



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PAQUIP Y
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CON CONDUCCIÓN POR BOMBEO DEL
CASERÍO CHUARACANJAY DE LA ALDEA PACACAY, TECPÁN GUATEMALA,
CHIMALTENANGO**

Elmer Patricio Coj Sajvín

Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, febrero de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PAQUIP Y
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CON CONDUCCIÓN POR BOMBEO DEL
CASERÍO CHUARACANJAY DE LA ALDEA PACACAY, TECPÁN GUATEMALA,
CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ELMER PATRICIO COJ SAJVÍN
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Óscar Argueta Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PAQUIP Y
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CON CONDUCCIÓN POR BOMBEO DEL
CASERÍO CHUARACANJAY DE LA ALDEA PACACAY, TECPÁN GUATEMALA,
CHIMALTENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 17 de agosto de 2018.



Elmer Patricio Coj Sajvín



Guatemala, 31 de octubre de 2019
REF.EPS.DOC.775.10.2019

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

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Elmer Patricio Coj Sajvín, Registro Académico 201222715 y CUI 2117 25935 0406** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PAQUIP Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CON CONDUCCIÓN POR BOMBEO DEL CASERÍO CHUARACANJAY DE LA ALDEA PACACAY, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
OAH/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
08 de noviembre de 2019

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

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PAQUIP Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CON CONDUCCIÓN POR BOMBEO DEL CASERÍO CHUARACANJAY DE LA ALDEA PACACAY, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Elmer Patricio Coj Sajvín con CUI 2117259350406 Registro Académico No. 201222715, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 12 de noviembre de 2019
REF.EPS.D.410.11.2019

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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PAQUIP Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CON CONDUCCIÓN POR BOMBEO DEL CASERÍO CHUARACANJAY DE LA ALDEA PACACAY, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Elmer Patricio Coj Sajvín, CUI 2117 25935 0406 y Registro Académico 201222715**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra





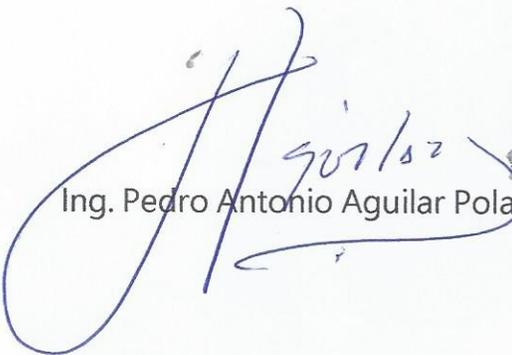
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Elmer Patricio Coj Savín titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PAQUIP Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CON CODUCCIÓN POR BOMBEO DEL CASERÍO CHUARACANJAY DE LA ALDEA PACACAY, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, febrero 2020

/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua

Universidad de San Carlos
de Guatemala

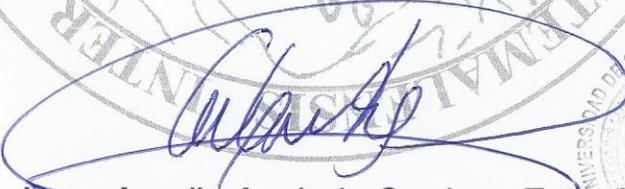


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.051.2020

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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PAQUIP Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CON CONDUCCIÓN POR BOMBEO DEL CASERÍO CHUARACANJAY DE LA ALDEA PACACAY, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO,** presentado por el estudiante universitario: **Elmer Patricio Coj Sajvín,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, Febrero de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme dado la vida y el privilegio de lograr mis metas.
Mis padres	Por todo el apoyo brindado y por hacer de mí un hombre responsable, trabajador y dedicado.
Mi familia	Por estar conmigo siempre y ser fuente de motivación para superarme día a día.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios.

Facultad de Ingeniería

Por mi formación profesional.

Ing. Óscar Argueta

Por la orientación y asesoría brindada en el proceso de este trabajo de graduación.

**Ing. Juan Leónidas
Sajcabun Morales**

Por compartir sus amplios conocimientos con mi persona.

**Municipalidad de
Tecpán Guatemala**

Lugar de trabajo donde me brindaron todas las facilidades para que yo pudiera culminar mis estudios.

1.2.1.5.	Servicios de salud	12
1.2.2.	Descripción de las necesidades	12
1.2.3.	Priorización de las necesidades del lugar	13
2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA ALDEA	
	PAQUIP	15
2.1.	Descripción general del proyecto	15
2.2.	Levantamiento topográfico	15
2.2.1.	Altimetría	16
2.2.2.	Planimetría	16
2.3.	Localización de la descarga	17
2.4.	Criterios y bases de diseño	17
2.4.1.	Periodo de diseño	17
2.4.2.	Población de diseño	18
2.4.3.	Factor de retorno.....	19
2.4.4.	Selección de tubería.....	19
2.4.5.	Determinación del caudal sanitario	20
2.4.5.1.	Caudal domiciliar.....	20
2.4.5.2.	Caudal comercial.....	21
2.4.5.3.	Caudal industrial.....	21
2.4.5.4.	Caudal de infiltración.....	22
2.4.5.5.	Caudal de conexiones ilícitas	22
2.4.5.6.	Cálculo del caudal sanitario.....	23
2.4.6.	Determinación del caudal de diseño	23
2.4.6.1.	Factor de caudal medio	23
2.4.6.2.	Factor de Harmond	24
2.4.6.3.	Cálculo del caudal de diseño.....	24
2.4.7.	Conexiones domiciliarias.....	25
2.4.8.	Fundamentos hidráulicos	26

2.4.8.1.	Velocidades de diseño.....	26
2.4.8.2.	Pendiente de la tubería.....	27
2.4.8.3.	Selección de diámetro de tubería	27
2.4.8.4.	Ecuación de Manning para el flujo de canales	27
2.4.8.5.	Ecuación de flujo a sección llena.....	28
2.4.8.6.	Relaciones hidráulicas.....	29
2.4.8.6.1.	Relación de caudales ...	29
2.4.8.6.2.	Relación de velocidades.....	29
2.4.8.6.3.	Relación de tirantes.....	30
2.5.	Cálculo hidráulico	30
2.5.1.	Planteamiento general del sistema.....	30
2.5.2.	Diseño de red de alcantarillado	30
2.5.2.1.	Ejemplo de diseño de tramo 1 del ramal 1, desde PVS-1 a PVS-2	31
2.5.2.1.1.	Cálculo del caudal de diseño.....	31
2.5.2.1.2.	Cálculo del diámetro de la tubería.....	34
2.5.2.2.	Profundidad de la tubería	37
2.6.	Obras complementarias.....	38
2.6.1.	Pozo de visita sanitario (PVS)	38
2.6.1.1.	Tipos de pozo de visita sanitario.....	39
2.6.1.2.	Profundidad de los PVS.....	40
2.6.1.2.1.	Ejemplo de cálculo de profundidad PVS1 y PVS2	41
2.6.2.	Disipadores de energía.....	41

2.7.	Propuesta de tratamiento de las aguas residuales	43
2.7.1.	Diseño hidráulico de fosas sépticas de ramal núm. 1	45
2.7.2.	Diseño hidráulico de fosas sépticas de ramal 2	48
2.7.3.	Diseño estructural de las fosas sépticas	49
2.8.	Elaboración de planos.....	57
2.9.	Sostenibilidad del sistema.....	57
2.9.1.	Operación y mantenimiento.....	57
2.10.	Presupuesto	58
2.11.	Cronograma de ejecución física y financiera.....	64
2.12.	Análisis socioeconómico	66
2.12.1.	Valor Presente Neto (VPN)	66
2.12.2.	Beneficio Anual Único Equivalente (BAUE).....	70
2.13.	Evaluación de impacto ambiental.....	70
2.14.	Análisis de vulnerabilidad y riesgo	81
3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CON CONDUCCIÓN POR BOMBEO DEL CASERÍO CHUARACANJAY	83
3.1.	Descripción general del proyecto	83
3.2.	Tipo de fuente	83
3.3.	Levantamiento topográfico	84
3.3.1.	Altimetría	84
3.3.2.	Planimetría	85
3.4.	Criterios y bases de diseño	85
3.4.1.	Dotación, tipo de servicio y aforo	85
3.4.2.	Población de diseño	86
3.4.3.	Periodo de diseño	87
3.4.4.	Factores de consumo y caudales.....	87
3.4.4.1.	Caudal medio	87

