gran parte de ella no presenta problemas y no tiene sentido la inspección.

Las cuadrillas para la inspección deberán estar conformadas por lo menos por tres hombres. El responsable de la operación y mantenimiento deberá fijar una frecuencia de inspección que estará en función a las condiciones locales, disponibilidad de recursos, estado de conservación de colectores y toda la experiencia previa de inspección. Con base en la información obtenida en la inspección se programará las labores de mantenimiento de los colectores, las cuales pueden ser

- **Mantenimiento preventivo:** la mayoría de las obstrucciones ocurren dentro de las casas o viviendas, en las instalaciones sanitarias y las conexiones domiciliarias. Por tanto, las labores de mantenimiento preventivo comienzan en las viviendas de los usuarios. Se debe hacer uso apropiado del servicio de alcantarillado, para ello se debe seguir las siguientes recomendaciones para evitar la obstrucción de los colectores de menor tamaño: no verter a los lavaderos residuos de comida, papeles, plásticos, ni otro material que pudiera ocasionar atoros de la red. No arrojar al inodoro papeles, toallas higiénicas, trapos, vidrios, aguas de

lavado o con contenido de grasas, ni otros objetos extraños al sistema sanitario.

- **Mantenimiento correctivo:** es la actividad que se realiza en el sistema para corregir algún problema que se presente durante su funcionamiento, tales como reparaciones de roturas, reemplazo de tramos de tuberías, desatoro, rehabilitación o reconstrucción de tuberías y pozos de visita, reformas para mejorar el funcionamiento del sistema y cualquier otra actividad no programada que se presente por fallas en el sistema.

El mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario del caserío San Marcos Pacoc, tendrá un costo anual el cual se muestra en la tabla V:

Tabla V. **Costo de mantenimiento del sistema de alcantarillado Sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango**

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO						
No.	ACTIVIDAD NECESARIA	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/UNITARIO MENSUAL	COSTO MENSUAL	COSTO ANUAL
1	POZOS DE VISITA TIPO ARTESANAL (ALTURAS INDICADAS)	25,00	M	Q 8,00	Q 200,00	Q 2 400,00
2	COLECTOR PVC DE 6" ALCANTARILLADO SANITARIO	1 255,50	M	Q 0,50	Q 627,75	Q 7 533,00
3	COLECTOR PVC DE 8" ALCANTARILLADO SANITARIO	434,98	M	Q 0,50	Q 217,49	Q 2 609,88
4	COLECTOR PVC DE 10" ALCANTARILLADO SANITARIO	461,50	M	Q 0,50	Q 230,75	Q 2 769,00
TOTAL DEL MANTENIMIENTO						Q 15 311,88

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.19. Análisis socioeconómico

El análisis socioeconómico consiste en la determinación y valoración del costo y beneficio que se obtendrá al realizar el proyecto, los cuales ayudan a la toma de decisiones para optimizar los recursos y este sea eficiente. Para el análisis socioeconómico existen varias herramientas, las más utilizadas para la evaluación de proyectos de inversión son: el valor actual neto y la tasa interna de retorno, ambos indicadores simplifican el análisis de flujos de fondos, que pueden ser extensos y complejos, permitiendo comparar los resultados proyectados.

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto para conocer cuánto se va a pagar o perder con esa inversión. Para ello, todos los flujos de caja presente se descuentan a un tipo de interés determinado. El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en unidades monetarias.

Para calcular el VAN se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \frac{1}{(1+i)^1} + \frac{1}{(1+i)^2} + \frac{1}{(1+i)^3} + \dots + \frac{1}{(1+i)^n}$$

Donde:

I_0 = Inversión inicial

i = Tasa de interés

n = Periodo de vida útil del proyecto

El VAN permitirá afrontar decisiones, por un lado conocer si por las inversiones a realizar se obtendrán beneficios y por otro comprobar qué inversión es la más ventajosa y para ello se deben tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- VAN superior a 0: el proyecto de inversión permite conseguir ganancias y beneficios.
- VAN inferior a 0: el proyecto de inversión provocará pérdidas por lo que debe rechazarse.
- VAN igual a 0: el proyecto de inversión no genera beneficios ni pérdidas, por lo que su ejecución provoca indiferencia.

En la tabla VI se muestra el cálculo del VAN, para el sistema de alcantarillado sanitario del caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango. El cual nos refleja un valor superior a 0.

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión, es decir el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá para las cantidades que no se han retirado del proyecto. La TIR nos da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, se expresa en porcentaje, para calcular la TIR se utiliza la siguiente fórmula:

$$TIR = i_{inferior} + (i_{inferior} - i_{superior}) \times \left(\frac{VANi_{inferior}}{VANi_{inferior} + |VANi_{superior}|} \right)$$

Donde:

$i_{inferior}$ = Tasa inferior

$i_{superior}$ = Tasa superior

$VANi$ = Valor actual neto a la tasa superior o inferior

Tabla VI. **Cálculo del VAN, del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango**

AÑOS	INGRESOS	COSTOS	FLUJO DE FONDOS	FACTOR DE ACTUALIZACION 12 %	FLUJO ACTUALIZADO
0	Q -	Q -	-Q 1 035 356,40	1,0000	-Q 1 035 356,40
1	Q 50 000,00	Q 3 100,00	Q 46 900,00	0,8929	Q 41 875,00
2	Q 57 000,00	Q 3 255,00	Q 53 745,00	0,7972	Q 42 845,18
3	Q 64 980,00	Q 3 417,75	Q 61 562,25	0,7118	Q 43 818,79
4	Q 74 077,20	Q 3 588,64	Q 70 488,56	0,6355	Q 44 796,76
5	Q 84 448,01	Q 3 768,07	Q 80 679,94	0,5674	Q 45 779,96
6	Q 96 270,73	Q 3 956,47	Q 92 314,26	0,5066	Q 46 769,28
7	Q 109 748,63	Q 4 154,30	Q 105 594,33	0,4523	Q 47 765,51
8	Q 125 113,44	Q 4 362,01	Q 120 751,43	0,4039	Q 48 769,48
9	Q 142 629,32	Q 4 580,11	Q 138 049,21	0,3606	Q 49 781,93
10	Q 162 597,43	Q 4 809,12	Q 157 788,31	0,3220	Q 50 803,61
11	Q 185 361,07	Q 5 049,57	Q 180 311,49	0,2875	Q 51 835,25
12	Q 211 311,61	Q 5 302,05	Q 206 009,56	0,2567	Q 52 877,52
13	Q 240 895,24	Q 5 567,15	Q 235 328,09	0,2292	Q 53 931,12
14	Q 274 620,57	Q 5 845,51	Q 268 775,06	0,2046	Q 54 996,70
15	Q 313 067,46	Q 6 137,79	Q 306 929,67	0,1827	Q 56 074,90
16	Q 356 896,90	Q 6 444,68	Q 350 452,22	0,1631	Q 57 166,35
17	Q 406 862,46	Q 6 766,91	Q 400 095,55	0,1456	Q 58 271,65
18	Q 463 823,21	Q 7 105,26	Q 456 717,95	0,1300	Q 59 391,42
19	Q 528 758,46	Q 7 460,52	Q 521 297,94	0,1161	Q 60 526,22
20	Q 602 784,64	Q 7 833,55	Q 594 951,10	0,1037	Q 61 676,66
21	Q 687 174,49	Q 8 225,22	Q 678 949,27	0,0926	Q 62 843,28
22	Q 783 378,92	Q 8 636,48	Q 774 742,44	0,0826	Q 64 026,66
23	Q 893 051,97	Q 9 068,31	Q 883 983,66	0,0738	Q 65 227,35
24	Q 1 018 079,25	Q 9 521,72	Q 1 008 557,52	0,0659	Q 66 445,89
25	Q 1 160 610,34	Q 9 997,81	Q 1 150 612,53	0,0588	Q 67 682,83
26	Q 1 323 095,79	Q 10 497,70	Q 1 312 598,09	0,0525	Q 68 938,71
27	Q 1 508 329,20	Q 11 022,59	Q 1 497 306,62	0,0469	Q 70 214,07
28	Q 1 719 495,29	Q 11 573,71	Q 1 707 921,57	0,0419	Q 71 509,43
29	Q 1 960 224,63	Q 12 152,40	Q 1 948 072,23	0,0374	Q 72 825,32
30	Q 2 234 656,08	Q 12 760,02	Q 2 221 896,06	0,0334	Q 74 162,28
VALOR ACTUAL NETO					Q 678 272,72

Fuente: elaboración propia.

En la tabla VII se muestra el cálculo del TIR, para el sistema de alcantarillado sanitario del caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango. La tasa obtenida en dicho proyecto es del 13 %, mayor a la tasa mínima de rentabilidad (12 %) exigida.

Tabla VII. **Cálculo del TIR del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango**

AÑOS	FLUJO DE FONDOS NETOS	FACTOR DE ACTUALIZACION AL 12 %	FLUJO ACTUALIZADO 12 %	FACTOR DE ACTUALIZACION AL 13 %	FLUJO ACTUALIZADO 13 %	FACTOR DE ACTUALIZACION AL 14 %	FLUJO ACTUALIZADO 14 %
		0,1200		0,1300		0,1400	
0	-Q 1 035 356,40	1,0000	-Q 1 035 356,40	1,0000	-Q 1 035 356,40	1,0000	-Q 1 035 356,40
1	Q 46 900,00	0,8929	Q 41 875,00	0,8850	Q 37 057,52	0,8772	Q 32 506,60
2	Q 53 745,00	0,7972	Q 42 845,18	0,7831	Q 33 554,06	0,7695	Q 25 818,76
3	Q 61 562,25	0,7118	Q 43 818,79	0,6931	Q 30 368,62	0,6750	Q 20 497,95
4	Q 70 488,56	0,6355	Q 44 796,76	0,6133	Q 27 474,69	0,5921	Q 16 267,22
5	Q 80 679,94	0,5674	Q 45 779,96	0,5428	Q 24 847,53	0,5194	Q 12 905,03
6	Q 92 314,26	0,5066	Q 46 769,28	0,4803	Q 22 464,15	0,4556	Q 10 234,36
7	Q 105 594,33	0,4523	Q 47 765,51	0,4251	Q 20 303,24	0,3996	Q 8 113,93
8	Q 120 751,43	0,4039	Q 48 769,48	0,3762	Q 18 345,12	0,3506	Q 6 431,05
9	Q 138 049,21	0,3606	Q 49 781,93	0,3329	Q 16 571,65	0,3075	Q 5 095,91
10	Q 157 788,31	0,3220	Q 50 803,61	0,2946	Q 14 966,15	0,2697	Q 4 037,03
11	Q 180 311,49	0,2875	Q 51 835,25	0,2607	Q 13 513,33	0,2366	Q 3 197,49
12	Q 206 009,56	0,2567	Q 52 877,52	0,2307	Q 12 199,16	0,2076	Q 2 532,05
13	Q 235 328,09	0,2292	Q 53 931,12	0,2042	Q 11 010,82	0,1821	Q 2 004,73
14	Q 268 775,06	0,2046	Q 54 996,70	0,1807	Q 9 936,61	0,1597	Q 1 586,98
15	Q 306 929,67	0,1827	Q 56 074,90	0,1599	Q 8 965,86	0,1401	Q 1 256,09
16	Q 350 452,22	0,1631	Q 57 166,35	0,1415	Q 8 088,82	0,1229	Q 994,05
17	Q 400 095,55	0,1456	Q 58 271,65	0,1252	Q 7 296,65	0,1078	Q 786,58
18	Q 456 717,95	0,1300	Q 59 391,42	0,1108	Q 6 581,30	0,0946	Q 622,34
19	Q 521 297,94	0,1161	Q 60 526,22	0,0981	Q 5 935,44	0,0829	Q 492,34
20	Q 594 951,10	0,1037	Q 61 676,66	0,0868	Q 5 352,44	0,0728	Q 389,45
21	Q 678 949,27	0,0926	Q 62 843,28	0,0768	Q 4 826,27	0,0638	Q 308,04
22	Q 774 742,44	0,0826	Q 64 026,66	0,0680	Q 4 351,46	0,0560	Q 243,63
23	Q 883 983,66	0,0738	Q 65 227,35	0,0601	Q 3 923,07	0,0491	Q 192,67
24	Q 1 008 557,52	0,0659	Q 66 445,89	0,0532	Q 3 536,60	0,0431	Q 152,36
25	Q 1 150 612,53	0,0588	Q 67 682,83	0,0471	Q 3 187,99	0,0378	Q 120,47
26	Q 1 312 598,09	0,0525	Q 68 938,71	0,0417	Q 2 873,58	0,0331	Q 95,26
27	Q 1 497 306,62	0,0469	Q 70 214,07	0,0369	Q 2 590,04	0,0291	Q 75,31
28	Q 1 707 921,57	0,0419	Q 71 509,43	0,0326	Q 2 334,35	0,0255	Q 59,54
29	Q 1 948 072,23	0,0374	Q 72 825,32	0,0289	Q 2 103,81	0,0224	Q 47,07
30	Q 2 221 896,06	0,0334	Q 74 162,28	0,0256	Q 1 895,96	0,0196	Q 37,21
			Q 678 272,72		-Q 668 900,08		-Q 878 254,90

Fuente: elaboración propia.

En el análisis socioeconómico para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, se puede concluir que el proyecto sí tendrá beneficio, como lo indica el VAN que esta superior a cero y el TIR donde muestra que la tasa de rendimiento obtenida es mayor a la tasa mínima de rentabilidad (12 %) exigida en inversión.

