



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN
JOSÉ XEPATÁN, PATZÚN, CHIMALTENAGO**

Quevin Alexander Pichiyá Solis
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, abril de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN
JOSÉ XEPATÁN, PATZÚN, CHIMALTENAGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

QUEVIN ALEXANDER PICHYÁ SOLIS
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Córdova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Amando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Daniel Alfredo Cruz Pineda
EXAMINADOR	Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila
EXAMINADOR	Ing. Rafael Morales Ochoa
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN
JOSÉ XEPATÁN, PATZÚN, CHIMALTENAGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 9 de agosto de 2017.

Quevin Alexander Pichiyá Solis



Guatemala, 15 de enero de 2020
REF.EPS.DOC.09.01.2020

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
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 **Quevin Alexander Pichiyá Solis, Registro Académico 201213085 y CUI 2048 97041 0409** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSÉ XEPATÁN, PATZÚN, 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. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

Ing. Juan Merck Cos
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



Guatemala,
21 de enero de 2020

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 LA ALDEA SAN JOSÉ XEPATÁN, PATZÚN, CHIMALTENANGO** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Quevin Alexander Pichiyá Solís con CUI 2048970410409 Registro Académico No. 201213085, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.





Guatemala, 22 de enero de 2020

REF.EPS.D.22.01.2020

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSÉ XEPATÁN, PATZÚN, CHIMALTENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Quevin Alexander Pichiyá Solis, CUI 2048 97041 0409 y Registro Académico 201213085**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Aguilar Hernández
Director Unidad de EPS



OAH/ra



ESCUELA DE
INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Quevin Alexander Pichiyá Solis titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSÉ XEPATÁN, PATZÚN, CHIMALTENAGO** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Armando Fuentes Roca

Director Escuela Ingeniería Civil



Guatemala, abril 2021

/mrrm.



DTG. 151.2021.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSÉ XEPATÁN, PATZÚN, CHIMALTENAGO**, presentado por el estudiante universitario: **Quevin Alexander Pichiyá Solis**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, abril de 2021.

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser mi creador, por darme sabiduría, por llenar mi vida de bendiciones y amor cada día que pasa.
Mis padres	Marcelino Pichiyá y Adalberto Solis, por su apoyo y amor incondicional que son mi inspiración y un ejemplo por seguir.
Mi esposa	Nohely Barrios, por su amor, por ser una importante influencia en mi vida y en mi carrera y por el apoyo en todo momento.
Mi hija	Alessandra Pichiyá Barrios, por ser mi ángel y llenar mi vida de felicidad con su sonrisa.
Mis hermanas	Lilian y Alma Pichiyá Solis, por ser una importante influencia en mi carrera, por su amor, apoyo y ánimo en todo momento.
Mis sobrinas	Yasmin y Janeth Canux Pichiyá, Alma y Adriana Raxá Pichiyá, por darme su cariño y compartir la felicidad.
Mis cuñados	Luis Canux y Fredy Raxá, por su apoyo, consejos y ánimos en todo momento.

Mis cuñadas

Por su apoyo, consejos y ánimos.

Mi abuelo

Benjamín Pichiyá, por su amor, cariño y apoyo.

Mis tías

Por su amor, apoyo, consejos y ánimos durante toda mi vida.

Mis tíos y primos

Por su amor, apoyo, consejos y ánimos durante toda mi vida.

Mis amigas y amigos

Yessica Barrios, Angélica Villatoro, Herbert Ramos, Carlos Serrano, Gustavo Alvarado, por su cariño, aprecio, apoyo, consejos y ánimos.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la sabiduría de cumplir mi sueño.
Mis padres	Marcelino Pichiyá y Adalberto Solis, por el amor, la paciencia, el apoyo y los ánimos que me han dado para concluir esta meta.
MI familia	Por el apoyo y los ánimos que me dan para seguir adelante y concluir mi carrera profesional.
Mis amigas y amigos	Por ser una importante influencia en mi carrera, por su amistad, aprecio, cariño, consejos y el apoyo que me brindaron durante la carrera.
Mi asesor	Ing. Juan Merck Cos, por su asesoría, apoyo y disposición para la realización del presente trabajo.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme las puertas al conocimiento y bríndame lo necesario para concluir mi carrera profesional.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme estudiar la profesión que soñé un día con mucho anhelo y que hoy lo estoy cumpliendo.

Municipalidad de Patzún

Por permitirme realizar el EPS y brindarme su apoyo durante el tiempo estipulado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de la aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltenango	1
1.1.1. Generalidades	1
1.1.1.1. Ubicación geográfica	2
1.1.1.2. Extensión territorial	3
1.1.1.3. Clima	3
1.1.2. Aspectos socioeconómicos.....	4
1.1.2.1. Actividad económica	4
1.1.2.2. Educación y salud.....	5
1.1.2.3. Tipos de vivienda.....	5
1.1.3. Infraestructura y servicios	5
1.1.3.1. Vías de acceso	5
1.1.3.2. Agua potable.....	6
1.1.3.3. Energía eléctrica.....	6
1.1.4. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea San José Xepatán	6

1.1.4.1.	Descripción de las necesidades	6
1.1.4.2.	Evaluación y priorización de las necesidades	7
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltengo	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
2.1.3.	Diseño hidráulico del sistema.....	11
2.1.3.1.	Dotación	11
2.1.3.2.	Periodo de diseño	11
2.1.3.3.	Cálculo de población futura	12
2.1.3.4.	Cálculo de caudal sanitario	13
2.1.3.4.1.	Factor de rector.....	13
2.1.3.4.2.	Caudal domiciliar.....	14
2.1.3.4.3.	Caudal comercial	15
2.1.3.4.4.	Caudal industrial	15
2.1.3.4.5.	Caudal de conexiones ilícita	15
2.1.3.4.6.	Caudal de infiltración.....	16
2.1.3.5.	Factor de caudal medio	17
2.1.3.6.	Factor de Harmond	18
2.1.3.7.	Caudal de diseño	19
2.1.3.8.	Relaciones hidráulicas	19
2.1.3.9.	Diámetro de colector	23
2.1.3.10.	Tirante de flujo.....	23

2.1.5.11. Evaluación de impacto ambiental	
inicial	83

CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFÍA.....	89
APÉNDICES.....	91
ANEXO.....	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización de la aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltenango....	2
2.	Pozo de visita.....	26
3.	Planta de fosa séptica.....	46
4.	Losa continua por un solo lado	49
5.	Diagrama de momentos	51
6.	Viga intermedia	56
7.	Área tributaria sobre viga y muro.	57
8.	Perfil del muro de la fosa séptica	63

TABLAS

I.	Aspectos climáticos de la estación Santa Cruz Balanyá	3
II.	Relaciones hidráulicas	20
III.	Datos sobre el diseño del muro.....	62
IV.	Dimensiones de la fosa séptica.....	65
V.	Resumen de presupuesto sector 1	71
VI.	Resumen de presupuesto sector 2.....	72
VII.	Resumen de presupuesto sector 3.....	73
VIII.	Resumen de presupuesto sector 4.....	74
IX.	Cronograma físico-financiero del sector 1	75
X.	Cronograma físico-financiero del sector 2.....	76
XI.	Cronograma físico-financiero del sector 3.....	77
XII.	Cronograma físico-financiero del sector 4.....	78

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Acum.	Acumulado
H	Altura útil
<i>hf</i>	Altura efectiva
H prom.	Altura promedio de pozo de visita
A	Ancho de fosa séptica
As_{max}	Área de acero máximo
As_{min}	Área de acero mínimo
CM	Carga muerta
CV	Carga viva
CU	Carga última
CM_u	Carga muerta mayorada
CV_u	Carga viva mayorada
W_{viga}	Carga uniformemente distribuida en viga
w_u	Carga uniformemente distribuida sobre viga
WLC	Carga distribuida en los lados
Q	Caudal
Q_{com.}	Caudal comercial
Q_{dom.}	Caudal domiciliar
Q_{c.i.}	Caudal de conexiones ilícitas
Q_{inf.}	Caudal de infiltración
Q_{ind.}	Caudal industrial
Q_s	Caudal sanitario
Q_{dis}	Caudal de diseño

n	Coeficiente de rugosidad
C.I.E.	Cota invert de entrada
C.I.S.	Cota invert de salida
C.T.	Cota de terreno
ρ_{min}	Cuantía de acero mínima
\emptyset_{var}	Diámetro de varilla
\emptyset	Diámetro de la tubería
\emptyset_i	Diámetro interno de la tubería
Dot.	Dotación
Dh	Distancia horizontal
$f'y$	Esfuerzo de fluencia del acero
$f'c$	Esfuerzo máximo del concreto
$S_{máx}$	Espaciamiento máximo
t	Espesor de losa
e	Excentricidad
FR	Factor de retorno
FH	Factor de flujo instantáneo de Harmond
Fqm	Factor de caudal medio
Fd	Factor contra deslizamiento
Fv	Factor de seguridad de volteo
Hab.	Habitantes
lts/hab/día	Litros por habitante por día
lts/s	Litros por segundo
m	Metro
M^2	Metro cuadrado
M^3	Metro cúbico
m/s	Metro por segundo
ml	Metro lineal
M_{res}	Momento que resiste

Ey	Módulo de elasticidad del acero
No. com.	Número de comercios
No. hab.	Número de habitantes
No. ind.	Número de industrias
pág.	Página
S	Pendiente del terreno
S_{tub}	Pendiente de la tubería
γ_{agua}	Peso específico del agua
Wp	Peso de losa
P_p	Peso propio de la viga
d	Peralte
T	Período de retención
P_o	Población inicial
P_f	Población futura
PV	Pozo de visita
P_a	Presión activa
q_{max}	Presiones máximas
q_{min}	Presiones mínimas
q/Q	Relación de caudales
v/V	Relaciones de velocidad
@	Separación entre varillas
Sc	Sobrecarga
r	Tasa de crecimiento poblacional
V	Volumen
$V_{liquido}$	Volumen en líquido
V_{lodos}	Volumen de lodos
V_T	Volumen total
V_{Fosa}	Volumen de fosa

GLOSARIO

ACI	<i>American Concrete Institute, Instituto Americano de Concreto.</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials, Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.</i>
Alcantarillado	Sistema de tuberías subterráneas destinadas a evacuar las aguas residuales domésticas u otro tipo de aguas.
Aguas residuales	Son las aguas usadas derivadas de residuos domésticos y comerciales, o procesos industriales.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas provenientes del interior de la vivienda.
Caudal	Es el volumen de agua que pasa por unida de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado.
Colector	Conjunto de tuberías, pozos de visita y accesorios de obras que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o pluviales.

Conexión domiciliar	Es la estructura que conecta la vivienda con el colector principal para la descarga de sus aguas residuales.
Descarga	Lugar donde se descargan las aguas servidas.
Desfogue	Salida del agua de desecho en un punto determinado.
Dotación	Es la cantidad de agua necesario para consumo de una persona por día.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro y para iniciar un tramo de tubería.
PVC	Tubería de cloruro de polivinilo rígido.
Tirante	Altura de las aguas residuales dentro de una tubería o un canal abierto.
Tramo	Es comprendido entre los centros de dos pozos de visita consecutivos.

RESUMEN

La aldea San José Xepatán se encuentra ubicada en el municipio de Patzún, actualmente no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, la cual es perjudicial para la salud de los habitantes de la aldea. En el diagnóstico realizado se prioriza la necesidad de la construcción de un sistema que resuelva esta problemática.

En este trabajo de graduación se presenta la propuesta del diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea, el cual viene a satisfacer las necesidades de los habitantes y mejorar el nivel de vida. El trabajo se encuentra dividido en dos capítulos.

El capítulo 1 contiene la fase de investigación que consiste en las características monográficas de la aldea San José Xepatán, generalidades, aspectos socio-económicos, infraestructura y servicios, así como el diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea. En el capítulo 2 se encuentra la fase de servicio técnico profesional, que describe los estudios topográficos, el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario, presupuesto, cronograma y los planos correspondientes.

El sistema de alcantarillado sanitario cuenta con cuatro redes diferentes y cuatro desfogues, por la topografía del lugar. Todos los colectores serán de tubería PVC, el desfogue de la red 1 y la red 2 será hacia una planta de tratamiento existente, las redes 3 y 4 tendrán su punto de desfogue hacia una fosa séptica propuesta en este trabajo.

OBJETIVOS

General

Realizar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltenango.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y un diagnóstico de las necesidades de servicios básicos y de infraestructura de la aldea San José Xepatán.
2. Realizar el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario y la propuesta de tratamiento.
3. Elaborar los planos del sistema de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

Los servicios básicos y de saneamiento, están determinados de acuerdo con su crecimiento y desarrollo, tanto para áreas urbanas como rural. La aldea San José Xepatán, carece de un sistema de recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales, lo que ha estado causando enfermedades de carácter hídrico a la población. Para satisfacer esta necesidad básica de los habitantes, se propone la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario. Por ello la municipalidad priorizó su diseño mediante el apoyo técnico proporcionado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

El sistema de alcantarillado sanitario recolecta y conduce las aguas residuales hacia un área de desfogue, previamente será tratada y se depurará para luego verterla hacia un cuerpo receptor. Con esto se evitará la contaminación ambiental, visual y la propagación de malos olores y enfermedades.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltenango

A continuación, se describirán generalidades.

1.1.1. Generalidades

El municipio de Patzún fue fundado mucho antes de la conquista, en el siglo XII. Formaba parte del territorio Kakchiquel y se sabe con certeza que pertenecía al reino de Iximché. Los sacerdotes franciscanos fueron los primeros en llegar a dicho municipio como misioneros en 1540. A ellos se debe la construcción de la iglesia parroquial, que se ubica a un costado del parque, y fueron ellos los que trajeron la imagen del patrono San Bernardino, que es el “patrón del pueblo”.

Debido a que era habitado por hablantes kaqchikeles, el nombre original del municipio se deriva de las voces "Pa Su'm", Pa = prefijo de lugar, Su'm = Girasol, es decir “lugar de girasoles”, debido a que los girasoles florecen en verano en todo el municipio. El nombre del municipio en mención se utiliza entre hablantes kaqchikeles de otros municipios en todos los contextos.

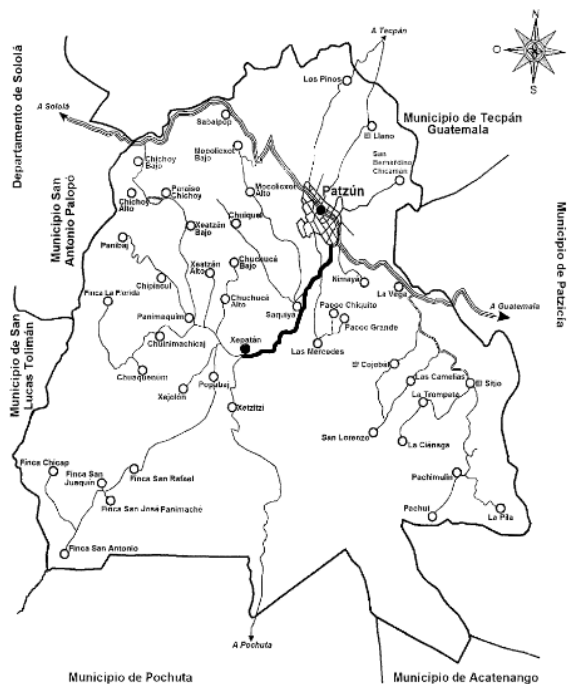
Se encuentra a 84 kilómetros de la capital de Guatemala, pertenece al departamento de Chimaltenango y tiene más de 56 000 habitantes. La población maya de etnia kaqchikel ocupa el 94,8 % y el 5,2 % es de población ladino-mestizo, tiene una extensión territorial de 124 km².

El municipio de Patzún colinda al norte con Tecpán Guatemala; al sur, con los municipios de Pochuta y Acatenango; al este, con Santa Cruz Balanyá y Patzún; al oeste, con San Lucas Tolimán y San Antonio Palopó, municipios del departamento de Sololá.

1.1.1.1. Ubicación geográfica

La aldea San José Xepatán se encuentra localizada al sureste del casco urbano del municipio de Patzún a una distancia de 6 kilómetros, está a 90 kilómetros de la ciudad capital, a 30 kilómetros de la cabecera departamental. Con coordenadas latitud $14^{\circ}38'46,83''$ norte y longitud $91^{\circ}2'9.08''$ oeste.

Figura 1. **Localización de la aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltenango**



Fuente: municipalidad de Patzún, Chimaltenango.

Colindancias

San José Xepatán limita al norte con la aldea Chuchucá Alto; al sur, con el caserío Xetzitzi; al este, con el caserío Popabaj; al oeste, con la aldea Las Mercedes, todos pertenecientes al municipio de Patzún.

1.1.1.2. Extensión territorial

San José Xepatán cuenta con una extensión territorial de 3,50 km², siendo una de 16 aldeas que conforman al municipio de Patzún.

Topografía

La topografía del territorio es variada, una mínima parte es plana, la mayor parte del terreno presenta una pendiente del 10 al 45 %, debido a que tiene muchos accidentes geográficos.

1.1.1.3. Clima

La altura genera un clima predominante frío y moderado, la temperatura en la aldea oscila entre 15,5 °C a 25 °C. La aldea se encuentra a 2 220 msnm. La mayor parte del territorio es húmedo y templado boscoso.

Tabla I. Aspectos climáticos de la estación Santa Cruz Balanyá

Año	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)	Precipitación media (mm)	Velocidad de viento (km/h)	Humedad relativa media (%)
2000	21,64	9,00	15,99	940,60	12,88	80,56
2001	22,06	7,89	16,17	1034,70	14,93	81,71
2002	22,43	6,27	16,93	900,40	16,05	79,84
2003	22,74	5,40	16,96	988,00	14,16	81,25

Continuación de la tabla I.

2004	22,82	8,11	16,23	405,80	15,44	77,76
2005	23,10	10,26	17,19	1315,10	16,41	75,81
2006	22,41	10,47	17,02	1275,10	15,36	77,49
2007	22,13	10,59	16,60	860,60	4,34	76,25
2008	21,80	10,34	16,10	1119,20	1,10	77,72
2009	22,23	9,93	16,51	975,70	1,52	77,78
2010	22,52	10,54	16,65	1472,60	1,64	83,17
2011	22,56	10,39	16,29	1037,60	2,02	80,42
2012	22,43	9,91	16,15	787,30	1,91	78,69
2013	23,15	10,70	16,40	1131,60	2,12	81,33
2014	23,44	5,76	16,34	1038,50	2,39	80,01
2015	23,12	7,46	16,81	1128,60	2,30	82,31
2016	22,69	9,78	16,68	839,10	2,36	82,47
2017	22,63	10,47	16,66	850,30	1,74	80,96
2018	22,51	8,24	16,38	810,20	2,04	88,78
Total	22,55	9,03	16,53	995,32	6,88	80,23

Fuente: INSIVUMEH.

1.1.2. Aspectos socioeconómicos

A continuación se describen los diferentes aspectos socioeconómicos.

1.1.2.1. Actividad económica

En la aldea cuentan con una población de 2 224 habitantes teniendo como fuente principal la agricultura y se dedican a la siembra de legumbres, brócoli, maíz, frijol, zanahoria, repollo, lechuga, ejote, arveja china, arveja criolla, haba y otros.

Existen personas que tienen negocios propios como tiendas, talleres de mecánica, ferreterías, entre otras. Otra fuente económica es la prestación de servicios, tanto en la cabecera municipal como departamental y en la capital, también las remesas de las personas que emigran al extranjero.

1.1.2.2. Educación y salud

La comunidad cuenta con la Escuela Oficial Rural Mixta, en la que se imparte la educación primaria, respecto de la educación básica no se tiene un establecimiento para que sea impartida, por lo cual los jóvenes que siguen con su educación, tienen que viajar a la cabecera municipal y otros a la departamental.

La comunidad cuenta con un puesto de salud, en la que se brinda la atención primaria o no se investiga.

1.1.2.3. Tipos de vivienda

Las viviendas están construidas en su mayoría con paredes de adobe, así también con mampostería (block) y techo de lámina, muy pocas viviendas de mampostería reforzada (block y columnas de concreto) y techo de losa de concreto reforzado.

1.1.3. Infraestructura y servicios

A continuación se describe la infraestructura y los servicios de la aldea.

1.1.3.1. Vías de acceso

La vía de acceso a la aldea es la RN-01-A la carretera de pavimento asfáltico; en cuanto a transporte, funcionan líneas de microbuses extraurbanos todos los días.

1.1.3.2. Agua potable

La aldea San José Xepatán tiene un sistema de agua potable por gravedad con varios años de funcionamiento, el cual ya no es suficiente para cubrir a toda la población.

1.1.3.3. Energía eléctrica

Cubre el 98 % de la población.

Turismo

En cuanto a turismo, se puede decir que es la actividad con menos importancia, ya que en el territorio no se encuentran lugares representativos para el desarrollo turístico.

1.1.4. Diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea San José Xepatán

A continuación, se describe el diagnóstico de la aldea.

1.1.4.1. Descripción de las necesidades

En la aldea San José Xepatán existen diferentes tipos de necesidades tales como:

- Sistema de alcantarillado sanitario: las aguas negras corren a flor de tierra por lo que hay generación de malos olores, contaminación del medio y propagación de insectos y, en general, un mal ornato.

- Sistema de alcantarillado pluvial: en tiempos de invierno las calles se inundan y afectan los caminos por la erosión en el suelo, teniendo dificultad para ingresar a sus viviendas o lugares de trabajo.
- Pavimentación de calles: en época de invierno las calles se vuelven intransitables, en época de verano hay generación de polvo.

1.1.4.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Como priorización de las necesidades de la aldea se tiene:

- Diseño del sistema de alcantarillado sanitario
- Alcantarillado pluvial
- Pavimentación

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltengo

El saneamiento ha sido prioridad para la municipalidad, este proyecto será de un gran beneficio para la aldea ya que se mejorará la calidad de vida, teniendo en cuenta que se diseñará todo el sistema de alcantarillado sanitario en la aldea.

2.1.1. Descripción del proyecto

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario se realizará en la aldea San José Xepatán.

Se aplicarán las especificaciones del INFOM (Instituto de Fomento Municipal), para el diseño y construcción del sistema de alcantarillado sanitario. La tubería por utilizar en el proyecto será de PVC, siguiendo las especificaciones de instalación y diseño hidráulico. El proyecto consiste en el diseño de la red principal, pozos de visita, conexiones domiciliarias y fosa séptica. Se diseña para recolectar únicamente las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, la población por beneficiar es de 2 224 habitantes.

2.1.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es la primera fase del estudio técnico y descriptivo de un terreno. Se trata de examinar la superficie cuidadosamente

teniendo en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, pero también las alteraciones existentes en el terreno y que se deban a la intervención del hombre (construcción de taludes, excavaciones).

Un levantamiento topográfico consiste en un acopio de datos para realizar, con posterioridad, un plano que refleje el mayor detalle y exactitud posible del terreno en cuestión. Además de ser vital para la elaboración del plano del terreno, el levantamiento topográfico es una herramienta muy importante durante los trabajos, porque con ellos se van colocando las marcas en el terreno que sirven como guía en la construcción.

2.1.2.1. Altimetría

La altimetría es el levantamiento topográfico del perfil del terreno, para determinar las diferentes elevaciones y pendientes del mismo. El levantamiento que se realizó es de primer orden debido a que se trata de un alcantarillado sanitario y es de suma importancia la precisión de los datos.

El método de nivelación trigonométrica es funcional para distancias menores a 300 metros, el equipo que se utiliza es un teodolito, estadal, cinta métrica y estacas, ver planta general.

2.1.2.2. Planimetría

Está definida como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su orientación. El levantamiento planimétrico sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia, se utiliza el mismo equipo que en altimetría.

2.1.3. Diseño hidráulico del sistema

En el siguiente párrafo se describe el diseño hidráulico.

2.1.3.1. Dotación

Las evaluaciones de los flujos de aguas residuales provenientes de las viviendas se basan en el consumo de agua de la familia, para diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, habrá que definir la dotación de agua potable por habitante.

La cantidad de agua asignada en un día a cada usuario se expresa en litros/habitante/día. La dotación asignada para la población analizar es de 100lt/hab/día. Se tomó esa referencia por la forma de vida de la comunidad.

2.1.3.2. Periodo de diseño

Es el periodo de funcionamiento eficiente del sistema diseñado. El periodo de diseño depende de la población, de los costos y el presupuesto que se tenga asignado para la construcción.

Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante un período de 20 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño.

El periodo de diseño será de 30 años, se optó por este tomando en cuenta los recursos, la vida útil de los materiales y las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

2.1.3.3. Cálculo de población futura

Para el sistema de alcantarillado sanitario se debe adecuar, a un funcionamiento eficiente para un período de diseño determinado, realizando una proyección de la población futura y así determinar el aporte de caudales al sistema al final del período de diseño.

Existen datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) de la aldea, del 2015, actualmente existen 2 224 habitantes, con una densidad poblacional de 7 habitantes por vivienda.

Para la tasa de crecimiento poblacional se aplicó el método geométrico de la siguiente manera:

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

Donde:

P_o = población inicial

P_f = población futura

r = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño

Se tiene una tasa de crecimiento poblacional “ r ” de 3,4 % datos proporcionados por la municipalidad de Patzún.

$$P_f = 2\,224 * (1 + 0,034)^{30}$$

$$P_f = 6\,064 \text{ hab.}$$

La población futura será de 6 064 habitantes.

2.1.3.4. Cálculo de caudal sanitario

El caudal sanitario indica la cantidad de flujo que circulará por la tubería del sistema de alcantarillado la cual se calcula de la siguiente manera:

$$Q_S = Q_{\text{dom.}} + Q_{\text{com.}} + Q_{\text{ind.}} + Q_{\text{c.i}} + Q_{\text{inf.}}$$

Donde:

Q_S = caudal sanitario

$Q_{\text{dom.}}$ = caudal domiciliar

$Q_{\text{com.}}$ = caudal comercial

$Q_{\text{ind.}}$ = caudal industrial

$Q_{\text{c.i.}}$ = caudal de conexiones ilícitas

$Q_{\text{inf.}}$ = caudal de infiltración

2.1.3.4.1. Factor de rector

Este facto se ha analizado y determinado por diferentes instituciones, como la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Sanitarios y Ambientales, la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, las que han establecido datos en lo referente a factores de consumo de agua como: lavado de utensilios, baños, preparación de alimentos, lavado de ropa y bebidas, que se dirige directamente al sistema de alcantarillado.

Gracias a esto, se ha podido estimar que, del total de agua que se consume dentro de las viviendas, aproximadamente de un setenta a un noventa

por ciento se descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar. En este proyecto se utilizará un valor de 0,85.

2.1.3.4.2. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que una vez ha sido usada en las viviendas, es desechada y conducida hacia el sistema de alcantarillado sanitario, es decir que el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación del suministro del agua potable en el hogar.

El agua que se utiliza en jardines, lavado de vehículos o lavado de banqueta, no es introducida al sistema de alcantarillado sanitario. Por lo tanto, existe un valor de caudal domiciliar que está relacionado directamente por un factor de retorno que se será de 0,85.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{No. hab.} * \text{Dot.} * \text{FR.}}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{\text{dom.}}$ = caudal domiciliar (lts. /s)

No. hab. = número de habitantes

Dot. = dotación (lts./hab./día)

FR. = factor de retorno

Calculando

Futuro

$$Q_{\text{dom}} = \frac{6\,064 * 100 * 0,85}{86\,400}$$

$$Q_{\text{dom}} = 5,97 \text{ lts/s}$$

2.1.3.4.3. Caudal comercial

Es la cantidad de agua residual de los diferentes tipos de comercios, siendo estos comedores, restaurantes y hoteles. En el área no cuentan con comercios por lo que no se toma en cuenta este caudal.

2.1.3.4.4. Caudal industrial

Es el agua residual proveniente del interior de todas las industrias existentes en el lugar, como procesadores de alimentos, fábrica de textiles, licoreras y otros. En el área carece de ellos, por lo que no se contempla caudal industrial alguno.

2.1.3.4.5. Caudal de conexiones ilícitas

Es el agua de lluvia que puede entrar al sistema, cuando los usuarios conectan tuberías que llevan aguas pluviales. Como también las aguas procedentes de las malas conexiones. El caudal de conexiones ilícitas se calcula a través del método del INFOM.

Instituto de Fomento Municipal

En este caso se tomó como base el método dado por el INFOM, el cual especifica que se tomará como mínimo el 10 % del caudal domiciliar, sin

embargo, en el área donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto. El valor utilizado para el diseño fue de 40 %.

$$Q_{ci} = 40 \% * Q_{dom}$$

Donde:

Q_{ci} = caudal de conexiones ilícitas (lts/s).

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

Calculando

Presente

$$Q_{ci} = 40 \% * 5,97$$

$$Q_{ci} = 2,39 \text{ lts/s}$$

2.1.3.4.6. Caudal de infiltración

El INFOM recomienda que se calcule con base a la localización de la tubería con respecto al nivel freático y el diámetro de la tubería, para tuberías PVC se tiene los siguientes parámetros:

Para tuberías que están sobre el nivel freático:

$$Q_{inf} = 0,01 * \emptyset$$

Donde:

Q_{inf} = caudal de infiltración

\emptyset = diámetro de la tubería (en pulgadas)

Para tuberías que están bajo el nivel freático:

$$Q_{inf} = 0,02 * \emptyset$$

Calculando

La tubería esta sobre el nivel freático y será de diámetro de 6".

$$Q_{inf} = 0,01 * 6"$$

$$Q_{inf} = 0,06 \text{ lts/s}$$

2.1.3.5. Factor de caudal medio

Este factor se determina por medio de la suma de los caudales que contribuyen al sistema, dividida entre el tiempo total en un día y se expresa en litros/habitante/segundo.

Este factor debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005, según INFOM, si da un valor menor se tomará 0,002 y si fuera mayor se tomará 0,005 considerando siempre que este factor no esté demasiado distante de los rangos máximo y mínimo establecidos, ya que podría quedar subdiseñado o sobre diseñado el sistema, según sea el caso.

$$F_{qm} = \frac{Q_s}{\text{No. hab. fut.}}$$

Donde

F_{qm} = factor de caudal medio

Q_s = caudal medio o caudal sanitario (lts/s)

No. hab. fut. = número de habitantes futuro

Calculando

$$F_{qm} = \frac{8,412}{6\,064} = 0,001387$$

El factor de caudal medio es menor al rango establecido, por lo que se opta por usar el valor menor siendo el 0,002.

2.1.3.6. Factor de Harmond

Este factor es el valor estadístico, que suele variar entre 1,5 a 4,5 y determina la probabilidad del número de usuarios máximos, que estén haciendo uso del servicio al mismo tiempo.

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

Donde

FH = factor de Harmond

P = población en miles

Calculando

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{6\,064}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{6\,064}{1\,000}}}$$

$$FH = 3,17$$

2.1.3.7. Caudal de diseño

El caudal de diseño se establece para realizar la estimación de la cantidad de caudal que transportará el alcantarillado sanitario en cualquier punto del sistema.

$$Q_{dis} = \text{No. hab.} * F_{qm} * FH$$

Donde

Q_{dis} = caudal de diseño (lts/s)

F_{qm} = factor de caudal medio

FH = factor de Harmond

Calculando

$$Q_{dis} = 6\,064 * 0,002 * 3,17$$

$$Q_{dis} = 38,45 \text{ lts/s}$$

- Los resultados del cálculo realizado para el caudal de diseño de cada sector se muestran en el apéndice 1.