	3.4.4.2.	Factor y caudal máximo diario.....	88
	3.4.4.3.	Factor y caudal máximo horario.....	89
	3.4.4.4.	Caudal de conducción	89
	3.4.5.	Velocidades, presiones y tipo de tubería	90
	3.4.6.	Ecuaciones para el cálculo hidráulico.....	92
	3.4.6.1.	Ecuación de Hazen y Williams.....	92
	3.4.6.2.	Tasa de flujo volumétrico.....	93
	3.4.7.	Calidad del agua y tratamiento	93
3.5.		Diseño hidráulico	95
	3.5.1.	Planteamiento general del sistema.....	95
	3.5.2.	Sistema de conducción.....	96
	3.5.2.1.	Captación.....	96
	3.5.2.2.	Línea de impulsión.....	97
	3.5.2.2.1.	Cálculo del caudal de bombeo	97
	3.5.2.3.	Potencia de la bomba	98
	3.5.2.3.1.	Cálculo del diámetro óptimo.....	98
	3.5.2.3.2.	Cálculo de la carga dinámica total	100
	3.5.2.3.3.	Cálculo de la potencia de la bomba.....	102
	3.5.2.3.4.	Cálculo del combustible necesario para el motor	103
	3.5.2.3.5.	Verificación por golpe de ariete	104
	3.5.2.4.	Diseño del tanque de succión.....	105

	3.5.2.4.1.	Diseño estructural del tanque de succión	106
3.5.3.		Sistema de distribución	113
	3.5.3.1.	Diseño del tanque de distribución	113
	3.5.3.2.	Red de distribución.....	115
	3.5.3.3.	Ejemplo de diseño de un tramo del ramal 1	115
		3.5.3.3.1.	Caudal de diseño
		3.5.3.3.2.	Diámetro de tubería
		3.5.3.3.3.	Cálculo de la velocidad.....
		3.5.3.3.4.	Pérdida de energía.....
		3.5.3.3.5.	Presión estática.....
		3.5.3.3.6.	Cota piezométrica
		3.5.3.3.7.	Presión disponible.....
3.5.4.		Estructuras	120
	3.5.4.1.	Cajas rompe presión	120
	3.5.4.2.	Válvula de aire.....	123
	3.5.4.3.	Válvula de limpieza	123
	3.5.4.4.	Paso aéreo	124
		3.5.4.4.1.	Diseño del paso aéreo
3.6.		Propuesta de sostenibilidad del sistema	130
	3.6.1.	Operación y mantenimiento.....	130
	3.6.2.	Análisis tarifario	131
3.7.		Elaboración de planos.....	131
3.8.		Presupuesto	131
3.9.		Cronograma de ejecución física y financiera.....	134
3.10.		Análisis socioeconómico	135
	3.10.1.	Valor Presente Neto (VPN)	135

3.10.2.	Beneficio Anual Único Equivalente (BAUE).....	138
3.11.	Evaluación de impacto ambiental	139
3.12.	Análisis de vulnerabilidad y riesgo.....	148
CONCLUSIONES		149
RECOMENDACIONES.....		151
BIBLIOGRAFÍA.....		153
APÉNDICES		155
ANEXOS		171

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación y localización del municipio de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango	2
2.	Ubicación y localización de la aldea Paquip y el caserío Chuaracanjay	3
3.	Temperatura máxima y mínima promedio para Tecpán Guatemala	5
4.	Precipitación de lluvia mensual promedio, Tecpán Guatemala	6
5.	Niveles de humedad en Tecpán Guatemala	7
6.	Disipador de energía típico	42
7.	Configuración de losa para fosa séptica de ramal 1	49
8.	Evaluación ambiental inicial	73
9.	Dimensionamiento del muro del tanque	108
10.	Diagrama de fuerzas actuantes en muro de tanque	109
11.	Diagrama de paso aéreo	125
12.	Configuración geométrica del paso aéreo	125
13.	Esquema para determinar el anclaje del paso aéreo	129
14.	Evaluación de impacto ambiental II	140

TABLAS

I.	Datos porcentuales de la población de la aldea Paquip	9
II.	Datos porcentuales de la población del caserío Chuaracanjay	9
III.	Obras de infraestructura existentes en las comunidades	13

IV.	Dotación de agua estimada por tipo de zona según EMPAGUA para el diseño de sistemas de alcantarillado	31
V.	Tipos de PVS	40
VI.	Cálculo del porcentaje de prestaciones del proyecto.....	59
VII.	Ejemplo de la integración de costos unitarios, renglón 2,01 del proyecto de alcantarillado sanitario.....	62
VIII.	Cuadro de renglones de trabajo.....	63
IX.	Cronograma de ejecución física y financiera	64
X.	Tipos de tubería para agua potable	91
XI.	Coeficientes de fricción en tubería.....	93
XII.	Rendimiento promedio de combustibles	103
XIII.	Ejemplo de la integración de costos unitarios, renglón 2,02 del sistema de agua potable	132
XIV.	Resumen del presupuesto del sistema de agua potable del Caserío Chuaracanjay.....	133
XV.	Cronograma de ejecución física y financiera II	134

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura de pozo
Δ	Ángulo delta
As	Área de acero
Ag	Área gruesa
Asmin	Área mínima de acero
HP	Caballos de fuerza
CRP	Caja rompe presión
CB	Caseta de bombeo
Q	Caudal a sección llena en tuberías expresada en l/s
Qb	Caudal de bombeo
q	Caudal de diseño en l/s
CMD	Caudal medio diario
CMH	Caudal medio horario
cm	Centímetro
C	Coeficiente de rugosidad
CF	Cota de fondo de pozo de visita sanitario
CIE	Cota Invert de entrada
CIS	Cota Invert de salida
CT	Cota de terreno
CPZ	Cota piezométrica
\emptyset	Diámetro de la tubería en pulgadas
DH	Distancia horizontal
Dot	Dotación

DS	Drenaje sanitario
Elev	Elevación relativa
E	Estación
Fr	Factor de retorno
FDM	Factor día máximo
FHM	Factor hora máximo
Hab	Habitante
HG	Hierro galvanizado
h	Hora
i	Intensidad de lluvia
Kg	Kilogramo
Kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
kW	Kilovatio
kW/h	Kilovatio hora
PSI	Libras por pulgada cuadrada
l	Litros
l/s	Litros por segundo
L	Longitud
PVC	Material fabricado a base de cloruro de polivinilo
≥	Mayor o igual que
≤	Menor o igual que
m²	Metros al cuadrado
m³	Metros cúbicos
m³/s	Metros cúbicos por segundo
m	Metros lineales
m/s	Metros por segundo
S	Pendiente
hf	Pérdida de carga
n	Periodo de diseño en años

T	Periodo de retención hidráulica
Pa	Población actual
Pf	Población futura
PVS	Pozo de visita sanitario
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
f'c	Resistencia máxima a la compresión del concreto
f'y	Resistencia máxima a la fluencia del acero
s	Segundo
TD	Tanque de distribución
TS	Tanque de succión
v	Velocidad de diseño en tubería expresada en m/s

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials.
Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, niples, coplas, tees, válvulas, entre otros.
ACI	Instituto Americano del Concreto.
Aditivos	Materiales, además del agua, agregados y cemento que se utilizan como ingrediente del concreto y se adicionan a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado.
Aeróbico	Condición en la cual hay presencia de oxígeno.
Aforo	Operación de medición del volumen de agua de una fuente.
Agua pluvial	Agua de lluvia que cae sobre la superficie.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos, no produce efectos adversos a su salud.

Aguas residuales	Son los desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua procedentes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
Altimetría	Procedimientos utilizados para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos de un terreno o construcción, para ello es necesario medir distancias verticales ya sea directa o indirectamente.
Anaeróbico	Condición en la cual no hay presencia de oxígeno.
ASTM	American Society of Testing Materials.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético o arbitrario, su rango va desde 0° a 360°.
Base de diseño	Parámetros que se utilizarán en la elaboración de un diseño, como la población, el clima, tipos de comercio, caudales.
Banco de marca	Punto en la altimetría cuya altura se conoce y se utilizará para determinar alturas siguientes.
Candela	Obra accesoria que recibe las aguas residuales del interior de la vivienda y la conduce hacia el colector.
Carga dinámica	Es la presión que ejerce el agua en movimiento dentro de una tubería, también llamada presión de

servicio. Expresada en metros por columna de agua (mca).