2.1.3.20. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación del impacto ambiental (EIA) se debe desarrollar minuciosa y detalladamente para determinar los efectos que el proyecto causará al medio ambiente.

El EIA describirá de manera general las características del proyecto y las actividades que se llevarán a cabo. Proporcionará los antecedentes que permitirán la predicción, identificación e interpretación de su impacto hacia el medio ambiente para tomar las medidas necesarias para impedir o minimizar sus efectos y tiene los siguientes objetivos:

- Analizar los efectos sobre la variedad de recursos naturales renovables: suelo, agua y aire.
- Verificar la protección de las áreas aledañas donde se ven expuestas la población, recursos naturales y sectores protegidos.
- Localizar sitios antropológicos, históricos y pertenecientes al patrimonio cultural, para su resguardo.

La elaboración del EIA para el proyecto diseño de un sistema de alcantarillado sanitario se encuentra en el apéndice 7:

2.1.3.21. Desfogue

El desfogue de las aguas residuales es de suma importancia pues, los cuerpos receptores, es decir, ríos, lagos, el mar, y corrientes subterráneas, en la mayoría de las ocasiones, especialmente en las zonas densamente pobladas y desarrolladas, han sido incapaces por sí mismas, para absorber y neutralizar la carga que tales residuos imponen. De esta forma, han venido perdiendo sus

condiciones naturales y capacidad para sustentar vida acuática. Además, como consecuencia de esto, en numerosas ocasiones pierden aquellas condiciones mínimas que les son exigidas para su racional y adecuado aprovechamiento como fuentes de abastecimiento de agua.

Los problemas causados no son solo de índole física o estética, sino que trascienden al campo de la sanidad, ya que las comunidades humanas necesitan recurrir a diversos recursos de agua superficiales para su abastecimiento de agua potable, y si estos están contaminados con los productos de desecho humanos o industriales, pueden dar lugar a problemas de salud.

Es por esto que, las aguas residuales en su desfogue, antes de ser vertidas en las masas receptoras, deben recibir un tratamiento adecuado según su composición, capaz de modificar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas, hasta evitar que se provoquen los problemas enunciados de contaminación de las aguas receptoras. Entre los tipos de tratamiento están:

- Fosas sépticas:

Las fosas sépticas son tanques generalmente rectangulares que permiten la sedimentación y eliminación de sólidos en suspensión mediante la retención de las aguas en períodos aproximados de 12 a 24 horas. Este proceso elimina entre un 40 % y un 60 % de los sólidos suspendidos. La fosa séptica retiene los agentes de obstrucción, proporcionando protección a la capacidad absorbente del suelo. Para que una fosa séptica de un sistema de alcantarillado funcione óptimamente, debe tener capacidad para un máximo de 60 viviendas. Esto equivale aproximadamente a 360 habitantes.

No obstante, a lo expuesto anteriormente, por disposiciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), las fosas sépticas no cumplen con el porcentaje de DBO y DQO, ya que estas arrojan un efluente con 30 por ciento de DBO (300 ml por litro), muy por arriba de la que exige el Ministerio de Ambiente que es de 100 ml por cada litro de efluente. Por lo tanto, no cumpliría con un tratamiento eficiente para el sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc.

- Pozos de absorción:

Son excavaciones cilíndricas con diámetros entre 1,50 y 2,50 metros y profundidades hasta de 12 m, en los cuales el agua residual es infiltrada a través de paredes y pisos permeables. El pozo de absorción o infiltración es un tratamiento secundario de las aguas residuales, instalándose de forma complementaria al sistema de tratamiento seleccionado. Dicho sistema proporciona al agua un tratamiento físico y biológico a través de la infiltración en un medio poroso. Permite el tratamiento de los líquidos a través de materiales pétreos como piedra, grava y arena. Los pozos de absorción por ser parte de un tratamiento secundario no cumplirían con un tratamiento eficiente para el sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc.

- Plantas de tratamiento:

Las Plantas de Tratamiento son un conjunto de operaciones y procesos, de origen físico, químico, biológico, o combinación entre ellos, que están envueltos por fenómenos de transporte y manejo de fluidos, en los cuales ocurren: procesos físicos donde no se involucra ninguna reacción química, procesos químicos donde ocurren reacciones químicas y procesos biológicos donde ocurren reacciones bioquímicas, en las siguientes etapas:

- Tratamiento Preliminar: es el tratamiento donde se remueven los sólidos de gran tamaño y las arenas presentes en las aguas negras. Se conoce también como el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales que pueden provocar daños al funcionamiento de los equipos involucrados en los diferentes procesos que conforman el sistema de tratamiento.
- Tratamiento Primario: es el tratamiento donde se remueve una fracción, los sólidos sedimentables y en suspensión por medios físicos y químicos. El Efluente del tratamiento primario suele tener una cantidad alta de materia orgánica y una DBO alta.
- Tratamiento Secundario: es el tratamiento donde se transforma la materia orgánica biodegradable por la acción biológica en materia estable. Está principalmente diseñado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos, en algunos casos se incluye desinfección en esta etapa.
- Tratamiento Terciario: son tratamientos adicionales, que siguen a los tratamientos secundarios convencionales, para la eliminación de nutrientes, compuestos tóxicos y excesos de materia orgánica o de sólidos en suspensión

Esta es la propuesta más completa para el desfogue del sistema de alcantarillado sanitario para tratar las aguas residuales, y tomando en cuenta que, por ley, el tratamiento de las aguas residuales debe ser por medio de plantas de tratamiento, como lo exige el Acuerdo Gubernativo 236-2006. Por lo tanto, cumpliría con un tratamiento eficiente para el sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango.

CONCLUSIONES

1. El presente proyecto ayudará a mejorar las condiciones sanitarias del caserío San Marcos Pacoc, eliminando por completo las aguas residuales que corren a flor de tierra, evitando enfermedades a la población.
2. Se eliminarán los charcos que surgían de la acumulación de agua residual, que sirven de criaderos de zancudos, siendo el principal foco de contaminación.
3. Garantizar a los habitantes del caserío San Marcos Pacoc un proyecto que funcione en buenas condiciones durante el periodo de vida útil, el cual será de 20 años.
4. El sistema de alcantarillado sanitario beneficiará a 1 421 personas, siendo estas el 72 % de la población del caserío.

RECOMENDACIONES

1. Brindar prioridad a los proyectos que ofrecen servicios básicos, para mejorar las condiciones de vida de la población que no cuenta con ellos.
2. Al realizar el proyecto, cumplir con las normas, especificaciones y diseño del proyecto, para garantizar el buen funcionamiento del mismo.
3. Realizar el mantenimiento periódico estipulado, para evitar deterioro prematuro en el sistema.
4. Realizar el mantenimiento periódico estipulado, para evitar deterioro prematuro en el sistema.
5. Informar a la población sobre el funcionamiento y uso del sistema de drenaje sanitario para evitar la integración de agua pluvial que sobrecargaría los colectores y los dañaría.
6. Complementar el sistema de alcantarillado sanitario, con tratamiento adecuado de las aguas residuales, para no enviar aguas contaminadas a los mantos freáticos.

BIBLIOGRAFÍA

1. CARRERA RÍPIELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*
2. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 135 p.
2. DÍAZ MONZÓN, Oscar Alejandro. *Manual para el diseño y presupuesto de un proyecto de alcantarillado sanitario en poblaciones del interior de la república*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1977. 32 p.
3. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala, 2009. 25 p.
4. ORANTES SANDOVAL, Juan Gabriel. *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario para la zona 6 de Ciudad Vieja, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 243 p.
5. ORELLANA CÁMBARA, Juan Miguel. *Diseño de alcantarillado sanitario para el Cantón Río de la Virgen y diseño de la escuela primaria de dos niveles para el Cantón San Pablo, Jutiapa, Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 65 p.

APÉNDICES

- Apéndice 1. **Cálculo hidráulico, del diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango**

Fuente: elaboración propia.

DE	A	COTA DE TERRENO		DH (m)	S % Terreno	Viviendas				No Habitantes		F.H.		F.q.m		q. diseño		ø (plg)	S% Tubería	Sección llena		Relación q/Q		Relación v/V		v Diseño		Relación d/D		Cotas Invert		Altura	
		Inicio	Final			Local	Fut.	Ac.	Ac. f	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futuro	Actual	Futura			V (m/s)	Q (l/s)	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Inicial	Final	Inicial	Final
PV1	PV2	103.82	103.32	18.29	2.7%	4	8	4	8	24	44	4.37	4.33	0.002	0.002	0.21	0.38	6	4.00%	2.26	41.23	0.005093	0.009217	0.264648	0.314457	0.598	0.7107	0.05212	0.067955	102.92	102.19	0.90	1.13
PV2	PV3	103.32	100.09	65.88	4.9%	5	10	9	8	54	98	4.31	4.25	0.002	0.002	0.47	0.83	6	4.50%	2.40	43.78	0.010735	0.018958	0.391539	0.428888	0.940	1.0293	0.08737	0.103715	102.16	99.19	1.16	0.90
PV3	PV4	100.09	98.94	50.01	2.3%	3	6	12	8	72	131	4.28	4.21	0.002	0.002	0.62	1.10	6	2.25%	1.70	31.01	0.019994	0.035472	0.546712	0.592574	0.929	1.0074	0.13048	0.155180	99.16	98.04	0.93	0.90
PV4	PV5	98.94	96.36	59.35	4.3%	4	8	16	16	96	174	4.25	4.17	0.002	0.002	0.82	1.45	6	4.30%	2.35	42.87	0.019128	0.033823	0.480721	0.512758	1.130	1.205	0.11270	0.138842	98.01	95.46	0.93	0.90
PV5	PV6	96.36	94.79	82.31	1.9%	3	6	19	22	114	207	4.23	4.14	0.002	0.002	0.96	1.71	6	1.85%	1.54	28.09	0.034176	0.060876	0.661281	0.727221	1.018	1.120	0.17634	0.215436	95.43	93.90	0.93	0.89
PV6	PV7	94.79	90.15	82.7	5.6%	6	11	25	33	150	272	4.19	4.10	0.002	0.002	1.26	2.23	6	5.60%	2.68	48.89	0.025772	0.045613	0.508935	0.620044	1.364	1.6617	0.12873	0.177873	93.87	89.24	0.92	0.91
PV7	PV8	90.15	88.52	85.69	1.9%	2	4	27	37	162	294	4.18	4.08	0.002	0.002	1.35	2.40	6	1.85%	1.54	28.09	0.048060	0.085440	0.822099	0.864850	1.266	1.3319	0.22659	0.264947	89.21	87.63	0.94	0.89
PV8	PV9	88.52	87.79	42.09	1.7%	2	4	29	41	174	316	4.17	4.07	0.002	0.002	1.45	2.57	6	1.65%	1.45	26.45	0.054820	0.097164	0.707113	0.777294	1.025	1.1271	0.20826	0.256373	87.60	86.90	0.92	0.89
PV3	PV10	100.09	97.14	67.83	4.3%	5	10	5	10	30	71	4.35	4.28	0.002	0.002	0.26	0.61	6	4.35%	2.36	43.05	0.006039	0.014170	0.300590	0.447329	0.709	1.0557	0.06211	0.102869	99.19	96.24	0.90	0.90
PV10	PV11	97.14	95.83	58.42	2.2%	10	19	15	10	90	164	4.26	4.18	0.002	0.002	0.77	1.37	6	2.20%	1.68	30.65	0.025122	0.044698	0.707351	0.731267	1.188	1.2285	0.17510	0.198209	96.21	94.92	0.93	0.91
PV12	PV11	97.57	95.83	79.28	2.2%	5	10	5	20	30	71	4.35	4.28	0.002	0.002	0.26	0.61	6	2.65%	1.84	33.56	0.007747	0.018176	0.325949	0.424963	0.600	0.7819	0.06915	0.102489	96.67	94.57	0.90	1.26
PV11	PV13	95.83	94.28	80.00	1.9%	2	4	22	24	132	310	4.21	4.07	0.002	0.002	1.11	2.52	6	1.45%	1.36	24.81	0.044740	0.101572	0.778912	0.979844	1.059	1.3326	0.21310	0.306016	94.54	93.38	1.29	0.90
PV13	PV14	94.28	93.43	35.20	2.4%	2	4	24	28	144	338	4.2	4.06	0.002	0.002	1.21	2.74	6	1.70%	1.48	27.00	0.044815	0.101481	0.779888	0.979196	1.154	1.4492	0.21340	0.305784	93.35	92.75	0.93	0.68
PV5	PV15	96.36	94.16	71.53	3.1%	4	8	4	36	24	57	4.37	4.30	0.002	0.002	0.21	0.49	6	3.50%	2.12	38.67	0.005431	0.012671	0.282850	0.362438	0.600	0.7684	0.05673	0.083516	95.46	92.96	0.90	1.20
PV15	PV14	94.16	93.43	37.99	1.9%	2	4	6	40	36	85	4.34	4.26	0.002	0.002	0.31	0.72	6	2.90%	1.93	35.21	0.008804	0.020449	0.311856	0.400974	0.602	0.7739	0.06709	0.099573	92.93	91.82	1.23	1.61
PV16	PV14	94.90	93.43	85.28	1.7%	5	10	5	10	30	71	4.35	4.28	0.002	0.002	0.26	0.61	6	2.20%	1.68	30.65	0.008483	0.019902	0.308719	0.402399	0.519	0.676	0.06616	0.099428	94.00	92.12	0.90	1.31
PV14	PV17	93.43	91.55	51.85	3.6%	2	4	37	4	222	521	4.13	3.96	0.002	0.002	1.83	4.13	6	2.20%	1.68	30.65	0.059706	0.134747	1.011607	1.312835	1.699	2.2056	0.28582	0.424584	91.79	90.65	1.64	0.90
PV6	PV18	94.79	92.30	57.18	4.4%	4	8	4	58	24	57	4.37	4.30	0.002	0.002	0.21	0.49	6	4.35%	2.36	43.05	0.004878	0.011382	0.324912	0.415167	0.767	0.980	0.06788	0.098584	93.90	91.41	0.89	0.89
PV18	PV19	92.30	91.91	16.52	2.4%	2	4	6	4	36	85	4.34	4.26	0.002	0.002	0.31	0.72	6	2.20%	1.68	30.65	0.010114	0.023491	0.464726	0.635908	0.781	1.0683	0.10018	0.155252	91.38	91.02	0.92	0.89
PV19	PV17	91.91	91.55	40.25	0.9%	5	10	11	4	66	120	4.29	4.22	0.002	0.002	0.57	1.01	6	1.00%	1.13	20.61	0.027656	0.049005	0.762976	0.781863	0.862	0.8835	0.19055	0.214020	90.99	90.59	0.92	0.96
PV20	PV17	93.36	91.55	87.82	2.1%	8	15	8	19	48	113	4.32	4.23	0.002	0.002	0.41	0.96	6	2.10%	1.64	29.92	0.013703	0.032086	0.456690	0.595377	0.749	0.9764	0.10547	0.155743	92.46	90.62	0.90	0.93
PV17	PV21	91.55	88.50	80.00	3.8%	0	0	56	8	336	788	4.06	3.86	0.002	0.002	2.73	6.08	8	3.75%	2.66	86.26	0.031649	0.070485	0.608623	0.758246	1.619	2.0169	0.15988	0.226874	90.60	87.60	0.95	0.90
PV21	PV25	88.50	87.41	28.20	3.9%	0	0	56	8	336	788	4.06	3.86	0.002	0.002	2.73	6.08	8	3.85%	2.69	87.23	0.031297	0.069701	0.604044	0.752658	1.625	2.0247	0.15845	0.224878	87.57	86.49	0.93	0.92
PV22	PV23	92.63	90.18	34.83	7.0%	5	10	5	18	30	71	4.35	4.28	0.002	0.002	0.26	0.61	6	7.05%	3.01	54.91	0.004735	0.011109	0.276865	0.354699	0.833	1.0676	0.05460	0.080291	91.73	89.27	0.90	0.91
PV23	PV24	90.18	88.32	42.10	4.4%	2	4	7	22	42	99	4.33	4.24	0.002	0.002	0.36	0.84	6	4.35%	2.36	43.05	0.008362	0.019512	0.308055	0.396332	0.727	0.9353	0.06573	0.097638	89.24	87.41	0.94	0.91
PV24	PV25	88.32	87.41	56.46	1.6%	1	2	8	28	48	113	4.32	4.23	0.002	0.002	0.41	0.96	6	1.90%	1.56	28.46	0.014406	0.033732	0.384324	0.496260	0.600	0.7742	0.08979	0.133307	87.38	86.31	0.94	1.10
PV25	PV26	87.41	87.28	14.92	0.9%	0	0	64	28	384	901	4.03	3.83	0.002	0.002	3.10	6.90	8	1.00%	1.37	44.43	0.069773	0.155300	1.104545	1.362834	1.513	1.8671	0.31486	0.442798	86.26	86.11	1.15	1.17
PV26	PV27	87.28	86.92	20.83	1.7%	2	4	66	32	396	929	4.02	3.82	0.002	0.002	3.18	7.10	8	1.60%	1.73	56.10	0.056684	0.126560	0.723601	0.926710	1.252	1.6032	0.21414	0.318629	86.08	85.75	1.20	1.17
PV27	PV28	86.92	86.08	67.27	1.2%	0	0	66	32	396	929	4.02	3.82	0.002	0.002	3.18	7.10	8	1.20%	1.50	48.64	0.065378	0.145970	0.798365	1.022879	1.198	1.5343	0.24085	0.358699	85.72	84.91	1.20	1.17
PV28	PV29	86.08	86.13	30.20	-0.2%	1	2	67	34	402	943	4.02	3.82	0.002	0.002	3.23	7.20	8	1.00%	1.37	44.43	0.072699	0.162053	0.861322	1.102563	1.180	1.5105	0.26333	0.391901	84.88	84.58	1.20	1.55
PV29	PV30	86.13	86.38	12.84	-1.9%	2	4	69	68	414	971	4.02	3.81	0.002	0.002	3.33	7.40	8	1.00%	1.37	44.43	0.074949	0.166554	1.171875	1.443056	1.605	1.977	0.33590	0.471449	84.55	84.42	1.58	1.96
PV30	PV9	86.38	87.79	46.93	-3.0%	1	2	70	70	420	985	4.01	3.80	0.002	0.002	3.37	7.49	8	1.00%	1.37	44.43	0.075850	0.168580	1.183595	1.457498	1.622	1.9968	0.33956	0.476606	84.39	83.92	1.99	3.87
PV9	PV31	87.79	83.20	91.54	5.0%	2	4	101	4	606	1421	3.93	3.70	0.002	0.002	4.76	10.52	12	2.10%	2.60	189.71	0.025091	0.055453	0.789103	1.27853	2.052	3.3242	0.19781	0.333758	83.82	81.9	3.97	1.30