2.1.3.8. Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área y caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena, con los de la sección parcial. De los resultados obtenidos, se construyó el gráfico y tablas, con la aplicación de la ecuación de Manning.

Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena, por medio de las ecuaciones ya establecidas. Se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q), caudal de diseño entre caudal de sección llena, para el valor de la relación (v/V), velocidad parcial entre velocidad a sección llena y el valor de la relación (d/D). Estas relaciones se obtienen de las tablas de relaciones hidráulicas que se muestran en la tabla V, la profundidad del flujo (tirante) se obtiene multiplicando el valor por el diámetro de la tubería.

Para uso de las tablas determina primero la relación (q/Q); luego se busca el valor; si no está el valor exacto, se busca uno que sea aproximado; en la columna de la derecha se ubica la relación (v/V) y de la misma forma, se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad a sección llena, y así se obtiene la velocidad de la sección parcial.

Tabla II. **Relaciones hidráulicas**

q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0,000001	0,019224	0,001	0,042771	0,497452	0,141	0,172428	0,748542	0,281
0,000005	0,030507	0,002	0,043401	0,499629	0,142	0,173629	0,750026	0,282
0,000011	0,039963	0,003	0,044036	0,501799	0,143	0,174833	0,751507	0,283
0,000021	0,048396	0,004	0,044676	0,503961	0,144	0,176041	0,752984	0,284
0,000034	0,056141	0,005	0,045320	0,506117	0,145	0,177253	0,754458	0,285
0,000050	0,063377	0,006	0,045969	0,508265	0,146	0,178467	0,755927	0,286
0,000070	0,070215	0,007	0,046622	0,510407	0,147	0,179686	0,757394	0,287
0,000093	0,076728	0,008	0,047280	0,512541	0,148	0,180907	0,758856	0,288
0,000120	0,082970	0,009	0,047943	0,514669	0,149	0,182132	0,760316	0,289
0,000151	0,088980	0,010	0,048609	0,516790	0,150	0,183361	0,761771	0,290
0,000185	0,094787	0,011	0,049281	0,518904	0,151	0,184593	0,763223	0,291
0,000223	0,100417	0,012	0,049956	0,521011	0,152	0,185828	0,764672	0,292
0,000265	0,105887	0,013	0,050637	0,523112	0,153	0,187066	0,766117	0,293
0,000311	0,111215	0,014	0,051322	0,525206	0,154	0,188309	0,767559	0,294

Continuación de la tabla II

q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0,000361	0,116413	0,015	0,052011	0,527293	0,155	0,189554	0,768997	0,295
0,000415	0,121493	0,016	0,052705	0,529374	0,156	0,190803	0,770431	0,296
0,000473	0,126464	0,017	0,053403	0,531449	0,157	0,192055	0,771863	0,297
0,000536	0,131335	0,018	0,054106	0,533517	0,158	0,193310	0,773290	0,298
0,000602	0,136112	0,019	0,054813	0,535578	0,159	0,194569	0,774715	0,299
0,000672	0,140803	0,020	0,055524	0,537633	0,160	0,195831	0,776135	0,300
0,000746	0,145412	0,021	0,056240	0,539682	0,161	0,197097	0,777553	0,301
0,000825	0,149945	0,022	0,056961	0,541725	0,162	0,198365	0,778967	0,302
0,000908	0,154406	0,023	0,057686	0,543761	0,163	0,199637	0,780377	0,303
0,000995	0,158800	0,024	0,058415	0,545792	0,164	0,200913	0,781784	0,304
0,001086	0,163129	0,025	0,059149	0,547816	0,165	0,202191	0,783188	0,305
0,001182	0,167398	0,026	0,059887	0,549834	0,166	0,203473	0,784588	0,306
0,001282	0,171609	0,027	0,060630	0,551845	0,167	0,204758	0,785985	0,307
0,001386	0,175765	0,028	0,061377	0,553851	0,168	0,206046	0,787379	0,308
0,001495	0,179868	0,029	0,062128	0,555851	0,169	0,207338	0,788769	0,309
0,001608	0,183921	0,030	0,062884	0,557845	0,170	0,208633	0,790156	0,310
0,001725	0,187926	0,031	0,063644	0,559833	0,171	0,209930	0,791539	0,311
0,001847	0,191885	0,032	0,064409	0,561815	0,172	0,211232	0,792920	0,312
0,001973	0,195800	0,033	0,065178	0,563791	0,173	0,212536	0,794297	0,313
0,002103	0,199672	0,034	0,065951	0,565762	0,174	0,213843	0,795670	0,314
0,002238	0,203503	0,035	0,066729	0,567726	0,175	0,215154	0,797040	0,315
0,002378	0,207295	0,036	0,067511	0,569685	0,176	0,216468	0,798407	0,316
0,002521	0,211049	0,037	0,068298	0,571638	0,177	0,217785	0,799771	0,317
0,002670	0,214766	0,038	0,069088	0,573586	0,178	0,219105	0,801131	0,318
0,002823	0,218448	0,039	0,069883	0,575528	0,179	0,220428	0,802488	0,319
0,002980	0,222095	0,040	0,070683	0,577464	0,180	0,221755	0,803842	0,320
0,003142	0,225709	0,041	0,071487	0,579395	0,181	0,223084	0,805193	0,321
0,003308	0,229291	0,042	0,072295	0,581320	0,182	0,224416	0,806540	0,322
0,003479	0,232842	0,043	0,073107	0,583240	0,183	0,225752	0,807884	0,323
0,003654	0,236362	0,044	0,073924	0,585154	0,184	0,227091	0,809225	0,324
0,003834	0,239853	0,045	0,074745	0,587063	0,185	0,228433	0,810563	0,325
0,004019	0,243315	0,046	0,075570	0,588966	0,186	0,229777	0,811897	0,326
0,004208	0,246749	0,047	0,075400	0,590864	0,187	0,231125	0,813228	0,327
0,004401	0,250157	0,048	0,077234	0,592756	0,188	0,232476	0,814556	0,328
0,004699	0,253537	0,049	0,078072	0,594644	0,189	0,233830	0,815881	0,329
0,004802	0,256893	0,050	0,078914	0,596526	0,190	0,235187	0,817203	0,330
0,005009	0,260223	0,051	0,079761	0,598402	0,191	0,236547	0,818521	0,331
0,005221	0,263528	0,052	0,080612	0,600274	0,192	0,237910	0,819836	0,332

Continuación de la tabla II

q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D	q/Q	v/V	d/D
0,005438	0,266810	0,053	0,081467	0,602140	0,193	0,239275	0,821148	0,333
0,005659	0,270068	0,054	0,082326	0,604001	0,194	0,240644	0,822457	0,334
0,005885	0,273304	0,055	0,083190	0,605857	0,195	0,242016	0,823763	0,335
0,006115	0,276517	0,056	0,084058	0,607708	0,196	0,243391	0,825065	0,336
0,006350	0,279709	0,057	0,084930	0,609553	0,197	0,244768	0,826365	0,337
0,006590	0,282879	0,058	0,085806	0,611394	0,198	0,246149	0,827661	0,338
0,006834	0,286029	0,059	0,086687	0,613230	0,199	0,247532	0,828954	0,339
0,007083	0,289158	0,060	0,087571	0,615060	0,200	0,248919	0,830244	0,340
0,007337	0,292267	0,061	0,088460	0,616886	0,201	0,250308	0,831531	0,341
0,007595	0,295356	0,062	0,089353	0,618706	0,202	0,251700	0,832815	0,342
0,007558	0,298427	0,063	0,090250	0,620522	0,203	0,253095	0,834096	0,343
0,008126	0,301478	0,064	0,091152	0,622332	0,204	0,254493	0,835374	0,344
0,008398	0,304512	0,065	0,092057	0,624138	0,205	0,255894	0,836648	0,345
0,008675	0,307527	0,066	0,092967	0,625939	0,206	0,257297	0,837920	0,346
0,008956	0,310524	0,067	0,093881	0,627735	0,207	0,258704	0,839188	0,347
0,009243	0,313504	0,068	0,094799	0,629526	0,208	0,260113	0,840454	0,348
0,009533	0,316466	0,069	0,095721	0,631312	0,209	0,261525	0,841716	0,349
0,009829	0,319412	0,070	0,096647	0,633094	0,210	0,262940	0,842975	0,350
0,010129	0,322342	0,071	0,097577	0,634871	0,211	0,264357	0,844231	0,351
0,010434	0,325255	0,072	0,098512	0,636643	0,212	0,265778	0,845485	0,352
0,010744	0,328152	0,073	0,099450	0,638410	0,213	0,267201	0,846735	0,353
0,011058	0,331034	0,074	0,100393	0,640173	0,214	0,268627	0,847982	0,354
0,011377	0,333900	0,075	0,101340	0,641931	0,215	0,270055	0,849226	0,355
0,011701	0,336751	0,076	0,102290	0,643684	0,216	0,271487	0,850467	0,356
0,012029	0,339587	0,077	0,103245	0,645433	0,217	0,272921	0,851705	0,357
0,012362	0,342408	0,078	0,104204	0,647177	0,218	0,271357	0,852940	0,358
0,012700	0,345215	0,079	0,105167	0,648917	0,219	0,275797	0,854172	0,359
0,013043	0,348007	0,080	0,106134	0,650652	0,220	0,277239	0,855401	0,360
0,013390	0,350786	0,081	0,107105	0,652382	0,221	0,278684	0,856627	0,361
0,013742	0,353551	0,082	0,108080	0,654108	0,222	0,280131	0,857580	0,362
0,014098	0,356302	0,083	0,109059	0,655830	0,223	0,281581	0,859070	0,363
0,014459	0,359039	0,084	0,110042	0,657546	0,224	0,283034	0,860288	0,364
0,014825	0,361764	0,085	0,111029	0,659259	0,225	0,284489	0,861502	0,365
0,015196	0,364475	0,086	0,112020	0,660967	0,226	0,285947	0,862713	0,366
0,015571	0,367173	0,087	0,113015	0,662670	0,227	0,287407	0,863921	0,367
0,015951	0,369859	0,088	0,114014	0,664370	0,228	0,288871	0,865127	0,368

Fuente: elaboración propia.

2.1.3.9. Diámetro de colector

Nunca se debe descargar el gasto de tuberías mayores a menores, aun cuando la capacidad de éstas pueda ser mayor (pendientes más pronunciadas o coeficientes de fricción menores), para evitar posibles obstrucciones en la entrada de la tubería pequeña.

Para tuberías PVC los diámetros mínimos para colectores de alcantarillado sanitario son de 6" y para conexiones domiciliarias de 4" evitando así obstrucciones dentro del sistema.

En el diseño se empleó diámetro de 6" PCV, de la norma ASTM F949 para todos los sectores.

2.1.3.10. Tirante de flujo

Por norma, se supone que el drenaje funciona como un canal abierto, es decir, que no funciona a presión; el tirante máximo de flujo por transportar lo da la relación d/D , donde d es la profundidad o altura del flujo y D es el diámetro interior de la tubería. Esta relación debe ser mayor de 0,10 para que exista arrastre de las excretas y menor de 0,75; para que funcione como un canal abierto, es decir, el tirante del flujo deberá ser mayor de 10 % del diámetro de la tubería y menor del 75 %, para asegurar su funcionamiento como un canal abierto.

$$0,10 \leq \frac{d}{\emptyset} \leq 0,75$$

Donde

\emptyset = diámetro de la tubería

d = nivel del flujo que lleva la tubería

Los tirantes de los colectores diseñados con el diámetro de 6" cumplen con la norma la cual es mayor a 10 % y menor del 75 %, asegurando el funcionamiento y evitan la obstrucción en el colector.

2.1.4. Partes de alcantarillado

A continuación, se describen las partes del alcantarillado sanitario.

2.1.4.1. Colector

Es el conducto principal que recolecta las aguas residuales y se ubica generalmente en el centro de las calles. Transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta su dispositivo final, ya sea hacia una planta de tratamiento, o a un cuerpo receptor. Generalmente, son secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño, de PVC o concreto, nunca trabajan a sección llena.

$$Q_{\text{Diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$$

2.1.4.2. Pozos de visita

Un pozo de visita debe proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, cambios de gradiente, además de proporcionar ingreso de oxígeno al sistema. Se construyen de concreto, ladrillo de barro cocido, tubos de concreto o PVC.

Según normativas del INFOM deben localizarse en los siguientes casos:

- Al comienzo de todo colector

- En todo cambio de sección o diámetro
- En toda intersección de colectores
- En todo cambio de dirección o de pendientes
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 metros
- En curvas no más de 30 metros

Los pozos se utilizan para inspeccionar el flujo hidráulico del sistema.

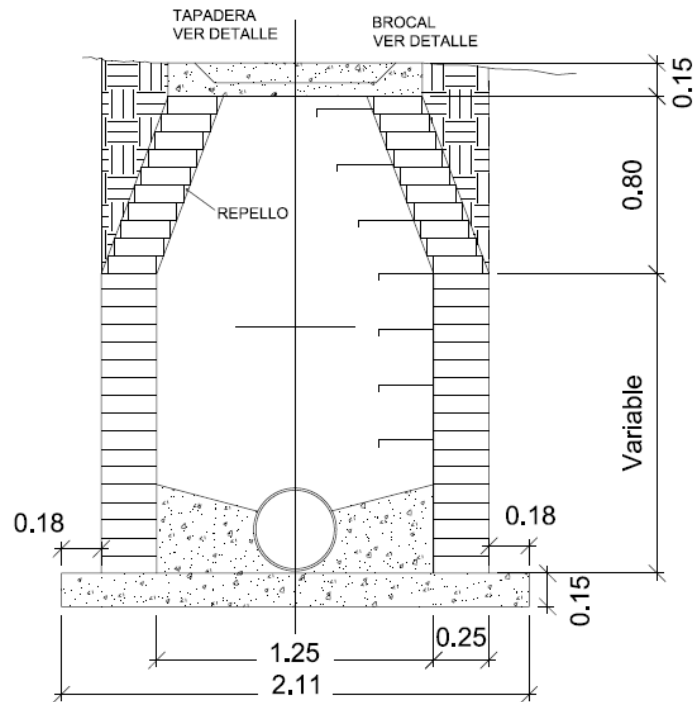
2.1.4.2.1. Especificaciones para pozos de visita

Su construcción está predeterminada, por normas establecidas de instituciones encargadas de velar por la adecuada construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, siendo sus principales características:

- Los materiales que se utilizarán en la construcción tendrán que asegurar la hermeticidad del pozo de visita y la conexión.
- El fondo será de concreto reforzado.
- Paredes de mampostería o cualquier material impermeable, repellos y cernido liso en paredes, con espesor de 1 cm.
- Tapadera para la entrada al pozo de un diámetro entre 0,50 m a 0,75 metros.
- Escalones de hierro empotrados en las paredes para bajar al fondo del pozo.
- La altura del pozo dependerá del diseño de la red.

Los pozos de visita se localizaron tomando en cuenta los puntos anteriores, logrando así un sistema eficiente, la longitud mayor es de 88,40 metros en tramo recto.

Figura 2. Pozo de visita



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2012.

2.1.4.3. Conexiones domiciliarias

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

2.1.4.4. Caja de registro (candela domiciliar)

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente; el lado menor de la caja será de 45 centímetros; si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas, los cuales deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al colector principal; la altura mínima de la candela será de 1 metro.

Para las conexiones al sistema se utiliza:

- Candela: diámetro de 12", con profundidad mínima de 1 metro.
- Acometida: tubería de 4" a 45° debajo de la horizontal, con una pendiente de 2 %.
- La candela debe tener tapadera en la parte superior a nivel de la acera con una inscripción para identificarla, en este caso D.S. (drenaje sanitario).

2.1.4.5. Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro mínimo de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC; debe tener una pendiente mínima del 2 % ni mayor del 6 %, a efecto de evacuar adecuadamente el agua.

La conexión con la alcantarilla central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo no menor de 30 grados ni mayor de 75 grados aguas abajo; lo recomendable es colocarlo a un ángulo de 45 grados aguas abajo.

La tubería que conduce de la candela hacia el colector principal es de 4" de PVC, aun ángulo de 45 grados, con una silleta yee de 6" a 4" que une el colector principal con el proveniente del hogar.

2.1.5. Consideraciones de diseño

A continuación, se describen las consideraciones de diseño del alcantarillado.

2.1.5.1. Profundidad de colector

La profundidad de la línea principal o colector se dará en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico. Así mismo, se debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo y de accidentes fortuitos.

A continuación, según estudios realizados sobre cargas efectuadas por distintos tipos de transportes, se determinan profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior extrema de la tubería, en cualquier punto de su extensión.

- Tubo de concreto
 - Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 1 m
 - Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 1,20 m
- Tubo de PVC
 - Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 0,60 m
 - Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 0,90 m

Debe permitir que todas las viviendas que den frente a la calle en la que estará ubicado el colector, puedan descargar por gravedad.

La profundidad máxima que se obtuvo fue de 2,40 metros y una mínima de 1,40 metros.

2.1.5.2. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad de flujo se determina con factores como el diámetro, la pendiente del terreno y el tipo de tubería que se utilizará. Se define por la ecuación de Manning y por las relaciones hidráulicas de v/V , donde v es la velocidad a sección parcialmente llena y V es la velocidad a sección llena.

La velocidad de diseño para sistemas tradicionales según el INFOM, debe estar entre los siguientes rangos:

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

La velocidad de diseño del sistema se toma en cuenta por el manual técnico de diseño de tubo sistemas de Amanco ya que es el fabricante de tuberías de PVC, la velocidad de diseño está entre los siguientes rangos:

$$0,40 \leq v \leq 5,00 \text{ m/s}$$

Con el diseño se obtuvo la velocidad mínima de 0,80 m/s y una velocidad máxima de 4,00 m/s, con lo cual se cumple con los rangos establecidos.

2.1.5.3. Cotas invert

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte interior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita, según las normas de INFOM. Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado, indican la profundidad que se encuentra el colector.

$$C. i. s. = C. t. - (H \text{ min} + E \text{ tub} + \emptyset i)$$

Donde

- C.i.s. = cota invert de salida o cota invert de inicio
- C.t. = cota de terreno
- H min = altura mínima permitida según la carga de tránsito
- E. tub = espesor de la tubería
- $\emptyset i$ = diámetro interno de la tubería

$$C. i. e. = C. i. s. - D_h * S_{tub}$$

Donde

- C.i.e. = cota invert de entrada o cota invert final
- C.i.s. = cota invert de salida o cota invert de inicio
- Dh = distancia horizontal
- S_{tub} = pendiente de la tubería o pendiente de diseño (%)

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se tomaron en cuenta, para determinar las cotas invert, lo siguiente:

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo 3 cm. debajo de la cota invert de entrada.

$$\varnothing_a = \varnothing_b$$

$$C.i.s. = C.i.e. - 0,03 \text{ m.}$$

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra de diferente diámetro, la cota invert de salida estará situada como mínimo a la diferencia de diámetros de la cota invert de entrada.

$$\varnothing_a > \varnothing_b$$

$$C.i.s. = C.i.e. - (\varnothing_b - \varnothing_a) * 0,254 \text{ m}$$

- Cuando a un pozo de visita la tubería de salida es del mismo diámetro a las que ingresan en él: la cota invert de salida mínima estará 3 cm. debajo de la cota más baja que entre.

$$\varnothing_a = \varnothing_b = \varnothing_c$$

Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert será, como mínimo, la diferencia de dichos diámetros.

Siempre que la diferencia de cotas invert entre la tubería que entra y la que sale de un pozo de visita sea mayor de 0,70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.

2.1.5.4. Diseño hidráulico del alcantarillado sanitario

El sistema de alcantarillado sanitario se diseña como un canal abierto, por gravedad, el flujo se determina por la rugosidad del material del colector y por su pendiente.

Se determina la capacidad hidráulica por medio de la ecuación de Manning para que el sistema funcione por gravedad.

Ecuación de Manning:

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

Donde

V = velocidad (m/s)

R = radio hidráulico (m)

S = pendiente de la tubería (m/m)

n = coeficiente de rugosidad

Para conductos circulares y unidades mixtas se utiliza:

$$V = \left(\frac{0,03429}{n} \right) * \phi^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde

V = velocidad (m/s)

ϕ = diámetro de la tubería (pulgadas)

S = pendiente de la tubería (m/m)

n = coeficiente de rugosidad

2.1.5.5. Ejemplo del cálculo del diseño de un tramo

Se diseñará un tramo del sector 2, comprendido entre el pozo de visita PV- 4 y PV- 5.

- **Parámetros de diseño**

Tipo de sistema: alcantarillado sanitario

Periodo de diseño (N): 30 años

Habitantes por viviendas: 7 habitantes

Tasa de crecimiento(r): 3,40 %

Dotación: 100 lts/hab/día

Factor de retorno: 85 %

Tipo de tubería: PVC

Coeficiente de rugosidad(n): 0,010

Datos del tramo PV- 4 y PV- 5 del sector 2:

Cota de terreno inicial: 981,88 m

Cota de terreno final: 980,81 m

Distancia horizontal del tramo: 44,80 m

Núm. de casas acumuladas del tramo anterior: 23

Núm. de casa local: 4

Factor de caudal medio (F_{qm}): 0,002

Cálculos:

Pendiente del terreno (S):

$$S = \frac{981,88 - 980,81}{44,80} * 100 = 2,39 \%$$

Número de casas acumuladas:

$$Num. casas acumuladas = 23 + 4 = 27$$

Habitantes por servir actual:

$$Hab. por servir actual = 7 * 27 = 189$$

Habitantes por servir en un futuro:

$$Hab. por servir futura = Hab. por servir actual * (1 + r)^N$$

$$Hab. por servir futura = 189 * (1 + 0,034)^{30} = 516 habitantes.$$

- Caudal de diseño

$$Q_{dis} = Num. hab. * f_{qm} * FH$$

Factor de Harmond

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

Actual

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{189}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{189}{1\,000}}} = 4,1569$$

Futuro

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{516}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{516}{1\,000}}} = 3,9672$$

El caudal para el diseño del sector 2 del alcantarillado sanitario es:

Actual

$$Q_{dis} = 189 * 0,002 * 4,1569 = 1,5713 \text{ lts/s}$$

Futuro

$$Q_{dis} = 516 * 0,002 * 3,9672 = 4,0942 \text{ lts/s}$$

- Diseño hidráulico

Velocidad a sección llena

$$V = \left(\frac{0,03429}{n} \right) * \emptyset^{2/3} * S^{1/2}$$

Se recomienda que la pendiente de la tubería siga la pendiente natural del terreno, o bien se adapte para que cumpla con los parámetros de velocidad y tirante, según se considere en el diseño $\emptyset = 6''$.

Pendiente de la tubería

$$S_{tub.} = \frac{C.I.S. - C.I.E.}{DH} * 100$$

Donde

C.I.S.= cota invert de salida

C.I.E.= cota invert de entrada

D.H. = distancia horizontal

$$S_{tub.} = \frac{980,28 - 979,31}{44,80} * 100 = 2,17 \%$$

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) * 6^{2/3} * 0,0217^{1/2} = 1,6628 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q = V * \pi * \frac{\phi^2}{4} * 1\,000$$

$$Q = 1,6628 * \pi * \frac{(6 * 0,0254)^2}{4} * 1\,000 = 30,40 \text{ lts/s}$$

- Relaciones hidráulicas

Relaciones de caudales

Actual

$$\frac{Q_{dis}}{Q} = \frac{1,57}{30,40} = 0,0517$$

Futuro

$$\frac{Q_{dis}}{Q} = \frac{4,0942}{30,40} = 0,1347$$

De la tabla de relaciones hidráulicas se tiene:

Tirante

Actual

$$\frac{d}{D} = 0,154 * 100 = 15,40 \%$$

Futuro

$$\frac{d}{D} = 0,247 * 100 = 24,70 \%$$

Ambos tirantes se encuentran dentro de los parámetros establecidos para el diseño que indica que tiene que estar en un rango de 10 % al 75 %.

Velocidad de diseño

Actual

$$\frac{V_{dis}}{V} = 0,5252 \rightarrow V_{dis} = 0,5252 * 1,6628 = 0,8733 \text{ m/s}$$

Futuro

$$\frac{V_{dis}}{V} = 0,6958 \rightarrow V_{dis} = 0,6958 * 1,6628 = 1,1570 \text{ m/s}$$

Ambas velocidades se encuentran dentro de los parámetros 0,40 m/s y 5 m/s establecidos en el diseño.

Cotas invert (C.I.)

Cota invert de salida (C.I.S.)

C.I.S.=Cota de terreno inicial –H

H = 1,60 m

$$C.I.S. = 981,88 - 1,60 = 980,28 \text{ m}$$

Cota invert de entrada (C.I.E.)

C.I.E.=Cota de terreno final –H

H = 1,50 m

$$C.I.S. = 980,81 - 1,50 = 979,31 \text{ m}$$

Los resultados del cálculo del diseño de cada sector se muestran en el apéndice 1.

2.1.5.6. Propuesta de planta de tratamiento

Para el tratamiento de aguas residuales existen diferentes opciones siendo estas:

- Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)
- Fosas o tanques sépticos
- Tanques imhoff
- Tanques de sedimentación simple con eliminación de lodos
- Reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA)

El sistema de alcantarillado sanitario descargará las aguas residuales en diferentes puntos, en los sectores 1 y 2 en plantas de tratamiento de aguas

residuales (PTAR) para su depuración existente, los sectores 3 y 4 descargarán las aguas residuales en fosas sépticas, como un tratamiento primario.

Fosas sépticas

Las fosas sépticas se utilizarán para el tratamiento de las aguas residuales debido a que combinan los procesos de sedimentación y de digestión anaerobia de lodos; usualmente se diseñan con dos o más cámaras que operan en serie.

En el primer compartimiento se efectúa la sedimentación, digestión de lodos y su almacenamiento. En la descomposición anaerobia, se produce gases por los sólidos sedimentados en la primera cámara, se requiere de una segunda cámara para mejorar el proceso, evitando que los sólidos sean arrastrados con el efluente.

Dicho efluente se encuentra en condiciones sépticas y aun lleva consigo un alto contenido de materia orgánica disuelta y suspendida, por lo que requiere un tratamiento posterior. Con la utilización de la fosa séptica se obtiene una reducción de la DBO.

Se propone la localización de las plantas de tratamiento y fosas sépticas en el plano de cada sector adjuntado en los anexos.

2.1.5.6.1. Diseño de fosa séptica

Principios de diseño de fosa séptica.

Los principios que han de orientar el diseño de un tanque séptico son los siguientes:

- Prever un tiempo de retención de las aguas servidas, en la fosa séptica, suficiente para la separación de los sólidos y la estabilización de los líquidos.
- Prever condiciones de estabilidad hidráulica para una eficiente sedimentación y flotación de sólidos.
- Garantizar que la fosa sea lo bastante grande para la acumulación de los lodos y espuma.
- Prevenir las obstrucciones y asegurar la adecuada ventilación de los gases.

Para el diseño de fosas sépticas se deben tomar en cuenta diferentes parámetros:

- Periodo de retención de 12 horas mínimo a 72 horas máximo.
- Relación largo-ancho de la fosa L/A; de 2/1 a 4/1.
- Lodos acumulados por habitante y por periodo de limpieza que va 30 l/hab/año a 60 l/hab/año.
- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional es de 60 viviendas.

Cálculo de caudal

$$Q = No.hab.* Dot.* FR$$

Donde:

Q = Caudal l/día

No. hab = Número de habitantes a servir

Dot. = Dotación en (lts./hab./día)

FR = Factor de retorno

Cálculo de volumen de líquidos

$$T = \frac{V}{Q} \rightarrow V_{\text{líquido}} = Q * T$$

Donde:

$V_{\text{líquido}}$ = Volumen en líquido

T = Período de retención

Q = Caudal de población a servir l/día

Cálculo de volumen de lodos

$$V_{\text{lodos}} = Q * N * t$$

Donde:

V_{lodos} = Volumen de lodos

N = Número de personas servidas

Q = Gasto de aguas negras l/hab/día

t = tiempo para realizar limpieza

Volumen total

$$V_T = V_{\text{líquido}} + V_{\text{lodos}}$$

Cálculo de dimensiones de la fosa

Para el cálculo del volumen se asume una altura (H), que es la altura útil, es decir, el fondo de la fosa al nivel de agua se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados:

$$V_{Fosa} = A * L * H$$

Donde:

V_{Fosa} = volumen de fosa

A = ancho de fosa

L = largo de fosa

H = altura útil

Se conoce la relación L/A se sustituye una de las dos en la ecuación de V y se determina el valor de la otra magnitud.

Por ejemplo:

Si L/A es igual a 2, entonces $L = 2A$, al sustituir L en la ecuación se tiene:
 $V = 2 * A^2 * H$ de donde se obtiene el valor del ancho de la fosa.

Cálculo de las fosas

Fosa sector 3

Período de retención	24 horas
Dotación (Q)	100 l/hab/día
Número de habitantes	357 habitantes (51 viviendas)

Lodos	50 l/hab/año
Relación largo / ancho	2/1
Período de limpieza	4 años

Cálculo de caudal

$$Q = No.hab.* Dot.* FR$$

$$Q = 357 hab.* \frac{100 \frac{L}{hab}}{día} * 0,85 = 30,345 L/día$$

Volumen de líquido

$$V_{líquido} = Q * T$$

$$V_{líquido} = 30\,345 \frac{ls}{día} * 24 horas * \left(\frac{1 día}{24 hrs} \right)$$

$$V_{líquido} = 30,345 ls \approx 30,345 m^3$$

Volumen de lodos

$$V_{lodos} = Q * N * t$$

$$V_{lodos} = 357 hab * \frac{50 \frac{l}{hab}}{año} * 4 años$$

$$V_{lodos} = 71\,400 ls \approx 71,40 m^3$$

Volumen total

$$V_T = V_{líquido} + V_{lodos}$$

$$V_{lodos} = 30,345 m^3 + 71,40 m^3$$

$$V_{lodos} = 101,75 \text{ m}^3$$

Cálculo de dimensiones de la fosa

$$V_{Fosa} = A * L * H$$

$$H = 2,50$$

$$A=L/2$$

$$L= 2A$$

$$101,75 \text{ m}^3 = A * 2A * 2,50 \text{ m}$$

$$\frac{101,75 \text{ m}^3}{2 * 2,50 \text{ m}} = A^2 \rightarrow A = \sqrt{20,35 \text{ m}^2} \rightarrow A = 4,55 \text{ m} \approx 5 \text{ m}$$

$$L = 5 * 2 = 10 \text{ m}$$

Dimensiones útiles por utilizar:

- Fosa séptica sector 3

$$L = 10 \text{ m}$$

$$A = 5 \text{ m}$$

$$H = 2,50 \text{ m}$$

En el sector 3 la cantidad de viviendas será de 101, por lo que se diseñaron dos fosas sépticas, con dimensiones iguales.