Carga estática	Es la presión que ejerce el agua sin movimiento dentro de una tubería. Expresada en metros por columna de agua (mca).
Caudal	Es el volumen de líquido que circula a través de una tubería, en una unidad de tiempo determinado.
COGUANOR	Comité Guatemalteco de Normas.
Colector	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas residuales.
Compactación de suelo	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo del suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y, en consecuencia, su capacidad para soporte de cargas.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas residuales desde la candela hasta el colector principal.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado.

Cota Invert	Son las alturas de la parte inferior de una tubería ya instalada.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Descarga	Lugar por donde desembocan las aguas residuales provenientes de un colector.
Desfogue	Salida del agua de desecho en un punto determinado.
Desinfección	Eliminación de bacterias patógenas que existen en el agua mediante procesos químicos.
Dotación	Es la cantidad de agua necesaria para consumo de una persona.
Especificaciones	Son normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
Estiaje	Es la época del año en la que los caudales de las fuentes de agua descienden al nivel mínimo.
Infom	Instituto de Fomento Municipal.

Insivumeh	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Impacto ambiental	Consecuencia, efectos o cambios en el ambiente derivados de la ejecución de un proyecto en particular. Su influencia puede ser a corto o largo plazo, directa o indirecta, positiva o negativa y su acción temporal o permanente.
Monografía	Breve descripción sobre características físicas, económicas, sociales y culturales de una región o pueblo.
Pérdida de carga	Es el cambio que experimenta la presión dentro de la tubería por motivo de la fricción.
PCA	Portland Cement Association.
Perfil	Delineación de la superficie de la tierra según su latitud y altura, referida a un punto de control.
Pozo de visita sanitario	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
Tirante	Altura de las aguas residuales dentro de una tubería o un canal abierto.
TIR	Tasa Interna de Retorno.

Topografía	Arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.
Tramo	Es la distancia comprendida entre los centros de dos pozos de visita sanitarios consecutivos.
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.
VPN	Valor Presente Neto.

RESUMEN

Este trabajo de graduación se divide en dos partes: la primera es una fase de investigación de las características generales del lugar, y la segunda se refiere al servicio técnico profesional.

En el desarrollo de la primera parte se habla de la monografía del lugar y de las investigaciones diagnósticas sobre necesidades de servicio.

En la segunda parte se desarrollan los dos proyectos asignados para trabajo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). El primer proyecto es el Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la Aldea Paquip, que consiste en un sistema de tuberías para la recolección de aguas residuales, para el cual se diseñarán dos ramales principales y se implementarán pozos de visita sanitarios donde corresponda, se proponen fosas sépticas como tratamiento primario. El segundo proyecto es el diseño del sistema de agua potable con condición por bombeo del casería Chuaracanjay de la aldea Pacacay, que consiste en un sistema de captación de agua de dos manantiales de brote definido impulsados por bombeo, tres ramales abiertos de distribución y las obras de arte necesarias para su correcto funcionamiento.

Dentro de la segunda parte se desarrolla también el tema, que se refiere a la vulnerabilidad, planes de mitigación e impacto ambiental de ambos proyectos, al igual que la propuesta de tratamiento de las aguas residuales del alcantarillado sanitario.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de drenaje sanitario para la aldea Paquip y un sistema de agua potable con impulsión por bombeo para el caserío Chuaracanjay de la aldea Pacacay, del municipio de Tecpán Guatemala, para contribuir al desarrollo de estas comunidades.

Específicos

1. Elaborar una investigación de carácter monográfico, paralela a un diagnóstico sobre las principales necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Paquip y del caserío Chuaracanjay de la aldea Pacacay, del municipio de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango.
2. Diseñar un sistema de agua potable y un sistema de alcantarillado sanitario que brinde un servicio óptimo durante su periodo de diseño.
3. Concientizar a la población, a través de las autoridades comunitarias, sobre el uso adecuado del agua y la importancia del saneamiento ambiental como factor de desarrollo para las comunidades.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en coordinación con la Unidad Técnica de la Municipalidad de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango.

Tecpán Guatemala cuenta con un gobierno local que se ha preocupado en desarrollar el proceso de actualización y fortalecimiento de los consejos comunitarios de desarrollo, con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de sus pobladores. Sin embargo, a pesar de la ardua labor efectuada por las autoridades locales, aún existen comunidades que no cuentan con los servicios básicos para el pleno goce y satisfacción de sus actividades y necesidades. Entre estos servicios se puede citar: sistemas de agua potable, drenaje sanitario, infraestructura para servicio social y educativo, entre otros.

Tomando en cuenta que para proponer una solución técnica eficiente y adecuada es necesario conocer los factores ambientales, físicos, económicos, sociales y políticos del lugar donde se desenvuelven los habitantes de las comunidades en estudio, en el primer capítulo se hace una descripción de la aldea Paquip y del caserío Chuaracanjay, en la que se encuentran estos aspectos: clima, vías de acceso, población e idioma, entre otros.

En el segundo capítulo se encuentra el diseño del drenaje sanitario para la aldea Paquip y del sistema de agua potable para el caserío Chuaracanjay, con base en las normas del Instituto de Fomento Municipal y fórmulas matemáticas.

Además, se detallan los factores cualitativos y cuantitativos que se utilizaron para el respectivo diseño.

1. MONOGRAFÍA DE LA ALDEA PAQUIP Y EL CASERÍO CHUARACANJAY

A continuación se desarrolla la monografía para ambos sitios en estudio.

1.1. Aspectos físicos

Entre los aspectos físicos a tener en cuenta se tienen los siguientes.

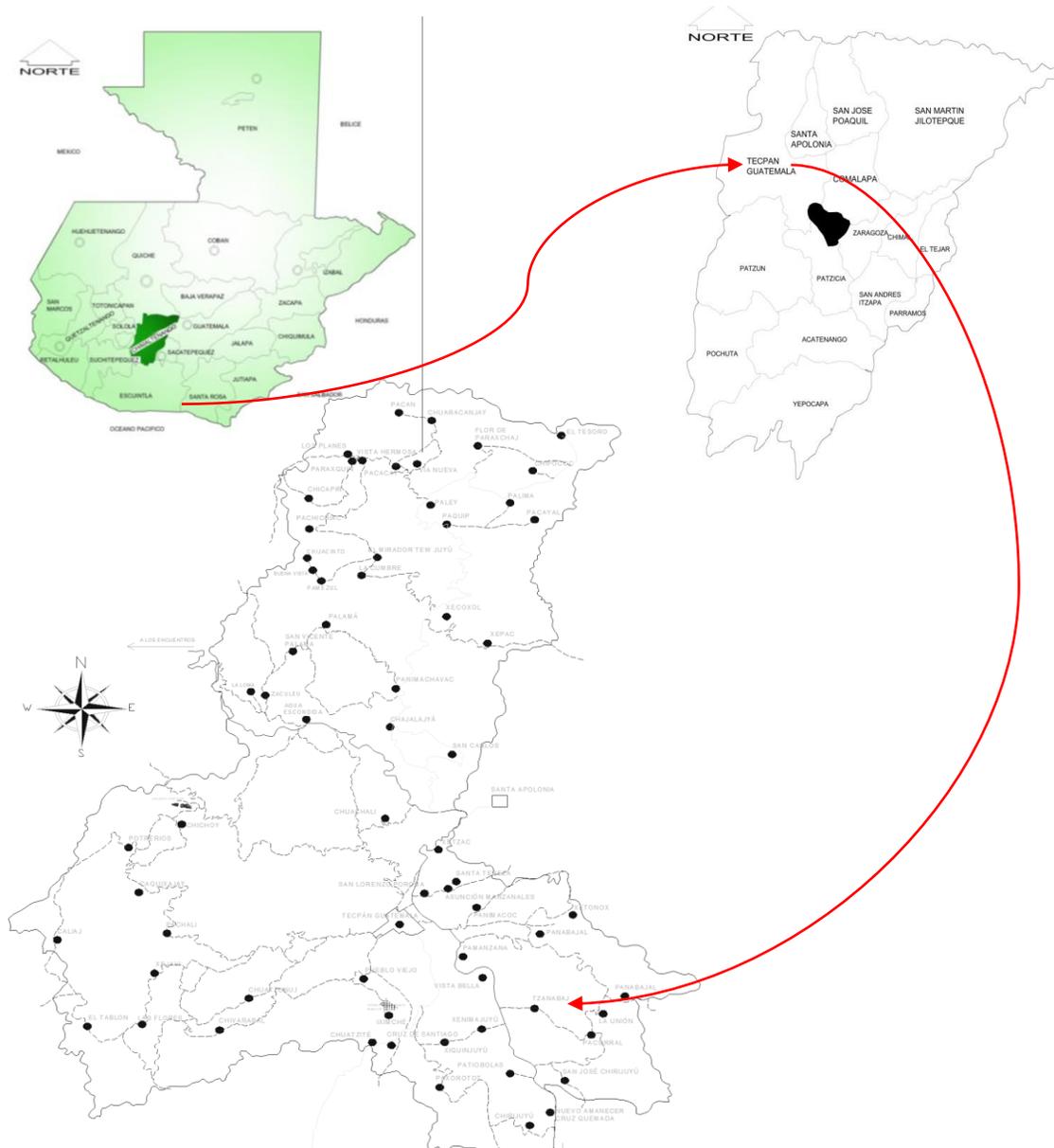
1.1.1. Ubicación geográfica y colindancias