Apéndice 2. **Planta y libreta topográfica, del diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango**

Fuente: elaboración propia.

LIBRETA TOPOGRAFICA RAMAL PRINCIPAL

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	COTAS
0	0	00°00'00"	00.00	103.82
0	1	49°4'24"	18.29	103.32
1	2	55°19'40"	23.45	102.52
2	3	56°51'49"	21.23	101.16
3	4	57°33'55"	21.20	100.09
4	5	55°0'41"	21.98	99.44
5	6	54°23'36"	28.03	98.94
6	7	52°38'24"	26.35	97.64
7	8	54°59'5"	33.00	96.36
8	9	51°39'56"	19.66	95.92
9	10	49°29'52"	23.83	95.37
10	11	48°54'18"	21.74	94.79
11	12	55°17'51"	17.08	94.22
12	13	51°2'8"	36.01	91.72
13	14	50°45'33"	29.61	90.15
14	15	51°13'37"	23.70	89.28
15	16	51°17'16"	29.96	88.85
16	17	52°16'50"	32.03	88.52
17	18	52°27'41"	9.66	88.48
18	19	51°30'1"	21.01	88.14
19	20	44°2'14"	11.42	87.79
20	21	48°16'47"	17.70	87.52
21	22	50°4'13"	33.45	85.69
22	23	51°10'21"	40.39	83.20
23	24	51°43'0"	31.42	82.30

LIBRETA TOPOGRAFICA RAMAL 1

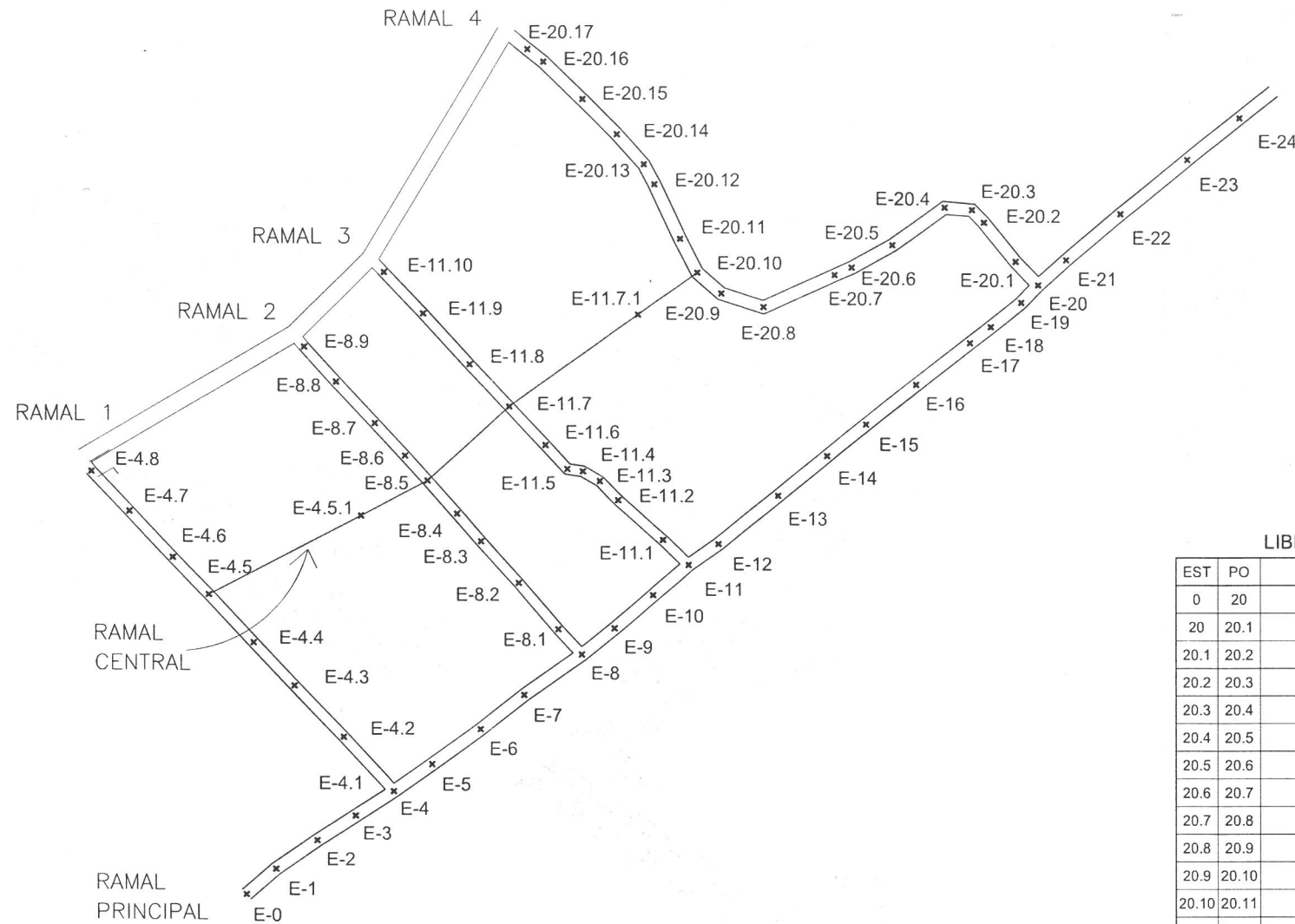
EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	COTA
0	4	-----	-----	100.09
4	4.1	318°39'31"	6.99	99.67
4.1	4.2	317°14'28"	27.69	98.63
4.2	4.3	316°31'41"	33.15	97.14
4.3	4.4	316°34'49"	27.81	96.08
4.4	4.5	317°18'28"	30.61	95.83
4.5	4.6	315°56'56"	24.07	96.04
4.6	4.7	316°40'19"	29.61	96.36
4.7	4.8	316°35'32"	25.60	97.57

LIBRETA TOPOGRAFICA RAMAL 2

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	COTA
0	8	-----	-----	96.36
8	8.1	317°1'16"	16.16	95.56
8.1	8.2	319°34'27"	28.72	94.62
8.2	8.3	317°23'56"	26.65	94.16
8.3	8.4	318°54'37"	17.26	93.72
8.4	8.5	318°29'46"	20.73	93.43
8.5	8.6	317°59'14"	15.75	93.66
8.6	8.7	317°9'26"	20.81	93.58
8.7	8.8	316°59'44"	26.57	93.96
8.8	8.9	318°4'47"	22.15	94.90

LIBRETA TOPOGRAFICA RAMAL 3

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	COTA
0	11	-----	-----	94.79
11	11.1	314°33'29"	16.55	93.69
11.1	11.2	311°39'18"	28.14	92.41
11.2	11.3	316°0'33"	12.49	92.30
11.3	11.4	300°24'20"	9.25	92.06
11.4	11.5	278°37'50"	7.27	91.91
11.5	11.6	317°21'2"	15.26	91.66
11.6	11.7	316°49'0"	24.99	91.55
11.7	11.8	316°16'13"	27.38	91.64
11.8	11.9	317°45'45"	32.22	92.10
11.9	11.10	316°25'43"	28.22	93.36



PLANTA Y LIBRETA TOPOGRAFICA
ALCANTARILLADO SAN MARCOS PACOC
 ESCALA 1/2000

LIBRETA TOPOGRAFICA RAMAL 4

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	COTA
0	20	-----	-----	87.79
20	20.1	316°6'36"	15.26	87.28
20.1	20.2	320°53'0"	23.55	86.54
20.2	20.3	315°0'0"	8.12	86.38
20.3	20.4	275°22'43"	12.84	86.13
20.4	20.5	234°11'12"	30.20	86.08
20.5	20.6	240°49'8"	21.80	86.19
20.6	20.7	246°41'20"	8.85	86.24
20.7	20.8	245°41'27"	36.62	86.92
20.8	20.9	287°33'22"	20.83	87.28
20.9	20.10	310°58'31"	14.92	87.41
20.10	20.11	332°47'41"	17.73	87.41
20.11	20.12	335°11'36"	28.20	88.08
20.12	20.13	331°48'20"	10.63	88.32
20.13	20.14	318°8'57"	18.94	88.82
20.14	20.15	315°0'0"	23.16	90.18
20.15	20.16	314°8'46"	25.36	92.54
20.16	20.17	308°56'57"	18.94	92.71