Fosa séptica 3,1 dimensiones

$$L = 10 \text{ m}$$

$A = 5 \text{ m}$

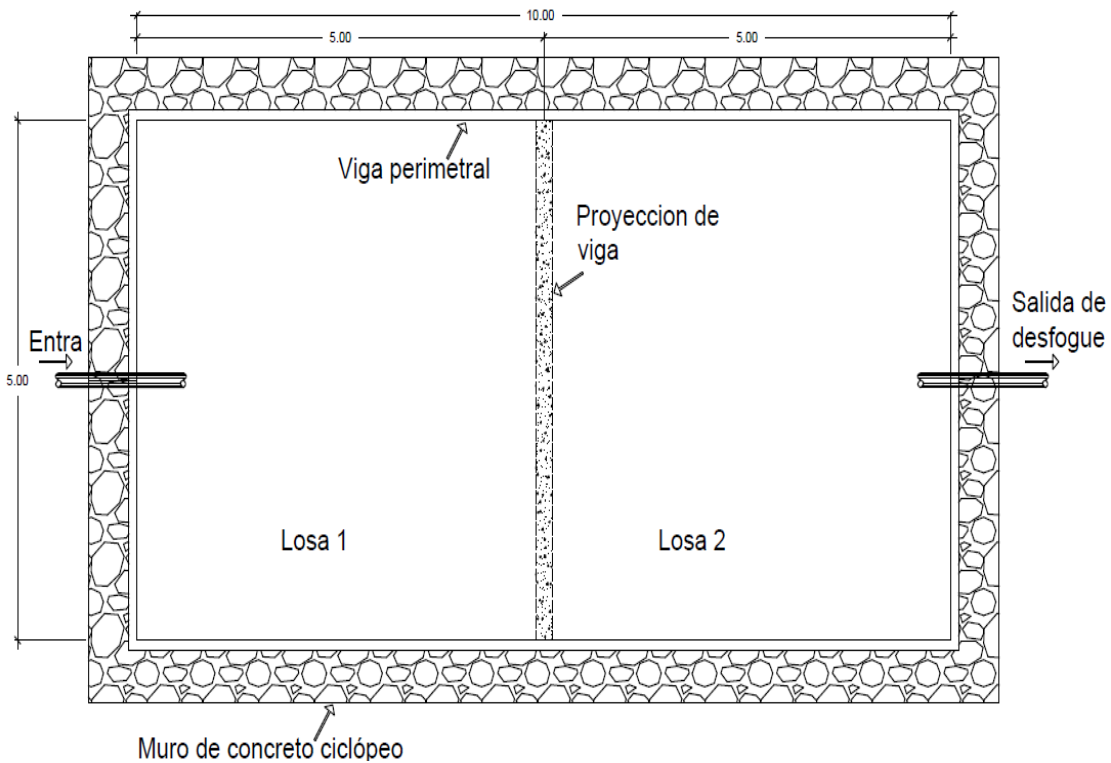
$H = 2,5 \text{ m}$

- Fosa séptica sector 4

Período de retención	24 horas
Dotación (Q)	100 L/hab/día
Número de habitantes	420 habitantes (60 viviendas)
Lodos	50 L/hab/año
Relación largo / ancho	2/1
Período de limpieza	4 años
Caudal	$35,70 \text{ m}^3/\text{día}$
Volumen de líquidos	$35,70 \text{ m}^3/\text{día}$
Volumen de lodos	$84,00 \text{ m}^3$
Volumen total	$119,70 \text{ m}^3$
Ancho	5 m
Largo	10 m
Altura	2,50 m

El sector 4 al igual que el sector 3 también contará con 2 fosas sépticas del mismo tamaño, la cantidad de vivienda será de 120.

Figura 3. **Planta de fosa séptica**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2012.

Diseño estructural

Para el diseño estructural de la fosa séptica se realizará por medio de muros de gravedad enterrados de concreto ciclópeo y losa de concreto reforzado, como se muestra en la figura 3.

Diseño de losa superior del tanque

Losa superior

Teniendo en cuenta que el largo de la losa es demasiado por lo cual su espesor aumentaría enormemente, será necesario colocar una viga intermedia y así poder reducir el espesor de la losa.

Largo= 10,00 m / 2 = 5,00 m (distancia entre viga)

Ancho = 5,00 m

- Cálculo de relación de los sentidos de la losa

$\frac{a}{b} < 0,50$ La losa trabaja en un sentido

$\frac{a}{b} > 0,50$ La losa trabaja en dos sentidos

Donde

a = lado menor de la losa

b = lado mayor de la losa

Tomando en cuenta que se forma un cuadrado, ambos sentidos tienen la misma dimensión.

Relación:

$m = \frac{5}{5} = 0,5 = 1 \rightarrow$ La losa trabaja en dos sentidos.

- Determinación del espesor de losa

$$t = \frac{2a + 2b}{180}$$

Donde:

t = espesor de losa

a = lado menor de la losa

b = lado mayor de la losa

$$t = \frac{(2 * 5 + 2 * 5)}{180} = 0,1111 \text{ m}$$

En el *American Concrete Institute* (ACI) define que los espesores de losas deben estar: $0,09 \text{ m} < t < 0,12 \text{ m}$, el espesor por utilizar en la losa es de $0,12 \text{ m}$.

- Integración de cargas

Carga muerta

$$CM = Wp + Sc$$

Donde:

CM = carga muerta

Wp = peso de losa

Sc = sobre carga

$$CM = (2\,400 * 0,12) + 80 = 368 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Carga viva

$$Cv = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Carga última

$$CU = 1,4 CM + 1,7 CV$$

$$CU = 1,4(368) + 1,7(100)$$

$$CU = 685,2 \frac{kg}{m^2}$$

$$CU = 685,2 \frac{kg}{m^2} * (1 m)$$

$$CU = 685,2 \frac{kg}{m} \rightarrow \text{por cada metro lineal}$$

Se aplicará el método 3 de ACI, para el cálculo de los momentos positivos y negativos.

Las losas serán diseñadas según el caso 6, el cual especifica que tiene un lado continuo de losa y los otros 3 lados discontinuos.

Figura 4. **Losa continua por un solo lado**



Fuente: elaboración propia.

- Momento de carga última

$$Ma(-) = (Ca * CU * a^2)$$

Donde:

$Ma(-)$ = momento de carga última negativa

CU = carga última total mayorada

Ca = son coeficientes de momentos tabulados

a = lado menor de la losa

$$Ma(-) = 0,071 * 651,2 \frac{kg}{m} * (5 m)^2$$

$$Ma(-) = 1216,23 kg - m$$

Momentos positivos y negativos en losas

$$m = \frac{a}{b} = \frac{5}{5} = 1$$

$$Ma(+) = (Ca_{dl} * CM_u * a^2) + (Ca_{ul} * CV_u * a^2)$$

$$Mb(+) = (Cb_{dl} * CM_u * b^2) + (Cb_{ul} * CV_u * b^2)$$

$$M(-) = \frac{M(+)}{3}$$

Donde:

Ca_{ul} y Ca_{dl} = coeficientes de momentos

Cb_{ul} y Cb_{dl} = coeficientes de momentos

CM_u = carga muerta mayorada

CV_u = carga viva mayorada

a = lado menor de la losa

b = lado mayor de losa

$$Ma(+) = (0,033 * 515,20 * 5^2) + (0,035 * 170 * 5^2)$$

$$Ma(+) = 425,04 kg - m + 148,75 kg - m$$

$$Ma(+) = 573,79 kg - m$$

$$Ma(-) = \frac{573,79}{3} = 191,26 \text{ kg} - m$$

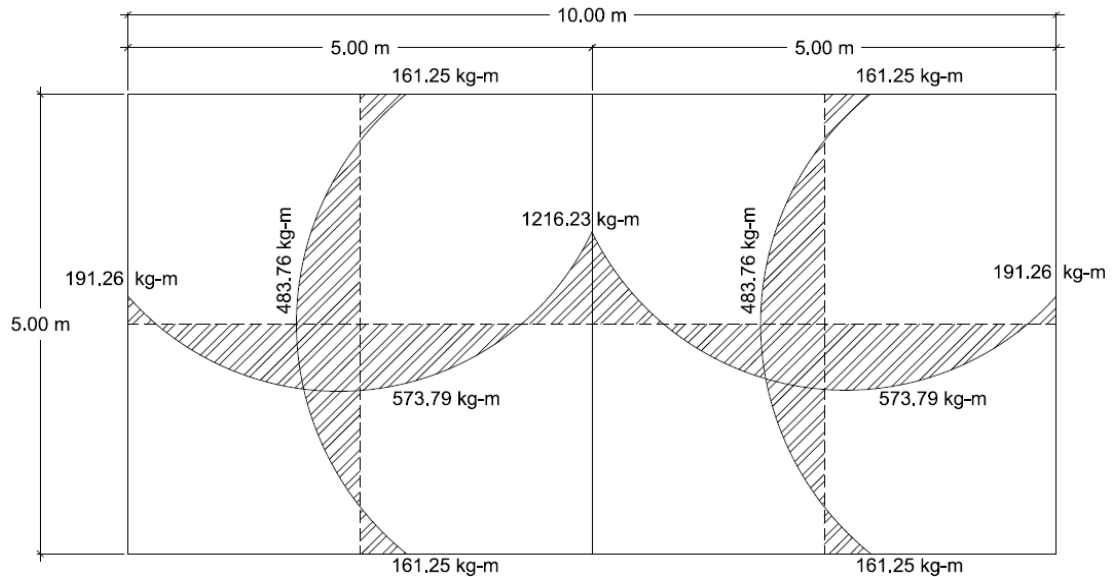
$$Mb(+) = (0,027 * 515,20 * 5^2) + (0,032 * 170 * 5^5)$$

$$Mb(+) = 347,76 \text{ kg} - m + 136 \text{ kg} - m$$

$$Mb(+) = 483,76 \text{ kg} - m$$

$$Mb(-) = \frac{483,76}{3} = 161,25 \text{ kg} - m$$

Figura 5. **Diagrama de momentos**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2012.

- Cálculo del peralte de losa

$$d = t - r - \frac{\phi_{var}}{2}$$

Donde:

d= peralte (cm)

t = espesor de losa (cm)

r = recubrimiento mínimo 2 cm

ϕ_{var} = diámetro de varilla (plg)

$$\frac{\phi_{var}}{2} = \frac{3/8"}{2} = 0,1875" = 0,48 \text{ cm}$$

$$d = 12 - 2,5 - \frac{0,48}{2} = 9,02 \text{ cm}$$

- Cálculo del área de acero mínimo

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d \quad \rho_{min} = \frac{14,1}{f_y}$$

Donde:

$A_{s_{min}}$ = área de acero mínimo (cm^2)

ρ_{min} = cuantía de acero mínima

b = base (cm)

d = peralte (cm)

f_y = resistencia máxima a la tensión del acero (kg/cm^2)

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2810} * (100)(9,02) = 4,53 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del momento que resiste el área de acero mínimo

$$M_{res} = \phi * A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right)$$

Donde:

M_{res} = momento que resiste el área de acero mínimo (kg-cm)

ϕ = factor de reducción de resistencia

As_{min} = área de acero mínimo (cm^2)

f'_c = resistencia máxima a la compresión del concreto (kg/cm^2)

b = base (cm)

d = peralte (cm)

$$M_{res} = 0,90 * 4,53 * 2\,810 * (9,02 - \frac{4,53 * 2\,810}{1,7 * 210 * 100})$$

$$M_{res} = 992,51 \text{ kg} - m$$

Los momentos negativos y positivos en el sentido largo (b) de las losas son menores al momento que resiste el acero mínimo, se procede al cálculo de espaciamiento para el acero mínimo.

- Cálculo del espaciamiento máximo

En el ACI 318-14 en la sección 8,7,2,2 se especifica el espaciamiento máximo S del refuerzo longitudinal corrugado debe ser el menor de entre $2t$ y 450 mm en las secciones críticas y el menor entre $3t$ y 450 mm en las otras secciones.

$$S_{m\acute{a}x} = 2t$$

Donde:

$S_{m\acute{a}x}$ = espaciamiento máximo (cm)

t = espesor de losa (cm)

$$S_{m\acute{a}x} = (2 * 12) = 24 \text{ cm}$$

- Cálculo de espaciamiento (usando varilla No. 3)

Por medio de una regla de tres se calcula el espaciamiento (S).

$$\begin{array}{rcl} 0,71 \text{ cm}^2 & \rightarrow & 100 \text{ cm} \\ 4,53 \text{ cm}^2 & \rightarrow & S \text{ cm} \end{array}$$

$$S = \frac{100 \text{ cm} * 0,71 \text{ cm}^2}{4,53 \text{ cm}^2} = 15,67 \text{ cm} \approx 15,00 \text{ cm} < S_{\text{máx}}$$

$$S < S_{\text{máx}} , \text{ usar } S$$

- Cálculo del área de acero para el momento $Ma(-)$

Se procede al cálculo del momento negativo de $Ma(-) = 1\,216,25 \text{ kg} - m$

$$M_{res} = \phi * A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right)$$

Se procede a despejar A_s de la ecuación y dando por resultado:

$$\frac{(A_s * f_y)^2}{1,7 * f'_c * b} - A_s * f_y * d + \frac{M_{res} * 100}{0,90} = 0$$

Sustituyendo valores para $Ma(-)$:

$$\frac{(A_s * 2\,810)^2}{1,7 * 210 * 100} - A_s * 2\,810 * 9,02 + \frac{1\,216,25 * 100}{0,90} = 0$$

- Cálculo de espaciamiento $Ma(-)$ (usando varilla No. 3)

Por medio de una regla de tres se calcula el espaciamiento (S), para $5,61 \text{ cm}^2$ utilizando varillas No. 3

$$\begin{array}{lcl} 0,71 \text{ cm}^2 & \rightarrow & 100 \text{ cm} \\ 5,61 \text{ cm}^2 & \rightarrow & S \text{ cm} \end{array}$$

$$S = \frac{100 \text{ cm} * 0,71 \text{ cm}^2}{5,61 \text{ cm}^2} = 12,66 \text{ cm} \approx 12,00 \text{ cm}$$

Por conveniencia se usará varillas No.3 @ 12 cm, en ambos sentidos de la losa.

El piso que estará en contacto directo con los lodos y líquido, tendrá un espesor de 30 cm de concreto ciclópeo.

- Diseño de viga

Basándose en el ACI 318-14 en la sección 9,3,1,1 establece alturas mínimas para vigas no preesforzadas que no soporten ni estén ligadas a particiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.

El código establece para una viga simplemente apoyada

$$h = \frac{l}{16}$$

Donde:

h = altura de viga

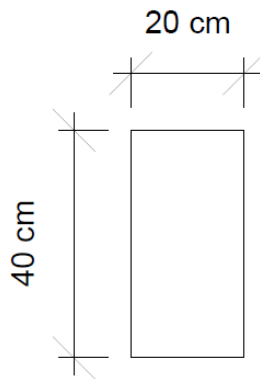
l = luz libre entre apoyos del muro

$$h = \frac{5 \text{ m}}{16} = 0,3125 \text{ m} \approx 40 \text{ cm}$$

La base se calcula en relación con la altura de la viga siendo:

$$b = \frac{h}{2}$$
$$b = \frac{40}{2} = 20 \text{ cm}$$

Figura 6. **Viga intermedia**

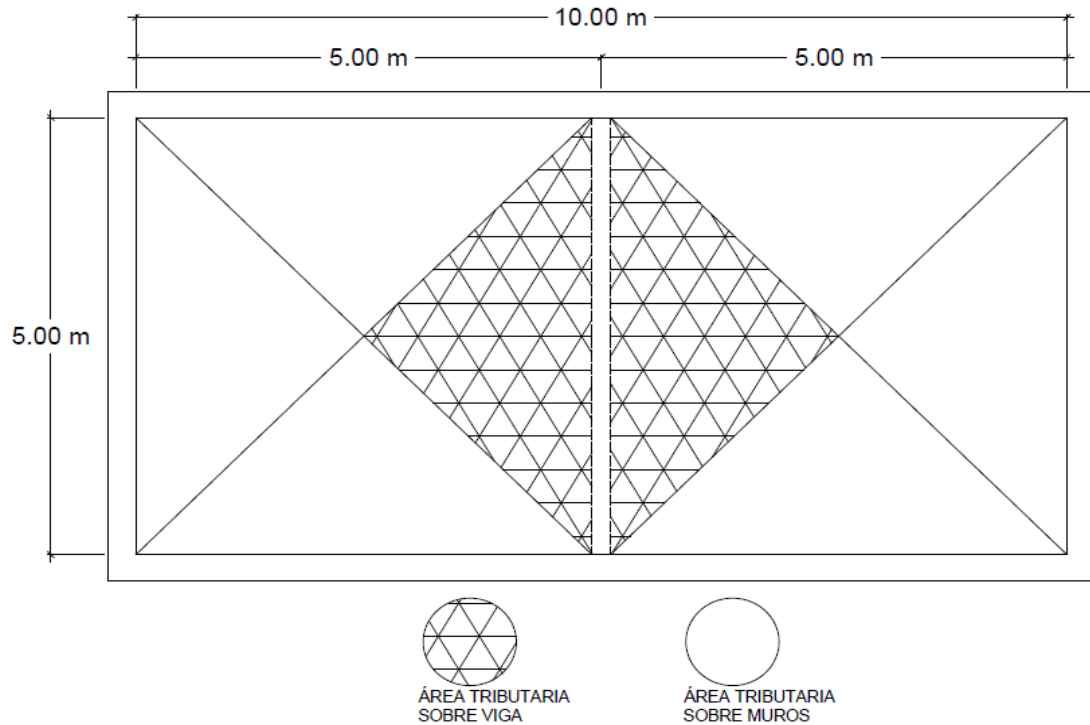


Fuente: elaboración propia.

La carga uniformemente distribuida debido al peso de la viga, peso propio:

$$W_v = 2400 * 0,20 * 0,40 = 192 \frac{kg}{m}$$

Figura 7. **Área tributaria sobre viga y muro.**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2012.

Área tributaria

$$At = \left(\frac{1}{2} * 5 * 2,5 \right) * 2 = 12,50 \, m^2$$

Carga muerta última

$$CMU = 1,4 * (288 + 70) = 501,2 \, \frac{kg}{m^2}$$

Carga viva última

$$CVU = 1,7 * 100 = 170 \, \frac{kg}{m^2}$$

Carga última:

$$CU = 501,2 + 170 = 671,20 \, \frac{kg}{m^2}$$

Carga uniformemente distribuida en viga

$$W_{viga} = CM_t + P_p$$

Donde:

W_{viga} = carga uniformemente distribuida en viga

CM_t = carga muerta por área tributaria

P_p = peso propio de la viga

$$W_{viga} = \frac{671,2 * 12,50}{5} + 192 = 1\,870 \frac{kg}{m}$$

- Cálculo de momento en la viga

Momento positivo

Por ser simplemente apoyada

$$M_u = \frac{w_u * l_n^2}{8}$$

Donde:

w_u = carga uniformemente distribuida sobre viga

l_n = luz entre apoyos

$$M_u(+) = \frac{1\,870 * 5^2}{8} = 5843,75 \text{ kg} - m$$

- Cálculo de área de acero

Acero mínimo

$$As_{min} = \left(\frac{14,1}{fy} \right) * b * d$$

$$As_{min} = \frac{14,1}{2\ 810} * (20)(36,21) = 3,61\ cm^2$$

Acero máximo

$$As_{max} = 0,5 * \frac{0,003}{0,003 + \frac{fy}{Ey}} * \frac{0,85^2 * f'c * b * d}{fy}$$

Donde:

As_{max} = área de acero máximo (cm^2)

fy = resistencia máxima a tensión del acero (kg/cm^2)

$f'c$ = resistencia a la compresión del concreto (kg/cm^2)

Ey = módulo de elasticidad del acero (kg/cm^2)

b = base (cm)

d = peralte (cm)

$$As_{max} = 0,5 * \frac{0,003}{0,003 + \frac{2\ 810}{2\ 100\ 000}} * \frac{0,85^2 * 210 * 20 * 36,37}{2\ 810}$$

$$As_{max} = 13,52\ cm^2$$

- Momento que resiste el acero mínimo

$$M_{res} = \phi \left[A_{s_{min}} * f'_y * \left(d - \frac{A_{s_{min}} * f'_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{res} = 0,90 \left[3,63 * 2\,810 * \left(36,21 - \frac{3,63 * 2\,810}{1,7 * 210 * 20} \right) \right]$$

$$M_{res} = 3\,195,64 \text{ kg} - m$$

- Acero necesario para el momento positivo

$$A_s = \left(\frac{0,85 * f'_c * b * d}{f'_y} \right) * \left[1 - \sqrt{1 - \frac{Mu(+)}{0,3825 * f'_c * b * d^2}} \right]$$

$$A_s = \left(\frac{0,85 * 210 * 20 * 36,37}{2\,810} \right) * \left[1 - \sqrt{1 - \frac{5843,75}{0,3825 * 210 * 20 * 36,37^2}} \right]$$

$$A_s = 3,70 \text{ cm}^2$$

Para cubrir el acero positivo se utilizarán 2 varillas No. 5.

Acero corrido mínimo en cama superior será el mayor entre los siguientes valores:

2 varillas No. 5	3,96 cm ²	mayor
33 % del As(-)	(33 %*3,65)= 1,20 cm ²	menor

Acero corrido mínimo en cama inferior será el mayor entre los siguientes:

2 varillas No. 5	$3,96 \text{ cm}^2$	mayor
50 % del As(-)	$(50 \% * 3,65) = 1,82 \text{ cm}^2$	menor
50 % del As(+)	$(50 \% * 3,96) = 1,98 \text{ cm}^2$	menor

- Refuerzo a corte

Cortante resistente

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 20 * 36,21$$

$$V_{cu} = 4\,727,35 \text{ kg}$$

Cortante actuante

$$V_a = \frac{W_{viga} * L}{2}$$

$$V_a = \frac{1\,870 * 5}{2}$$

$$V_a = 4\,675 \text{ kg}$$

El cortante resistente es mayor al actuante, por lo tanto, el espaciamiento máximo será el menor valor entre los siguientes datos:

61 cm mayor

$d/2 = 36,37/2 = 18,19 \approx 18 \text{ cm}$ menor

Estribos No. 3 @ 18 cm, el primero a 5 cm.

Resumen de armado de viga intermedia

Viga con base de 20 cm y altura de 40 cm, con dos varillas No. 5 corridas en la cama superior y dos varillas No. 5 en la cama inferior, más estribos No. 3 @ 18 cm.

Vigas perimetrales

Las vigas perimetrales se encuentran apoyadas sobre el muro, el único esfuerzo que está sometido es a compresión, las vigas perimetrales tendrán como base 20 cm y una altura de 30 cm con dos varillas corridas No. 4 en la cama superior y dos varillas No. 4 en la cama inferior y estribos No. 2 @ 20 cm.

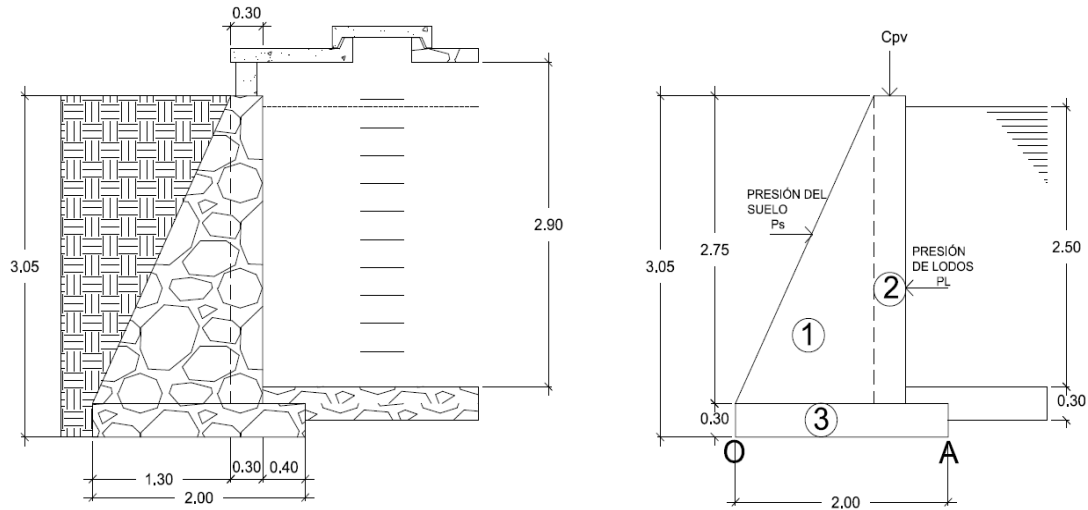
Diseño de muros de la fosa séptica

Tabla III. **Datos sobre el diseño del muro**

Descripción	Valor	
Peso específico de concreto ciclópeo	2 500	kg/m^3
Peso específico de aguas residuales	1 000	kg/m^3
Peso específico de suelo	1 750	kg/m^3
Peso específico del concreto	2 400	kg/m^3
Esfuerzo de fluencia del acero	2 810	kg/m^3
Resistencia a la compresión del concreto	210	kg/m^3
Ángulo de fricción interna	30	kg/m^3
Valor soporte del suelo	12	t/m^2
Cohesión del suelo Cs	2 550	kg/m^2

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Perfil del muro de la fosa séptica



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2012.

Cálculo de la carga puntual debido al peso de viga intermedia, viga perimetral y de la losa

Carga uniformemente distribuida en lados cortos WLc

$$WLc = CU * \frac{At}{Lc}$$

Donde:

WLc = carga distribuida en los lados

CU = carga última

Lc = lado corto

$$WLc = 651,2 * \frac{6,25}{5}$$

$$WLc = 814 \text{ kg/m}$$

Carga uniformemente distribuida debido a la viga perimetral

Las dimensiones que se tiene para la viga perimetral serán de base 20 centímetros y una altura de 30 centímetros.

$$W_{vp} = (0,30 * 0,20 * 2\ 400)$$

$$W_{vp} = 144 \frac{kg}{m}$$

Carga uniformemente distribuida total

$$W_{tot} = W_{Lc} + W_{vp}$$

$$W_{tot} = 814 + 144$$

$$W_{tot} = 958 \frac{kg}{m}$$

Carga puntual por unidad de metro

$$C_{pu} = W_{tot} + V_a$$

$$C_{pu} = 958 + 4\ 550$$

$$C_{pu} = 5\ 508 \frac{kg}{m}$$

Momento respecto "A" debido a carga puntual M_a

$$M_a = 5\ 508 * (0,40 + \frac{0,30}{2})$$

$$M_a = 3\ 029,40\ kg - m$$

Tabla IV. Dimensiones de la fosa séptica

Sección	Base	Altura	Área (m ²)	ρ (kg/m ²)	Peso WR (kg/m)	Brazo (m)	MR (kg * m)/m
1	1,3	2,75	1,79	2 700	4 826,25	0,87	4 182,75
2	0,3	2,75	0,83	2 700	2 227,50	1,45	3 229,88
3	2	0,3	0,60	2 700	1620	1,00	1 620,00
					8 673,75		9 032,63

Fuente: elaboración propia.

- Presión activa

$$Pa = \left(\frac{1}{2}\right) * \gamma_{agua} * hf$$

Donde:

Pa = presión activa

γ_{agua} = peso específico del agua

hf = altura efectiva

$$Pa = \left(\frac{1}{2}\right) * 1\,000 * 2,60^2$$

$$Pa = 3\,380 \frac{kg}{m}$$

Momento debido a la presión activa (Mo)

$$Mo = Pa * \left[\frac{hf}{3} + 0,5\right]$$

$$Mo = 3\,380 * \left[\frac{2,6}{3} + 0,5\right]$$

$$Mo = 4\,450,33 \text{ kg} - m$$

- Presión del suelo (Ps)

$$Ps = \left(\frac{1}{2}\right) * \gamma_{suelo} * H_{muro} * Ka$$

$$Ka = \frac{1 - \text{sen } \phi}{1 + \text{sen } \phi}$$

Donde:

γ_{suelo} = peso específico del suelo

H_{muro} = altura total del muro

ϕ = ángulo de fricción interna

$$Ka = \frac{1 - \text{sen } 30}{1 + \text{sen } 30}$$

$$Ka = 0,33$$

$$Ps = \left(\frac{1}{2}\right) * 1\,750 * 3,05^2 * 0,33$$

$$Ps = 2\,686,10 \frac{\text{kg}}{m}$$

Momento debido al suelo (Ms)

$$Ms = \left(\frac{1}{3}\right) * 2\,625 * 3,05$$

$$Ms = 2\,730,87 \text{ kg} - m$$

- Factor de seguridad de volteo (Fv)

$$Fv = \frac{Ms + Mr + Ma}{Mo}$$

$$Fv = \frac{2\,730,87 + 9\,032,63 + 3\,029,40}{4\,450,33}$$

$$Fv = 3,32$$

Fv > 1,5, cumple con el factor de volteo

- Factor contra deslizamiento (Fd)

$$Fd = \frac{WR * \tan\left(\frac{2}{3} * \phi\right) + \frac{2}{3} * B * Cs + Ps + Cp}{Pa}$$

$$Fd = \frac{8\,673,75 * \tan\left(\frac{2}{3} * 30\right) + \frac{2}{3} * 2 * 2\,550 + 2\,686,10 + 5\,508}{3\,380}$$

$$Fd = 4,36$$

Fd > 2 Cumple con el factor contra deslizamiento

- Factor de seguridad contra falla por capacidad de carga

Excentricidad

$$e = \frac{B}{2} - \frac{MR + Ma - Mo}{WR}$$

$$e = \frac{2}{2} - \frac{9\,032,63 + 3\,029,40 - 4\,450,33}{8\,673,75}$$

$$e = 0,122$$

Presiones máximas y mínimas

$$q_{max,min} = \frac{WR + Cp}{B} * \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_{max} = \frac{8\,673,75 + 5\,508}{2} * \left(1 + \frac{6 * 0,122}{2}\right)$$

$$q_{max} = 9\,695,60 \frac{kg}{m^2}$$

$$q_{max} < \text{Valor soporte}$$

$$q_{min} = \frac{8\,673,75 + 5\,508}{2} * \left(1 - \frac{6 * 0,122}{2}\right)$$

$$q_{min} = 4\,486,15 \frac{kg}{m^2}$$

$$q_{min} > 0$$

El resultado obtenido de q_{max} es aceptable, ya que este es menor al valor soporte del suelo. Así como el resultado de q_{min} también es aceptable ya que es mayor a cero.

2.1.5.6.2. Poso de absorción o su equivalente

El primer paso en el diseño de sistemas subterráneos de eliminación de aguas negras es determinar si el suelo es apropiado para la absorción del efluente de la fosa séptica y, si tal es el caso, cuánta área se requiere. El suelo debe tener una velocidad de filtración aceptable, sin interferencias del agua

freática o de estratos impermeables bajo el nivel del sistema de absorción. En general, deben cumplirse dos condiciones:

- El tiempo de filtrado debe estar dentro de los alcances especificados.
- La elevación estacional máxima del nivel freático debe estar cuando a menos de 1,20 mts. Debajo el fondo del pozo de absorción.

Es importante que la capacidad del pozo de filtración se calcule sobre pruebas de filtración ejecutadas en cada estrato vertical penetrado. El promedio ponderado de los resultados debe calcularse para obtener una cifra de diseño. Los estratos del subsuelo donde los coeficientes de filtración exceden de 30 minutos por cada 2,5 cm no deben incluirse en el cálculo del área de absorción.