Tecpán Guatemala es uno de los 16 municipios del departamento de Chimaltenango y cuenta con 60 comunidades, incluyendo aldeas y caseríos, se encuentra a 88 kilómetros de la Ciudad Capital.

La aldea Paquip se encuentra a 27 kilómetros de la cabecera municipal, colinda al norte con el caserío Paley, al sur con la aldea Xecoxol, al este con el caserío Pacayal y al oeste con el caserío Mirador Tew Juyú.

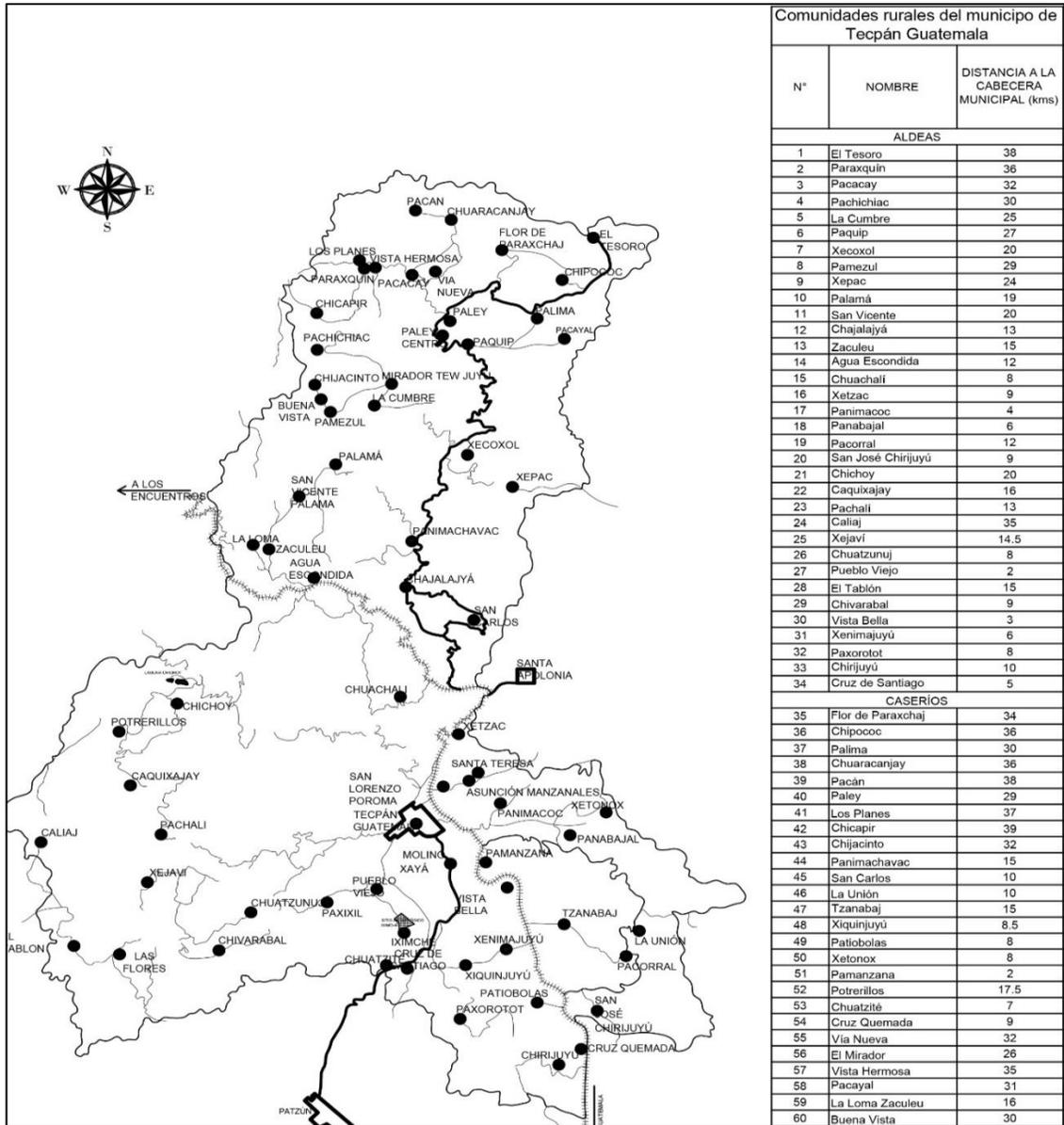
Chuaracanjay es un caserío que forma parte de la aldea Pacacay, se encuentra a 36 kilómetros de la cabecera municipal, colinda al norte con Chiché del departamento de Quiché, al sur con la aldea Pacacay, al este con el caserío Flor de Paraxchaj y al oeste con el caserío Pacán.

Figura 1. Ubicación y localización del municipio de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango



Fuente: Municipalidad de Tecpán Guatemala. *Mapa de ubicación de Tecpán.*
<http://www.munitecpan.gob.gt/>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

Figura 2. Ubicación y localización de la aldea Paquip y el caserío Chuaracanjay



Fuente: Municipalidad de Tecpán Guatemala. *Mapa de ubicación de Tecpán.*

<http://www.munitecpan.gob.gt/>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

1.1.2. Topografía

La topografía de la aldea Paquip es irregular, tiene numerosas montañas, de oriente a poniente es atravesada por un río intermitente producto de la subcuenca que es parte de la aldea, las montañas de la aldea están cubiertas de vegetación exuberante y los terrenos que no están cubiertos por vegetación son utilizados para el cultivo.

La topografía del caserío Chuaracanjay es irregular, sin embargo las extensiones de tierra de las montañas son áridas y con muy poca vegetación. Tiene regiones de tierras fértiles que gradualmente hacen contacto con terrenos secos y arenosos.

1.1.3. Clima

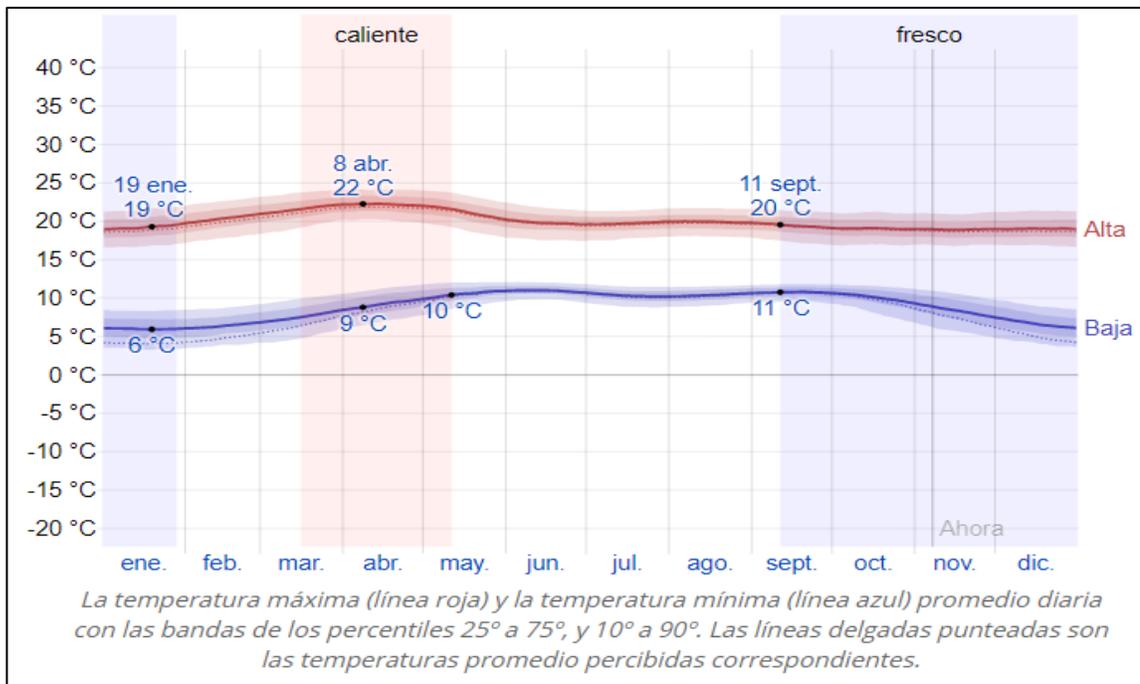
El sistema de monitoreo climático del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh), ubica la estación meteorológica más cercana a Tecpán Guatemala en Santa Cruz Balanyá. En colaboración con el estudio realizado por los laboratorios SIG del MAGA, se obtienen los siguientes datos para el municipio de Tecpán Guatemala y el área de influencia de los proyectos.