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO

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

JOSÉ RUBÉN SUYUC SUBUYUC
 REGISTRO ACADÉMICO: 2005-16286

DISEÑO: RUBÉN SUYUC
 DIBUJO: RUBÉN SUYUC
 ESCALA: 1/2000

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO

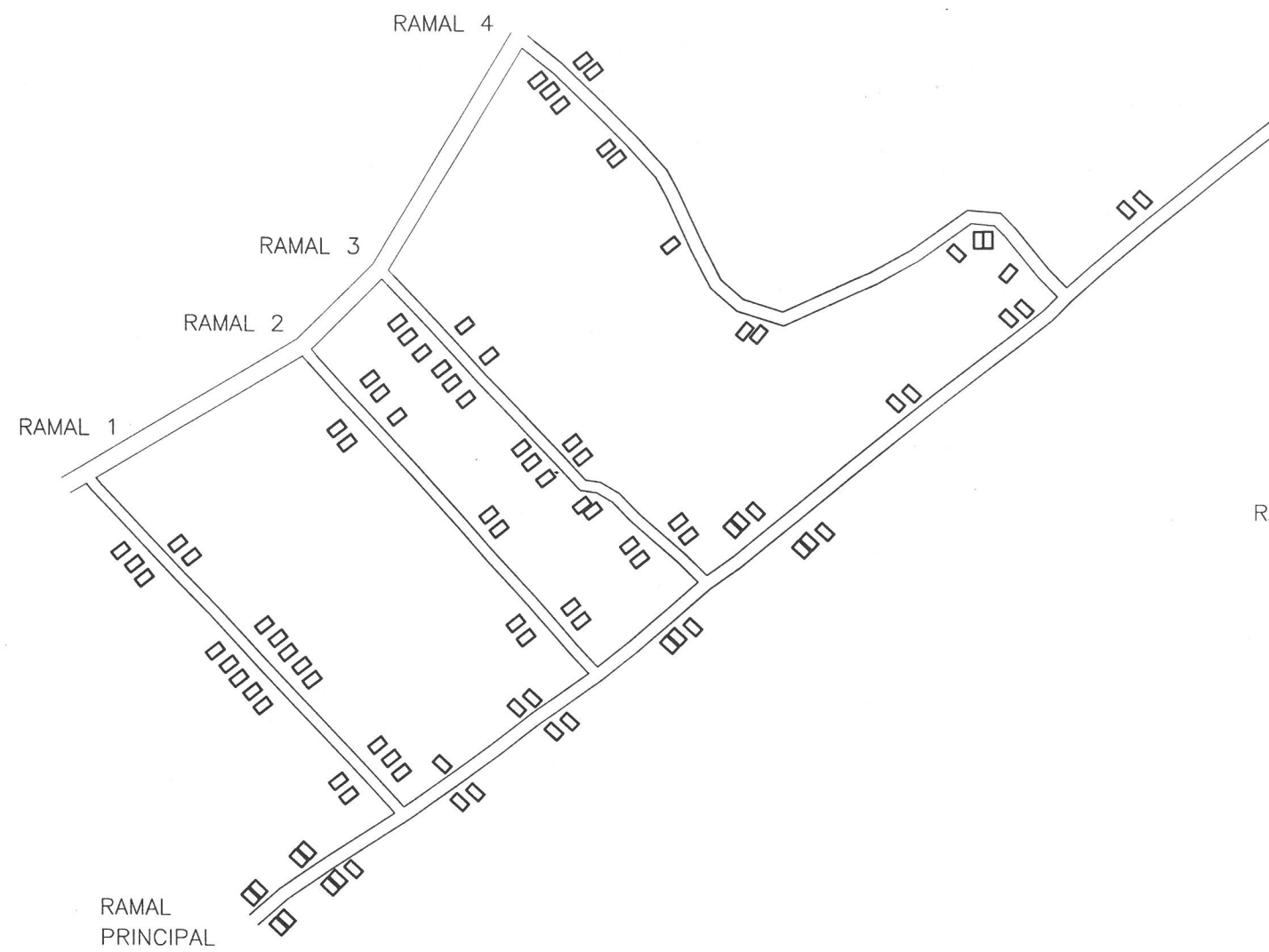
CONTENIDO: PLANTA Y LIBRETA TOPOGRAFICA HOJA: 1/5

ING. ALFREDO ARBIVILLADO OCHAETA
 ASESOR SUPERVISOR

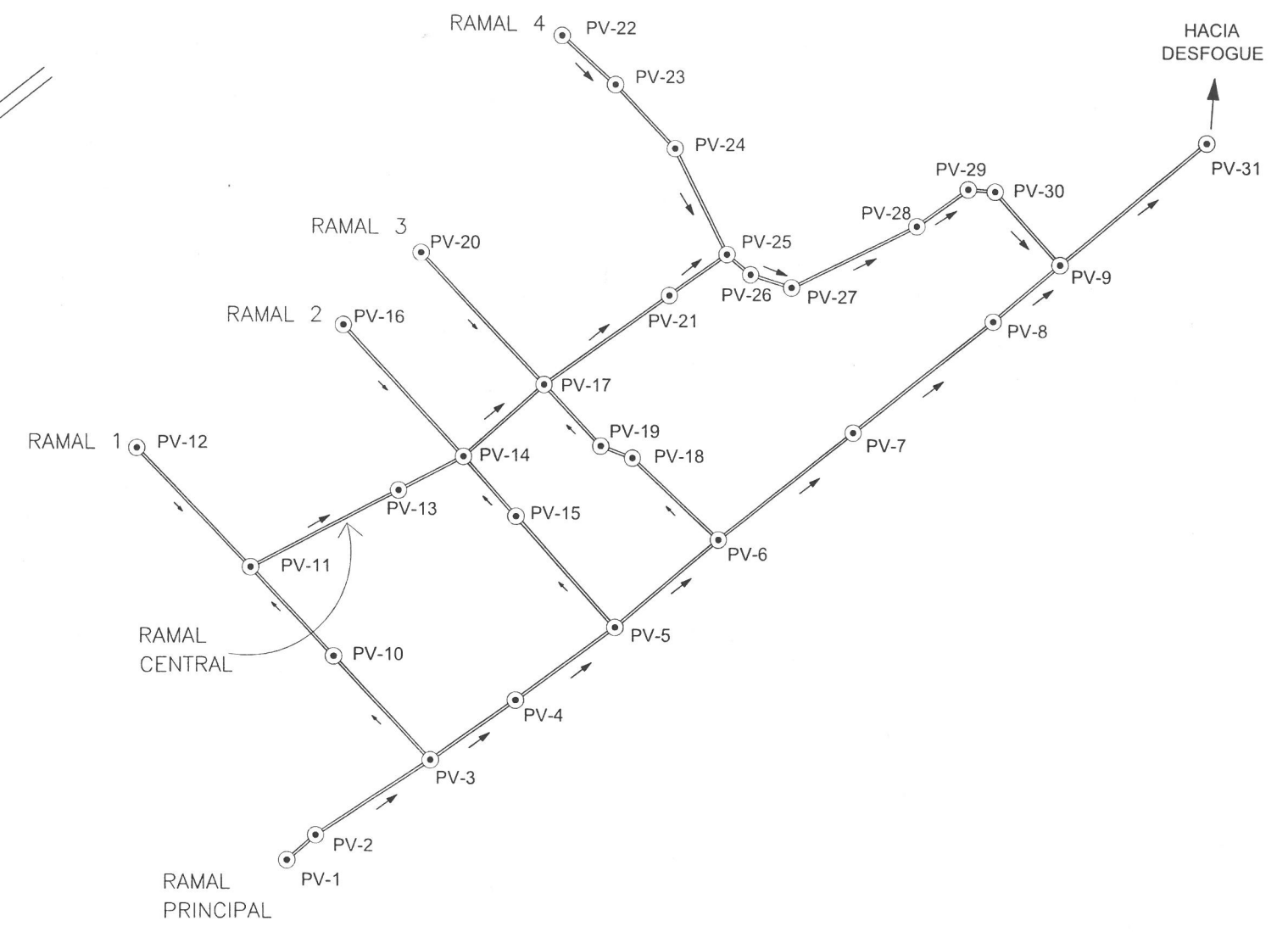
JOSÉ RUBÉN SUYUC SUBUYUC
 ESPECIALISTA

Apéndice 3. **Planta densidad de población y planta general, del diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango**

Fuente: elaboración propia.



PLANTA: DENSIDAD DE POBLACION
CASERIO SAN MARCOS PACOC
 ESCALA 1/2000



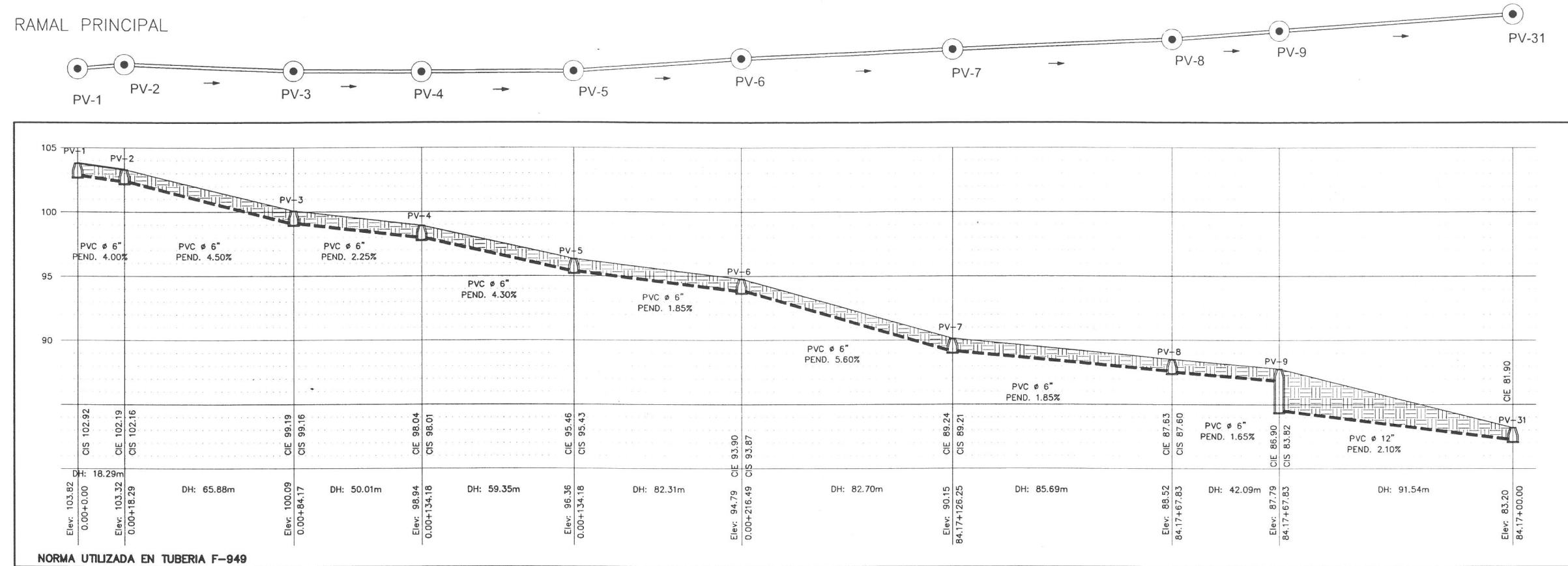
PLANTA GENERAL
ALCANTARILLADO SAN MARCOS PACOC
 ESCALA 1/2000

 MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO	 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	JOSÉ RUBÉN SUYUC SUBUYUC REGISTRO ACADÉMICO: 2005-16286	
DISEÑO: RUBÉN SUYUC	PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO	
DIBUJO: RUBÉN SUYUC	CONTENIDO: PLANTA DENSIDAD DE POBLACION PLANTA GENERAL DEL SISTEMA	
ESCALA: INDICADA	HOJA: 2/5	
 ING. ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA ASESOR SUPERIOR		 JOSÉ RUBÉN SUYUC SUBUYUC EPESISTA

Apéndice 4. **Planta y perfil de los ramales: principal y central, del diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango**

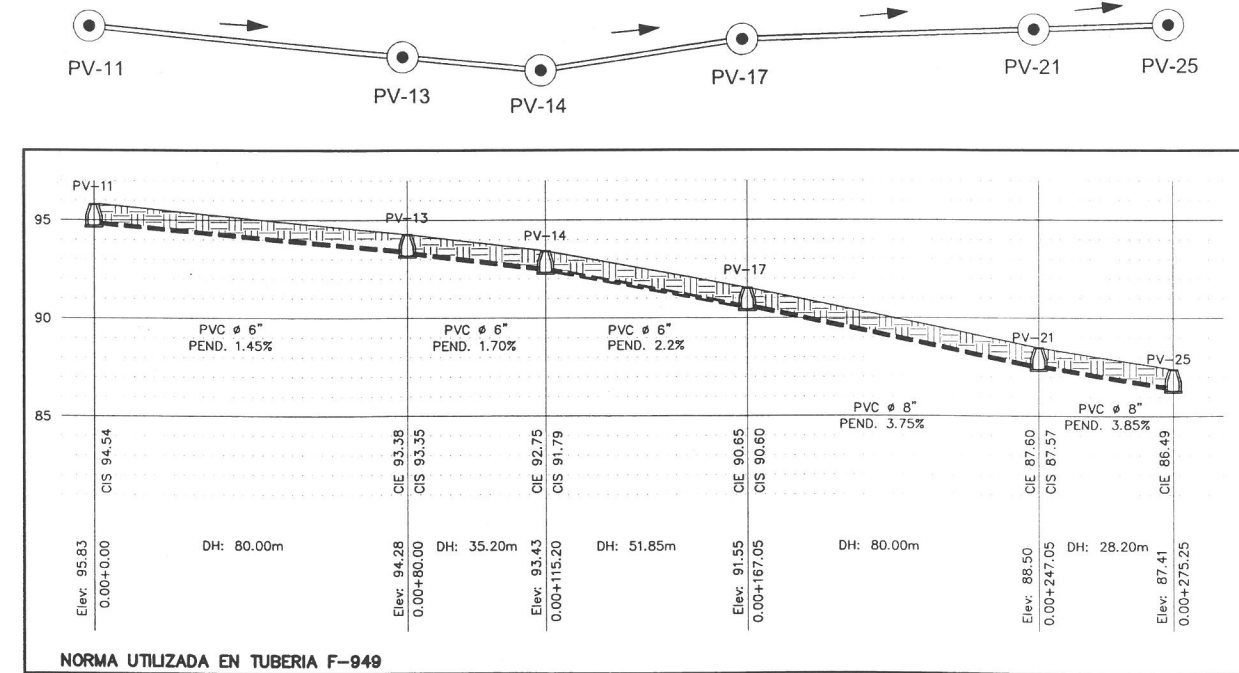
Fuente: elaboración propia.