Para el cálculo del diámetro necesario del pozo de absorción se necesita conocer la tasa de filtración en minutos por 2,5 cm, para poder obtener un área de absorción en m^2 . Otro factor necesario es conocer el nivel de agua freática, para obtener la profundidad disponible del pozo. Dichos datos serán sustituidos en la siguiente fórmula.

$$A = \pi * d * D$$

Donde:

A = área de absorción en m^2

D = diámetro del pozo en metros

d = profundidad de filtración disponible en metros

Cuando es necesario incrementar el número de pozos de filtración, estos deben estar separados por una distancia igual a tres veces el diámetro del pozo

mayor. Algunas consideraciones por tomarse en la construcción de los pozos son: deben ser rellenados con grava limpia a una profundidad de 30 cm arriba del fondo del pozo o 30 cm arriba del escalón rimado, para proporcionar una cimentación sana para el recubrimiento lateral. Los materiales preferentes para el revestimiento son ladrillos de arcilla. El diámetro exterior del revestimiento debe ser, cuando menos, 15 cm menos que el mínimo diámetro de la excavación.

En este proyecto no se construirá pozos, ya que se tiene un cuerpo receptor (un barranco) hacia donde se desfogará.

2.1.5.7. Elaboración de planos finales

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario se presentan en el apéndice 2, están conformados por planta general, planos de densidad de vivienda, planta perfil, detalles de fosa séptica, detalles de pozos y detalles de conexiones domiciliarias.

2.1.5.8. Presupuesto del proyecto

El proyecto será financiado por la municipalidad de Patzún. Para el presupuesto se tomaron en cuenta los renglones de trabajo, materiales y equipos necesarios, y la ejecución en el futuro del proyecto. Asimismo, la mano de obra calificada, la no calificada y la supervisión de un ingeniero civil.

Se integran costos directos y los costos indirectos que se tomó un 32 %, que incluyen costos de admiración, gastos legales, financiamiento y utilidad.

Tabla V. **Resumen de presupuesto sector 1**

Proyecto: diseño de un sistema de alcantarillado sanitario					
Ubicación: aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltenango					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES				Q 1 746,80
1,01	Trazo línea de colector	ML	895,40	Q 1,95	Q 1 746,80
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				Q 115 354,72
2,01	Excavación de zanja	M ³	869,05	Q 90,60	Q 78 733,20
2,02	Relleno de zanja (incluye retiro)	M ³	780,70	Q 46,91	Q 36 621,52
3,00	COLECTOR				Q 98 024,33
3,01	Tubería PVC 6" ASTM F949	ML	895,40	Q 109,48	Q 98 024,33
4,00	POZO DE VISITA				Q 244 552,11
4,01	Pozo de visita (H prom,= 1,66m)	U	34,00	Q7 192,71	Q 244 552,11
5,00	CONEXIONES DOMICILIARES				Q 44 639,69
5,01	Conexiones domiciliarias de 6" a 4"	U	65	Q 686,76	Q 44 639,69
TOTAL					Q 504 317,66

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Resumen de presupuesto sector 2**

Proyecto: diseño de un sistema de alcantarillado sanitario					
Ubicación: aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltenango					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES				Q 1 475,08
1,01	Trazo línea de colector	ML	760,80	Q 1,94	Q 1 475,08
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				Q 99 019,47
2,01	Excavación de zanja	M^3	746,98	Q 90,60	Q 67 674,53
2,02	Relleno de zanja (incluye retiro)	M^3	673,04	Q 46,57	Q 31 344,93
3,00	COLECTOR				Q 83 080,67
3,01	Tubería PVC 6" ASTM F949	ML	760,80	Q 109,20	Q 83 080,67
4,00	POZO DE VISITA				Q 162 507,97
4,01	Pozo de visita (H prom,= 1,67m)	U	23,00	Q 7 065,56	Q 162 507,97
5,00	CONEXIONES DOMICILIARES				Q 61 598,02
5,01	Conexiones domiciliarias de 6" a 4"	U	90	Q 684,42	Q 61 598,02
TOTAL					Q 407 681,21

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Resumen de presupuesto sector 3**

Proyecto: diseño de un sistema de alcantarillado sanitario					
Ubicación: aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltenango					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES				Q 1 262,75
1,01	Trazo línea de colector	ML	640,50	Q 1,97	Q 1 262,75
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				Q 83 372,36
2,01	Excavación de zanja	M^3	599,93	Q 90,60	Q 54 351,57
2,02	Relleno de zanja (incluye retiro)	M^3	538,88	Q 53,85	Q 29 020,79
3,00	COLECTOR				Q 71 171,47
3,01	Tubería PVC 6" ASTM F949	ML	640,50	Q 111,12	Q 71 171,47
4,00	POZO DE VISITA				Q 87 118,76
4,01	Pozo de visita (H prom.= 1 ,62m)	U	13,00	Q 6 701,44	Q 87 118,76
5,00	CONEXIONES DOMICILIARES				Q 24 176,67
5,01	Conexiones domiciliars de 6" a 4"	U	37	Q 653,42	Q 24 176,67
6,00	VERTDERO				Q 3 271,69
6,01	Vertedero de fosa séptica	U	1	Q 3 271,69	Q 3 271,69
7,00	FOSA SÉPTICA				Q 554 114,47
7,01	Fosa séptica vol. 120 m^3	U	2	Q 277 057,24	Q 554 114,47
TOTAL					Q 824 488,18

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Resumen de presupuesto sector 4**

Proyecto: diseño de un sistema de alcantarillado sanitario					
Ubicación: aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltenango					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES				Q 1 773,98
1,01	Trazo línea de colector	ML	930,00	Q 1,91	Q 1 773,98
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				Q 119 027,55
2,01	Excavación de zanja	M ³	897,60	Q 90,60	Q 81 320,39
2,02	Relleno de zanja (incluye retiro)	M ³	807,62	Q 46,69	Q 37 707,16
3,00	COLECTOR				Q 102 548,67
3,01	Tubería PVC 6" ASTM F949	ML	930,00	Q 110,27	Q 102 548,67
4,00	POZO DE VISITA				Q 172 026,35
4,01	Pozo de visita (H prom.= 1,55m)	U	26,00	Q 6 616,40	Q 172 026,35
5,00	CONEXIONES DOMICILIARES				Q 29 959,50
5,01	Conexiones domiciliarias de 6" a 4"	U	46	Q 651,29	Q 29 959,50
6,00	VERTDERO				Q 3 271,69
6,01	Vertedero de fosa séptica	U	1	Q 3 271,69	Q 3 271,69
7,00	FOSA SÉPTICA				Q 554 114,47
7,01	Fosa séptica vol. 120 m ³	U	2	Q277 057,2	Q 554 114,47
TOTAL					Q 982 722,21

Fuente: elaboración propia.

2.1.5.9. Cronograma de ejecución física y financiera

En el cronograma se indica la inversión económica y el avance físico del proyecto. El tiempo estipulado puede variar dependiendo del ejecutor de obra, cambios finales que se pueden hacer y si existieran imprevistos.

Tabla IX. Cronograma físico-financiero del sector 1

Proyecto: diseño de un sistema de alcantarillado sanitario																						
Ubicación: aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltenango																						
SECTOR 1			Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5			
			Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
No.	DESCRIPCIÓN	COSTO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES																					
1,01	Trazo línea de colector	Q 1 746,80																				
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS																					
2,01	Excavación de zanja	Q78 733,20																				
2,02	Relleno de zanja (incluye retiro)	Q36 621,52																				
3,00	COLECTOR																					
3,01	Tubería PVC 6" ASTM F949	Q98 024,33																				
4,00	POZO DE VISITA																					
4,01	Pozo de visita (H prom.= 1,66m)	Q244 552,11																				
5,00	CONEXIONES DOMICILIARES																					
5,01	Conexiones domiciliarias de 6" a 4"	Q 44 639,69																				
TOTAL		Q504 317,6																				
Avance físico % mensual			11,76 %				23,53 %				26,47 %				26,47 %				11,76 %			
Avance físico % acumulado mensual			11,76 %				35,29 %				61,76 %				88,24 %				100,00 %			
Avance financiero mensual			Q17 493,44				Q142 805,19				Q145 189,54				Q157 251,72				Q 41 577,78			
Avance financiero acumulado mensual			Q17 493,44				Q160 298,6				Q305 488,1				Q462 739,8				Q504 317,6			

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Cronograma físico-financiero del sector 2**

Proyecto: diseño de un sistema de alcantarillado sanitario																		
Ubicación: aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltenango																		
SECTOR 2			Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
			Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
No.	DESCRIPCIÓN	COSTO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES																	
1,01	Trazo línea de colector	Q 1 475,08																
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS																	
2,01	Excavación de zanja	Q 67 674,53																
2,02	Relleno de zanja (incluye retiro)	Q 31 344,93																
3,00	COLECTOR																	
3,01	Tubería PVC 6" ASTM F949	Q 83 080,67																
4,00	POZO DE VISITA																	
4,01	Pozo de visita (H prom.= 1,67m)	Q 162 507,97																
5,00	CONEXIONES DOMICILIARES																	
5,01	Conexiones domiciliarias de 6" a 4"	Q 61 598,02																
TOTAL		Q 407 681,2																
Avance físico % mensual			16,67 %				26,66 %				33,33 %				23,33 %			
Avance físico % acumulado mensual			16,67 %				43,33 %				76,66 %				100 %			
Avance financiero mensual			Q 37 284,04				Q143 170,9				Q147 925,63				Q 79 300,63			
Avance financiero acumulado mensual			Q 37 284,04				Q180 454,9				Q328 380,59				Q407 681,2			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Cronograma físico-financiero del sector 3**

Proyecto: diseño de un sistema de alcantarillado sanitario																		
Ubicación: aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltenango																		
SECTOR 3			Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
			Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
No.	DESCRIPCIÓN	COSTO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES																	
1,01	Trazo línea de colector	Q 1 262,75																
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS																	
2,01	Excavación de zanja	Q 54 351,57																
2,02	Relleno de zanja (incluye retiro)	Q 29 020,79																
3,00	COLECTOR																	
3,01	Tubería PVC 6" ASTM F949	Q 71 171,47																
4,00	POZO DE VISITA																	
4,01	Pozo de visita (H prom,= 1,62m)	Q 87 118,76																
5,00	CONEXIONES DOMICILIARES																	
5,01	Conexiones domiciliarias de 6" a 4"	Q 24 176,67																
6,00	VERTDERO																	
6,01	Vertedero de fosa séptica	Q 3 271,69																
7,00	FOSA SÉPTICA																	
7,01	Fosa séptica vol. 120 m^3	Q 554 114,47																
TOTAL		Q 824 488,18																
Avance físico % mensual			16,13 %				29,03 %				38,71 %				16,13 %			
Avance físico % acumulado mensual			16,13 %				45,16 %				83,87 %				100,00 %			
Avance financiero mensual			Q 48 280,10				Q181 978,89				Q340 700,89				Q253 528,30			
Avance financiero acumulado mensual			Q 48 280,10				Q230 258,99				Q570 959,88				Q824 488,18			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Cronograma físico-financiero del sector 4**

Proyecto: diseño de un sistema de alcantarillado sanitario																											
Ubicación: aldea San José Xepatán, Patzún, Chimaltenango																											
SECTOR 4			Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5								
			Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas								
No.	DESCRIPCIÓN	COSTO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES																										
1,01	Trazo línea de colector	Q 1 773,98																									
2,00	MOVIMIENTO DE TIERRAS																										
2,01	Excavación de zanja	Q81 320,39																									
2,02	Relleno de zanja (incluye retiro)	Q37 707,16																									
3,00	COLECTOR																										
3,01	Tubería PVC 6" ASTM F949	Q102 548,67																									
4,00	POZO DE VISITA																										
4,01	Pozo de visita (H prom,=1,55m)	Q172 026,35																									
5,00	CONEXIONES DOMICILIARES																										
5,01	Conexiones domiciliaras de 6" a 4"	Q29 959,5																									
6,00	VERTDERO																										
6,01	Vertedero de fosa séptica	Q 3 271,69																									
7,00	FOSA SÉPTICA																										
7,01	Fosa séptica vol. 120 m^3	Q554 114,47																									
TOTAL		Q982 722,2																									
Avance físico % mensual			11,63 %				18,60 %				25,58 %				30,23 %				13,95 %								
Avance físico % acumulado mensual			11,63 %				30,23 %				55,81 %				86,05 %				100,00 %								
Avance financiero mensual			Q 44 462,0				Q113 804,54				Q 89 147,22				Q 376 466,3				Q258 842,15								
Avance financiero acumulado mensual			Q 44 462,0				Q158 266,54				Q 347 413,76				Q723 880,06				Q 982 722,2								

Fuente: elaboración propia.

2.1.5.10. Evaluación socioeconómica

Es el análisis de factibilidad económica y social del proyecto.

El principal propósito del proyecto es evaluar y describir los beneficios y darles el valor adecuado, tomando en cuenta la rentabilidad social por medio de un estudio beneficio costo. Parte de la evolución socioeconómica considera el análisis del valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

2.1.5.10.1. Valor presente neto

Este método ayuda en la toma de decisiones de inversión, permite determinar si una inversión vale la pena o no realizarla. Traslada los ingresos y egresos anuales, incluyendo la inversión inicial a un valor presente que se conoce como valor presente neto (VPN).

Como resultado del análisis se pueden obtener tres posibles respuestas:

- $VPN < 0$, el resultado es un valor negativo que dependiendo que tan alejado esta de 0, indica que el proyecto no es rentable.
- $VPN = 0$, indica que se genera el porcentaje de utilidad que se desea. No hay ganancias ni pérdidas.
- $VPN > 0$, indica que el proyecto es rentable.

Valor presente neto para el sector 1:

El costo inicial del proyecto es de Q 504 317,66 tomando una inversión inicial de Q 400 000,00, ingreso por conexión de cada casa de Q 686,76, así como una cuota anual de Q 40,00 por uso del alcantarillado y costo por

mantenimiento de alcantarillado de Q 12 000,00 anual. Con un periodo de diseño de 30 años y una tasa de interés de 12 %.

$$VPN = -Q 504 317,66 + Q 400 000 + Q 44 639,69 - Q 12 000(1 + 0,12)^{30} + Q 2 600(1 + 0,12)^{30}$$

$$VPN = -Q 341 301,23$$

Valor presente neto para el sector 2:

El costo inicial del proyecto es de Q 407 681,21 tomando una inversión inicial de Q 300 000,00, ingreso por conexión de cada casa de Q 684,42, así como una cuota anual de Q 40,00 por uso del alcantarillado y costo por mantenimiento de alcantarillado de Q 12 000,00 anual. Con un periodo de diseño de 30 años y una tasa de interés de 12 %.

$$VPN = -Q 407 681,21 + Q 300 000 + Q 61 598,02 - Q 12 000(1 + 0,12)^{30} + Q 3 600(10,12)^{30}$$

$$VPN = -Q 297 746,54$$

Valor presente neto para el sector 3:

El costo inicial del proyecto es de Q 824 488,18 tomando una inversión inicial de Q 500 000,00, ingreso por conexión de cada casa de Q 653,42, así como una cuota anual de Q 40,00 por uso del alcantarillado y costo por mantenimiento de alcantarillado de Q 18 000,00 anual. Con un periodo de diseño de 30 años y una tasa de interés de 12 %.

$$VPN = -Q\ 824\ 488,18 + Q\ 500\ 000 + Q\ 24\ 176,67 - Q\ 18\ 000(1 + 0,12)^{30} \\ + Q\ 1\ 480(10,12)^{30}$$

$$VPN = -Q\ 795\ 249,42$$

Valor presente neto para el sector 4:

El costo inicial del proyecto es de Q 982 722,21 tomando una inversión inicial de Q 500 000,00, ingreso por conexión de cada casa de Q 651,29, así como una cuota anual de Q 40,00 por uso del alcantarillado y costo por mantenimiento de alcantarillado de Q 18 000,00 anual. Con un periodo de diseño de 30 años y una tasa de interés de 12 %.

$$VPN = -Q\ 982\ 722,21 + Q\ 600\ 000 + Q\ 29\ 959,50 - Q\ 18\ 000(1 + 0,12)^{30} \\ + Q\ 1\ 840(10,12)^{30}$$

$$VPN = -Q\ 836\ 915,05$$

El resultado del valor presente neto para los 4 sectores es negativo, lo que significa que la inversión inicial no es recuperable, se gasta más. Pero se necesita realizar el proyecto debido a que es una necesidad para la aldea San José Xepatán, ya que ayuda al saneamiento en la aldea y mejora la salud.

2.1.5.10.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de descuento que ejerce para que la suma de los flujos descontados sea igual a la inversión inicial; es decir que a través de este análisis se puede determinar la rentabilidad de un proyecto.

Siendo este proyecto de carácter social, no es posible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, este se determinara de la siguiente manera:

Sector 1

Costo = inversión inicial-VPN = 504 317,66 – 341 301,23 = Q 163 016,42

Beneficio = No. de hab. beneficiados (a futuro).

Costo beneficio = $Q \frac{163\,016,42}{770\,hab.} = Q.211,71/ habitantes.$

Sector 2

Costo = inversión inicial-VPN = 407 681,21 – 297 746,54 = Q 109 934,68

Beneficio = No. de hab. beneficiados (a futuro).

Costo beneficio = $Q \frac{109\,934,68}{660\,hab.} = Q.166,57/ habitantes.$

Sector 3

Costo = inversión inicial-VPN = 824 488,18 – 795 249,424 = Q 29 238,76

Beneficio = No. de hab. beneficiados (a futuro).

Costo beneficio = $Q. \frac{29\,238,76}{707\,hab.} = Q.41,36/ habitantes.$

Sector 4

Costo = inversión inicial-VPN = 982 722,21 – 836 915,05 = Q 145 807,16

Beneficio = No. de hab. beneficiados (a futuro).

Costo beneficio = $Q. \frac{145\,807,16}{878\,hab.} = Q.166,07/ habitantes.$

Con el dato obtenido anteriormente, el proyecto podrá considerarse favorable para las instituciones que trabajen con la municipalidad.

2.1.5.11. Evaluación de impacto ambiental inicial

La evaluación de impacto ambiental se encuentra en el anexo 1.

CONCLUSIONES

1. La aldea San José Xepatán se caracteriza por su desarrollo socioeconómico. La agricultura es una de las principales fuentes de ingresos, la siembra de hortalizas y legumbres ha hecho que la población genere su sustento económico, al cual contribuyen también las personas que han inmigrado hacia otros países. Ha habido un crecimiento poblacional y con esto las necesidades de mejoras a la infraestructura y servicios básico también, por lo que una de las necesidades es el sistema de alcantarillado sanitario para el saneamiento y mejora a la salud del área.
2. El sistema de alcantarillado sanitario para la aldea es de suma importancia para la salud física de los habitantes, debido a que contribuirá a la eliminación y correcta disposición de las aguas residuales, evitando la propagación de enfermedades gastrointestinales producidas por las mismas. El sistema se dividió en cuatro sectores debido a que los accidentes geográficos así lo determinaron. En los sectores 1 y 2 el desfogue será hacia una planta de tratamiento. En los sectores 3 y 4 el desfogue será hacia fosas sépticas para tratar el agua residual como tratamiento primario y se desfogará hacia un barranco.
3. Para el diseño hidráulico se propuso la tubería elaborada con cloruro de polivinilo (PVC) fabricado con la norma ASTM F949 NOVAFORT por su alta impermeabilidad en juntas, lo cual previene la infiltración del agua subterránea y es fácil su colocación, las velocidades y los tirantes del diseño cumplen con las normas generales para diseños de

alcantarillados del INFOM y del manual técnico de diseño de tubosistemas AMANCO para alcantarillado sanitario y pluvial, lo cual da como resultado un sistema eficiente y funcional.

RECOMENDACIONES

1. Garantizar la supervisión técnica de un profesional capacitado y mano de obra calificada para que se desarrolle de acuerdo con los planos.
2. Los materiales tienen que cumplir con estándares de calidad para obtener la resistencia especificada.
3. Implementar la construcción de las plantas de tratamiento y fosas sépticas propuestas ya que, por ser una opción factible y eficiente, ayudará al manejo de las aguas residuales y evitará la contaminación al ambiente.
4. Realizar un chequeo periódico a los pozos de visita, para evitar alguna obstrucción en el sistema que lo perjudique.
5. Realizar el mantenimiento en el tiempo estipulado para cada fosa séptica, con mano de obra calificada y así evitar su mal funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute, ACI, *Requisitos de reglamento para concreto estructural, (ACI 318S-14)*. Capítulo 8 Losas en dos direcciones y capítulo 9 Vigas, Estados Unidos 2014, 519 p.
2. Amanco. *Manual de diseño de tubo sistemas AMANCO para alcantarillado sanitario y pluvial*. Guatemala: AMANCO, 2016. 42 p.
3. Amanco. *Listado de precios de tuberías, pegamentos, accesorios de PVC. y otros productos que distribuye la empresa: AMANCO*, 2019. 37 p.
4. Consejo Municipal de Desarrollo, *Plan de desarrollo Patzún, Chimaltenango*. 2010, 30 p.
5. GALDÁMEZ, Dany. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Sabana Grande y diseño del pesto de salud de la aldea San Miguel del municipio de Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 75 p.
6. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados. Resolución 420-2001 de Junta Directiva*. Guatemala: INFOM, 2001. 30 p.

7. PATZÁN, Carlos. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario ubicado en el caserío Pacajay de la aldea Cruz Blanca y muro de contención de mampostería reforzada ubicado en la aldea comunidad Zet del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010. 54 p.
8. UNDA OPAZO, Francisco. *Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública*. Unión Tipográfica Hispano Americana, México, 1969. 350 p.
9. VILLATORO, Angélica. *Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para el cantón el Pedrero en la aldea el Porvenir, Villa Canales, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017. 70 p.
10. ZAPETA, Edgar. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea el Chipotón y sistema de abastecimiento de agua potable, para la aldea San José Yalú, municipio de Sumpango, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 75 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Cálculo del diseño de alcantarillado sanitario de la aldea San José Xepatán

Fuente: elaboración propia.

ALCANTARILLADO SANITARIO
Aldea San José Xepatan, Patzún, Chimaltenango
SECTOR 1

Parametros de Diseño							Densidad de vivienda				Caudal de Diseño										Diseño Hidraulico														Cotas		Pozos de Visita						
PV		COTAS		DH	DH Diseño	S terreno	No. Casas		Habitantes a Servir		Domiciliar		Ilicita		Infiltracion	Q. M Sanitario		Factor	Harmond		q Diseño		Diametro	Diametro	Rugosidad	S tub.	Seccion llena		q/Q		v/v		d/D	Tirante (%)		v(m/s)		Cotas Invert Tubería		Altura del Pozo (m)		Altura total	
DE	A	INICIO	FINAL	(m)	(m)	%	Local	Acumulado	Actual	futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Fgm	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Tub. (pul)	Pozo (m)	n	%	Vel. (m/s)	Q. Caudal (l/s)	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Salida	Entrada	Salida	Entrada	m	
1	2	1000	998.16	19.60	18.40	9.39	4	4	28	77	0.03	0.08	0.01	0.03	0.06	0.10	0.17	0.002	4.36	4.27	0.24	0.66	6	1.25	0.01	8.88	3.37	61.54	0.00	0.01	0.24	0.33	0.05	0.07	4.5	7.2	0.81	1.10	998.00	996.26	2	1.9	2.30
2.1	2	1000.14	998.16	9.80	8.60	20.20	4	4	28	77	0.03	0.08	0.01	0.03	0.06	0.10	0.17	0.002	4.36	4.27	0.24	0.66	6	1.25	0.01	19.18	4.96	90.46	0.00	0.01	0.21	0.29	0.04	0.06	3.8	6	1.07	1.43	998.14	996.26	2	1.9	2.30
2	3	998.16	995.19	18.00	16.80	16.50	1	9	63	172	0.06	0.17	0.02	0.07	0.06	0.15	0.30	0.002	4.29	4.17	0.54	1.43	6	1.25	0.01	14.28	4.28	78.04	0.01	0.02	0.29	0.39	0.06	0.09	5.9	9.4	1.22	1.65	996.16	993.59	2	1.6	2.30
3	4	995.19	992.30	13.40	12.20	21.58	2	11	77	210	0.08	0.21	0.03	0.08	0.06	0.17	0.35	0.002	4.27	4.14	0.66	1.74	6	1.25	0.01	17.85	4.78	87.25	0.01	0.02	0.29	0.39	0.06	0.10	6.1	9.7	1.40	1.88	993.19	990.80	2	1.5	2.30
4	5	992.30	990.46	8.50	7.30	21.60	1	12	84	230	0.08	0.23	0.03	0.09	0.06	0.18	0.38	0.002	4.26	4.13	0.72	1.90	6	1.25	0.01	19.24	4.97	90.60	0.01	0.02	0.30	0.40	0.06	0.10	6.3	10	1.48	1.99	990.70	989.06	1.6	1.4	1.90
5	6	990.46	985.35	46.60	45.40	10.96	2	14	98	268	0.10	0.26	0.04	0.11	0.06	0.19	0.43	0.002	4.25	4.10	0.83	2.20	6	1.25	0.01	10.53	3.67	67.03	0.01	0.03	0.34	0.46	0.08	0.12	7.8	12.4	1.26	1.69	988.86	983.95	1.6	1.4	1.90
6	7	985.35	982.53	59.60	58.40	4.73	5	19	133	363	0.13	0.36	0.05	0.14	0.06	0.24	0.56	0.002	4.21	4.04	1.12	2.93	6	1.25	0.01	4.40	2.37	43.32	0.03	0.07	0.43	0.57	0.11	0.18	11	17.6	1.01	1.35	983.75	981.13	1.6	1.4	1.90
7	8	982.53	980.95	20.00	18.80	7.91	1	20	140	382	0.14	0.38	0.06	0.15	0.06	0.25	0.59	0.002	4.20	4.03	1.18	3.08	6	1.25	0.01	6.91	2.98	54.29	0.02	0.06	0.40	0.54	0.10	0.16	10.1	16.1	1.20	1.61	980.93	979.55	1.6	1.4	1.90
8	9	980.95	977.19	18.00	16.80	20.86	1	21	147	401	0.14	0.39	0.06	0.16	0.06	0.26	0.61	0.002	4.19	4.02	1.23	3.23	6	1.25	0.01	19.75	5.03	91.78	0.01	0.04	0.35	0.47	0.08	0.13	8.1	12.8	1.76	2.36	979.35	975.79	1.6	1.4	1.90
9	10	977.19	973.32	36.20	35.00	10.70	4	25	175	478	0.17	0.47	0.07	0.19	0.06	0.30	0.72	0.002	4.17	3.98	1.46	3.81	6	1.25	0.01	10.15	3.61	65.79	0.02	0.06	0.41	0.54	0.10	0.16	10.2	16.3	1.46	1.96	975.59	971.92	1.6	1.4	1.90
10	11	973.32	972.85	5.40	4.20	8.72	0	25	175	478	0.17	0.47	0.07	0.19	0.06	0.30	0.72	0.002	4.17	3.98	1.46	3.81	6	1.25	0.01	5.02	2.54	46.27	0.03	0.08	0.45	0.60	0.12	0.19	12.1	19.3	1.15	1.53	971.72	971.45	1.6	1.4	1.90
11.3.4	11.3.3	994.35	989.01	26.40	25.20	20.23	6	6	42	115	0.04	0.11	0.02	0.05	0.06	0.12	0.22	0.002	4.33	4.23	0.36	0.97	6	1.25	0.01	19.47	5.00	91.13	0.00	0.01	0.24	0.33	0.05	0.07	4.5	7.2	1.20	1.62	992.65	987.51	1.7	1.5	2.00
11.3.3	11.3.2	989.01	983.76	47.00	45.80	11.17	5	5	35	96	0.03	0.09	0.01	0.04	0.06	0.11	0.19	0.002	4.34	4.25	0.30	0.82	6	1.25	0.01	10.53	3.67	67.03	0.00	0.01	0.25	0.34	0.05	0.08	4.8	7.7	0.92	1.25	987.31	982.36	1.7	1.4	2.00
11.3.2	11.3	983.76	982.67	29.20	28.00	3.73	2	7	49	134	0.05	0.13	0.02	0.05	0.06	0.13	0.24	0.002	4.32	4.21	0.42	1.13	6	1.25	0.01	3.05	1.98	36.06	0.01	0.03	0.34	0.45	0.08	0.12	7.6	12.1	0.67	0.89	982.06	981.17	1.7	1.5	2.00
11.3.1	11.3	984.88	982.67	71.30	70.10	3.10	1	8	56	153	0.06	0.15	0.02	0.06	0.06	0.14	0.27	0.002	4.30	4.19	0.48	1.28	6	1.25	0.01	2.96	1.95	35.53	0.01	0.04	0.35	0.47	0.08	0.13	8.1	12.9	0.68	0.92	983.18	981.07	1.7	1.6	2.00
11.3	11.2	982.67	977.21	19.40	18.20	28.14	1	15	105	287	0.10	0.28	0.04	0.11	0.06	0.20	0.46	0.002	4.24	4.09	0.89	2.35	6	1.25	0.01	27.63	5.95	108.56	0.01	0.02	0.30	0.40	0.06	0.10	6.4	10.1	1.79	2.40	981.07	975.71	1.6	1.5	1.90
11.2	11.1	977.21	974.54	15.60	14.40	17.12	0	15	105	287	0.10	0.28	0.04	0.11	0.06	0.20	0.46	0.002	4.24	4.09	0.89	2.35	6	1.25	0.01	16.47	4.60	83.83	0.01	0.03	0.33	0.44	0.07	0.11	7.2	11.4	1.49	2.00	975.61	973.04	1.6	1.5	1.90
11.1.2	11.1.1	979.92	974.79	22.50	21.30	22.80	5	5	35	96	0.03	0.09	0.01	0.04	0.06	0.11	0.19	0.002	4.34	4.25	0.30	0.82	6	1.25	0.01	22.36	5.35	92.65	0.00	0.01	0.22	0.30	0.04	0.06	4	6.4	1.19	1.61	978.42	973.39	1.5	1.4	1.80
11.1.1	11.1	974.79	974.54	34.70	33.50	0.72	2	7	49	134	0.05	0.13	0.02	0.05	0.06	0.13	0.24	0.002	4.32	4.21	0.42	1.13	6	1.25	0.01	0.72	0.96	17.53	0.02	0.06	0.42	0.56	0.11	0.17	10.7	17.1	0.40	0.54	973.29	973.04	1.5	1.5	1.80
11.1	11	974.54	972.85	17.50	16.30	9.66	3	25	175	478	0.17	0.47	0.07	0.19	0.06	0.30	0.72	0.002	4.17	3.98	1.46	3.81	6	1.25	0.01	8.51	3.30	60.27	0.02	0.06	0.42	0.56	0.11	0.17	10.7	17	1.38	1.84	972.94	971.45	1.6	1.4	1.90
11	12	972.85	967.70	17.20	16.00	29.92	2	52	364	993	0.36	0.98	0.14	0.39	0.06	0.56	1.43	0.002	4.04	3.80	2.94	7.55	6	1.25	0.01	28.76	6.07	110.76	0.03	0.07	0.43	0.57	0.11	0.18	11.2	17.6	2.62	3.46	971.25	966.30	1.6	1.4	1.90
12	13	967.70	962.80	20.80	19.60	23.58	4	56	392	1069	0.39	1.05	0.15	0.42	0.06	0.60	1.53	0.002	4.03	3.78	3.16	8.08	6	1.25	0.01	22.62	5.39	98.23	0.03	0.08	0.45	0.60	0.12	0.19	12.2	19.3	2.45	3.24	966.10	961.40	1.6	1.4	1.90
13	14	962.80	956.56	23.20	22.00	26.90	0	56	392	1069	0.39	1.05	0.15	0.42	0.06	0.60	1.53	0.002	4.03	3.78	3.16	8.08	6	1.25	0.01	26.04	5.78	105.38	0.03	0.08	0.45	0.59	0.12	0.19	11.8	18.7	2.57	3.41	961.20	955.16	1.6	1.4	1.90
14	15	956.56	951.28	23.00	21.80	22.95	0	56	392	1069	0.39	1.05	0.15	0.42	0.06	0.60	1.53	0.002	4.03	3.78	3.16	8.08	6	1.25	0.01	22.08	5.32	97.06	0.03	0.08	0.46	0.61	0.12	0.20	12.3	19.5	2.43	3.22	954.96	949.88	1.6	1.4	1.90
15.2	15.1	964.17	957.31	32.40	31.20	21.17	8	8	56	153	0.06	0.15	0.02	0.06	0.06	0.14	0.27	0.002	4.30	4.19	0.48	1.28	6	1.25	0.01	20.56	5.13	93.64	0.01	0.01	0.26	0.35	0.05	0.08	5.1	8.1	1.34	1.80	962.57	955.91	1.6	1.4	1.90
15.1	15	957.31	951.28	26.90	25.70	22.42	0	8	56	153	0.06	0.15	0.02	0.06	0.06	0.14	0.27	0.002	4.30	4.19	0.48	1.28	6	1.25	0.01	21.67	5.27	96.15	0.01	0.01	0.26	0.35	0.05	0.08	5.1	8	1.37	1.83	955.71	949			