- Temperatura

La temporada templada dura 1,9 meses, del 16 de marzo al 11 de mayo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 22 °C. El día más caluroso del año es el 8 de abril, con una temperatura máxima promedio de 22 °C y una temperatura mínima promedio de 9 °C.

La temporada fresca dura 4,5 meses, del 11 de septiembre al 28 de enero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 20 °C. El día más frío del año es el 19 de enero, con una temperatura mínima promedio de 6 °C y máxima promedio de 19 °C.

Figura 3. **Temperatura máxima y mínima promedio para Tecpán Guatemala**



Fuente: Proyecto MAGA-ESPREDE-CATIE. *Mapa de climas de Koeppen.*

<https://www.maga.gob.gt/download/basesdd-guate.pdf>. Consulta: 25 de febrero de 2019.

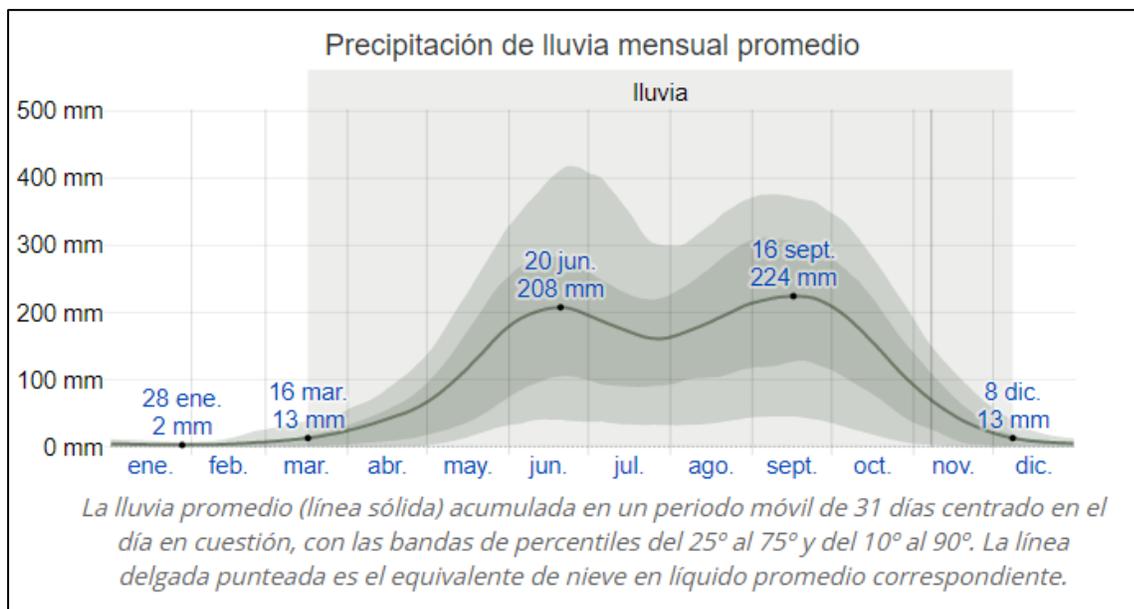
- **Precipitación**

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Tecpán Guatemala varía muy considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 5,6 meses, de 12 de mayo a 31 de octubre, con una probabilidad de más del 37 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 73 % el 12 de septiembre. La temporada más seca dura 6,4 meses, del 31 de octubre al 12 de mayo. La probabilidad mínima de un día mojado es del 2 % el 23 de enero.

Entre los días mojados se distingue entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. Con base en esta categorización el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 73 % el 12 de septiembre.

Figura 4. **Precipitación de lluvia mensual promedio, Tecpán Guatemala**



Fuente: Proyecto MAGA-ESPRED-ECATIE. Mapa de climas de Koeppen.

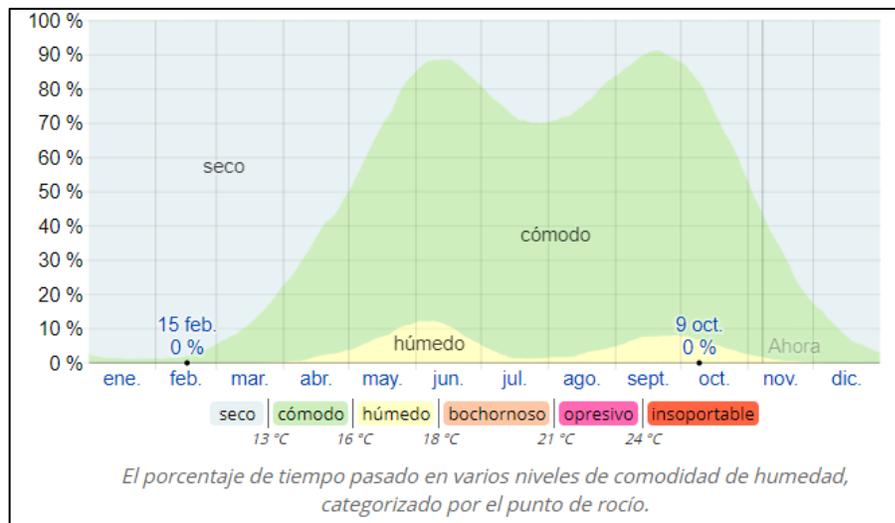
<https://www.maga.gov.gt/download/basesdd-guate.pdf>. Consulta: 25 de febrero de 2019.

- Humedad

Se basa el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que este determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

El nivel de humedad percibido en Tecpán Guatemala, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0 %.

Figura 5. Niveles de humedad en Tecpán Guatemala



Fuente: Insivumeh. *Niveles de humedad en Tecpán*. <http://insivumeh.gob.gt/2019/09/?cat=57>.

Consulta: 3 de mayo de 2019.

1.1.4. Suelo

El tipo de suelo de la aldea Paquip y del caserío Chuaracanjay, según el sistema de clasificación de suelos FAO/Unesco, son tierras altas volcánicas. Según inspección visual, para el caserío Chuaracanjay se identifica un suelo arenoso con roca suelta, y la aldea Paquip tiene variedad de suelo, desde arcillas en la parte boscosa hasta arena con roca suelta en las partes bajas de la subcuenca

1.1.5. Tipo de vivienda

Las viviendas de la aldea Paquip tienen estructura variada, existen viviendas de 1 y 2 niveles con paredes de *block* y techo de losa tradicional, también con paredes de *block* y techo de lámina con estructura de madera rústica, en promedio cuentan con 2 o 3 habitaciones, cocina y comedor. Las viviendas utilizan letrinas.

Las viviendas del caserío Chuaracanjay están construidas con paredes de *block*, techo de lámina con estructura de madera rústica, cuentan con 1 o 2 habitaciones, cocina y comedor. Las viviendas utilizan letrinas.

1.1.6. Situación demográfica

Según el censo poblacional para el 2014, realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), la población de la aldea Paquip es de 9 434 habitantes y la población del caserío Chuaracanjay es de 1 315 habitantes.