RAMAL PRINCIPAL



PLANTA-PERFIL: RAMAL PRINCIPAL
ALCANTARILLADO SAN MARCOS PACOC
ESCALA 1/250

RAMAL CENTRAL



PLANTA-PERFIL: RAMAL CENTRAL
ALCANTARILLADO SAN MARCOS PACOC
ESCALA 1/250

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO

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

JOSÉ RUBÉN SUYUC SUBUYUC
REGISTRO ACADÉMICO: 2005-16286

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO

CONTENIDO: PLANTA-PERFIL RAMAL PRINCIPAL Y CENTRAL

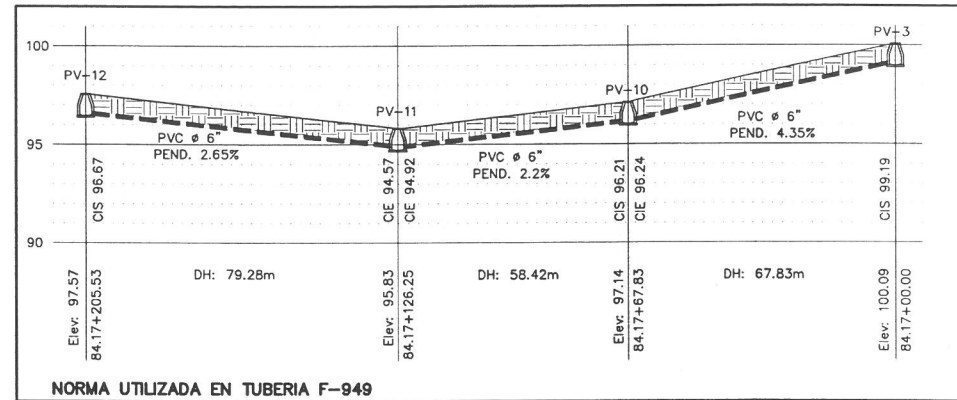
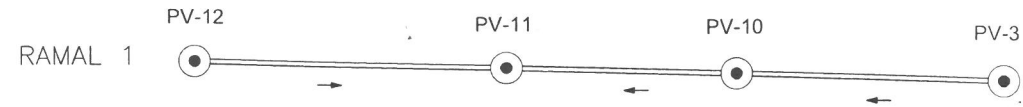
HOJA: 3/5

ING. ALFREDO ARRIVILLAGA COCHAETA
ASESOR SUPERVISOR

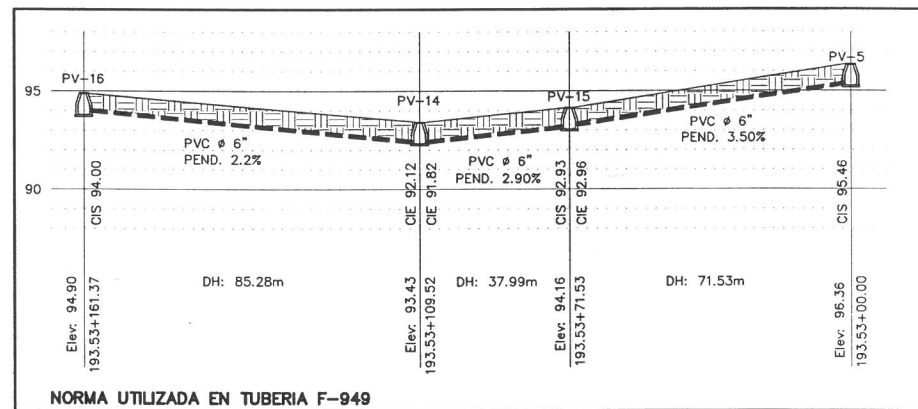
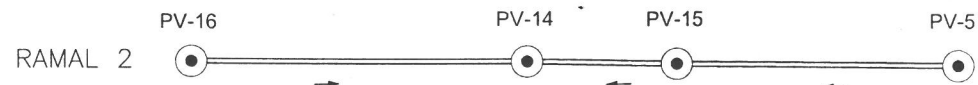
JOSE RUBEN SUYUC SUBUYUC
EPESISTA

Apéndice 5. **Planta y perfil de los ramales: 1, 2, 3, y 4, del diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango**

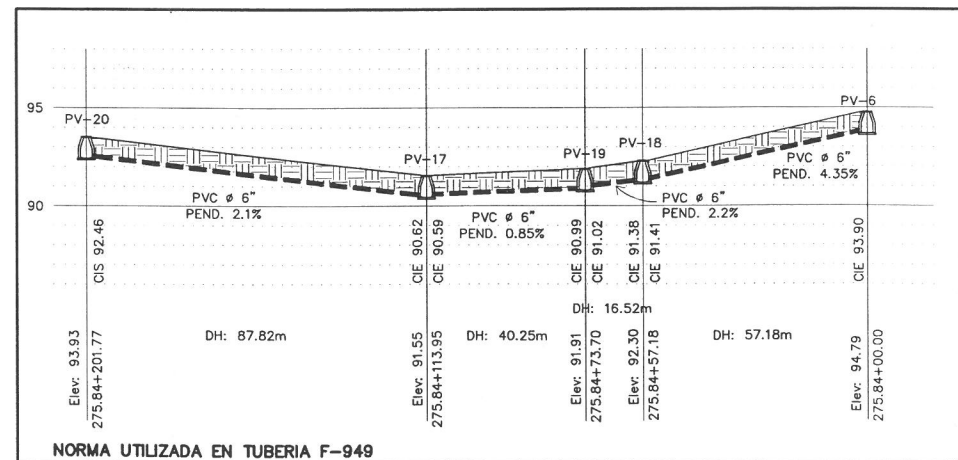
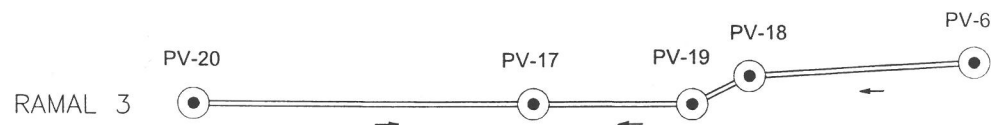
Fuente: elaboración propia.



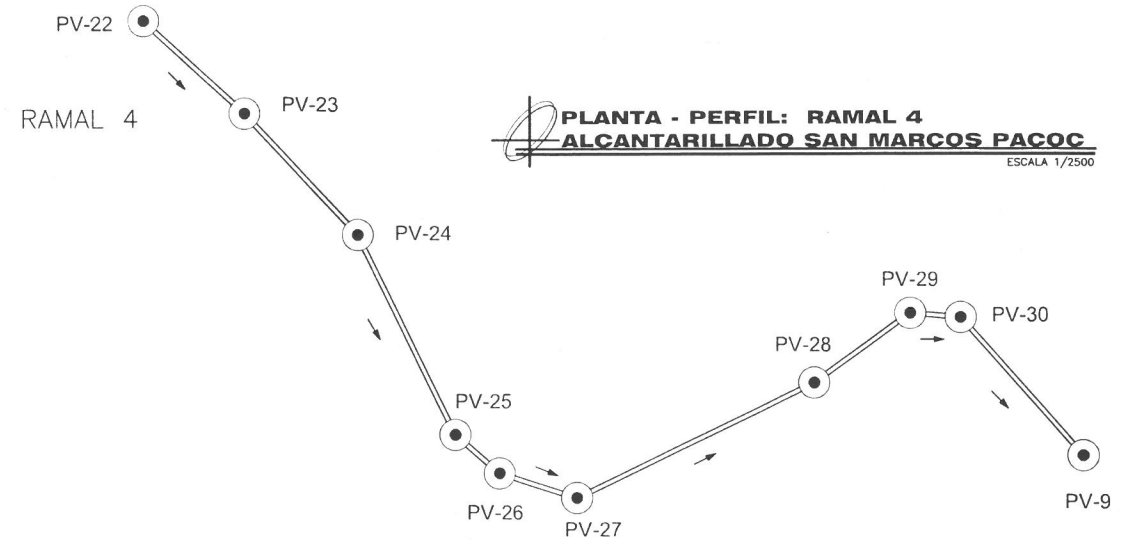
PLANTA - PERFIL: RAMAL 1
ALCANTARILLADO SAN MARCOS PACOC
 ESCALA 1/2500



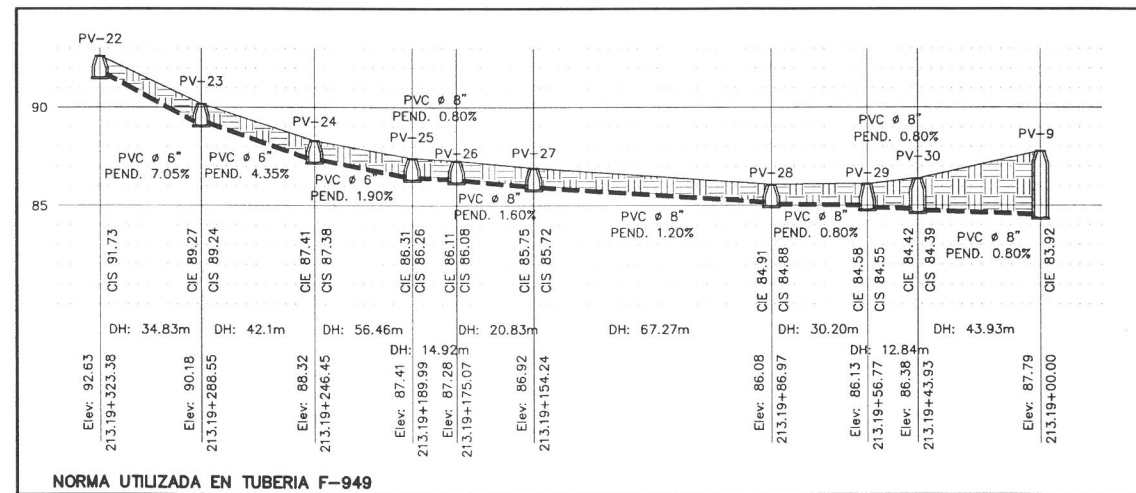
PLANTA - PERFIL: RAMAL 2
ALCANTARILLADO SAN MARCOS PACOC
 ESCALA 1/2500



PLANTA - PERFIL: RAMAL 3
ALCANTARILLADO SAN MARCOS PACOC
 ESCALA 1/2500



PLANTA - PERFIL: RAMAL 4
ALCANTARILLADO SAN MARCOS PACOC
 ESCALA 1/2500



MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO

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

JOSÉ RUBÉN SUYUC SUBBUYUC
 REGISTRO ACADÉMICO: 2005-16286

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO

CONTENIDO: PLANTA-PERFIL RAMAL 1, 2, 3 Y 4

HOJA: 4/5

ING. ALFREDO ARRIVILLA OCHOA
 ASESOR SUPERVISOR

JOSÉ RUBÉN SUYUC SUBBUYUC
 EPESISTA

Apéndice 6. **Detalles de zanja y pozos de visita, del diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango**

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono <u>79616363</u> Correo electrónico: _____		
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
CASERIO SAN MARCOS PACOC, CHIMALTENANGO		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84	
	14°41'37" N	
	90°49'37" O	
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
Municipalidad de Chimaltenango 1ra. Calle y 1ra. Avenida Zona 2, Municipio de Chimaltenango Departamento de Chimaltenango		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo José Rubén Suyuc Subuyuc		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar • Insumos necesarios • Maquinaria • Otros de relevancia 		<ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre
<p>II.1 Etapa de Construcción: En la construcción del sistema de alcantarillado sanitario se realizara las siguientes actividades: replanteo topográfico, limpieza y preliminares del lugar, luego se realizara una zanja con ancho promedio de 0.65 metros y profundidad indicada en cada tramo, el sistema de alcantarillado sanitario consiste en 1,720 m³ de excavación seguido se realizara la base de 10 cm para colocar los colectores de diferentes diámetros, los cuales estarán a diferentes alturas (según cotas invert) los cuales son 1 255.50 metros de colector de 6", 434.98 metros de colector de 8", 461.50 metros de colector de 10" según norma F949, re rellenara y compactara de forma adecuada a cada 0,20 m. Además el sistema cuenta con 38.15 metros de pozos de visita artesanal con diámetro de 1.20 metros y alturas indicadas los cuales se elaboraran con ladrillo tayuyo. Los insumos a utilizar serán: tubos pegamento y lo necesario para el sistema. La maquinaria a utilizar será una retroexcavadora 8 horas diarias durante un mes y una bailarina 8 horas diarias durante 15 días, consumiendo 400 galones de gasolina</p> <p>Operación: El sistema trabajara por gravedad por lo que no necesita insumos ni maquinaria para operar.</p> <p>Abandono: en caso de abandono se tomara las consideraciones necesarias para no afectar a los vecinos del lugar</p>		
II.3 Área		
a) Área total de terreno en metros cuadrados:	<u>1,405.00 m²</u>	
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados:	<u>1,405.00 m²</u>	
Área total de construcción en metros cuadrados:	<u>1,405.00 m²</u>	