ALCANTARILLADO SANITARIO
Aldea San José Xepatan, Patzún, Chimaltenango
SECTOR 2

Parametros de Diseño							Densidad de vivienda				Caudal de Diseño								Diseño Hidráulico										Cotas		Posos de Visita												
PV		COTAS		DI	DI Diseño	± terreno	No. Casas	Habitantes a Servir		Domiciliar		Ícota		Infiltración	Q. M Sanitario		Factor	Harmond		q Diseño		Diametro	Diametro	Rugosidad	S tub.	Seccion fensa		q/Q	v/V		i/D		Tránia (%)		v(m/s)		Cotas Invert Tubería		Altura del Pozo (m)		Altura total		
OE	A	INICIO	FINAL	(m)	(m)	%	Local	Acumulado	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Fgm	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Tub. (pul)	Pozo (m)	n	%	Vel. (m/s)	Q. Caudal l/s	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Salida	Entrada	Salida	Entrada	m			
1	2	1000	993.18	31.7	30.5	21.50	7	7	49	134	0.05	0.13	0.02	0.05	0.06	0.13	0.24	0.002	4.32	4.21	0.42	1.13	6	1.25	0.01	20.56	5.13	93.64	0.00	0.01	0.25	0.34	0.05	0.08	4.80	7.70	1.28	1.74	998.30	991.78	1.70	1.40	2.00
2	3	993.18	985.90	40.7	39.5	17.89	8	15	105	287	0.10	0.28	0.04	0.11	0.06	0.20	0.46	0.002	4.24	4.09	0.89	2.35	6	1.25	0.01	17.40	4.72	86.15	0.01	0.03	0.32	0.43	0.07	0.11	7.10	11.30	1.52	2.05	991.58	984.50	1.60	1.40	1.90
3	4	985.90	981.88	50	48.8	8.05	8	23	161	439	0.16	0.43	0.06	0.17	0.06	0.28	0.66	0.002	4.18	4.00	1.35	3.51	6	1.25	0.01	7.65	3.13	57.13	0.02	0.06	0.41	0.55	0.11	0.17	10.50	16.80	1.30	1.73	984.30	980.48	1.60	1.40	1.90
4	5	981.88	980.81	44.8	43.6	2.39	4	27	189	516	0.19	0.51	0.07	0.20	0.06	0.32	0.77	0.002	4.16	3.97	1.57	4.09	6	1.25	0.01	2.17	1.67	30.40	0.05	0.13	0.53	0.70	0.15	0.25	15.40	24.70	0.88	1.16	980.28	979.31	1.60	1.50	1.90
5.1.2	5.1.1	988.08	984.86	40.6	39.4	7.92	10	10	70	191	0.07	0.19	0.03	0.08	0.06	0.16	0.32	0.002	4.28	4.16	0.60	1.59	6	1.25	0.01	8.91	3.38	61.64	0.01	0.03	0.32	0.43	0.07	0.11	6.90	11.00	1.07	1.44	986.38	982.76	1.70	2.10	2.00
5.1.1	5.1	984.86	981.75	13.5	12.3	23.03	0	10	70	191	0.07	0.19	0.03	0.08	0.06	0.16	0.32	0.002	4.28	4.16	0.60	1.59	6	1.25	0.01	16.37	4.58	83.55	0.01	0.02	0.29	0.39	0.06	0.10	6.00	9.50	1.32	1.78	982.66	980.45	2.20	1.30	2.50
5.1	5	981.75	980.81	17.1	15.9	5.52	0	10	70	191	0.07	0.19	0.03	0.08	0.06	0.16	0.32	0.002	4.28	4.16	0.60	1.59	6	1.25	0.01	5.52	2.66	48.51	0.01	0.03	0.34	0.46	0.08	0.12	7.70	12.30	0.90	1.22	980.25	979.31	1.50	1.50	1.80
5.2.2	5.2.1	989.55	987.34	20	18.8	11.03	7	7	49	134	0.05	0.13	0.02	0.05	0.06	0.13	0.24	0.002	4.32	4.21	0.42	1.13	6	1.25	0.01	7.53	3.11	56.68	0.01	0.02	0.29	0.39	0.06	0.10	6.10	9.70	0.91	1.22	987.45	985.94	2.10	1.40	2.40
5.2.1	5.2	987.34	981.40	41	39.8	14.50	3	10	70	191	0.07	0.19	0.03	0.08	0.06	0.16	0.32	0.002	4.28	4.16	0.60	1.59	6	1.25	0.01	14.01	4.24	77.31	0.01	0.02	0.30	0.40	0.06	0.10	6.30	9.90	1.26	1.69	985.84	980.10	1.50	1.30	1.80
5.7	5.6	1008.78	1002.02	21.6	20.4	31.28	13	13	91	249	0.09	0.24	0.04	0.10	0.06	0.19	0.40	0.002	4.25	4.11	0.77	2.05	6	1.25	0.01	28.50	6.04	110.26	0.01	0.02	0.29	0.39	0.06	0.09	5.90	9.40	1.73	2.33	1006.78	1000.62	2.00	1.40	2.30
5.6	5.5	1002.02	996.02	30.5	29.3	19.68	6	19	133	363	0.13	0.36	0.05	0.14	0.06	0.24	0.56	0.002	4.21	4.04	1.12	2.93	6	1.25	0.01	19.02	4.94	80.08	0.01	0.03	0.34	0.46	0.08	0.12	7.80	12.30	1.69	2.26	1000.42	994.62	1.60	1.40	1.90
5.5	5.4	996.02	987.98	38.2	37	21.04	5	24	168	459	0.17	0.45	0.07	0.18	0.06	0.29	0.69	0.002	4.17	3.99	1.40	3.67	6	1.25	0.01	20.51	5.13	93.54	0.01	0.04	0.36	0.48	0.09	0.14	8.50	13.50	1.86	2.48	994.42	986.58	1.60	1.40	1.90
5.4	5.3	987.98	982.38	33.7	32.5	16.63	6	30	210	573	0.21	0.56	0.08	0.23	0.06	0.35	0.85	0.002	4.14	3.94	1.74	4.52	6	1.25	0.01	16.04	4.53	82.71	0.02	0.05	0.40	0.53	0.10	0.16	10.00	15.80	1.82	2.42	986.38	980.98	1.60	1.40	1.90
5.3	5.2	982.38	981.40	35.2	34	2.79	4	34	238	649	0.23	0.64	0.09	0.26	0.06	0.39	0.95	0.002	4.12	3.91	1.96	5.08	6	1.25	0.01	2.22	1.69	30.77	0.06	0.17	0.56	0.74	0.17	0.27	17.10	27.40	0.94	1.24	980.78	980.00	1.60	1.40	1.90
5.2	5	981.40	980.81	69.1	67.9	0.85	8	52	364	993	0.36	0.98	0.14	0.39	0.06	0.56	1.43	0.002	4.04	3.80	2.94	7.55	6	1.25	0.01	0.85	1.05	19.08	0.15	0.40	0.72	0.94	0.27	0.44	26.50	43.70	0.76	0.98	979.80	979.21	1.60	1.60	1.90
5	6	980.81	976.88	18.5	17.3	21.22	1	90	630	1718	0.62	1.69	0.25	0.68	0.06	0.93	2.43	0.002	3.92	3.64	4.94	12.49	6	1.25	0.01	19.60	5.01	91.43	0.05	0.14	0.53	0.70	0.16	0.25	15.70	24.90	2.66	3.50	979.11	975.48	1.70	1.40	2.00
6	7	976.88	976.75	5.1	3.9	2.61	0	90	630	1718	0.62	1.69	0.25	0.68	0.06	0.93	2.43	0.002	3.92	3.64	4.94	12.49	6	1.25	0.01	0.65	0.91	16.68	0.30	0.75	0.87	1.10	0.37	0.65	17.20	64.50	0.80	1.00	975.28	975.25	1.60	1.50	1.90
7	8	976.75	966.54	39	37.8	26.17	0	90	630	1718	0.62	1.69	0.25	0.68	0.06	0.93	2.43	0.002	3.92	3.64	4.94	12.49	6	1.25	0.01	25.65	5.73	104.61	0.05	0.12	0.51	0.67	0.15	0.23	14.70	23.30	2.93	3.86	975.15	965.14	1.60	1.40	1.90
8	9	966.54	959.07	50.8	49.6	14.72	0	90	630	1718	0.62	1.69	0.25	0.68	0.06	0.93	2.43	0.002	3.92	3.64	4.94	12.49	6	1.25	0.01	14.33	4.29	78.17	0.06	0.16	0.56	0.73	0.17	0.27	17.00	27.00	2.39	3.14	964.94	957.67	1.60	1.40	1.90
9	10	959.07	953.64	36	34.8	15.07	0	90	630	1718	0.62	1.69	0.25	0.68	0.06	0.93	2.43	0.002	3.92	3.64	4.94	12.49	6	1.25	0.01	14.51	4.31	78.68	0.06	0.16	0.56	0.73	0.17	0.27	16.90	26.90	2.40	3.15	957.47	952.24	1.60	1.40	1.90
10	11	953.64	950.99	50	48.8	5.31	0	90	630	1718	0.62	1.69	0.25	0.68	0.06	0.93	2.43	0.002	3.92	3.64	4.94	12.49	6	1.25	0.01	4.91	2.51	45.76	0.11	0.27	0.65	0.85	0.22	0.36	22.10	35.80	1.64	2.14	952.04	949.59	1.60	1.40	1.90
11	12	950.99	946.51	22.2	21	20.19	0	90	630	1718	0.62	1.69	0.25	0.68	0.06	0.93	2.43	0.002	3.92	3.64	4.94	12.49	6	1.25	0.01	19.29	4.97	90.70	0.05	0.14	0.53	0.70	0.16	0.25	15.80	25.00	2.65	3.48	949.38	945.11	1.60	1.40	1.90
12	13	946.51	945.23	11.5	10.3	11.11	0	90	630	1718	0.62	1.69	0.25	0.68	0.06	0.93	2.43	0.002	3.92	3.64	4.94	12.49	6	1.25	0.01	9.37	3.47	63.23	0.08	0.20	0.59	0.78	0.19	0.30	16.90	30.10	2.06	2.70	944.91	943.83	1.60	1.40	1.90

ALCANTARILLADO SANITARIO
Aldea San José Xepatan, Patzún, Chimaltenango
SECTOR 3

Parametros de Diseño							Densidad de vivienda				Caudal de Diseño												Diseño Hidraulico												Cotas		Pozos de Visita						
PV		COTAS		DH	DH Diseño	± terreno	No. Casas		Habitantes a Servir		Domidliar		Ilicita		Infiltracion	Q. M Sanitario		Factor	Harmond		q Diseño		Diametro	Diametro	Rugosidad	± tub.	Seccion llena		q/Q	v/V	d/D		Tirante (%)	v(m/s)	Cotas Invert Tubería		Altura del Pozo (m)		Altura total				
DE	A	INICIO	FINAL	(m)	(m)	%	Local	Acumulado	Actual	futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Actual	Futuro	Fgm	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Tub. (pul)	Pozo (m)	n	%	Vel. (m/s)	Q. Caudal l/s	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Salida	Entrada	Salida	Entrada	m
1	2	1000.00	994.93	62	60.8	8.17	10	10	70	191	0.07	0.19	0.03	0.08	0.06	0.16	0.32	0.002	4.28	4.16	0.60	1.59	6	1.25	0.01	7.85	3.17	57.86	0.01	0.03	0.32	0.43	0.07	0.11	7.1	11.3	1.02	1.37	998.30	993.43	1.70	1.50	2.00
2,1	2	997.73	994.93	22	20.8	12.71	4	4	28	77	0.03	0.08	0.01	0.03	0.06	0.10	0.17	0.002	4.36	4.27	0.24	0.66	6	1.25	0.01	11.35	3.81	69.58	0.004	0.01	0.23	0.31	0.04	0.07	4.3	6.8	0.89	1.20	996.03	993.53	1.70	1.40	2.00
2	3	994.93	994.07	50	48.8	1.73	5	19	133	363	0.13	0.36	0.05	0.14	0.06	0.24	0.56	0.002	4.21	4.04	1.12	2.93	6	1.25	0.01	1.13	1.20	21.91	0.05	0.13	0.52	0.70	0.15	0.25	15.3	24.7	0.63	0.84	993.43	992.87	1.50	1.20	1.80
3,1	3	998.55	994.07	53.8	52.6	8.32	8	8	56	153	0.06	0.15	0.02	0.06	0.06	0.14	0.27	0.002	4.30	4.19	0.48	1.28	6	1.25	0.01	8.13	3.23	58.90	0.01	0.02	0.30	0.40	0.06	0.10	6.4	10.1	0.97	1.30	997.05	992.67	1.50	1.40	1.80
3	4	994.07	991.28	88.4	87.2	3.15	1	28	196	535	0.19	0.53	0.08	0.21	0.06	0.33	0.80	0.002	4.15	3.96	1.63	4.24	6	1.25	0.01	2.81	1.90	34.65	0.05	0.12	0.51	0.68	0.15	0.24	14.7	23.6	0.97	1.29	992.57	990.08	1.50	1.20	1.80
4,4	4,3	1004.35	1000.70	43	41.8	8.48	4	4	28	77	0.03	0.08	0.01	0.03	0.06	0.10	0.17	0.002	4.36	4.27	0.24	0.66	6	1.25	0.01	7.55	3.11	56.77	0.00	0.01	0.25	0.33	0.05	0.08	4.7	7.5	0.77	1.04	1002.55	999.30	1.80	1.40	2.10
4,3	4,2	1000.70	999.86	19.8	18.6	4.25	2	6	42	115	0.04	0.11	0.02	0.05	0.06	0.12	0.22	0.002	4.33	4.23	0.36	0.97	6	1.25	0.01	3.24	2.04	37.20	0.01	0.03	0.32	0.43	0.07	0.11	6.9	11.1	0.65	0.87	999.00	998.36	1.70	1.50	2.00
4,2	4,1	999.86	995.78	30	28.8	13.58	3	9	63	172	0.06	0.17	0.02	0.07	0.06	0.15	0.30	0.002	4.29	4.17	0.54	1.43	6	1.25	0.01	12.25	3.96	72.29	0.01	0.02	0.29	0.39	0.06	0.10	6.1	9.7	1.16	1.56	998.06	994.38	1.80	1.40	2.10
4,1	4	995.78	991.28	56	54.8	8.03	0	9	63	172	0.06	0.17	0.02	0.07	0.06	0.15	0.30	0.002	4.29	4.17	0.54	1.43	6	1.25	0.01	7.85	3.17	57.87	0.01	0.02	0.31	0.42	0.07	0.11	6.8	10.8	0.99	1.34	994.28	989.88	1.50	1.40	1.80
4	5	991.28	982.64	39	37.8	22.17	0	37	259	707	0.25	0.70	0.10	0.28	0.06	0.42	1.03	0.002	4.10	3.89	2.13	5.50	6	1.25	0.01	21.40	5.24	95.55	0.02	0.06	0.41	0.54	0.10	0.16	10.3	16.2	2.14	2.84	989.68	981.34	1.60	1.30	1.90
5	6	982.64	979.11	80	78.8	4.41	0	37	259	707	0.25	0.70	0.10	0.28	0.06	0.42	1.03	0.002	4.10	3.89	2.13	5.50	6	1.25	0.01	4.03	2.27	41.47	0.05	0.13	0.52	0.69	0.15	0.25	15.3	24.6	1.19	1.58	981.04	977.81	1.60	1.30	1.90
6	7	979.11	973.04	55.5	54.3	10.93	0	37	259	707	0.25	0.70	0.10	0.28	0.06	0.42	1.03	0.002	4.10	3.89	2.13	5.50	6	1.25	0.01	10.39	3.65	66.58	0.03	0.08	0.45	0.60	0.12	0.19	12.2	19.4	1.66	2.20	977.51	971.74	1.60	1.30	1.90
7	8	973.04	971.75	41	39.8	3.15	0	37	259	707	0.25	0.70	0.10	0.28	0.06	0.42	1.03	0.002	4.10	3.89	2.13	5.50	6	1.25	0.01	1.07	1.17	21.41	0.10	0.26	0.64	0.84	0.21	0.35	21.2	34.5	0.75	0.98	971.44	971.00	1.60	0.75	1.90

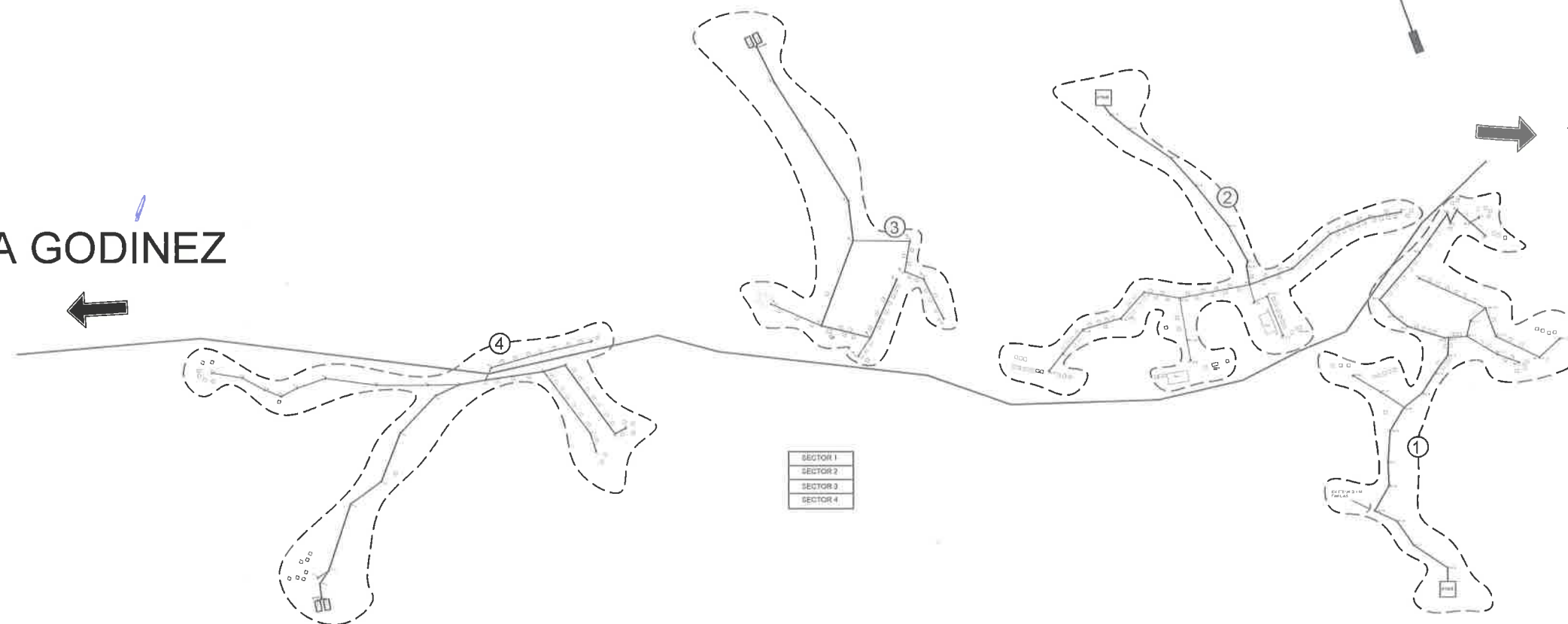
ALCANTARILLADO SANITARIO
Aldea San José Kepatan, Patzún, Chimaltenango
SECTOR 4

Parámetros de Diseño										Densidad de vivienda						Caudal de Diseño										Diseño Hidráulico										Cotas		Pozos de Visita					
PV	COTAS			DH	DH Diseño	S terreno	No. Casas	Habitantes o Servir	Domiciliar		Bicita		Infiltración		Q. M Sanitario		Factor	Hammond		q Diseño		Diametro	Diametro	Rugosidad	S tub.	Sección Recta		q/Q		v/V		d/D		Tirante (%)		v(m/s)		Cotas Invert Tubería		Altura del Pozo (m)		Altura total	
DE	A	INICIO	FINAL	(m)	(m)	%	Local	Acumulado	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Fem	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Tub. (pulg)	Pozo (m)	n	%	Vel. (m/s)	Q. Caudal (l/s)	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Salida	Entrada	Salida	Entrada	m	
1	2	1000	999.78	11.60	10.40	1.90	4	4	28	77	0.03	0.08	0.01	0.03	0.06	0.10	0.17	0.002	4.36	4.27	0.24	0.66	6	1.25	0.01	1.90	1.56	28.48	0.01	0.02	0.30	0.41	0.07	0.10	6.50	10.40	0.48	0.64	998.30	998.08	1.70	1.70	2.00
2	3	999.78	994.61	82.20	81.00	6.29	7	11	77	210	0.08	0.21	0.03	0.08	0.06	0.17	0.35	0.002	4.27	4.14	0.66	1.74	6	1.25	0.01	6.04	2.78	50.77	0.01	0.03	0.35	0.46	0.08	0.13	7.90	12.60	0.96	1.29	998.08	993.11	1.70	1.50	2.00
3	4	994.61	994.04	22.20	21.00	2.55	0	11	77	210	0.08	0.21	0.03	0.08	0.06	0.17	0.35	0.002	4.27	4.14	0.66	1.74	6	1.25	0.01	2.55	1.81	33.01	0.02	0.05	0.39	0.53	0.10	0.16	9.70	15.50	0.71	0.95	993.11	992.54	1.50	1.50	1.80
4.1	4.1	997.97	997.93	18.20	17.00	0.22	7	7	49	134	0.05	0.13	0.02	0.05	0.06	0.13	0.24	0.002	4.32	4.21	0.42	1.13	6	1.25	0.01	1.87	1.55	28.23	0.01	0.04	0.36	0.49	0.09	0.14	8.50	13.60	0.56	0.75	996.47	996.13	1.50	1.80	1.80
4.1	4	997.93	994.04	75.80	74.60	5.13	3	10	70	191	0.07	0.19	0.03	0.08	0.06	0.16	0.32	0.002	4.28	4.16	0.60	1.59	6	1.25	0.01	4.23	2.36	43.09	0.01	0.04	0.35	0.48	0.08	0.13	8.20	13.10	0.83	1.12	995.93	992.64	2.00	1.40	2.30
4	5	994.40	993.94	57.20	56.00	0.80	3	24	168	459	0.17	0.45	0.07	0.18	0.06	0.39	0.69	0.002	4.17	3.99	1.40	3.67	6	1.25	0.01	0.63	0.90	16.39	0.09	0.22	0.61	0.81	0.20	0.32	19.70	32.10	0.55	0.72	992.90	992.54	1.50	1.40	1.80
5.1	5.1	1004.71	997.79	50.00	48.80	13.84	4	4	28	77	0.03	0.08	0.01	0.03	0.06	0.10	0.17	0.002	4.36	4.27	0.24	0.66	6	1.25	0.01	13.44	4.15	75.72	0.00	0.01	0.23	0.31	0.04	0.07	4.10	6.60	0.94	1.28	1003.01	996.29	1.70	1.50	2.00
5.1	5	997.79	997.08	50.00	48.80	1.42	3	7	49	134	0.05	0.13	0.02	0.05	0.06	0.13	0.24	0.002	4.32	4.21	0.42	1.13	6	1.25	0.01	1.22	1.25	22.81	0.02	0.05	0.39	0.52	0.09	0.15	9.40	15.10	0.48	0.65	996.19	995.58	1.60	1.50	1.90
5.1	5	997.08	993.94	13.20	12.50	22.92	0	7	43	134	0.05	0.13	0.02	0.05	0.06	0.13	0.24	0.002	4.32	4.21	0.42	1.13	6	1.25	0.01	21.46	5.23	55.68	0.01	0.02	0.31	0.41	0.07	0.11	6.60	10.50	0.71	0.95	992.44	990.23	1.50	1.40	1.80
5	6	993.94	991.83	25.60	24.40	9.02	0	31	217	592	0.21	0.58	0.09	0.23	0.06	0.36	0.88	0.002	4.13	3.94	1.79	4.66	6	1.25	0.01	8.63	3.33	60.68	0.03	0.08	0.45	0.59	0.12	0.19	11.80	18.70	1.48	1.97	992.44	990.23	1.50	1.40	1.80
6.1	6.1	1044.58	1043.24	30.00	28.80	4.44	6	6	42	115	0.04	0.11	0.02	0.05	0.06	0.12	0.22	0.002	4.33	4.23	0.36	0.97	6	1.25	0.01	4.11	2.29	41.86	0.01	0.02	0.31	0.41	0.07	0.11	6.60	10.50	0.71	0.95	1043.08	1041.84	1.50	1.40	1.80
6.1	6.1	1043.24	1035.15	25.00	23.80	32.38	0	6	42	115	0.04	0.11	0.02	0.05	0.06	0.12	0.22	0.002	4.33	4.23	0.36	0.97	6	1.25	0.01	31.98	6.40	116.80	0.00	0.01	0.22	0.30	0.04	0.06	4.00	6.40	1.42	1.93	1041.74	1033.75	1.50	1.40	1.80
6.1	6.5	1035.15	1024.32	17.20	16.00	62.95	0	6	42	115	0.04	0.11	0.02	0.05	0.06	0.12	0.22	0.002	4.33	4.23	0.36	0.97	6	1.25	0.01	62.37	8.94	163.11	0.00	0.01	0.20	0.27	0.03	0.06	3.40	5.50	1.79	2.44	1033.65	1022.92	1.50	1.40	1.80
6.1	6.4	1024.32	1012.26	17.40	16.20	69.32	1	7	49	134	0.05	0.13	0.02	0.05	0.06	0.13	0.24	0.002	4.32	4.21	0.42	1.13	6	1.25	0.01	68.74	9.39	171.24	0.00	0.01	0.21	0.28	0.04	0.06	3.60	5.70	1.95	2.63	1022.92	1010.86	1.50	1.40	1.80
6.4	6.3	1012.26	1006.20	29.00	27.80	20.58	0	7	49	134	0.05	0.13	0.02	0.05	0.06	0.13	0.24	0.002	4.32	4.21	0.42	1.13	6	1.25	0.01	20.24	5.09	92.97	0.00	0.01	0.25	0.34	0.05	0.08	4.80	7.70	1.27	1.73	1010.76	1004.89	1.50	1.40	1.80
6.3	6.2	1006.20	997.93	50.00	48.80	16.73	0	7	49	134	0.05	0.13	0.02	0.05	0.06	0.13	0.24	0.002	4.32	4.21	0.42	1.13	6	1.25	0.01	16.53	4.60	89.96	0.01	0.01	0.26	0.35	0.05	0.08	5.10	8.10	1.30	1.91	1004.79	996.53	1.50	1.40	1.80
6.2	6.1	997.93	995.38	50.00	48.80	5.10	0	7	49	134	0.05	0.13	0.02	0.05	0.06	0.13	0.24	0.002	4.32	4.21	0.42	1.13	6	1.25	0.01	4.90	2.51	45.71	0.01	0.02	0.31	0.42	0.07	0.11	6.80	10.80	0.79	1.06	996.43	993.98	1.50	1.40	1.80
6.1	6	995.38	991.83	30.70	29.50	12.21	0	7	49	134	0.05	0.13	0.02	0.05	0.06	0.13	0.24	0.002	4.32	4.21	0.42	1.13	6	1.25	0.01	11.88	3.90	71.19	0.01	0.02	0.27	0.37	0.06	0.09	5.50	8.70	1.07	1.43	993.88	990.23	1.50	1.40	1.80
6	7	991.63	989.87	25.40	24.20	6.02	0	38	266	726	0.26	0.71	0.10	0.29	0.06	0.43	1.06	0.002	4.10	3.89	2.18	5.64	6	1.25	0.01	6.53	2.89	52.77	0.04	0.11	0.49	0.65	0.14	0.22	13.80	22.60	1.42	1.88	990.13	988.47	1.50	1.40	1.80
7	8	989.87	987.46	49.80	48.60	4.85	0	38	266	726	0.26	0.71	0.10	0.29	0.06	0.43	1.06	0.002	4.10	3.89	2.18	5.64	6	1.25	0.01	4.65	2.44	44.54	0.03	0.13	0.52	0.68	0.15	0.24	15.00	24.00	1.36	1.67	988.37	986.06	1.50	1.40	1.80
8	9	987.46	984.81	50.60	49.40	5.24	1	39	273	745	0.27	0.73	0.11	0.29	0.06	0.44	1.09	0.002	4.10	3.88	2.24	5.78	6	1.25	0.01	5.04	2.54	46.37	0.05	0.12	0.51	0.68	0.15	0.24	14.99	23.80	1.31	1.73	985.96	983.41	1.50	1.40	1.80
9	10	984.81	982.05	37.00	35.80	7.44	0	39	273	745	0.27	0.73	0.11	0.29	0.06	0.44	1.09	0.002	4.10	3.88	2.24	5.78	6	1.25	0.01	7.17	3.03	55.30	0.04	0.10	0.49	0.65	0.14	0.22	13.70	21.80	1.48	1.96	983.31	980.65	1.50	1.40	1.80
10	11	982.05	977.71	68.00	66.80	6.38	0	39	273	745	0.27	0.73	0.11	0.29	0.06	0.44	1.09	0.002	4.10	3.88	2.24	5.78	6	1.25	0.01	6.24	2.83	51.57	0.04	0.11	0.50	0.66	0.14	0.23	14.10	22.60	1.41	1.87	980.55	976.31	1.50	1.40	1.80
11.1	11	980.14	977.71	12.80	11.60	18.99	2	46	322	878	0.32	0.86	0.13	0.35	0.06	0.50	1.27	0.002	4.07	3.84	2.62	6.74	6	1.25	0.01	17.43	4.73	86.23	0.03	0.08	0.45	0.59	0.12	0.19	11.90	18.90	2.12	2.81	978.54	976.31	1.60	1.40	1.90
11	12	977.71	976.39	15.60	14.40	8.46	0	46	322	878	0.32	0.86	0.13	0.35	0.06	0.50	1.27	0.002	4.07	3.84	2.62	6.74	6	1.25	0.01	7.82	3.17	57.76	0.05	0.12	0.51	0.67	0.15	0.23	14.50	23.60	1.60	2.11	976.21	974.99	1.50	1.40	1.80
12	13	976.39	974.74	15.00	13.80	11.04	0	46	322	878	0.32	0.86	0.13	0.35	0.06	0.50	1.27	0.002	4.07	3.84	2.62	6.74	6	1.25	0.01	3.04	1.97	36.02	0.07	0.19	0.58	0.76	0.18	0.29	18.20	29.20	1.15	1.51	974.89	974.44	1.50	0.30	1.80

Apéndice 2. **Planos del diseño de alcantarillado sanitario de la aldea
San José Xepatán**

Fuente: elaboración propia.