Tabla I. **Datos porcentuales de la población de la aldea Paquip**

Tipo	Cantidad	Porcentaje
Hombres	4 608	48,85 %
Mujeres	4 826	51,15 %
0 a 14 años	4 019	42,60 %
15 a 29 años	2 687	28,48 %
30 a 44 años	1 451	15,38 %
45 a 59 años	749	7,94 %
60 a 64	163	1,73 %
75 o más	365	3,87 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE). *Población de aldea Paquip*.

<https://www.ine.gob.gt/ine/>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

Tabla II. **Datos porcentuales de la población del caserío Chuaracanjay**

Tipo	Cantidad	Porcentaje
Hombres	595	45,24 %
Mujeres	720	54,76 %
0 a 14 años	574	43,65 %
15 a 29 años	447	33,99 %
30 a 44 años	162	12,32 %
45 a 59 años	74	5,63 %
60 a 64	31	2,36 %
75 o más	27	2,05 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE). *Población de Caserío Chuaracanjay*.

<https://www.ine.gob.gt/ine/>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

1.1.7. **Actividad económica**

Las principales actividades económicas de los habitantes de la aldea Paquip son agricultura, avicultura y comercio. Las fuentes de ingreso provenientes de la agricultura son: la siembra de café y maíz, y de la avicultura es la crianza de aves de corral para la producción de carne y huevos. Las actividades comerciales se comprenden en locales que ofrecen servicios varios

como reparación de vehículos, venta de comida, parqueos, ferreterías, farmacia, entre otros.

Las principales actividades económicas de los habitantes del caserío Chuaracanjay son agricultura y avicultura. Las fuentes de ingreso provenientes de la agricultura son: la siembra de café y frutas como naranja y banano, de la avicultura es la crianza de aves de corral para la producción de carne y huevos para autoconsumo.

1.2. Investigación de diagnóstico

A continuación se presentan los datos concernientes a este punto.

1.2.1. Servicios básicos

Los servicios básicos se explican a continuación.

1.2.1.1. Vías de acceso, comunicación y transporte

El acceso hacia la aldea Paquip se hace a través de la ruta nacional 1 CA-1 occidente, asfaltada, que de la capital conduce a La Mesilla Huehuetenango, a través de una bifurcación en Chichavac a la altura del km 92, la cual está asfaltada. La aldea Paquip forma parte importante como acceso a comunidades como La Cumbre, Palima, Paley y el resto de aldeas que se encuentran más al norte del municipio. Existe transporte extraurbano todos los días en diferentes horarios de partida. También hay una vía alterna de terracería que conecta Paquip con San Juan Comalapa.

El acceso hacia el caserío Chuaracanjay se hace a través de la aldea Pacacay, se encuentra al norte de la aldea Paquip y es un camino de terracería en su totalidad. El transporte extraurbano tiene solamente un horario de partida todos los días.

1.2.1.2. Servicios de agua para el consumo humano

En la aldea Paquip el 95 % de los habitantes poseen servicio de agua potable ininterrumpido, que es un sistema que funciona por gravedad con captación por manantiales de brote definido.

La población del caserío Chuaracanjay no posee un sistema de distribución de agua potable.

Un 65 % de la población transporta el agua en recipientes como tinajas o barriles, por una vereda peatonal de hasta 1 500 metros de distancia, hasta llegar a los manantiales ubicados en la parte baja. El otro 35 % posee pozos artesanales.

1.2.1.3. Servicios sanitarios

Las comunidades en estudio no tienen un sistema de tratamiento de aguas residuales, solamente se utilizan letrinas o pozos ciegos para la disposición de excretas. Las aguas residuales de pila corren libremente por las calles hasta caer a los despeñaderos.

1.2.1.4. Servicios educativos

Paquip tiene una escuela para educación a nivel primario, esta escuela tiene 6 aulas, dirección administrativa, cocina y servicios sanitarios. También un instituto nacional de educación de nivel básico que tiene 4 aulas, dirección administrativa y servicios sanitarios.

Chuaracanjay cuenta con una escuela de educación primaria que tiene 6 aulas, dirección administrativa, cocina y comedor.

1.2.1.5. Servicios de salud

Paquip tiene puesto de salud con un médico y dos enfermeros que prestan asistencia prehospitalaria.

Chuaracanjay no cuenta con un puesto de salud, el servicio de atención prehospitalaria existe en la aldea Pacacay.

1.2.2. Descripción de las necesidades

Las necesidades tienen su origen en la carencia, insuficiencia y baja calidad de los servicios que deberían ser prestados a la población, como: agua, drenajes, mercado, cementerio, rastro, recolección y manejo de basura, vivienda, recreación, transporte, energía eléctrica, educación, entre otros.

Es conveniente elaborar una lista de las necesidades planteadas por los COCODES tal y como lo expresan ellos mismos, para contar con la información necesaria a fin de inventariar, clasificar y priorizar las necesidades.

La tabla III muestra las obras de infraestructura con las que cuenta cada comunidad y las obras de infraestructura de que carece cada una de estas.

Tabla III. **Obras de infraestructura existentes en las comunidades**

Servicio	Paquip	Chuaracanjay
Agua potable	X	
Sistema de drenaje		
Energía eléctrica	X	X
Puesto de salud	X	
Centros educativos	X	X
Vías pavimentadas	X	X
Mercado	X	

Fuente: elaboración propia.

A través de un análisis del entorno, se pudo establecer que las comunidades carecen de servicios básicos como agua potable y sistemas de drenaje.

1.2.3. Priorización de las necesidades del lugar

Para determinar la prioridad de las necesidades es necesario hacer énfasis en los servicios básicos a los que todo ser humano tiene derecho para tener una vida digna, también la conservación de los recursos naturales y del ambiente en el que viven, y de forma consecuente los criterios demográficos, socioeconómicos y la población a beneficiar directa e indirectamente.

Con base en los criterios seleccionados, se establece como prioridad el servicio de agua potable para el caserío Chuaracanjay y el servicio de un sistema de drenaje sanitario para la aldea Paquip.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LA ALDEA PAQUIP

2.1. Descripción general del proyecto

En el presente capítulo se desarrollará el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Paquip del municipio de Tecpán Guatemala.

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de tuberías para la recolección de aguas residuales, por la topografía del terreno se propone la implementación de dos ramales principales, con las obras complementarias necesaria para su correcto funcionamiento. Cada ramal estará conectado a una fosa séptica para dar tratamiento primario a través de procesos físicos. El periodo de diseño del proyecto es de 30 años.

El diseño hidráulico se realizará con base en parámetros del Instituto de Fomento Municipal, Empresa Municipal de Agua, la dirección General de Obras Públicas, UNEPAR y metodologías matemáticas que garantizarán el correcto funcionamiento del sistema.

2.2. Levantamiento topográfico

Este proceso se realizó para determinar la planimetría y altimetría del área a drenar, en el procedimiento se tomó en cuenta la localización exacta de las calles y avenidas, se dejó señalización de la posible ubicación de los pozos de visita y cuerpos receptores. Todas las medidas se realizaron en áreas que

optimicen el funcionamiento del sistema, tomando como base los derechos de paso autorizados, que fueron debidamente socializados por la comunidad.

2.2.1. Altimetría

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano vertical la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción. El nivel de referencia es siempre un plano horizontal que puede ser arbitrario o el plano de referencia nacional, dado por el Instituto Geográfico Nacional y que es referido al nivel del mar. Estos datos se obtuvieron por medio del método de hilos, el cual maneja la estación total automáticamente.

La nivelación para un sistema de alcantarillado debe realizarse con mucha precisión, sobre el eje de las calles, en la siguiente forma:

- En todos los cruces de calles.
- A distancias no mayores de 20 metros.
- En todos los puntos que haya cambio de dirección.
- Todos los puntos en que haya cambio de pendiente de terreno.
- De todos los lechos y quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.

2.2.2. Planimetría

Comprende todos los trabajos que se hacen con el fin de obtener la representación gráfica de los terrenos proyectados sobre un plano horizontal, basados en un norte magnético para su orientación. Para el levantamiento de

planimetría se utilizó el método de primer orden por conservación del azimut, para esto se utilizó una estación total Trimble M3, prisma y bastones.