Continuación del apéndice 7

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN																					
<p>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</p> <p style="text-align: center;"> NORTE _____ vivienda _____ SUR _____ vivienda _____ ESTE _____ vivienda _____ OESTE _____ vivienda _____ </p> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #d3d3d3;"> <th style="width: 35%;">DESCRIPCION</th> <th style="width: 35%;">DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th style="width: 30%;">DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Viviendas y barranco</td> <td>Norte</td> <td>Orilla del proyecto</td> </tr> <tr> <td>viviendas</td> <td>Sur</td> <td>Orilla del proyecto</td> </tr> <tr> <td>Viviendas, iglesia y escuela</td> <td>Este</td> <td>Orilla del proyecto</td> </tr> <tr> <td>viviendas</td> <td>Oeste</td> <td>Orilla del proyecto</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO	Viviendas y barranco	Norte	Orilla del proyecto	viviendas	Sur	Orilla del proyecto	Viviendas, iglesia y escuela	Este	Orilla del proyecto	viviendas	Oeste	Orilla del proyecto						
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO																				
Viviendas y barranco	Norte	Orilla del proyecto																				
viviendas	Sur	Orilla del proyecto																				
Viviendas, iglesia y escuela	Este	Orilla del proyecto																				
viviendas	Oeste	Orilla del proyecto																				
<p>II.5 Dirección del viento:</p> <p style="text-align: center;">Nor-Este a Sur_ Oeste A una velocidad de 15 a 30 km/h (Varia según la temporada)</p>																						
<p>II.6 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación (<input checked="" type="checkbox"/>) b) explosión (<input type="checkbox"/>) c) deslizamientos (<input type="checkbox"/>)</p> <p>d) derrame de combustible (<input type="checkbox"/>) e) fuga de combustible (<input type="checkbox"/>) d) Incendio (<input type="checkbox"/>) e) Otro (<input type="checkbox"/>)</p> <p><u>Detalle la información</u> El proyecto se ubica en el caserío San Marcos Pacoc, Chimaltenango, que por su topografía el cual no cuenta con drenaje sanitario y por la topografía del terreno en algunos sectores es paso de las aguas pluviales que vienen desde la parte alta, lo cual en necesario hacerle el paso adecuado para que las aguas puedan correr naturalmente por dicha calle hasta el barranco donde desembocará</p>																						
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (<input checked="" type="checkbox"/>) Nocturna (<input type="checkbox"/>) Mixta (<input type="checkbox"/>) Horas Extras _____</p> <p>b) Número de empleados por jornada _____ <u>10</u> Total empleados _____ <u>10</u></p>																						
<p>II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</p>																						

Continuación del apéndice 7

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
----------------------	----------------------------------

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	No	No se utilizara	No se tiene	No se dará ningún uso	No se tiene ya que no se utilizara	No se tiene
	Pozo	SI	3000 lt./mes	Se Contrata	Para mezcla	Ninguno	Pipa cisterna
	Agua especial	No	No se utilizara	No se tiene	No se dará ningún uso	No se tiene ya que no se utilizara	No se tiene
	Superficial	No	No se utilizara	No se tiene	No se dará ningún uso	No se tiene ya que no se utilizara	No se tiene
Combustible	Otro	No	No se utilizara	No se tiene	No se dará ningún uso	No se tiene ya que no se utilizara	No se tiene
	Gasolina	SI	60 gls/ semana	Empresa	Funcionamiento para vehículos y maquinaria	Pick-up	Tanques de Almacenamiento
	Diésel	SI	60 gls/ semana	Empresa	Funcionamiento de maquinaria pesada y vehículos	Se utilizaran específicamente para la maquinaria y camiones que transportan los materiales	En los tanques de la maquinaria a utilizarse y camiones
	Bunker	No	No es necesario	No se tiene	No se dará ningún uso	No se tiene	No se tiene
	Glp	No	No se tiene	No se tiene	No se dará ningún uso	No se tiene ya que no se utilizara	No se tiene
	Otro	No	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Lubricantes	Solubles	No	No se Utilizara	No se tiene	No se dará ningún uso	No se tiene ya que no se utilizara	No se tiene
	No solubles	No	No se Utilizara	No se tiene	No se dará ningún uso	No se tiene ya que no se utilizara	No se tiene
Refrigerantes		No	No se Utilizara	No se tiene	No se dará ningún uso	No se tiene ya que no se utilizara	No se tiene
Otros							

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

Por el tipo de proyecto en el cual se realizara excavación, relleno generara polvo

MITIGACION

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?

Los trabajadores contarán con mascarillas en el proceso de excavación y relleno y a los vecinos del lugar se les recomendará mantener cerradas sus puertas, y los alimentos debidamente protegidos. Evita el acercamiento e ingreso al área de construcción a personas ajenas a la obra. Para que el lugar quede en sus condiciones naturales se compactará de forma adecuada.

Continuación del apéndice 7

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? Si</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) Los sonidos y vibraciones son producidos por la maquinaria que se utilizaran en el proceso de construcción</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? Utilizar Maquinaria y comprobar el buen funcionamiento de las mismas, moderando la vibración y el ruido de los motores.</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores: Por el tipo de proyecto que se trata de la construcción de alcantarillado no se generara ningún tipo de olor.</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? No se generara ningún tipo de mal olor en el proyecto.</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p><u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) <u>Mezcla</u> de las anteriores Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado <u>250 litros de agua residual por día.</u></p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios <u>2 móviles, durante 3 meses</u></p>	

Continuación del apéndice 7

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Etc.</p> <p>El sistema de alcantarillado será entubado y con descarga hacia un pozo existente que se encuentra por el sector.</p>	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior</p> <p>La descarga final será hacia un pozo existente que se encuentra por el sector.</p>	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
<p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)</p> <p>Las aguas Pluviales corren por las calles, con pendiente natural por la topografía, hasta llegar a los barrancos donde desembocan.</p>	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:	
<input type="checkbox"/>	a) Similar al de una residencia 11 libras/día
<input type="checkbox"/>	b) Generación entre 11 a 222 libras/día
<input type="checkbox"/>	c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día
<input type="checkbox"/>	d) Generación mayor a 1000 libras por día
V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):	
<p>Utilizar sacos de Cemento para la recolección de la basura orgánica (cascara y restos de frutas y/o verduras) y por aparte la poca basura generada de los desechos generados por materiales utilizados, luego se entregara en el tren de basura municipal</p> <p>Por ser un proyecto de mejoramiento de sistema de alcantarillado (utilizando tubería PVC), no generar ningún tipo de desechos peligrosos, que puedan dañar a las personas de la obra y vecinos del lugar</p>	
V.3 Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?	
<p>Por ser un proyecto de construcción de sistema de alcantarillado sanitario no generara ningún desecho peligroso, que puedan dañar a las personas de la obra y vecinos del lugar</p>	
V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado	
<p>Los desechos sólidos serán entregados al tren de aseo municipal que pasara por el lugar</p>	
V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado	
<p>Tren de aseo municipal</p>	
V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?	
<p>Los desechos orgánicos y basura generada en la etapa de construcción serán entregadas al tren de aseo municipal</p>	
V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)	
<p>Los desechos serán conducidos al basurero Municipal</p>	

Continuación del apéndice 7

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) <u>No se utilizara energía eléctrica</u>	
VI.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <u>x</u> _____	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Por el tipo de proyecto no es necesaria la utilización de la energía eléctrica.	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques _____	
- Animales _____	
- Otros _____	
Especificar información <u>El proyecto se realizara en el área poblacional del municipio de Chimaltenango</u>	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? NO	
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) Por qué? El área está totalmente habitada	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos <u>3</u> _____	
b) Tipo de vehículo <u>Camiones y pick Ups</u> _____	
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>30.00 m2</u> _____	
d) Horario de circulación vehicular <u>de 7:00 a.m. a 5:00 p.m.</u> _____	
e) Vías alternas <u>Camino hacia el caserío Monte Cristo</u> _____	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? NO	

Continuación del apéndice 7

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</p> <p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p> <p>No afectara, ya que el proyecto será la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario por lo cual únicamente atravesara las calles del caserío.</p>	
<p>ASPECTOS SOCIAL</p> <p>IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (X)</p> <p>IX.4 Qué tipo de molestias?</p> <p>IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?</p> <p>Para no afectar a los vecinos de lugar se les mantendrá informados de las actividades a realizar, ya que los mismos vecinos solicitaron dicho proyecto, con esto tomar las medidas correspondientes para que no afecten, ni sean afectados en el proceso de la obra.</p>	
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué?</p> <p>No afectara, ni alterara el paisaje después de terminarse el proyecto, pues el sistema de alcantarillado va enterrado.</p>	
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p>	
<p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input 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>Por el tipo de proyecto, las actividades no generaran ningún tipo de riesgo para la salud de los vecinos, al contrario el proyecto ayudara a la salud de la población del caserío, pues evitara que las aguas servidas corran a flor de tierra eliminando focos de contaminación y criadero de zancudos.</p>	
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</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 type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p>En la Fase de excavación, relleno y compactación, puede tener un leve riesgo para los trabajadores, por el polvo que genera. Esto se puede minimizar con la utilización de mascarillas, para los trabajadores.</p>	
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Casco • Botas industriales • Mascarilla • <p>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?</p> <p>Informar a la población que se encuentran alrededor del proyecto, la ejecución del mismo y a mantener cerradas sus puertas, y los alimentos debidamente protegidos. Evitar el acercamiento e ingreso al área de construcción a personas ajena a las obras. A los trabajadores indicarles que deben tomar sus propias medidas de prevención de accidentes y exigirles el uso del equipo de protección, ropa y demás utensilios apropiado de trabajo.</p>	

Fuente: Elaboración propia, utilizando formato del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

ANEXO

Aexo 1. Promedio anual y mensual de los parámetros obtenidos de la estación Alameda ICTA.

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE TEMPERATURA MEDIA EN GRADOS CENTIGRADOS (°C)													
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2001	15.7	15.5	15.9	19.0	18.1	18.7	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	9.4	9.4
2002	14.2	14.0	14.5	15.8	16.5	16.4	15.4	14.6	0.0	0.0	12.8	12.2	12.2
2003	12.0	13.1	14.3	15.2	16.2	15.6	15.6	15.6	15.5	11.3	14.4	14.4	14.4
2004	12.7	13.7	15.7	15.9	16.2	17.9	17.8	18.7	18.7	19.2	17.3	16.7	16.7
2005	15.8	18.5	20.2	0.0	18.6	17.8	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	8.3	8.3
2006	15.6	14.6	15.4	19.4	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	5.9	5.9
2007	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2008	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2009	16.1	16.4	17.0	19.6	19.5	19.2	19.7	19.6	19.6	19.6	18.3	18.6	18.6
2010	16.9	19.1	20.0	20.8	21.1	19.8	19.4	19.3	19.1	18.3	17.6	19.2	19.2
2011	17.4	18.0	17.9	20.1	20.3	18.7	18.7	18.8	18.5	17.4	17.1	18.4	18.4
2012	16.1	17.2	17.5	18.7	19.1	18.7	18.6	18.5	18.2	18.1	16.3	17.9	17.9
2013	16.7	17.2	17.4	19.2	18.9	18.9	18.6	18.5	18.3	18.6	17.6	18.2	18.2
2014	16.5	17.8	19	19.7	19.7	19.3	19.6	19.4	18.8	18.3	17.4	16.7	18.5
2015	16.1	16.8	18.2	20.4	20	19.1	19.1	19.5	18.4	18.8	17.7	17.7	18.5
2016	17	16.1	18.9	19.7	19.8	18.6	19	19.2	18.7	18.5	17.9	17.4	18.4
2017	16.4	17.5	18.1	19.7	18.8	18.9	19	18.7	18.3	18.3	17.5	16.9	18.2
2018	15.5	17.5	18.8	19.5	20.2	19	19.7	19.2	19.4	18.4	18.2	16.8	18.5
2019	17.4	18.2	18.9	19.7									17.4
MENSUAL	15.77	16.54	17.51	17.79	18.87	18.44	18.48	18.43	17.04	16.52	17.13	14.50	