A GODINEZ

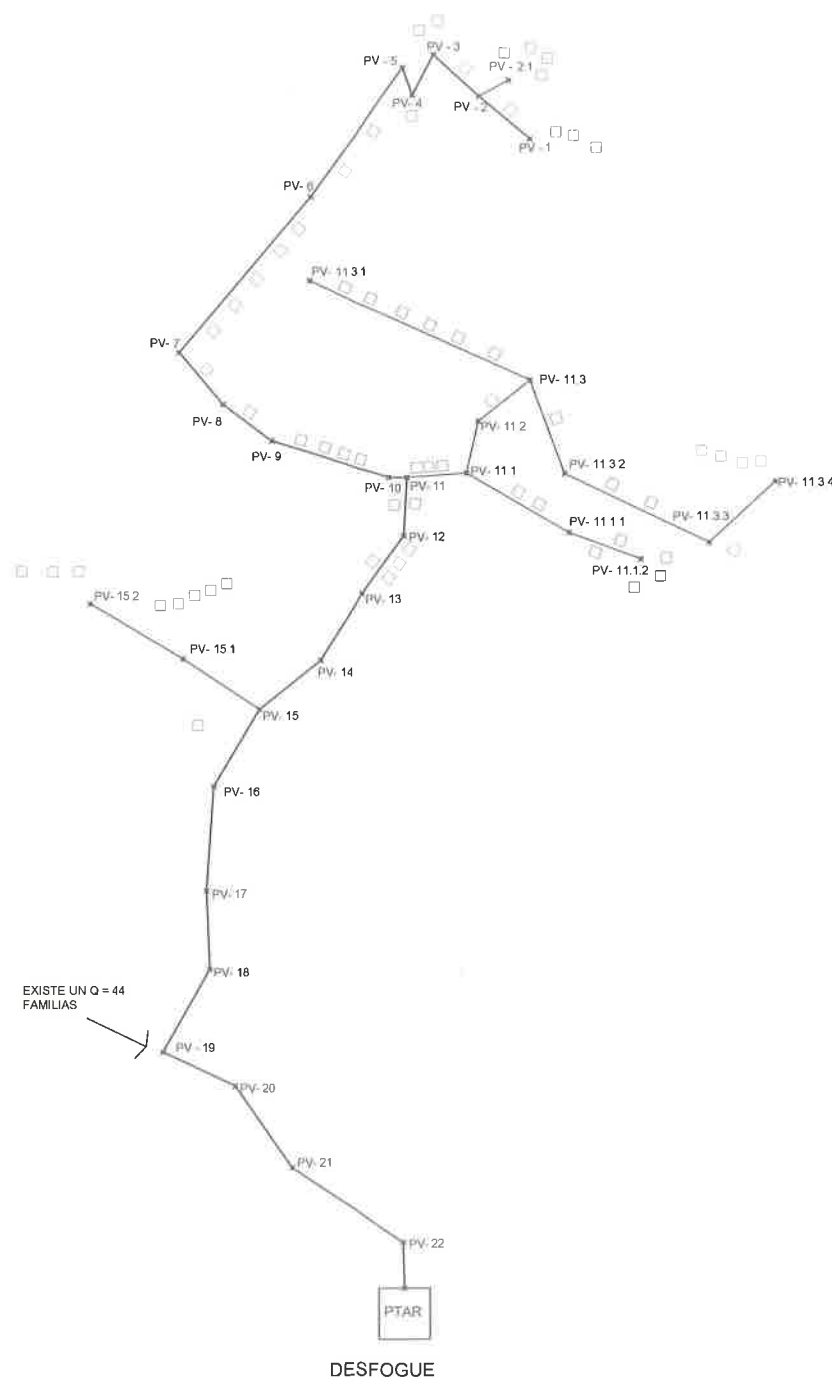
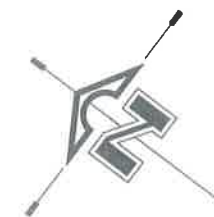


A PATZÚN



Planta General

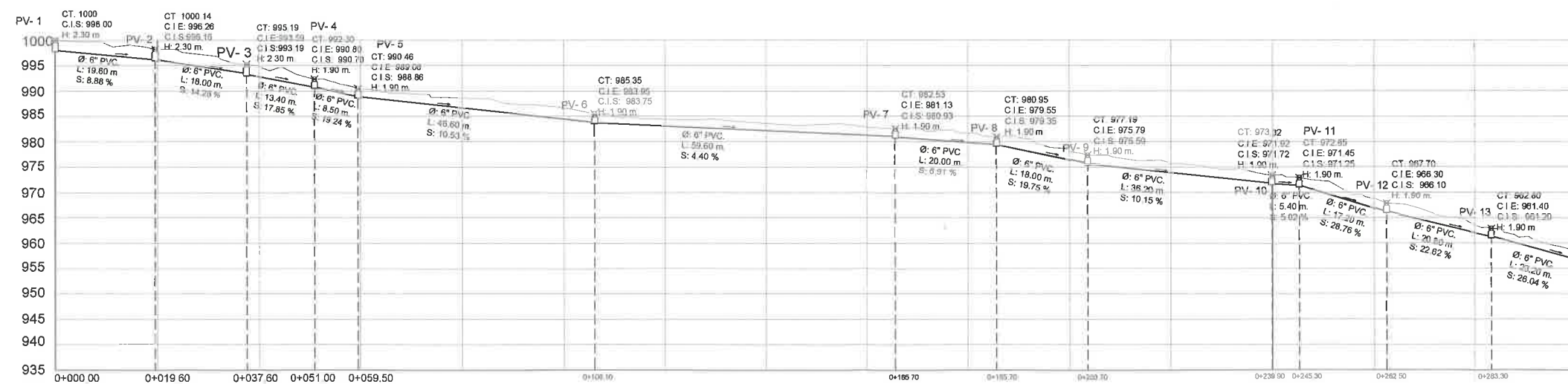
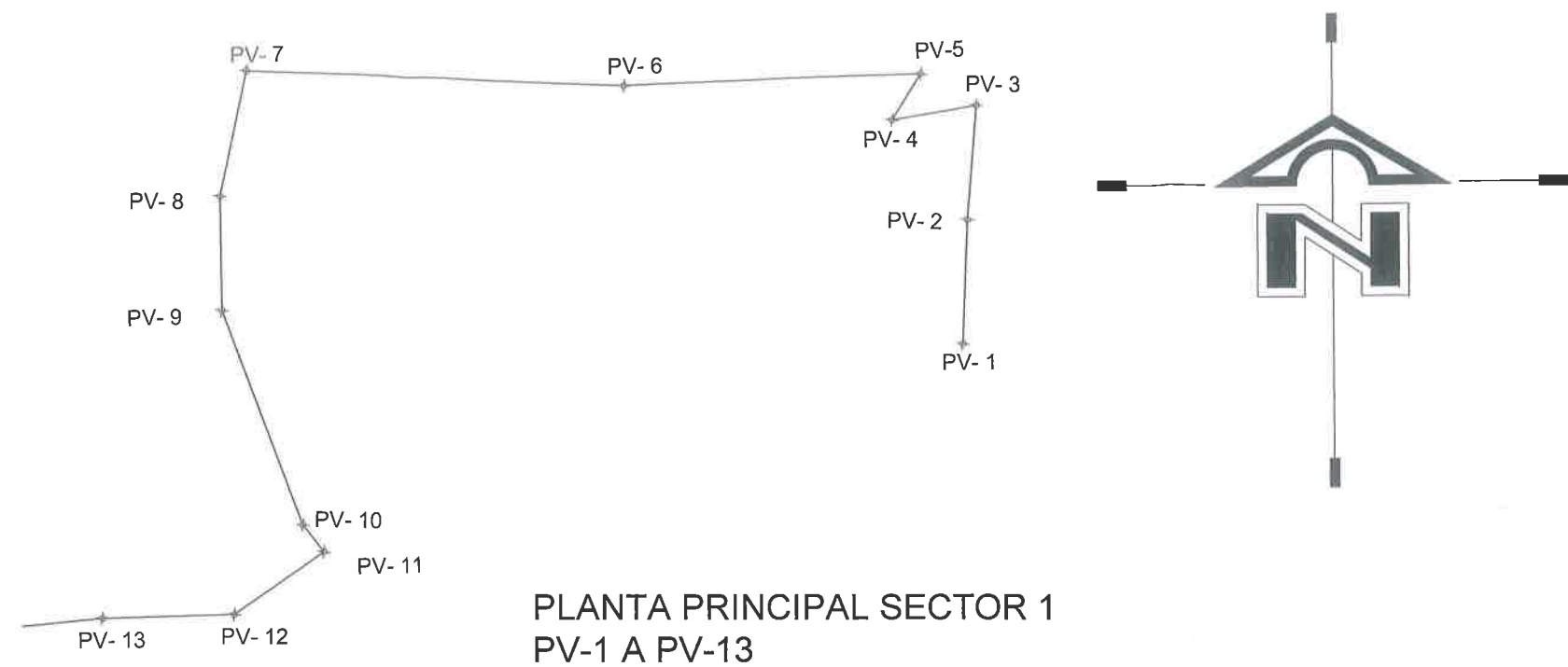
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE PATZÚN	
Proyecto:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA SAN JUAN DE PATZÚN
Contenido:	PLANTA GENERAL UNIDAD DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
Diseño:	GONZALEZ ALEXANDER PICHAY SALAS
Fecha:	16



PLANTA SECTOR 1

ESC 1:1,000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
MUNICIPALIDAD DE PATZÚN		
Proyecto:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
Contenido:	ALDEA SAN LUIS PATZÚN, PATZÚN	
Clase:	UNIDAD DE VIVIENDA DE PATZÚN	
Vista:	QUEYR ALEXANDER PICHYA SOLÍS	
Ing. Juan Mayek		Asesor de EPS

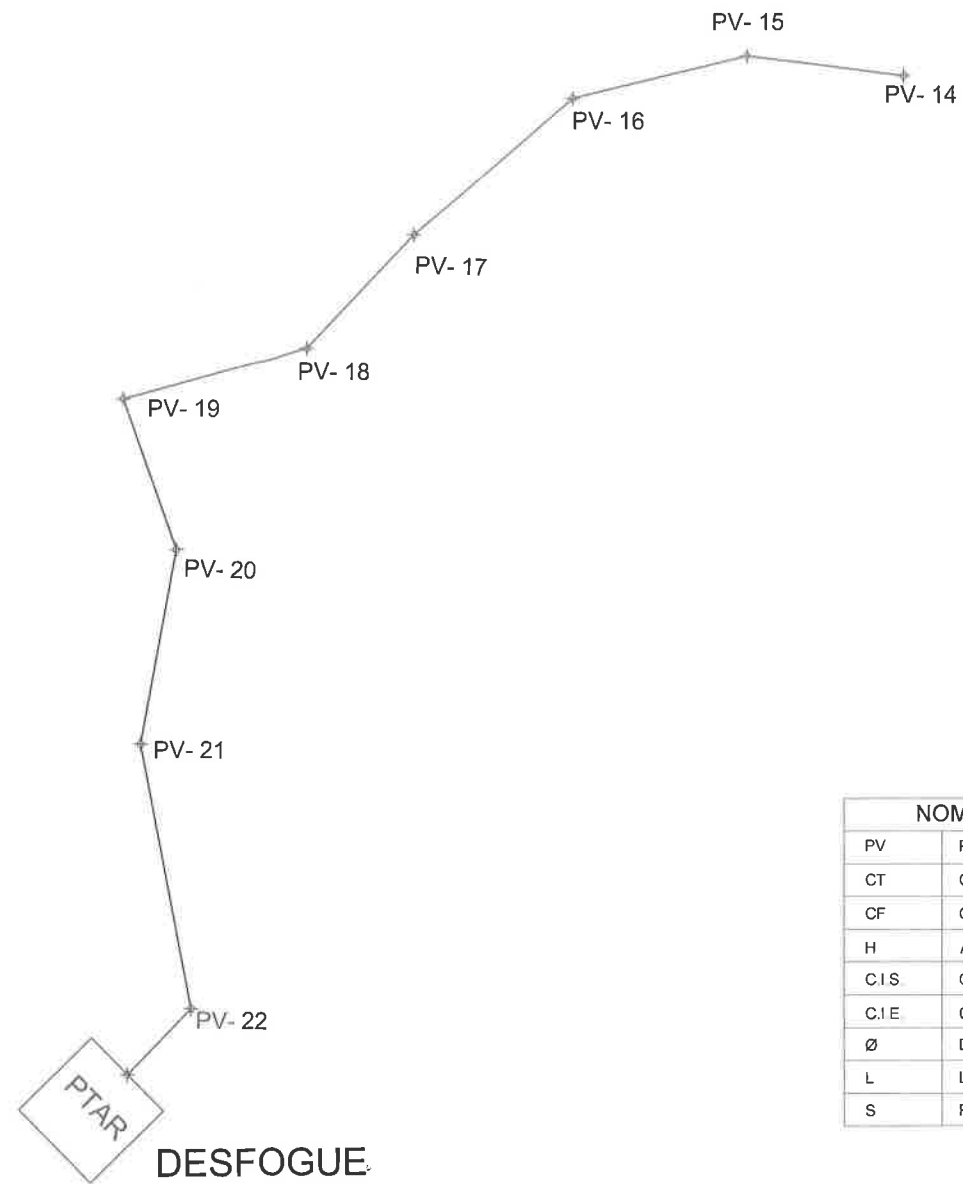


ESC 1:500

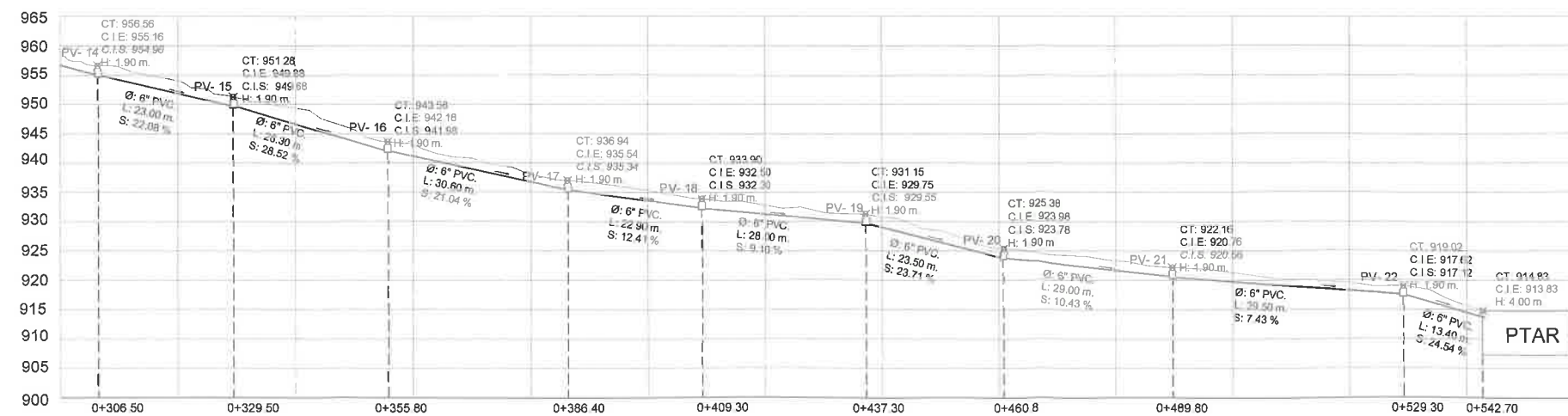
NOMENCLATURA		SIMBOLOGIA	
PV	POZO DE VISITA		DIRECCION DEL FLUJO
CT	COTA DE TERRENO		POZO DE VISITA
CF	COTA DE FONDO		CASA
H	ALTURA DE POZO		TUBERIA ASTM F949
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA		RASANTE DEL SUELO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
Ø	DIAMETRO DEL TUBO		
L	LONGITUD		
S	PENDIENTE		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE PATZUN	
Proyecto:	SISTEMA DE ALUMBRADO PUBLICO ALDEA SAN JUAN PATZUN
Contrato:	PLAN DE MANEJO DEL SECTOR 1
Cliente:	ALCALDE ALEXANDER PICHYA SOLIS
Fecha:	SEPTIEMBRE 2019
Hoja:	16
Ing. Juan Carlos G. Asesor de EPO	

PLANTA PRINCIPAL SECTOR 1
PV - 13 A PV - 22



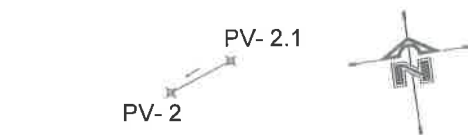
NOMENCLATURA		SIMBOLOGIA	
PV	POZO DE VISITA		DIRECCION DEL FLUJO
CT	COTA DE TERRENO		POZO DE VISITA
CF	COTA DE FONDO		CASA
H	ALTURA DE POZO		TUBERIA ASTM F949
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA		RASANTE DEL SUELO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
Ø	DIAMETRO DEL TUBO		
L	LONGITUD		
S	PENDIENTE		



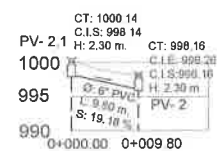
PERFIL LINEA PRINCIPAL SECTOR 1
PV - 14 A PTAR

ESC 1:500

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE PATZUN		
Proyecto:	SISTEMA DE ALcantarillado SANITARIO ALBARRADO DE PATZUN, PATZUN	
Construido:	PLANTA PRINCIPAL SECTOR 1	
Diseño:	JUAN ALEXANDER PICHIA GARCIA	
Verificado:	Ing. Juan Carlos...	
Ing. Juan Carlos...		4 / 16

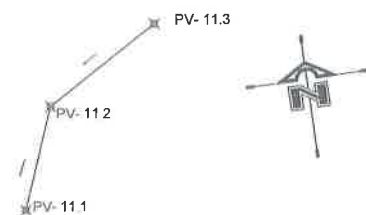


PLANTA PV - 2.1 A PV - 2

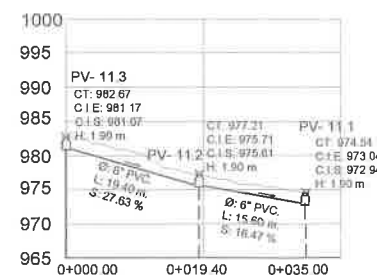


PERFIL PV - 2.1 A PV - 2, SECTOR 1

ESC 1:500

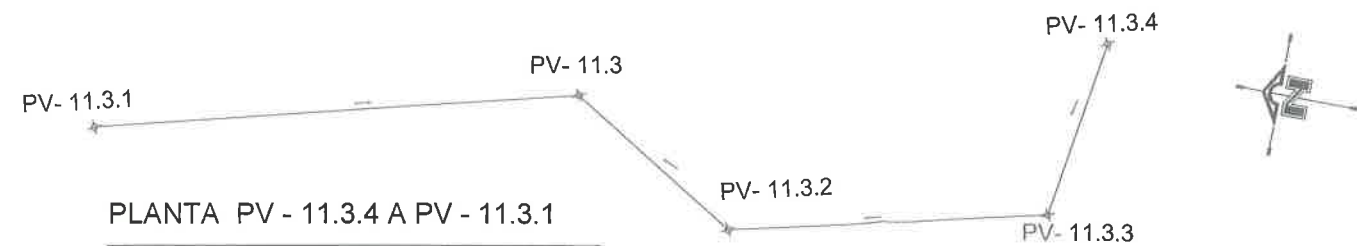


PLANTA PV - 11.3 A PV - 11.1

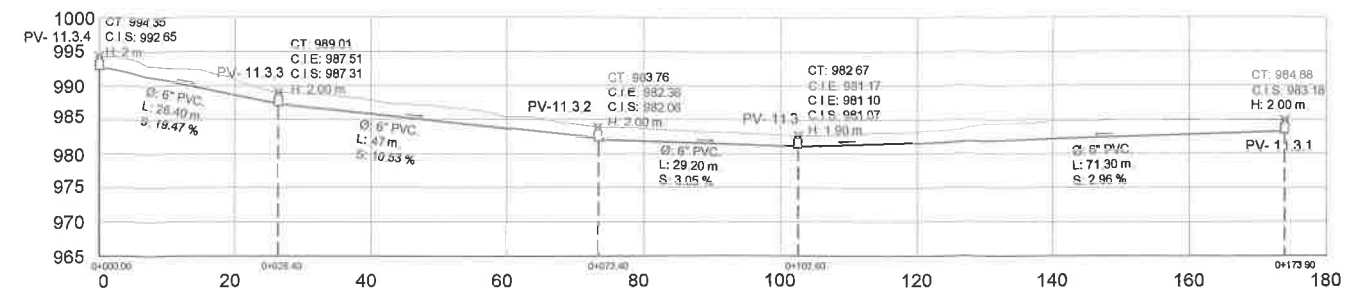


PERFIL PV - 11.3 A PV - 11.1, CONEXION SECTOR 1

ESC 1:500

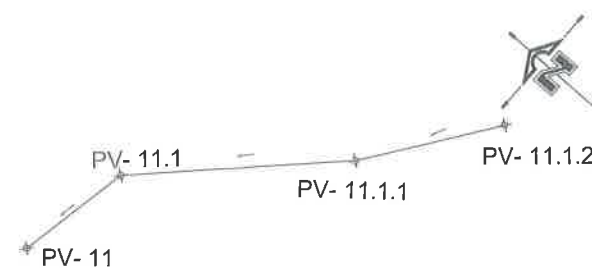


PLANTA PV - 11.3.4 A PV - 11.3.1

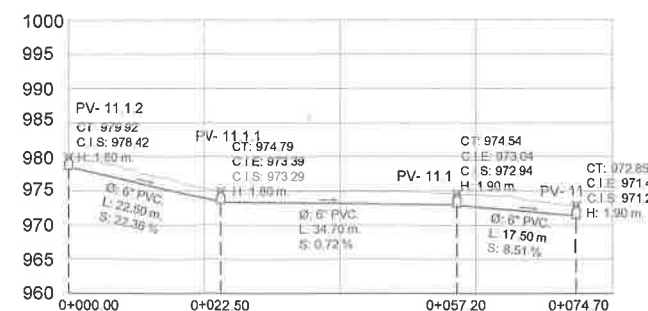


PERFIL PV - 11.3.4 A PV - 11.3.1, SECTOR 1

ESC 1:500

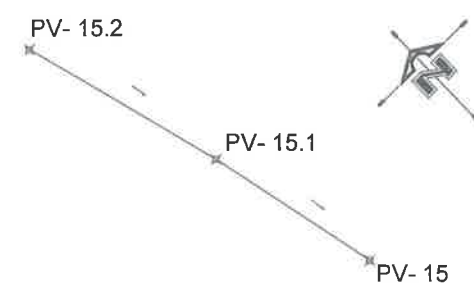


PLANTA PV - 11.1.2 A PV - 11.1

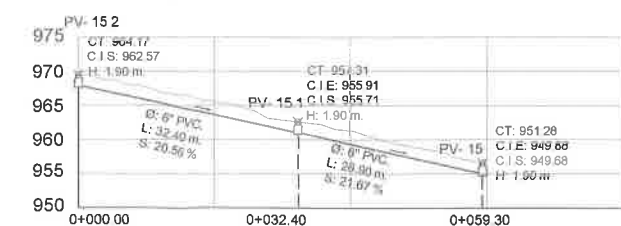


PERFIL PV - 11.1.2 A PV - 11.1, SECTOR 1

ESC 1:500



PLANTA PV - 15.2 A PV - 15



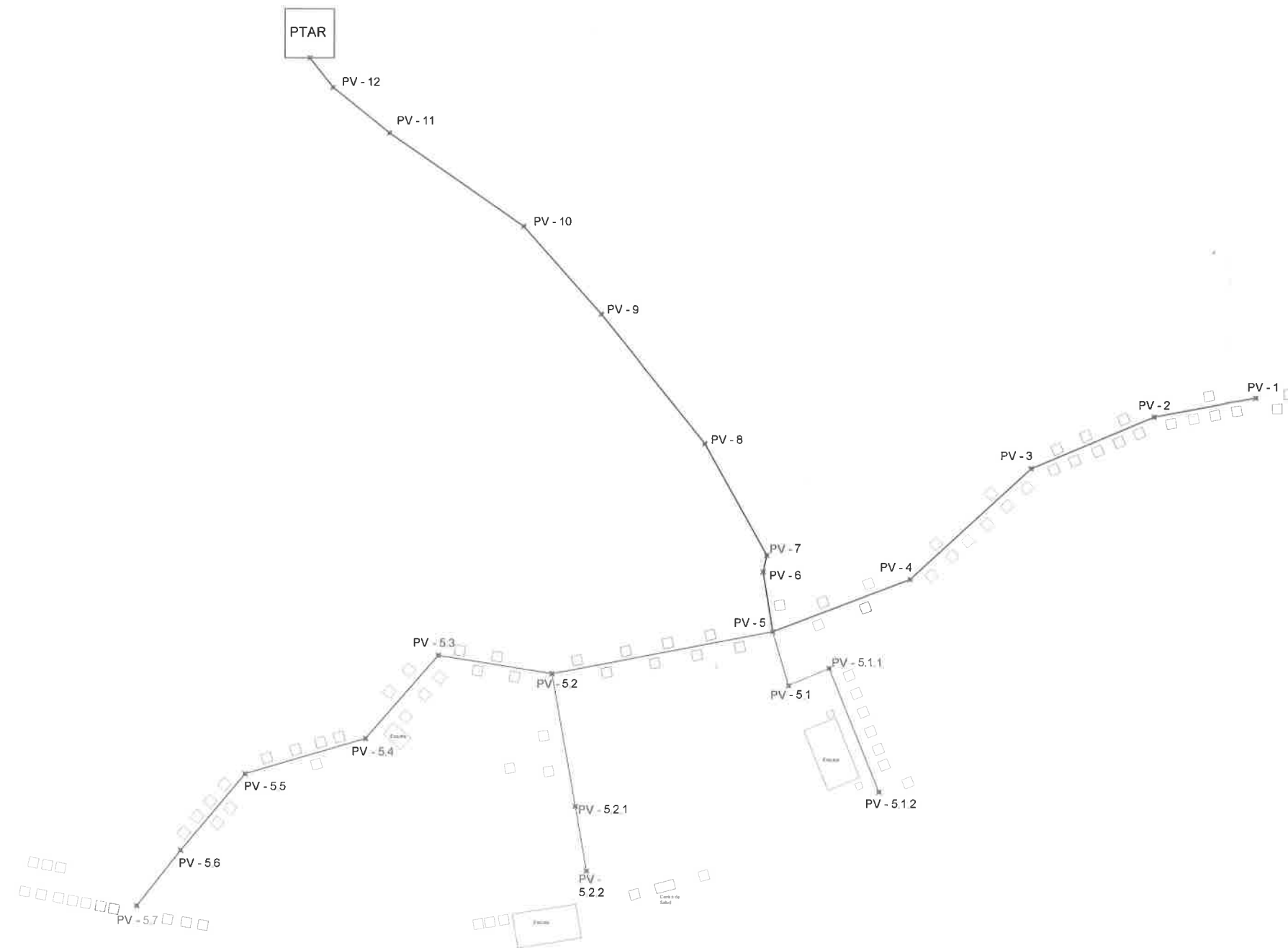
PERFIL PV - 15.2 A PV - 15, SECTOR 1

ESC 1:500

NOMENCLATURA		SIMBOLOGIA	
PV	POZO DE VISITA		DIRECCION DEL FLUJO
CT	COTA DE TERRENO		POZO DE VISITA
CF	COTA DE FONDO		CASA
H	ALTURA DE POZO		TUBERIA ASTM F949
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA		RASANTE DEL SUELO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
Ø	DIAMETRO DEL TUBO		
L	LONGITUD		
S	PENDIENTE		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE PATZÚN SISTEMA DE ALCANTARILLADO ALDEA SAN JOSE PATZÚN PLANTA PATZÚN SECTOR 1	
Proyecto:	Fecha: SEPTIEMBRE, 2019
Construido:	INDICADA
Diseño:	5 16
Verbo:	
Ing. Juan María Cos Asesor de EPS	