2.3. Localización de la descarga

Las descargas son puntos en los cuales desfogan las aguas residuales a los cuerpos receptores. Deben ubicarse en donde no causen problemas sanitarios a las poblaciones situadas aguas abajo según INFOM, con orientación que reduzca la contaminación por olores, deben tener una vía de acceso que permita el mantenimiento de las obras sanitarias que dan tratamiento de las aguas residuales. Por la topografía del terreno fue necesario localizar dos puntos de descarga.

2.4. Criterios y bases de diseño

Es el conjunto de fundamentos matemáticos y normativos que tienen como objetivo garantizar el correcto funcionamiento del sistema diseñado.

2.4.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño de un sistema de alcantarillado es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable. Este periodo varía de acuerdo con la cobertura considerada en el diseño de servicio sanitario, con el crecimiento poblacional y con la capacidad de administración, operación y mantenimiento que puedan tener, tanto los habitantes como la municipalidad, para que el servicio básico se mantenga en funcionamiento.

Este sistema de alcantarillado sanitario será proyectado para que llene adecuadamente su función durante un periodo de 28 años, con 2 años

adicionales de gestión para su ejecución, dando un total de 30 años como periodo de diseño final.

2.4.2. Población de diseño

El estudio de la población se efectúa con el objetivo de estimar la población que tributará los caudales sanitarios al sistema de drenaje, al final del periodo de diseño. Puede ser estimada utilizando alguno de los siguientes métodos:

- Incremento aritmético
- Incremento geométrico
- Método gráfico

Para el caso de la aldea Paquip, se calcula por el método geométrico porque es el más exacto, en el cual el incremento de la población es constante de acuerdo con un factor de proporcionalidad respecto del tiempo. La ecuación de crecimiento geométrico es:

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

Donde:

P_f = población futura

P_o = población actual a servir o población objetivo

r = tasa de crecimiento poblacional

n = periodo de diseño

La información con la que se cuenta en el proyecto es la siguiente:

Población actual = 1 578 habitantes
r = 2,71 % dato con base en el censo del INE 2014 y la
proyección para Tecpán Guatemala año 2017.
Periodo de diseño = 30 años

$$P_f = 1\,578(1 + 0,027)^{30}$$

$$P_f = 3\,519,56$$

El resultado se debe aproximar al número entero mayor por ser un indicativo de habitantes, entonces resultan 3 520 habitantes.

2.4.3. Factor de retorno

Es un valor que indica la relación entre la cantidad de agua que se consume al día y la cantidad de agua que se convierte en aguas residuales. Este factor se encuentra en un intervalo entre 0,70 y 0,85 que depende del clima de la región y el acceso al agua. Para el proyecto se eligió un factor de 0,85 por ser el valor más crítico.

2.4.4. Selección de tubería

Para la selección de la tubería del sistema de alcantarillado se debe cumplir la condición de auto limpieza para limitar la sedimentación de arena y otras sustancias sedimentables (heces y otros productos de desecho) en los colectores. La eliminación continua de sedimentos es costosa y en caso de falta de mantenimiento se pueden generar problemas de obstrucción y taponamiento.

Los tubos que se emplean pueden ser de PVC o concreto, a los que deben aplicarse las normas ASTM. Para el sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Paquip se selecciona tubería tipo PVC corrugada, por su mejor comportamiento estructural e hidráulico, la facilidad de transporte como de almacenamiento, rapidez de instalación y la economía de su precio relativo al tiempo de vida del material. Debe cumplir con la norma ASTM F949.

2.4.5. Determinación del caudal sanitario

La información necesaria se presenta a continuación.

2.4.5.1. Caudal domiciliar

Es el agua que una vez fue usada por los humanos, para limpieza o producción de alimentos, es vertida y conducida hacia la red de alcantarillado; está relacionada con la dotación del suministro de agua potable, menos una porción que no será vertida en el drenaje, como los jardines.

La ecuación para el cálculo es:

$$Qd = \frac{\text{Dot} * \text{hab. futuro} * Fr}{86\ 400}$$

Donde:

Qd	= caudal domiciliar en l/seg
Dot	= dotación en l/hab/día
hab. Futuro	= cantidad futura de habitantes
Fr	= factor de retorno

Este caudal será calculado para cada tramo con base en el número de conexiones tanto actuales como futuras que contribuyan al tramo, y se tomará en cuenta la población acumulada.

2.4.5.2. Caudal comercial

Como su nombre lo indica, es el agua de desecho de las edificaciones comerciales, restaurantes, hoteles y demás, que utilizan el agua como parte de sus actividades económicas, por ejemplo el lavado de autos.

La ecuación para el cálculo es la siguiente:

$$Q_{com} = Dot * \text{Núm. de comercios}$$

Donde:

Q_{com} = caudal comercial

Dot = dotación en l/comercio/día

Núm. de comercios = es la cantidad de puestos que contribuyen al caudal

En el presente diseño este caudal no se toma en cuenta, ya que no existe ningún tipo de comercio que pueda afectar directamente al sistema de drenaje.

2.4.5.3. Caudal industrial

Es el agua negra proveniente de las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, alimentos y demás, en donde las aguas residuales obtienen propiedades fisicoquímicas especiales, de acuerdo con el tipo de industria del

que provengan. En el área que abarca el proyecto no existen industrias, entonces se considera nulo.

2.4.5.4. Caudal de infiltración

En la sección 2.7: infiltración, del INFOM, se establece que para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas debe tomarse en cuenta la profundidad del nivel freático del agua con relación a la profundidad y el tipo de tuberías. También la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas usadas en las tuberías y la calidad de mano de obra y supervisión con que se cuenta durante la construcción del sistema. Para este proyecto se utilizará tubería PVC y según el INFOM debe calcularse como sigue:

$$Q_{inf} = 0,01 \times \text{diametro plg}$$

2.4.5.5. Caudal de conexiones ilícitas

Es la cantidad de agua de lluvia que se incorpora al sistema de drenaje que se genera principalmente porque algunos usuarios conectan las bajadas de aguas pluviales al sistema. Este caudal se calcula como un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos y patios, y de su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia. Existen métodos entre los cuales se pueden mencionar:

Según el capítulo 2 del INFOM	$Q_{ci} = 0,10 * Q_d$
Método racional	$Q_{ci} = C_i A / 360$
Municipalidad de Guatemala	$Q_{ci} = (100 \text{ l/h/día} * \text{Núm. de hab})$
/86 400	

Para este proyecto se utilizó el parámetro especificado por la municipalidad de Guatemala, porque Tecpán Guatemala es un territorio donde la precipitación promedio es de 1234,9mm/año según laboratorios SIG del MAGA, tomando en cuenta un 67 % del caudal domiciliar.

2.4.5.6. Cálculo del caudal sanitario

Es la sumatoria de los caudales: domiciliar, comercial, industrial, por infiltración y por conexiones ilícitas.

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

2.4.6. Determinación del caudal de diseño

Se determina tomando en cuenta la siguiente información.

2.4.6.1. Factor de caudal medio

Este es un factor unitario que regula la aportación del caudal en la tubería, el cual varía entre 0,002 y 0,005. Si el cálculo del factor está entre esos dos límites, se utilizará el calculado; de lo contrario, se utilizará el límite más cercano, según el caso. Se puede realizar el cálculo del factor de caudal medio de las siguientes formas.

- Según la Dirección General de Obras Públicas (DGOP).

$$F_{qm} = \frac{Q_{sanitario}}{\text{Núm. de habitantes}}$$
$$0,002 \leq F_{qm} \leq 0,005$$

- Según Municipalidad de Guatemala (EMPAGUA).

$$F_{qm} = 0,003$$

2.4.6.2. Factor de Harmond

Conocido también como factor de flujo instantáneo, es el factor que se encarga de regular un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, determinando la probabilidad del número de usuarios que estará haciendo uso del servicio o la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén usando simultáneamente. Estará siempre en función del número de habitantes localizados en el tramo de aporte y su cálculo se determina mediante la ecuación de Harmond:

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

Donde:

FH = factor de Harmond

P = población acumulada en miles de habitantes para cada tramo

2.4.6.3. Cálculo del caudal de diseño

Es el que se determina para establecer qué cantidad de caudal puede transportar el sistema en cualquier punto en todo el recorrido de la red, establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillo. El caudal se obtiene de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Q_{dis} = FH \cdot F_{qm} \cdot \text{Núm.hab}$$

Donde:

Q_{dis}	= caudal de diseño
FH	= factor de Harmond
F_{qm}	= factor de caudal medio
Núm. Hab.	= número de habitantes a futuro

2.4.7. Conexiones domiciliarias

La conexión doméstica se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de cemento colocados en una forma vertical (candelas), en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir, con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector debe tener un diámetro no menor a 0,10 metros (4 plg), garantizando que esta entrega sea desarrollada con un ángulo horizontal de 45°.