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE TEMPERATURA MAXIMA PROMEDIO EN GRADOS CENTIGRADOS (°C)													
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	22.2	21.7	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	21.7	22.8	21.7	23.7	21.8	22.0
2001	22.8	24.8	25.2	26.9	25.3	25.0	25.6	25.1	24.6	22.8	22.9	22.2	24.4
2002	22.4	22.5	23.8	25.5	26.1	24.4	24.3	24.5	N/D	22.3	23.2	22.9	23.8
2003	22.4	N/D	N/D	27.5	23.8	22.1	24.7	23.7	21.7	22.0	21.7	20.4	23.0
2004	20.9	22.3	22.2	22.1	22.3	22.7	22.1	22.1	21.7	21.5	N/D	N/D	22.0
2005	N/D	21.9	22	21.5	19.0	18.3	19.6	19.6	18.7	17.5	15.9	16.6	19.1
2006	16.7	16.8	18.2	20.3	20.7	20.4	20.4	19.2	18.0	17.7	16.1	16.9	18.5
2007	16.7	18.5	19.3	18.9	19.0	18.3	18.3	18.6	19.4	18.1	16.4	17.1	18.2
2008	16.3	17.9	18.8	19.7	20.0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	18.5
2009	N/D	23.1	24.1	26.3	25.3	24.8	24.3	24.3	24.9	24.7	23.2	23.1	24.4
2010	22.1	25.2	26.9	26.6	24.3	24.1	23.9	23.8	23.1	22.6	22.2	22.2	23.9
2011	24.3	23.5	23.9	26.2	20.3	24.0	23.1	23.9	23.5	22.3	22.9	22.2	23.3
2012	22.3	23.4	24.7	25.3	24.6	23.7	23.8	24.0	23.2	22.7	21.5	22.8	23.5
2013	22.7	24.7	24.7	26.1	24.7	23.6	23.4	23.7	23.2	23.2	22.0	19.7	23.5
2014	20.9	24.3	25.7	25.9	24.5	23.4	24.4	24.3	23.4	22.7	22	22	23.6
2015	21.2	22.8	24.2	26.8	26.2	24.3	24.3	25.3	23.2	24.1	24	23.5	24.2
2016	22.9	22.2	25.4	26.7	26.7	32.1	24.1	24.6	23.8	23.9	22.6	22.3	24.8
2017	23.4	24.2	24.7	26.5	25.2	23.5	23.5	23.9	23.9	22.7	22.3	22	23.8
2018	20.8	23.7	26.1	25.8	25.3	22.9	24.4	24.4	25.6	24.8	23.5	22.9	24.2
2019	23.1	24.7	25.7	25.8									23.1
MENSUAL	21.3	22.5	23.6	24.8	23.5	23.4	23.2	23.2	22.6	22.1	21.5	21.2	

Continuación del anexo 1

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE TEMPERATURA MINIMA PROMEDIO EN GRADOS CENTIGRADOS (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	7	9.7	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	21.7	22.8	21.7	23.7	21.8	9.7
2001	8.3	6.2	6.7	11.1	11.0	12.6	12.6	12.1	12.3	12.5	8.6	8.2	9.7
2002	8.8	8.0	8.6	9.3	12.3	13.2	12.5	11.7	N/D	8.3	11.6	8.0	10.2
2003	8.1	N/D	N/D	14.8	14.2	17.5	13.8	13.2	13.2	15.5	7.0	7.6	12.5
2004	8.1	7.7	10.6	11.1	13.4	15.3	14.2	13.9	14.9	15.2	12.9	N/D	12.5
2005	9.8	11.4	13.3	13.3	15.9	15.1	13.9	14.1	14.5	14.0	12.3	11.3	13.2
2006	10.4	8.8	10.3	13.5	15.7	16.6	15.5	14.9	14.8	13.9	11.9	12.6	13.2
2007	16.1	8.4	10.7	11.4	11.5	12.6	12.5	12.1	14.1	13.0	11.8	10.4	12.1
2008	10.2	10.7	12.1	12.5	13.0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	11.7
2009	N/D	9.0	7.5	10.3	13.6	13.6	13.8	13.2	13.5	12.7	11.1	9.1	11.6
2010	8.4	10.7	10.3	12.3	14.6	14.0	13.3	14.0	13.4	9.6	9.4	5.7	11.3
2011	7.5	9.1	8.3	10.5	12.3	13.6	13.6	13.3	13.4	12.3	9.5	8.5	11.0
2012	8.8	10.1	8.3	10.4	13.0	12.5	12.0	12.3	12.1	12.0	7.6	7.1	10.5
2013	9.3	8.8	8.4	10.6	12.0	13.2	12.7	12.4	13.2	13.1	10.9	8.9	11.1
2014	7.1	8.1	9.6	10.5	13.4	12.8	12.4	11.5	12.3	11.4	8.9	7.7	10.5
2015	7	7.7	8.4	11.3	13	13.1	12.6	11.9	12.6	12.2	12.3	10.9	11.1
2016	9	8.6	11.3	11.8	14.3	13.9	13.8	13.4	12.6	12.1	10.8	10.5	11.8
2017	7.4	10.1	10.3	12.00	14.8	14.2	14.6	13.3	14.2	13.7	10.4	9.7	12.1
2018	8	9.2	9.8	11.8	14.2	14	13.8	13.4	12.2	8.2	11.5	8.2	11.2
2019	9.5	10.2	10	11.5									9.5
MENSUAL	8.9	9.1	9.7	11.6	13.5	14.0	13.4	13.5	13.9	12.9	11.2	9.8	

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE TEMPERATURA MAXIMA ABSOLUTA EN GRADOS CENTIGRADOS (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	22.2	21.7	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	21.7	22.8	21.7	23.7	21.8	23.7
2001	22.8	24.8	25.2	26.9	27.0	29.5	26.5	26.5	26.5	25.5	25.0	24.0	29.5
2002	26.5	29.5	30.0	28.0	28.5	25.0	25.5	25.5	N/D	25.0	14.7	25.0	30.0
2003	26.0	N/D	N/D	39.5	30.0	26.0	27.0	26.0	24.5	24.5	24.0	25.5	39.5
2004	23.0	23.5	23.0	24.0	23.5	24.0	23.5	23.5	21.7	22.0	22.0	N/D	24.0
2005	22.0	22.5	29.0	25.0	22.0	21.0	N/D	22.0	21.0	20.0	18.0	20.0	29.0
2006	19.0	20.0	22.0	22.0	24.0	26.0	24.0	22.0	20.0	22.0	20.0	19.0	26.0
2007	26.0	22.0	22.0	23.0	21.0	22.0	22.0	21.0	23.0	21.0	20.0	19.0	26.0
2008	19.0	22.0	22.0	22.0	22.0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	22.0
2009	N/D	28.2	26.0	29.8	28.2	27.6	26.2	25.8	27.6	26.6	26.4	26.2	29.8
2010	28.6	28.2	29.6	28.8	28.2	26.8	26.6	27.0	25.8	24.6	25.8	25.2	29.6
2011	27.2	26.2	26.2	29.0	28.8	25.6	26.0	26.6	25.4	25.4	25.4	24.8	29.0
2012	24.8	26.4	27.8	28.6	28.6	27.0	25.8	25.4	24.8	24.4	23.8	26.0	28.6
2013	25.2	26.8	28.6	29.4	28.0	25.6	24.8	26.0	25.0	25.2	24.6	24.4	29.4
2014	24.6	26.6	29.8	28	26.8	25.6	26.8	26.2	26.4	25.6	25.4	24.8	29.8
2015	24.4	27.2	28.4	30.2	28.8	26.4	26	26.4	26.8	26.2	25.8	25.6	30.2
2016	25.6	26	29.4	30	29	27.8	25.2	26.2	24.8	26.6	19.8	26	30.0
2017	27	26.8	27.6	28.8	28.6	26.2	25.2	25.4	26	25	24.8	25.2	28.8
2018	25.2	25.8	29.4	29.2	29	25	26.6	26.2	24.2	22.7	26	25.8	29.4
2019	27.4	27.4	28.2	29.4									27.4
MENSUAL	24.6	25.3	26.9	28.0	26.8	25.7	25.5	25.0	24.5	24.1	23.1	24.0	

Continuación del anexo 1

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE TEMPERATURA MINIMA ABSOLUTA EN GRADOS CENTIGRADOS (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	1.5	8.0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	8.0	14.0	12.0	13.5	13.5	1.5
2001	2.5	1.5	2.5	5.5	3.0	8.0	9.5	3.5	8.5	8.5	3.0	3.5	1.5
2002	2.0	4.0	5.0	5.0	5.0	10.0	9.5	9.5	N/D	8.0	2.0	3.0	-2.0
2003	1.0	N/D	N/D	3.0	10.5	10.0	10.0	9.0	11.0	8.0	4.4	2.0	1.0
2004	4.0	3.0	6.0	5.0	10.0	13.0	11.0	11.0	12.0	11.0	4.0	N/D	3.0
2005	4.5	6.0	9.0	8.0	11.0	14.0	N/D	12.0	10.0	10.0	4.0	6.0	4.0
2006	4.0	4.0	4.0	5.0	12.0	14.0	9.0	11.0	13.0	9.0	-1.0	7.0	-1.0
2007	5.0	1.0	6.0	6.0	8.0	8.0	9.0	9.0	10.5	10.0	7.0	6.0	1.0
2008	3.0	5.0	7.0	8.4	10.0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	3.0
2009	N/D	0.8	2.0	7.2	10.6	10.6	8.8	8.8	10.2	7.2	5.6	1.8	0.8
2010	2.4	8.2	3.6	7.2	8.4	11.2	10.4	12.0	10.6	5.6	5.0	-0.4	-0.4
2011	2.6	4.0	3.0	4.8	7.6	9.4	11.0	10.4	11.4	5.4	4.6	4.2	2.6
2012	5.4	3.6	3.4	5.6	9.6	9.0	9.4	9.0	8.6	6.8	1.6	2.6	1.6
2013	5.8	3.8	0.2	6.8	8.0	10.6	9.6	7.6	11.0	8.8	5.6	3.6	0.2
2014	0.8	5	6.4	2.6	10.6	10.2	9.4	8.2	10.2	4	5.2	3.6	0.8
2015	0.5	4	2.6	6.2	11.2	11	11	9	10.6	9	8	6	0.5
2016	3.8	8.6	8.6	9	11	11.2	12	12	11.2	8.4	7	5	3.8
2017	0.4	4.6	4.4	7.4	13.2	13	12.6	11	12.2	10.2	3.6	1.8	0.4
2018	2.4	5.4	4.2	9	12	12.6	10.6	9.2	14.3	13	6.8	1.6	1.6
2019	6.2	5	6.8	8.2									6.2
MENSUAL	3.0	4.5	4.7	6.3	9.5	10.9	10.2	9.5	11.1	8.6	5.0	4.2	

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE DIRECCION DEL VIENTO													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	S	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	S	S	S	S
2001	S	S	N	S	S	S	S	S	E	E	SE	S	S
2002	E	E	E	E	E	E	E	E	N/D	E	E	E	S
2003	E	N/D	N/D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2004	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	N/D	E
2005	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2006	E	C	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2007	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2008	E	E	VAR	E	E	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	E
2009	N/D	N	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N
2010	N	S	S	S	N	S	S	S	S	N	N	N	S
2011	N	S	N	N/D	S	N	N	N	S	N	N	N	N
2012	E	N	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N
2013	N	N	N	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N
2014	N	N	N	N	S	N	N	N	S	N	N	N	N
2015	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2016	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2017	N	N	N	N	N	N	N	N	N	E	N	N	N
2018	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N	N
2019	N	N	N	N									N
MENSUAL	N	N	N	E	N	E	N	N	E	N	N	N	

Continuación del anexo 1

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE VELOCIDAD DEL VIENTO EN KILOMETROS POR HORA (KM/HRA)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	4.7	3.3	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	3.3	3.5	3.8	3.9	3.6	3.7
2001	4.3	5.1	6.1	5.0	4.0	4.2	3.2	3.3	3.4	2.8	3.3	3.5	4.0
2002	4.1	4.5	5.8	4.9	4.0	3.7	3.3	3.0	N/D	3.0	3.3	3.2	3.9
2003	4.4	N/D	N/D	5.9	4.4	3.8	3.9	3.8	3.1	3.8	4.1	4.4	4.2
2004	4.8	5.7	5.8	5.8	4.1	4.3	3.7	3.7	3.4	3.5	4.2	N/D	4.5
2005	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	4.4	N/D	N/D	N/D	4.5	4.5	4.3	4.4
2006	0	0	5.9	5.6	3	3.1	3.7	3.1	3.5	3.9	4.1	4	3.3
2007	5.3	5	5.7	5.4	4.3	3.6	4.2	3.9	3.4	3.4	9	4.1	4.8
2008	5	4.8	5.8	3.4	5	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	4.8
2009	N/D	16.6	17.5	9.9	7.2	5.2	6.5	4.9	4.2	4.7	4.4	4.2	7.8
2010	5.5	6.1	6.6	7.1	5.1	4.7	5.0	4	5	5	6.4	6	5.5
2011	7.5	7	8	7	8	4	4.0	4	6	4.3	4	3.9	5.6
2012	4.2	4.2	4.7	4.4	3.7	3.5	3.0	3.5	3.5	2.6	3	4	3.7
2013	4.1	4.3	4.4	3.8	3.1	2.3	2.3	2	2.1	2.4	2.3	2.6	3.0
2014	3	2.2	2.5	3.3	2.5	2.1	2.5	2.1	2.3	2.4	3.1	2.8	2.6
2015	3.4	2.6	2.7	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2	2.2	2.1	2.5	2.4
2016	3.3	4.3	4	3.3	2.6	2.2	2.4	2.7	2.4	2.5	3.3	6.7	3.3
2017	5.6	4.9	4.8	5.1	2.9	2.5	2.5	2.6	2.6	2.3	3	3.7	3.5
2018	4.8	3.4	3.4	3	2.4	2.6	3.2	2.6	2.4	2.5	2.8	4	3.1
2019	4	4.8	5.2	4.3									4
MENSUAL	4.3	4.9	5.8	5.0	4.0	3.4	3.5	3.2	3.3	3.3	3.9	4.0	