DESFOGUE

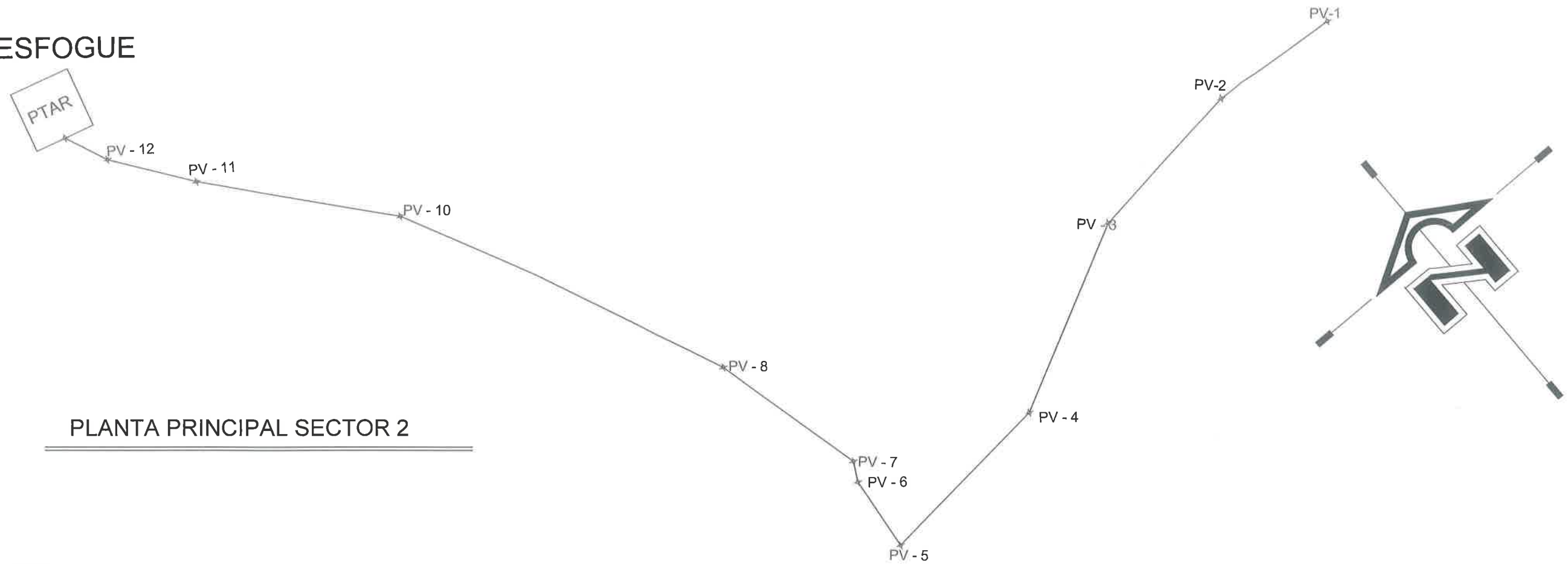


PLANTA SECTOR 2

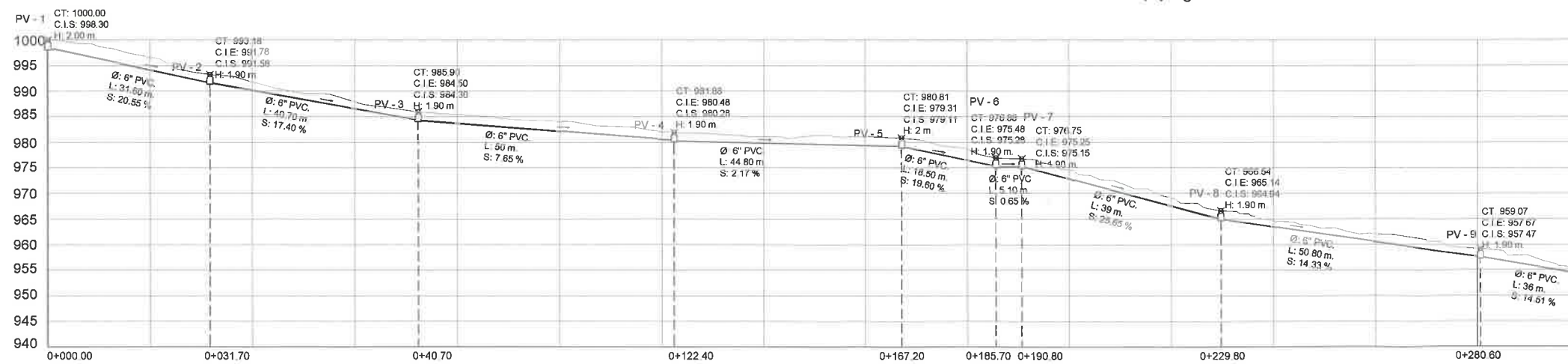
ESC 1:750

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO Ciudad de Guatemala	
MUNICIPALIDAD DE PATZÚN	
Proyecto:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO SANITARIO ALDEA SAN JUAN DE PATZÚN
Contenido:	PLAN DE SUPERVISIÓN
Elaborado:	QUEVIN ALEXANDER PICHAY
Validado:	QUEVIN ALEXANDER PICHAY
Fecha:	SEPTIEMBRE, 2019
Indicada:	6 16

DESFOGUE

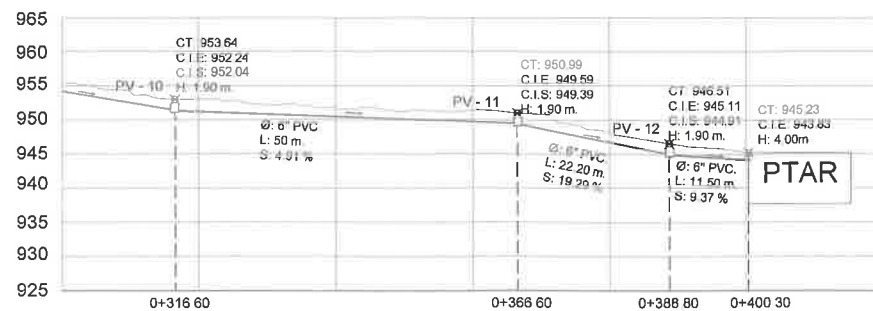


PLANTA PRINCIPAL SECTOR 2



PERFIL LINEA PRINCIPAL SECTOR 2, PV - 1 A PV - 9

ESC 1:500

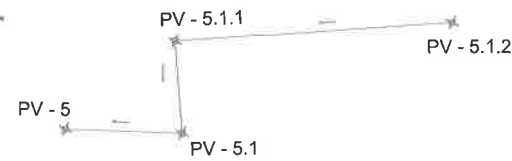


PERFIL LINEA PRINCIPAL SECTOR 2, PV - 10 A PV - 12

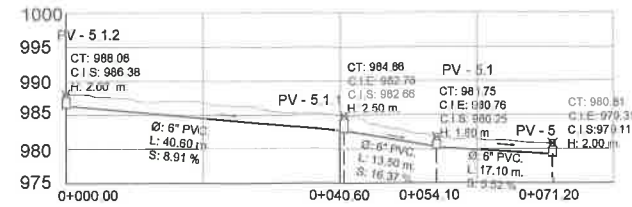
ESC 1:500

NOMENCLATURA		SIMBOLOGIA	
PV	POZO DE VISITA		DIRECCION DEL FLUJO
CT	COTA DE TERRENO		POZO DE VISITA
CF	COTA DE FONDO		CASA
H	ALTURA DE POZO		TUBERIA ASTM F949
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA		RASANTE DEL SUELO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
Ø	DIAMETRO DEL TUBO		
L	LONGITUD		
S	PENDIENTE		

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>	
<p>MUNICIPALIDAD DE PATZUN</p>	
<p>Proyecto: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA DE JESUS XEPATAN PATZUN</p>	<p>SEPTIEMBRE, 2010</p>
<p>Gerencia: PLANTA Y PERFILES PRINCIPAL SECTOR 2</p>	<p>INDICADA</p>
<p>Diseño: QUEVIN ALEJANDRO DOMINICAN Y FERRER</p>	<p>7 16</p>
<p>Visa:</p>	<p>7 16</p>

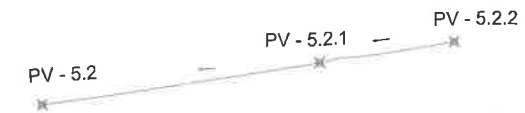


PLANTA PV - 5.1.2 A PV - 5

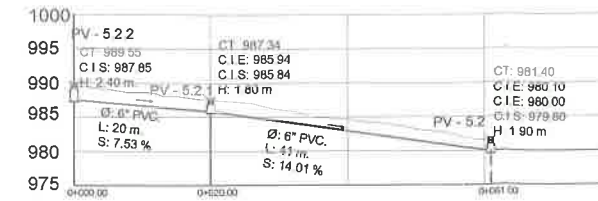


PERFIL PV - 5.1.2 A PV - 5, SECTOR 2

ESC 1:500

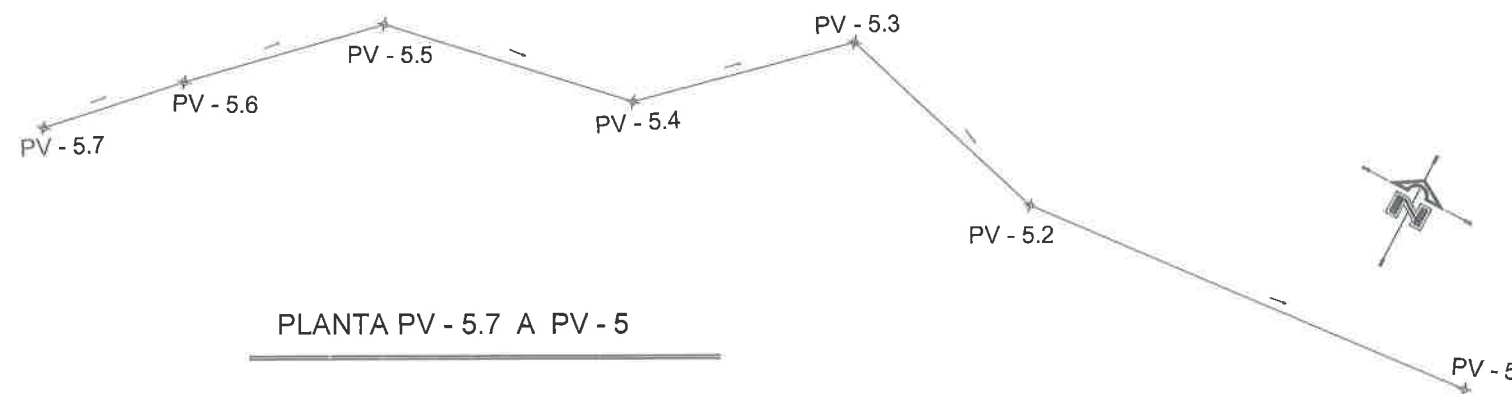


PLANTA PV - 5.2.2 A PV - 5.2

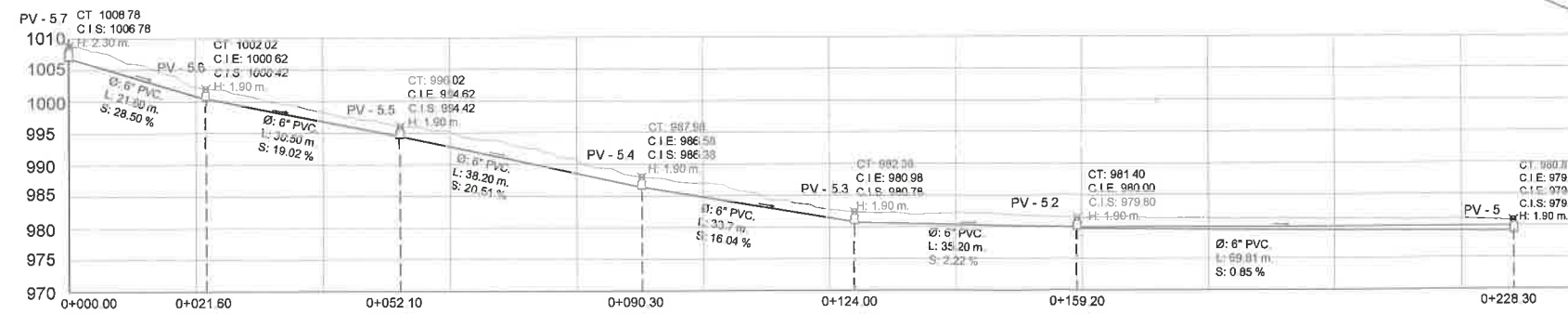


PERFIL PV - 5.2.2 A PV - 5.2, SECTOR 2

ESC 1:500



PLANTA PV - 5.7 A PV - 5



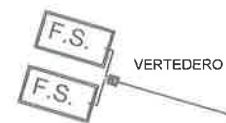
PERFIL PV - 5.7 A PV - 5, SECTOR 2

ESC 1:500

NOMENCLATURA		SIMBOLOGIA	
PV	POZO DE VISITA		DIRECCION DEL FLUJO
CT	COTA DE TERRENO		POZO DE VISITA
CF	COTA DE FONDO		CASA
H	ALTURA DE POZO		TUBERIA ASTM F949
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA		RASANTE DEL SUELO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
Ø	DIAMETRO DEL TUBO		
L	LONGITUD		
S	PENDIENTE		

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto: COMUNIDAD MUNICIPAL DE PATZÚN			
Contenido: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN JOSÉ XEPATÁN, PATZÚN			
Diseño: PLANTA DE MANEJO DE LOS		Fecha: SEPTIEMBRE 2019	
Verificación: ASesor - SISTEMAS DE AGUAS		Hoja: 16	
Valla: UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS			

DESFOGUE



PV- 7

PV- 6

PV- 5

PV- 4

PV- 4.1

PV- 4.2

PV- 4.3

PV- 4.4

PV- 1

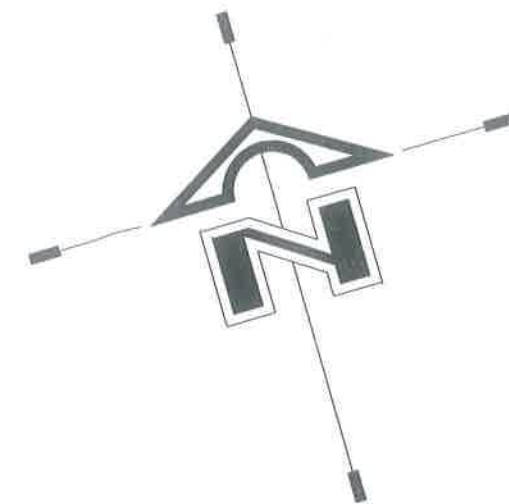
PV- 2

PV- 2.1

PV- 3

alcaldia
auxiliar

PV- 3.1



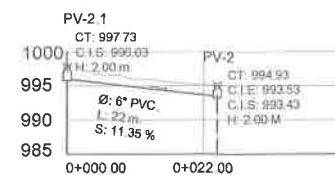
PLANTA SECTOR 3

ESC 1:500

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE PATZÚN	
Proyecto:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN JOSÉ XEPATÁN, PATZÚN
Contrato:	DENSIDAD DE JAMENDIN, COY
Usuario:	QUEVIN ALEXANDER PICHAY GONZALEZ
Vista:	Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPO
Fecha: 20/11/2019 Autor: Ing. Juan Miguel Coto Asesor: EPO	



PLANTA PV - 2.1 A PV - 2

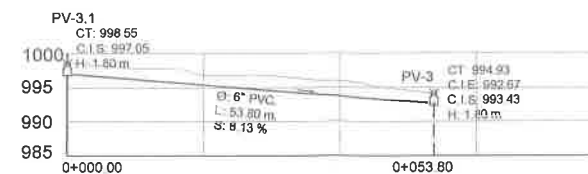


PERFIL PV - 2.1 A PV - 2, SECTOR 3

ESC 1:500

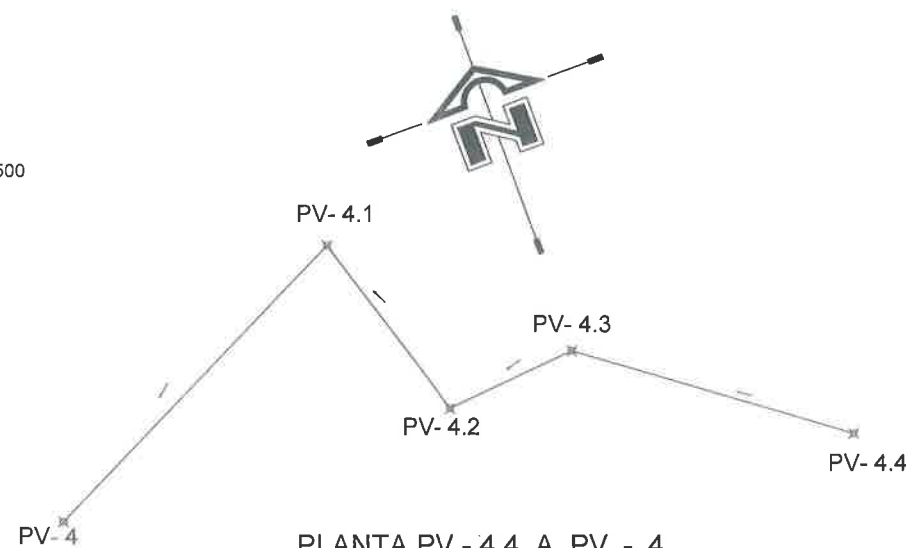


PLANTA PV - 3.1 A PV - 3, SECTOR 3

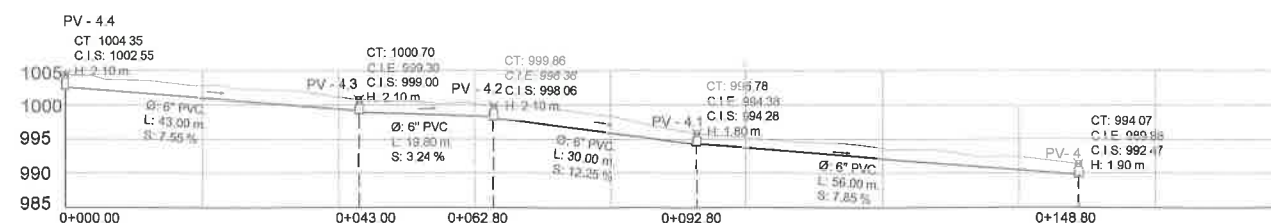


PERFIL PV - 3.1 A 3, SECTOR 3

ESC 1:500



PLANTA PV - 4.4 A PV - 4

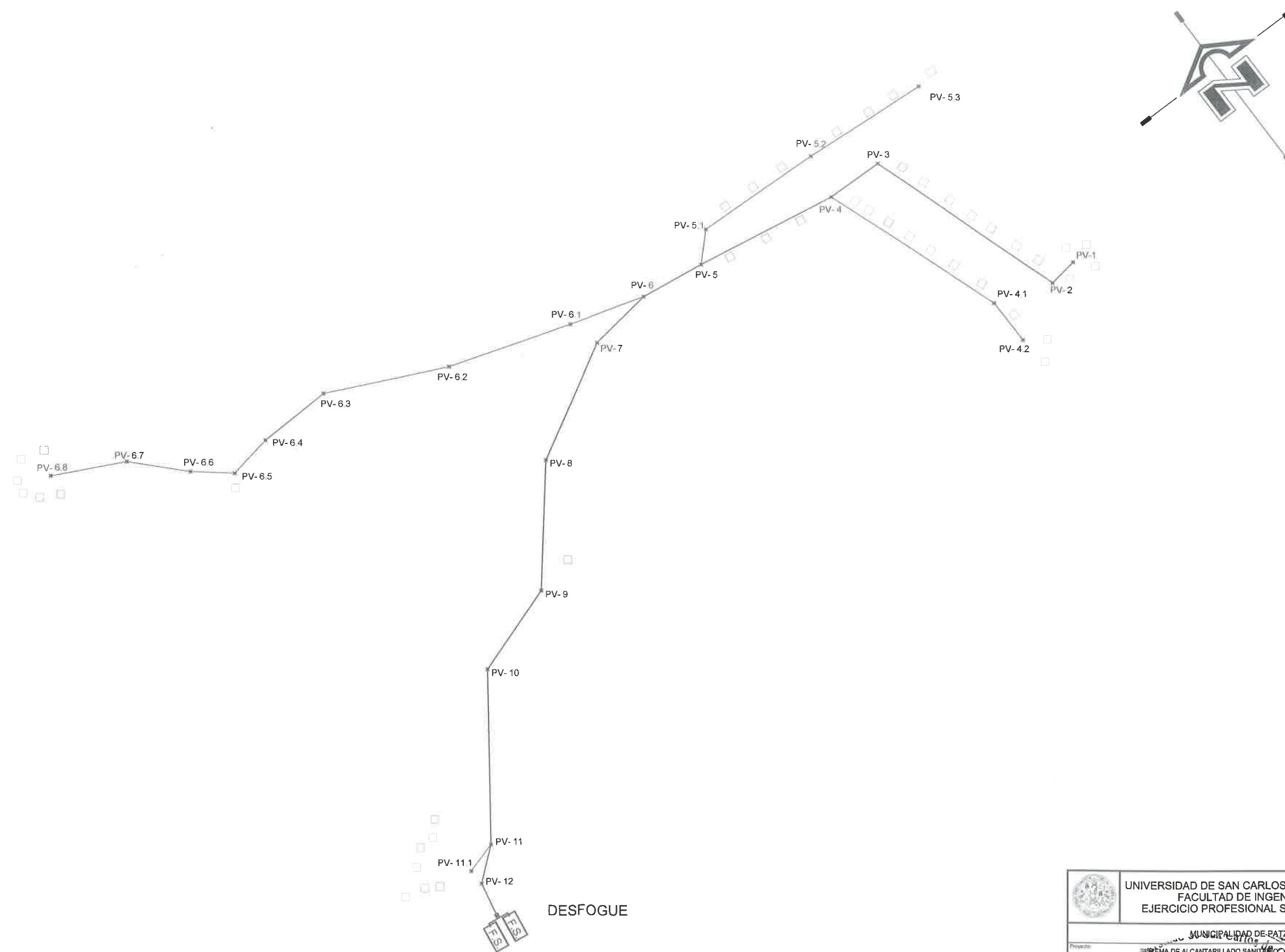


PERFIL PV - 4.4 A PV - 4, SECTOR 3

ESC 1:500

NOMENCLATURA		SIMBOLOGIA	
PV	POZO DE VISITA		DIRECCION DEL FLUJO
CT	COTA DE TERRENO		POZO DE VISITA
CF	COTA DE FONDO		CASA
H	ALTURA DE POZO		TUBERIA
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA		RASANTE DEL SUELO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA		FOSA SÉPTICA
Ø	DIAMETRO DEL TUBO		
L	LONGITUD		
S	PENDIENTE		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
Proyecto:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
Contenido:	PLAN DE SUPERVISACION DE OBRAS		
Fecha:	SEPTIEMBRE, 2019	Indicada:	16
Unidad de Prácticas de Ingeniería:	QUEVIN ALEXANDER RODRIGUEZ		
Unidad de Ingeniería:	Facultad de Ingeniería		

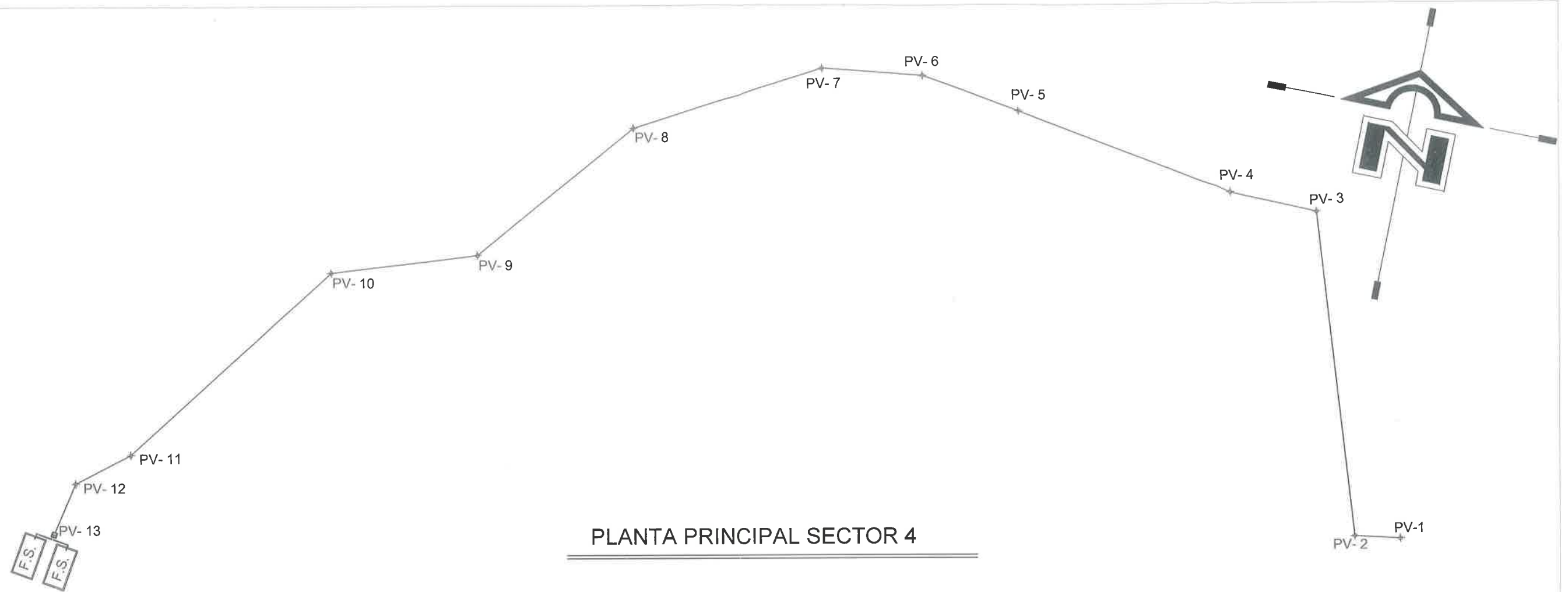


PLANTA SECTOR 4

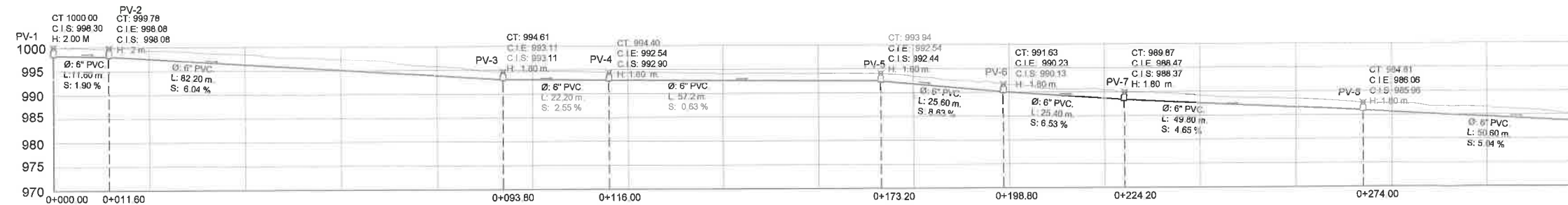
ESC 1:750

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE PATZÚN			
Proyecto:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN PATZÚN		
Contenido:	DISEÑO DE LA OBRERA		
Fecha:	12 / 16		
Vol:	1		

Ing. Juan María C. EPS

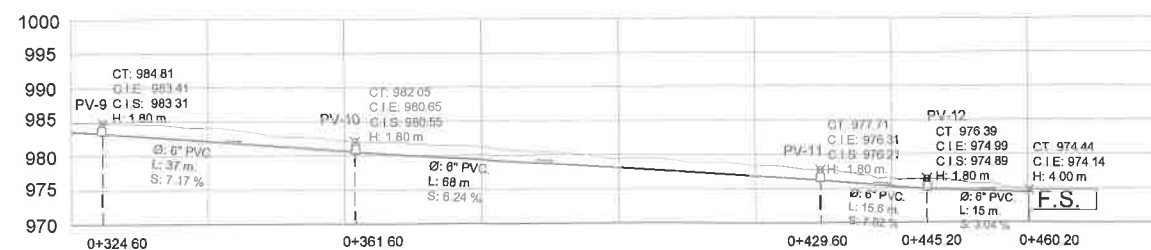


PLANTA PRINCIPAL SECTOR 4



PERFIL LINEA PRINCIPAL SECTOR 4, PV - 1 A PV - 8

ESC 1:500

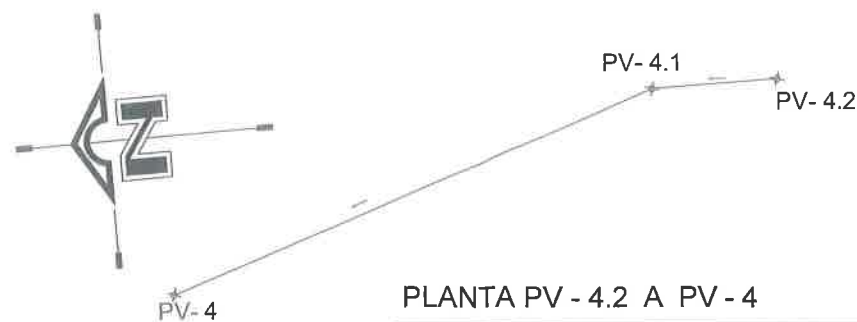


PERFIL LINEA PRINCIPAL SECTOR 4, PV - 9 A F.S.

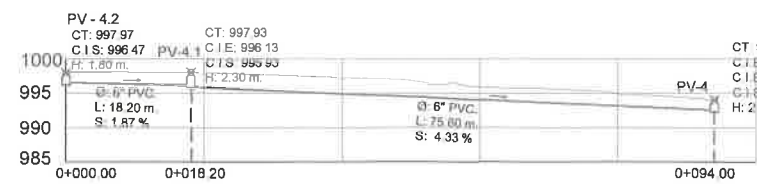
ESC 1:500

NOMENCLATURA		SIMBOLOGIA	
PV	POZO DE VISITA	←	DIRECCION DEL FLUJO
CT	COTA DE TERRENO	□	POZO DE VISITA
CF	COTA DE FONDO	□	CASA
H	ALTURA DE POZO	□	TUBERIA ASTM F949
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA	□	RASANTE DEL SUELO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA	□	FOSA SÉPTICA
Ø	DIAMETRO DEL TUBO		
L	LONGITUD		
S	PENDIENTE		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE PATZÚN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN JOSÉ XEPATÁN, PATZÚN	
Proyecto: PLANTA Y PERFIL PRINCIPAL SECTOR 4	Fecha: 12 de Septiembre, 2019
Construido por: Unidad de Prácticas de Ingeniería	Supervisado por: Alexander Pichay
Validado por: Juan Carlos	Fecha de entrega: 16

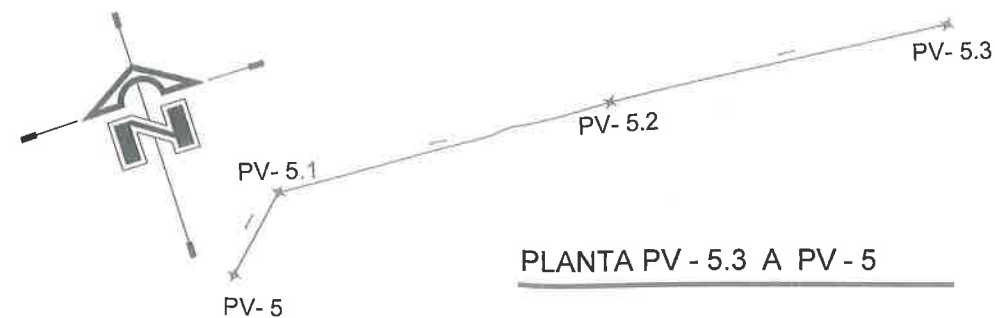


PLANTA PV - 4.2 A PV - 4

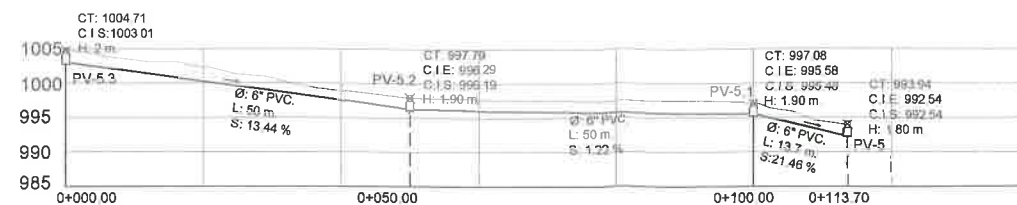


PERFIL PV - 4.2 A PV - 4, SECTOR 4

ESC 1:500

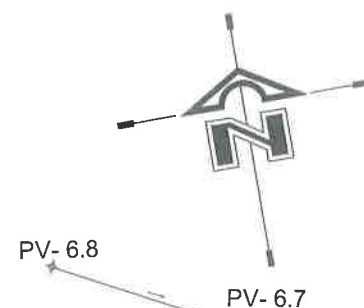


PLANTA PV - 5.3 A PV - 5

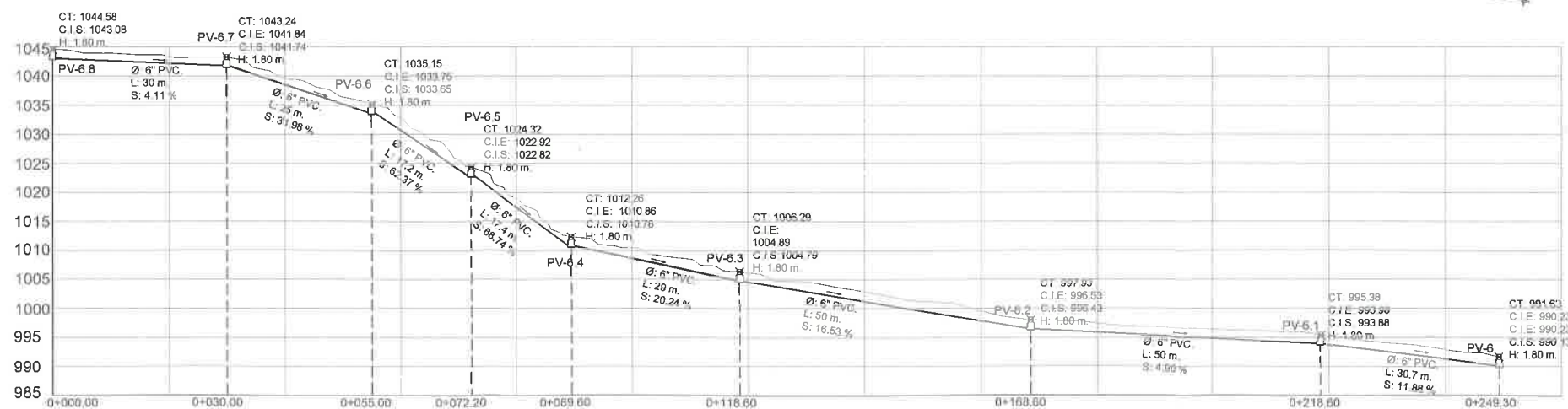


PERFIL PV - 5.3 A PV - 5, SECTOR 4

ESC 1:500

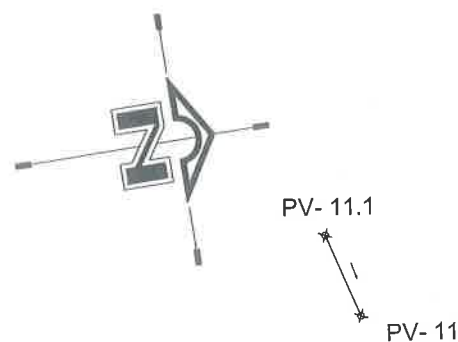


PLANTA PV - 6.8 A PV - 6

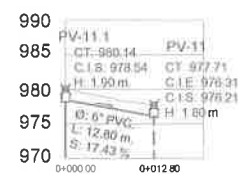


PERFIL PV - 6.8 A PV - 6, SECTOR 4

ESC 1:500



PLANTA PV - 11.1 A PV - 11



PERFIL PV - 11.1 A PV - 11, SECTOR 4

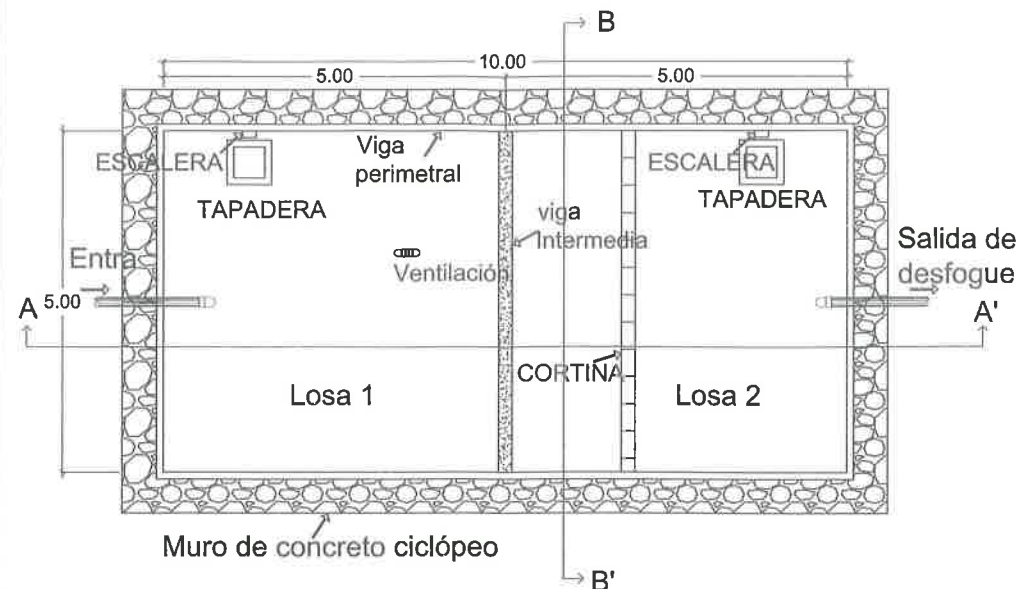
ESC 1:500

NOMENCLATURA		SIMBOLOGIA	
PV	POZO DE VISITA		DIRECCION DEL FLUJO
CT	COTA DE TERRENO		POZO DE VISITA
CF	COTA DE FONDO		CASA
H	ALTURA DE POZO		TUBERIA ASTM F949
C.I.S	COTA INVERT DE SALIDA		RASANTE DEL SUELO
C.I.E	COTA INVERT DE ENTRADA		FOSA SÉPTICA
Ø	DIAMETRO DEL TUBO		
L	LONGITUD		
S	PENDIENTE		

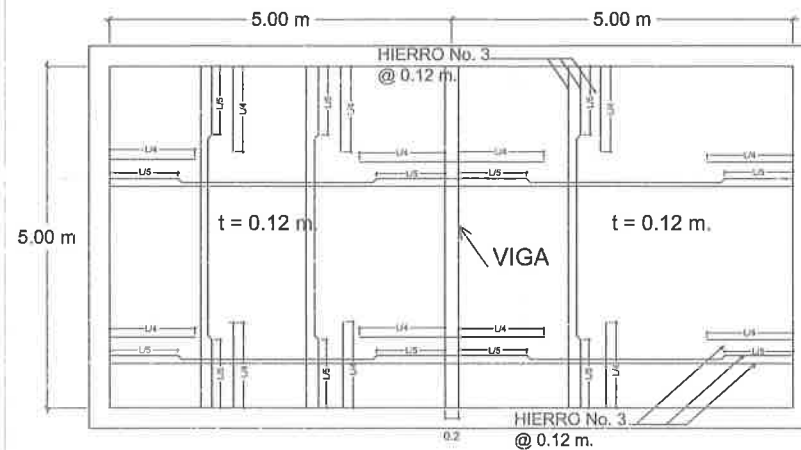
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN CARLOS DE GUATEMALA	
Proyecto:	PLANTA DE BARRIO SECTOR 4
Contenido:	UNIDAD DE PRACTICANTES DE INGENIERIA
Elaboró:	QUEVIN ALEXANDER GARCIA GARCIA Y F.F.S.
Visó:	
Fecha:	SEPTIEMBRE, 2018
Edición:	INDICADA
Hoja:	14 16

ESPECIFICACIONES GENERALES

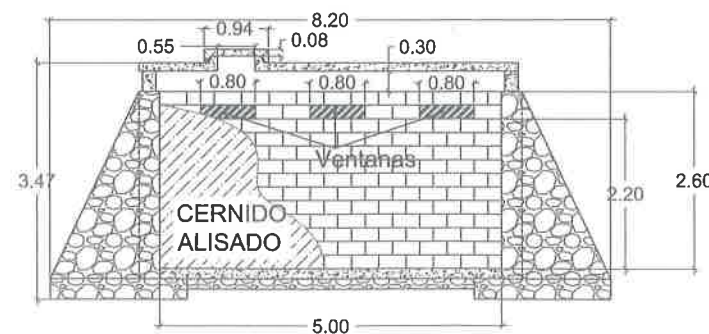
1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON RESISTENCIA A COMPRESION DE 210 KG/CM², (3000 lb/pl²) A LOS 28 DÍAS.
2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE $f_y=2810$ kg/cm², (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACIÓN ASTM A615.
3. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
4. LA LONGITUD DE BASTON: L₄+ L.D.(30 CM), DOBLAR TENSION A L/5.
5. LA SUPERFICIE DE LA LOSA DEL TECHO DEBERAN TENER PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
6. VARIOS: LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA RECIBIR ESFUERZOS LATERALES.
7. EL SUELO DEBAJO DE LA LOSA DE PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE COMPACTADA.
8. LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN LAS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA, DEBIDAMENTE ALISADA.
9. LOS MUROS ESTARAN CONSTITUIDOS DE CONCRETO CICLOPEO: 33 % PIEDRA BOLA, 67% CONCRETO.
10. LA TUBERIA Y LOS ACCESORIOS PARA LAS INSTALACIONES DE LA FOSA, DEBEN SER DE PVC DE Ø 6" .



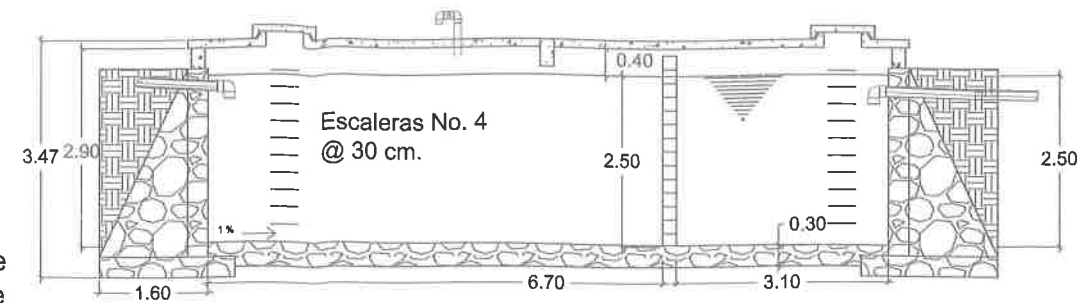
PLANTA DE FOSA SEPTICA
ESCALA 1:50



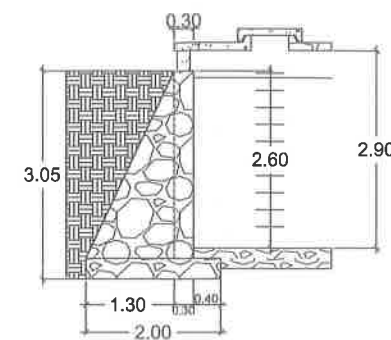
ARMADO DE LOSA
ESCALA 1:50



CORTE B-B'
ESCALA 1:50



CORTE A-A'
ESCALA 1:50

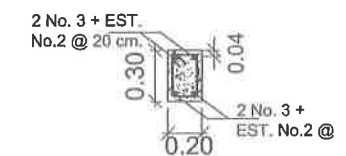


PERFIL DEL MURO

Viga Intermedia
2 No. 5 + EST. No.3 @18 cm, PRIMER EST. A 5 cm. DEL ROSTRO DEL APOYO



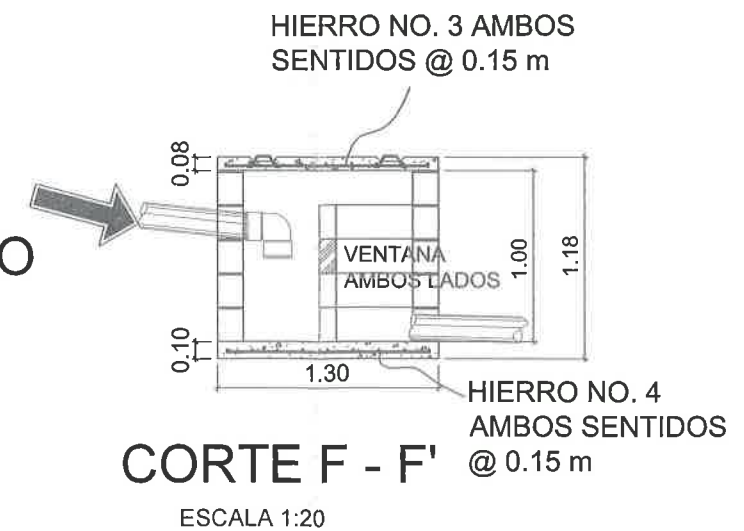
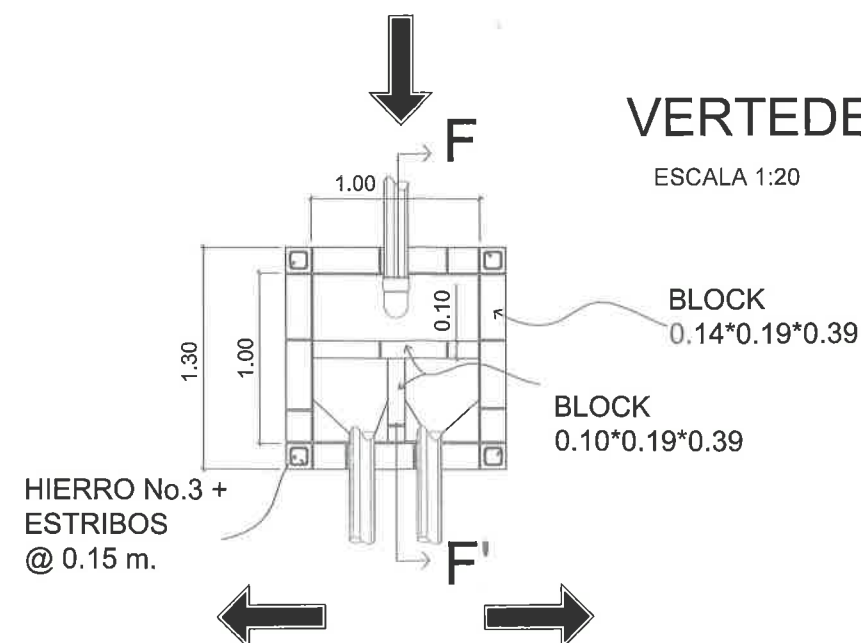
Viga Perimetral



DETALLE DE VIGAS
ESCALA 1:20

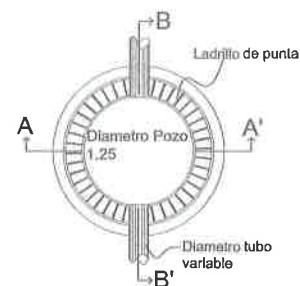
VERTEDERO

ESCALA 1:20



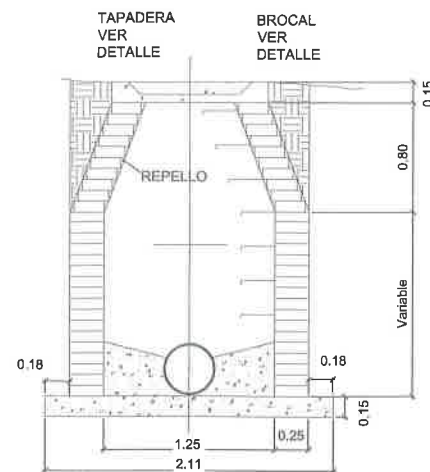
CORTE F - F'
ESCALA 1:20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS	
Proyecto: SISTEMA DE SANEAMIENTO SANITARIO	FECHA: SEPTIEMBRE, 2019
Contenido: DETALLES DE FOSA SEPTICA Y VERTEDERO	INDICADA
Elaborado: KEVIN ALEXANDER PICHAY	15
Revisado: [Signature]	16



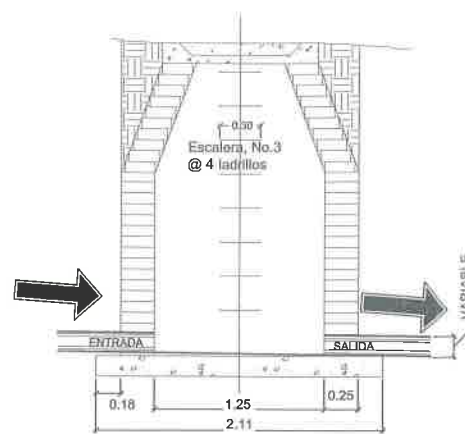
PLANTA

ESCALA 1:50



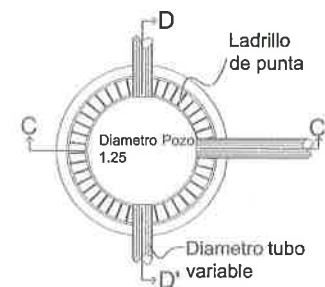
SECCION A-A'

ESCALA 1:50



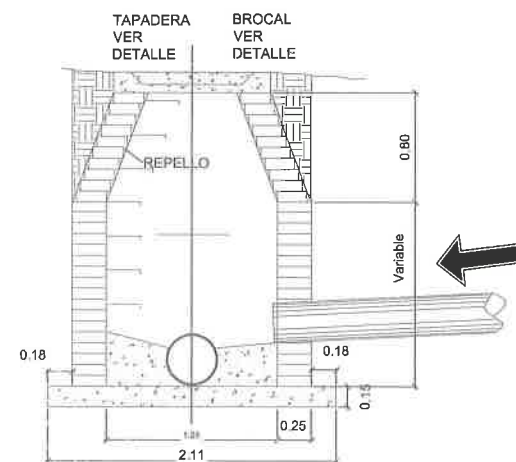
SECCION B-B'

ESCALA 1:50



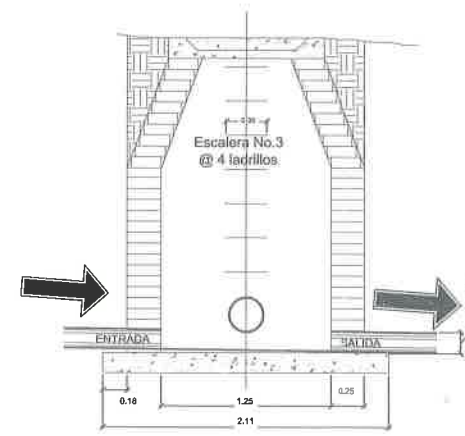
PLANTA

ESCALA 1:50



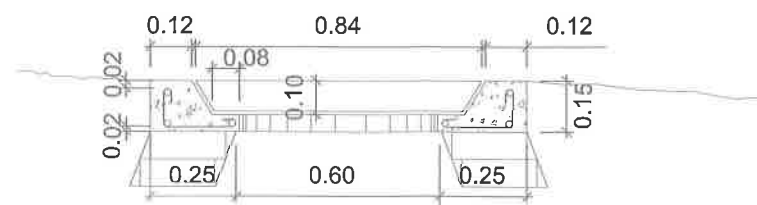
SECCION C - C'

ESCALA 1:20



SECCION D - D'

ESCALA 1:20



DETALLE DE BROCAL POZO 3

AROS No. 4 ESL. No. 2 @ 0.15 m.

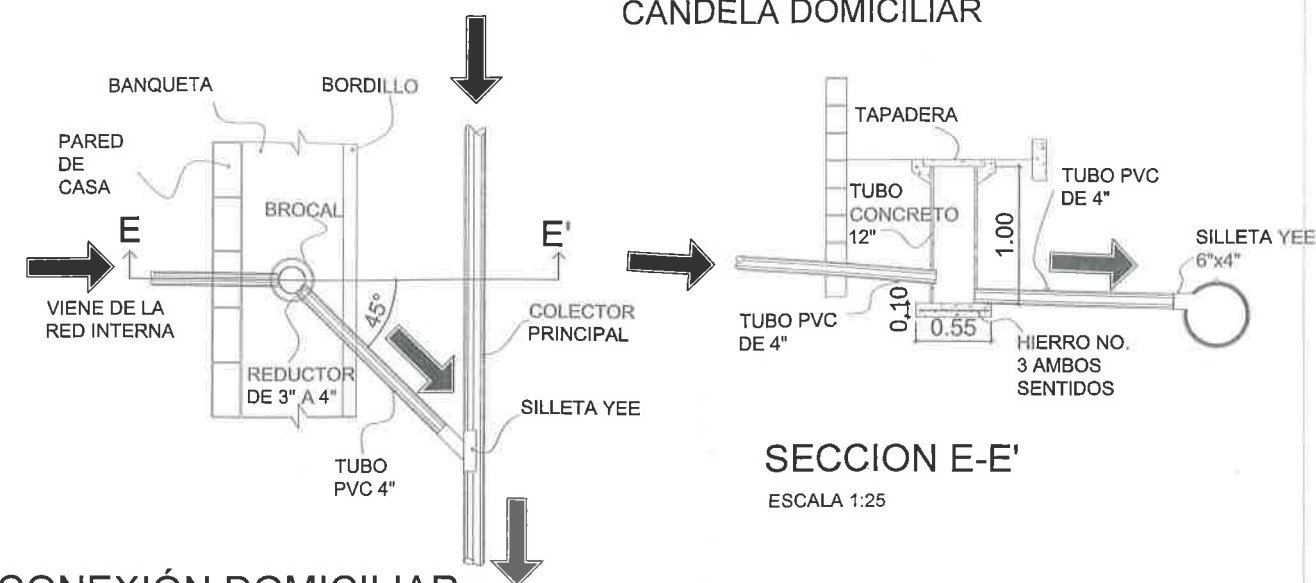
ESCALA 1:10

ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON RESISTENCIA A COMPRESION DE 210 KG/CMO², (3000 lb/pl²) A LOS 28 DÍAS.
2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy=2810 kg/cm², (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACIÓN ASTM A615.
3. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
4. LADRILLO TAYUYO DE 0.065*0.11*0.23 M EL SUELO DEBAJO DE LA LOSA DEL POZO DEBERA SER PERFECTAMENTE COMPACTADA.
6. TUBERIA PVC NOVAFORT NORMA ASTM F949.

CONEXIÓN DOMICILIAR

ESCALA 1:25

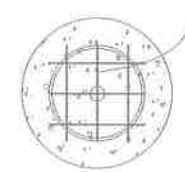


CANDELA DOMICILIAR

SECCION E-E'

ESCALA 1:25

HIERRO NO. 3 AMBOS SENTIDOS

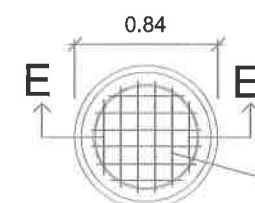


3 AROS No.3 +
ESL. No. 2 @ 0.15 m.

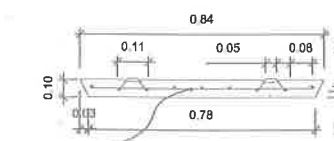
TUBO
CONCRETO 12"

DETALLES DE TAPA Y BROCAL

ESCALA 1:10



1 ARO No. 4,
HIERRO NO. 4,
AMBOS
SENTIDOS @
0.12 m



HIERRO NO 3 AMBOS
SENTIDOS

TAPADERA POZO, PLANTA Y SECCION E - E'

ESCALA 1:20

ESPECIFICACIONES GENERALES

1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON RESISTENCIA A COMPRESION DE 210 KG/CMO², (3000 lb/pl²) A LOS 28 DÍAS.
2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy=2810 kg/cm², (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACIÓN ASTM A615.
3. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
4. YEE DE 6" x 4"
5. TUBO DE CONCRETO DE 12"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
Proyecto:	PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA ZONA DE SAN JOSÉ XEPATÁN, PATZÚN
Coordinador:	DETALLE DE POZOS DE VISITA Y CONEXIÓN DOMICILIAR
Diseño:	ING. ALEXANDER PACHECO
Fecha:	16/09/2019
Hoja:	16

ANEXO

Anexo 1. Evaluación del impacto ambiental aplicado al alcantarillado sanitario



FORMATO DVGA-GA-002

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

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

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

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y <u>debe</u> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información <u>debe</u> ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@mam.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>1.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar):</p> <p style="text-align: center;">Diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San José Xepetán</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.</p> <p>La construcción de un sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea San José Xepetán, Patzún, Chimaltenango. El proyecto tendrán una longitud de 3226.70 m, con 96 pozos de visita, beneficiando en 30 años a los habitantes de la aldea.</p>	
<p>1.2. Información legal:</p> <p>A) Persona Individual: Municipalidad de Patzún</p> <p>A.1. Representante Legal: Rayes Patal Yos</p> <p>A.2. No. de CUI del Documento Personal de Identificación (DPI): _____</p>	
<p>B) De la empresa:</p> <p>Razón social: _____</p> <p>Nombre Comercial: _____</p> <p>No. De Escritura Constitutiva: _____</p> <p>Fecha de constitución: _____</p> <p>Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p> <p>Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____</p>	
<p>C) De la Propiedad:</p> <p>No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____</p> <p>dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p>	
<p>D) De la Empresa y/o persona individual:</p> <p>Número de Identificación Tributaria (NIT): _____ 645220-5 _____</p>	

Continuación del anexo 1.



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

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

--

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
1.3 Teléfono 7829000	Correo electrónico: dmppatzun@gmail.com
1.4 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)	
Especificar Coordenadas Geográficas	
Coordenadas Geográficas Datum WGS84	
14°38'46.83" N	
91°29.06" O	
1.5 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)	
3ra. Calle 5-24 zona 1, municipio de Patzún departamento de Chimaltenango.	
1.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo	
Ingeniero Juan Merck	
II. INFORMACION GENERAL	
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:	
II.1 Etapa de Construcción <ul style="list-style-type: none"> Actividades a realizar Excavación Construcción Relleno controlado Insumos necesarios Tubería PVC Accesorios Gasolina y Diésel Lubricantes Agua Maquinaria Retroexcavadoras Vibrocompactadoras Transporte y equipo Otros de relevancia 	Operación <ul style="list-style-type: none"> Actividades o procesos La producción y manejo del sistema estará a cargo de la municipalidad.
	Abandono <ul style="list-style-type: none"> Acciones a tomar en caso de cierre. Al concluir la construcción deberán cerrarse y compactarse todas las zanjas, eliminar el material sobrante, correcciones de calles y limpieza general.
II.3 Área <p>a) Área total de terreno en metros cuadrados: 1940 m²</p> <p>b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 1940 m²</p> <p>Área total de construcción en metros cuadrados: 1940 m²</p>	

Continuación del anexo 1.



FORMATO DVGA-GA-002

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

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
II.4 Actividades colindantes al proyecto: NORTE _____ Zona poblada de la aldea _____ SUR _____ Zona poblada de la aldea _____ ESTE _____ Acceso principal de la aldea _____ OESTE _____ Terreno cultivable _____ Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Viviendas Particulares	Norte	Inmediato
Zona escolar	Norte	50 mts
Viviendas Particulares	Sur	Inmediato
Calle principal de la aldea	Este	Inmediato
Terreno cultivable	Oeste	Inmediato
II.5 Dirección del viento: Sur al Norte		
II.6 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto? a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos () d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro () Detalle la información _____ Zona de ningún tipo de riesgo _____		
II.7 Datos laborales a) Jornada de trabajo: Diurna (x) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____ b) Número de empleados por jornada _____ Total empleados _____		
II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...		

Continuación del anexo 1.



FORMATO DVGA-GA-002

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

INSTRUCCIONES					PARA USO INTERNO DEL MARN		
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mas dia y hora)	Proveedor	Uso	Especif ication es u observ aciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	Si	30 m^3/mes	Municipal	En obra		Pipas
	Pozo						
	Agua especial						
	Superficial						
Combustible	Otro						
	Gasolina	Si		Privado	Maquinaria		Recipientes
	Diesel	Si		Privado	Maquinaria		Recipientes
	Bunker						
Lubricantes	Glp						
	Otro						
	Solubles						
	No solubles						
Refrigerantes							
Otros							
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p> <p>III. IMPACTO AL AIRE</p> <p>GASES Y PARTICULAS</p> <p>III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?</p> <p>Se generará polvo debido al movimiento de tierra, producido por la maquinaria Clasificación B1 - Alto o moderado impacto ambiental potencial.</p> <p>MITIGACION</p> <p>III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?</p> <p>Por el impacto de polvo en el aire controlarán los trabajos de construcción para evitar que se genere polvo en exceso. A los trabajadores se les proveerá equipo especial según actividad a desarrollar.</p>							

Continuación del anexo 1.



FORMATO DVGA-GA-002

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

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? Se producirán vibraciones durante el proceso de compactación del terreno. Para minimizar el impacto se restringirá el uso de maquinaria en horario diurno.</p> <p>III.4 En donde se genere el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) Se genera en el lugar de trabajo debido a la maquinaria pesada que realizará el movimiento de tierra y el equipo de compactación del terreno.</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? El movimiento de tierra producido por la excavación y compactación de zanjas será por tramos. Únicamente se trabajará en días laborales y en horario diurno.</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: Ninguno</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, ¿qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) b) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) c) Mezcla de las anteriores d) Otro; <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado Aguas residuales especiales Este criterio se define por la actividad de servicios públicos municipales y actividades de servicios Volumen estimado de aguas residuales = 38.45 litros/segundo</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios</p> <p>N/A</p>	

Continuación del anexo 1.



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

FORMATO

DVGA-GA-002

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 Sectores 1 y 2 su punto de desfogue será a una planta de tratamiento. Sectores 3 y 4 su punto de desfogue será a fosas sépticas con tratamiento primario</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>El punto de descarga será hacia un cuerpo receptor aislado El tratamiento primario será por fosa séptica.</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>Captura y conducción por tubería a zanjones</p>	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y físico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
<p>V.1 Especificar el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día</p>	
<p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</p> <p>Basura común</p>	
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo De desecho con estas características y en qué cantidad?</p> <p>Ningún tipo de basura de estas características.</p>	
<p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos). Explicar el método y/o equipo utilizado</p> <p>Clasificación según material</p>	
<p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p> <p>Se utilizará el sistema de recolección de basura que tiene la comunidad.</p>	
<p>V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que Estos sean dispuestos en un botadero?</p> <p>Cuidar que el personal utilice botellas reciclables par agua y no bolsas o envases desechables.</p>	

Continuación del anexo 1.



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

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

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)

Basurero municipal.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kWh/hr o kWh/mes) _____	
VI.2 Forma de suministro de energía a) Sistema público _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? NO _____	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? No programación trabajo nocturno _____	
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: Ningún corte de árboles _____	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? Ningún corte de árboles _____	
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (x) Por qué? _____	
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 _____ b) Tipo de vehículo: _____ vehículos de carga y maquinaria _____ c) sitio para estacionamiento y área que ocupe: _____ a un lado de la carretera sin obstaculizar el tránsito. _____	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? Ladinos e indígenas _____	

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RECURSOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES	
IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, indicar lo siguiente:	
a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico. _____	
b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico. _____	

Continuación del anexo 1.



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

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

<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>ASPECTOS SOCIAL</p> <p>IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (x)</p> <p>IX.4. Qué tipo de molestias?</p> <p>IX.5. Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?</p>
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6. Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué?</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 checked="" 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>X.3. riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" 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>Equipo de protección personal</p> <p>X.4. Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (x) NO ()</p> <p>X.5. Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p>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>Realizar tramos cortos de zanjeo, trabajar en horario laboral y contratar mano de obra local para mínima los traslados</p>

Fuente: MARN.