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE NUBOSIDAD EN OCTAS													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	2	5	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	5	7	7	7	7	7.0
2001	6	7	6	7	7	7	6	7	7	8	7	7	7.0
2002	7	5	5	7	8	8	8	7	N/D	7	7	6	7.0
2003	7	N/D	N/D	8	7	8	7	8	7	7	7	7	7.0
2004	7	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	N/D	7.0
2005	8	6	7	7	8	8	8	7	7	8	7	7	7.0
2006	7	6	6	6	8	7	6	7	8	7	7	7	7.0
2007	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	6	6	7.0
2008	6	6	6	6	6	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	6.0
2009	N/D	4	3	4	6	6	6	6	6	5	4	4	6.0
2010	4	5	4	5	6	6	6	7	7	5	5	3	5.0
2011	3	5	4	5	5	7	6	6	6	7	4	7	5.0
2012	7	3	5	5	6	7	6	7	6	6	5	4	6.0
2013	6	4	4	4	6	6.4	6.1	18	7.1	26	5.4	5.2	4.0
2014	4.2	4.5	3.9	4.2	6.6	6.9	5.8	5.2	7.1	7	5.4	4.4	4.0
2015	5	4.3	4.6	5.1	5.3	6	6	5.3	7.3	6	6	4	6.0
2016	5	5	4	4	5	6	6	6	6	6	5	5	5.0
2017	4	5	5	4	6	7	6	6	7	7	5	5	5.0
2018	5	4	4	5	6	7	5	6	7	7	6	4	4.0
2019	5	4	4	4									4
MENSUAL	5.5	5.0	4.9	5.4	6.4	6.9	6.3	7.1	6.9	7.8	5.9	5.4	

Continuación del anexo 1

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE EVAPORACION DE TANQUE EN MILIMETROS (mm)													
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	2.6	N/D	N/D	N/D	N/D	4.4	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N	3.5
2001	5.1	4.8	6.0	2.5	7.0	5.0	5.3	6.4	5.1	4.7	4.4	4.2	5.0
2002	5.2	5.3	6.5	7.0	5.1	5.4	5.0	4.3	N/D	4.3	4.2	3.8	5.1
2003	3.9	N/D	N/D	6.1	5.3	4.6	5.0	4.6	5.8	4.2	5.3	3.5	4.8
2004	3.4	5.4	6.5	5.8	5.4	4.8	4.4	4.7	5.6	4.6	3.6	N/D	4.9
2005	4.4	6.1	6.8	6.2	4.8	7.6	5.7	4.9	4.6	4.2	3.2	3.6	5.2
2006	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	N/D
2007	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	N/D
2008	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	N/D
2009	2.1	4.4	4.9	5.1	4.2	5.6	5.3	3.7	4.5	3.6	3.0	3.3	4.1
2010	3.9	4.9	5.9	5.8	4.8	4.6	5.0	3.9	3.4	4.3	4.1	4.7	4.6
2011	4.9	5.2	5.7	5.8	5.2	5.6	5.0	4.6	4.5	3.2	3.6	4.1	4.8
2012	3.9	3.8	4.2	4.0	3.6	3.5	3.8	3.6	3.9	3.4	3.9	4.2	3.8
2013	4.0	4.5	4.1	4.2	3.8	3.8	3.7	3.3	2.2	2.5	3.3	2.9	3.5
2014	3.9	4.1	4.5	4.8	3.6	3.2	4.0	3.8	2.8	2.6	3.0	3.3	3.6
2015	3.1	3.6	4.2	4.5	4.4	3.6	3.7	3.9	2.8	3.1	3.1	3.6	3.6
2016	3.6	4.9	4.5	4.5	4.3	4.0	4.0	3.8	3.6	3.8	4.0	4.2	4.1
2017	3.9	4.1	4.5	4.6	4.5	3.1	4.2	3.9	3.8	3.5	3.7	3.5	3.9
2018	3.8	4.3	N/D	4.5	4.2	3.3	4.7	4.0	3.0	2.9	3.9	123.7	14.8
2019	4.1	4.5	4.6	4.7									4.5
MENSUAL	3.9	4.7	5.2	5.0	4.7	4.5	4.6	4.2	4.0	3.7	3.8	12.3	
PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE LLUVIA EN MILIMETROS (mm)													
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	0.3	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	115.0	136.9	39.3	0.0	38.2	55.0
2001	0.0	4.9	0.0	17.9	232.8	66.9	209.4	172.9	225.3	90.7	12.2	1.0	86.2
2002	25.5	2.8	1.0	0.0	92.9	220.9	176.4	68.1	N/D	90.9	51.1	0.4	66.4
2003	3.6	N/D	N/D	35.5	157.8	280.9	162.0	99.1	385.3	97.9	36.6	0.5	125.9
2004	3.9	0.0	29.7	33.1	177.5	159.4	685.0	89.6	279.5	156.7	6.9	N/D	147.4
2005	2.3	0.0	4.4	6.1	127.6	363.1	248.0	183.9	684.2	190.6	14.7	7.6	152.7
2006	4.8	N/D	N/D	0.0	131.0	438.7	234.5	148.5	231.8	221.9	13.7	9.0	143.4
2007	14.7	0.0	6.2	56.3	81.5	186.9	142.8	175.4	215.4	133.1	14.9	1.6	85.7
2008	0.0	0.0	0.0	12.4	56.0	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	13.7
2009	N	4.6	0.0	10.8	130.8	186.6	103.9	111.4	155.6	59.5	144.2	44.4	86.5
2010	2.4	1.3	1.4	54.8	507.1	315.6	284.9	377.3	284.1	46.4	26.0	2.6	158.7
2011	0.5	5.3	3.9	11.9	152.0	177.2	176.8	204.0	214.4	325.7	18.5	0.3	107.5
2012	3.3	2.4	5.2	96.1	210.7	74.2	91.2	177.9	107.8	246.8	7.8	1.0	85.4
2013	1.7	0.2	23.9	6.2	156.6	174.0	117.2	157.4	219.2	161.3	0.2	17.0	86.2
2014	0	0.3	15.8	4.3	120.7	360.9	25.2	106.1	230.1	219.1	43.3	0	93.8
2015	2.5	1.4	1.4	10.8	80.8	217.7	144.3	87.9	279	170	82.4	3.5	90.1
2016	1.1	0	21.7	57.7	45.6	173.3	133.9	83.2	152.9	30.1	6.3	5.5	59.3
2017	2.3	3	5	16.3	120.8	106.4	135.2	88.3	208.4	80.8	0	2.5	64.1
2018	1.7	3.7	2.3	29.2	149.1	197.1	26.9	94.1	164.2	114.6	1.6	0	65.4
2019	1.2	0.8	3.1	44.5									49.6
MENSUAL	3.8	1.8	7.4	26.5	151.7	217.6	182.2	141.1	245.5	137.5	26.7	7.9	

Continuación del anexo 1

TOTALES MENSUALES Y ANUALES DE DIAS DE LLUVIA													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	1	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	5	13	11	0	1	31.0
2001	0	3	0	2	18	10	20	13	18	11	4	1	100.0
2002	2	2	2	0	6	20	17	11	N/D	14	5	2	81.0
2003	2	N/D	N/D	1	17	23	13	13	25	7	19	1	121.0
2004	4	0	3	3	5	20	16	14	21	14	4	N/D	104.0
2005	3	0	2	2	13	22	N/D	18	13	12	4	1	90.0
2006	3	0	2	5	8	N/D	17	15	18	15	3	4	90.0
2007	1	N/D	N/D	0	6	19	15	16	24	16	5	2	104.0
2008	0	0	0	3	8	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	11.0
2009	N/D	1	0	3	16	20	13	15	17	9	10	4	108.0
2010	2	2	2	10	15	6	23	29	23	7	5	2	126.0
2011	2	2	4	4	15	20	20	16	19	18	6	3	129.0
2012	4	5	2	12	14	15	17	20	16	18	5	1	129.0
2013	4	2	4	4	17	20	16	18	26	26	1	6	144.0
2014	0	1	3	3	13	23	10	16	23	18	5	0	115.0
2015	5	1	1	3	8	15	12	10	21	11	17	3.1	107.0
2016	2	0	5	6	10	21	14	16	22	6	2	7	111.0
2017	1	3	3	2	16	18	18	15	19	15	0	3.1	113.0
2018	3	2	1	4	12	15	9	11	20	14	2	0	93.0
2019	1	1	11	4									17
MENSUAL	2.1053	1.4706	2.6471	3.7368	12.056	17.938	15.625	15.056	19.882	13.444	5.3889	2.4235	
PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE BRILLO SOLAR EN HORAS (HRS)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	233.1	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	233.1
2001	164.3	184	233.9	241.7	163.5	220.1	209.4	221	161.1	174	229.8	222.5	202.1
2002	251.7	225.7	286.8	N/D	187.3	175.3	226.9	219	N/D	N/D	214.4	N/D	223.4
2003	N/D	N/D	N/D	269.1	191.2	138.7	220.1	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	204.8
2004	N/D	227.4	223.5	269.8	151.7	174.2	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	209.3
2005	N/D	255.2	207.7	231	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	231.3
2006	223.1	238	210.8	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	224.0
2008	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	200.3	N/D	200.3
2009	123.1	231.5	193.6	221.4	156.1	157.2	204.7	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	183.9
2010	N/D	231.5	250.8	71	N/D	157.2	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	177.6
2011	N/D	214.2	251.7	70.9	13.7	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	214.8	206.3	161.9
2012	211.5	197.8	ND	ND	N/D	N/D	N/D	5.8	N/D	N/D	N/D	N/D	138.4
2013	N/D	235.2	245	235.6	187.5	-99.9	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	160.7
2014	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	ND
2015	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
2016	216.1	210.1	N/D	N/D	ND	ND	N/D	216.6	168.6	179.1	194.5	208.5	199.1
2017	270.2	219	221.7	169.9	178.2	106.4	6.6	213.5	107.9	111.9	213.1	183.1	166.8
2018	204.9	226.2	250.9	223.4	190.6	124	249	214.3	164.2	146.7	206.1	8.4	184.1
2019	234.4	244.2	275.1	260.1	166.9								236.14
MENSUAL	213.24	224.29	237.63	205.81	158.67	128.13	186.12	181.7	150.45	152.93	210.43	165.76	

Continuación del anexo 1

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE EVAPORACION DE PICHE EN MILIMETROS (mm)													
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1994	2.5	3.0	ND	3.0	2.0	0.0	2.7	2.4	2.4	2.1	2.3	2.5	2.4
1995	3.1	4.0	3.7	3.0	2.5	2.0	2.0	1.5	1.3	1.4	1.5	2.0	2.2
1996	2.6	3.5	4.4	2.8	2.0	1.5	1.6	2.1	2.1	1.7	2.0	2.3	2.4
1997	2.5	3.0	3.3	3.3	2.5	1.7	2.2	2.3	1.2	2.5	1.2	2.0	2.3
1998	2.4	3.2	3.1	3.0	3.0	1.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8
1999	1.8	2.2	2.6	2.8	2.2	1.7	1.8	1.9	1.7	ND	1.8	2.0	2.0
2000				NO PROMEDIO YA EVAPORACIÓN DE PICHE									
PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE HUMEDAD RELATIVA EN PORCENTAJE (%)													
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2003	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2005	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2006	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2008	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2009	80.0	76.0	70.0	75.0	82.0	83.0	81.0	81.0	79.0	81.0	82.0	82.0	79.3
2010	84.0	85.0	89.0	84.0	85.0	87.0	84.0	89.0	89.0	88.0	87.0	85.0	86.3
2011	83.0	82.0	79.0	78.0	82.0	86.0	88.0	87.0	88.0	90.0	86.0	77.0	83.8
2012	86.0	84.0	79.0	80.0	83.0	84.0	87.0	84.0	86.0	85.0	84.0	80.0	83.5
2013	81.0	79.0	78.0	79.0	83.0	85.0	87.0	83.0	86.0	84.0	84.0	84.0	82.8
2014	80.0	78.0	78.0	78.0	79.0	80.0	80.0	79.0	81.0	83.0	82.0	80.0	79.8
2015	80.0	80.0	77.0	77.0	76.0	81.0	80.0	78.0	80.0	81.0	81.0	80.0	79.3
2016	79.0	80.0	80.0	81.2	81.0	81.0	80.0	80.0	80.0	79.0	79.0	81.0	80.1
2017	79	81	79	81	80	80	81	81	78	82	81	81	80.3
2018	83	82	80	81	82	85	82	83	84	85	82	82	82.6
2019	81	81	81	83									81
MENSUAL	81.455	80.727	79.091	79.745	81.3	83.2	83	82.5	83.1	83.8	82.8	81.2	

Continuación del anexo 1

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE HUMEDAD MAXIMA EN PORCENTAJE (%)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2016											97.0	95.0	96.0
2017	92.0	95.0	94.0	94.0	95.0	96.0	95.0	95.0	95.0	96.0	95.0	95.0	94.8
2018	95.0	95.7	96.0	94.6	98.0	98.0	98.0	96.0	96.0	96.0	98.0	96.0	96.4
2019	98.0	96.0	96.0	96.0									98.0
MENSUAL	95.0	95.6	95.3	94.9	96.5	97.0	96.5	95.5	95.5	96.0	96.7	95.3	
PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE HUMEDAD MINIMA EN PORCENTAJE (%)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2016											54.0	55.0	54.5
2017	54.0	57.0	5.0	59.0	56.0	54.0	56.0	57.0	55.0	57.0	59.0	58.0	52.3
2018	62.0	58.0	50.0	59.0	51.0	61.0	55.0	51.0	50.0	56.0	41.0	44.0	53.2
2019	40.0	39.0	40.0	55.0									40.0
MENSUAL	52.0	51.3	31.7	57.7	53.5	57.5	55.5	54.0	52.5	56.5	51.3	52.3	

Fuente: INSIVUMEH.