Como regla de seguridad de utilización adecuada de la red interna domiciliaria (privada), la sección adoptada de conexión debe tener un diámetro inferior a la del colector principal, buscando que en caso de producirse una obstrucción por uso indebido, el efecto se produzca en el tramo de conexión o en el interior de la edificación.

La conexión doméstica para el alcantarillado sanitario de la aldea Paquip se realizará con tubos de concreto colocados verticalmente y tendrá un diámetro de 16 pulgadas. El fondo y tapadera serán de concreto armado, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería

secundaria y puedan llevarla al alcantarillado principal. La altura mínima de la candela será de un metro.

2.4.8. Fundamentos hidráulicos

El principio básico para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario es transportar las aguas residuales por tubería como si fuesen canales abiertos, funcionando por gravedad, y cuyo flujo está determinado por la rugosidad del material y por la pendiente del canal.

Particularmente, para sistemas de alcantarillado sanitario se emplean canales circulares cerrados, y para no provocar ninguna molestia se construyen subterráneos, estando la superficie del agua afectada solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición que dichos caudales transportan.

2.4.8.1. Velocidades de diseño

La velocidad mínima en tubería se determina para garantizar el correcto arrastre de los sólidos, para así evitar azolves y taponamientos. Según Empagua la velocidad mínima permisible es de 0,60 m/s.

La velocidad máxima se establece para tener certeza de que la presión de las aguas residuales no tenga un valor tan alto que erosione las paredes de la tubería y dañe las obras de arte que componen el sistema. La tubería de PVC tiene una alta resistencia a la erosión, sin embargo, las obras de arte como pozos de visita por el tipo de superficie del material, forman la parte más crítica del sistema, por tanto la velocidad máxima permisible según Empagua es de 3,00 m/s

2.4.8.2. Pendiente de la tubería

La pendiente de la tubería de preferencia debe adaptarse a la pendiente del terreno, para optimizar los costos en la excavación y el relleno de las zanjas, sin embargo, ninguna pendiente en tubería debe estar fuera del intervalo permisible de la velocidad de diseño para que el sistema funcione correctamente. Empagua, en su reglamento de diseño de drenajes, establece una pendiente mínima de 2 %.

2.4.8.3. Selección de diámetro de tubería

La selección de diámetro depende del material utilizado para la red de tubería, también se establecen mínimos que garanticen la correcta evacuación de las aguas residuales por gravedad de manera que el sistema funcione como un canal abierto. Según INFOM en la sección 2.10 de las normas para diseño de alcantarillado, para tubería de PVC el diámetro mínimo permisible es de 6 pulgadas y de 8" para tubería de concreto, para permitir una correcta limpieza del sistema y evitar taponamientos.

2.4.8.4. Ecuación de Manning para el flujo de canales

Para encontrar valores que determinen la velocidad y caudal que se conducen en un canal, desde hace años se han propuesto fórmulas experimentales, en las cuales se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas en el conducto.

Como una fórmula ideal de conseguir las condiciones requeridas, fue presentado al Instituto de Ingenieros Civiles de Irlanda, en 1890, un

procedimiento llamado fórmula de Manning, cuyo uso es bastante extenso por llenar condiciones factibles de trabajo en el cálculo de velocidades para flujo en canales. La ecuación de Manning se define así:

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

Donde:

- V = velocidad del flujo a sección llena
- R_H = radio hidráulico
- S = pendiente del canal o gradiente hidráulica
- n = coeficiente de rugosidad, propiedad del canal

Se puede sustituir D/4 como el radio hidráulico y queda:

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

2.4.8.5. Ecuación de flujo a sección llena

El caudal que transportará el tubo a sección llena se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = A * V$$

Se puede definir el área de un círculo en la siguiente ecuación:

$$A = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Donde:

Q = caudal a sección llena en (l/s)

A = área de la tubería en (m²)

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

D = diámetro de tubo en (m)

2.4.8.6. Relaciones hidráulicas

Para obtener los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos del funcionamiento a sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas, utilizando la fórmula de Manning.

2.4.8.6.1. Relación de caudales

Es el cociente del caudal de diseño entre el caudal a sección llena y se representa como q/Q . Teniendo el valor de la relación q/Q y buscando este valor en las tablas de diseño hidráulico, se puede obtener el valor de la relación de velocidades.

2.4.8.6.2. Relación de velocidades

La relación de caudales obtenida se busca en la tabla de relaciones hidráulicas o en la curva de elementos hidráulicos de sección circular, con el objetivo de encontrar su respectiva relación de velocidades, v/V .

2.4.8.6.3. Relación de tirantes

Su simbología se expresa así: d/D , y es un valor que proporciona un parámetro de altura del tirante del flujo en la tubería, es muy importante para establecer si el sistema está trabajando como un canal abierto, cuyo valor debe estar comprendido entre $[0,10 - 0,75]$, el valor mínimo garantiza el caudal necesario para el flujo correcto y el valor máximo es un indicador de que la tubería está iniciando a trabajar a sección llena.

2.5. Cálculo hidráulico

Para el cálculo hidráulico se requiere la siguiente información.

2.5.1. Planteamiento general del sistema

Al analizar los resultados del levantamiento topográfico se determina la implementación de dos ramales que tendrán desfogue independiente. Se utilizará tubería tipo PVC corrugada con empaque, que cumpla con la norma ASTM F949. El diseño se limita a la correcta evacuación del caudal residual de carácter sanitario, por lo tanto, no se tomará en cuenta las aguas pluviales, para evitar la contaminación de la subcuenca y el aumento en costos por tubería de diámetro mayor.

2.5.2. Diseño de red de alcantarillado

El diseño debe realizarse de acuerdo a la población futura, de tal manera que en ese tiempo el sistema brinde el servicio de forma óptima.

2.5.2.1. Ejemplo de diseño de tramo 1 del ramal 1, desde PVS-1 a PVS-2

Este es el ejemplo para este diseño.

2.5.2.1.1. Cálculo del caudal de diseño

Datos:

- Periodo de diseño = 30 años
- Dotación de agua potable = 150 l/hab/día
- Factor de retorno 0,85
- Número de viviendas actual: 10
- Número de habitantes actual: 60

Para determinar la dotación es necesario un análisis de consumo de la población. Pero para la aldea Paquip no existe. Para estos casos EMPAGUA, en sus normas generales para el diseño de alcantarillados, establece dotaciones de acuerdo al tipo de zona, que se describen en la siguiente tabla:

Tabla IV. **Dotación de agua estimada por tipo de zona según EMPAGUA para el diseño de sistemas de alcantarillado**

TIPO DE ZONA	caudal en lts/hab/día	Densidad hab/Ha.
Barrios pobres	115 a 153	220 a 470
Barrios residenciales de clase media	170	75 a 220
Barrios residenciales de clase alta	265	15 a 75

Fuente: EMPAGUA. *Sistema de drenaje sanitario.*

https://www.academia.edu/38433998/EMPAGUA_Reglamento_para_el_dise%C3%B1o_y_construcci%C3%B3n_de_drenajes. Consulta: mayo de 2019.

Según inspección en viviendas del área se establece para este proyecto una dotación de 150 l/hab/día.

Población de diseño:

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

$$P_f = 60 * (1 + 2,71 \%)^{30} = 133,82 \text{ hab.}$$

Como es un resultado en cantidad de habitantes se toma el valor mayor entero, y da como resultado 134 habitantes.

Caudal domiciliar:

$$Q_d = \frac{150 \text{ l/hab/día} * 134 \text{ hab} * 0,85}{86\,400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_d = 0,1977 \text{ l/seg}$$

Caudal de infiltración:

$$Q_{inf} = 0,01 * \varnothing_{\text{tubería}}^2$$

$$Q_{inf} = 0,01 * 6'' = 0,06 \text{ l/seg}$$

Caudal por conexiones ilícitas:

$$Q_{ci} = 0,67 * Q_d$$

$$Q_{ci} = 0,67 * 0,1977 \text{ l/seg}$$

$$Q_{ci} = 0,1324 \text{ l/seg}$$

Caudal sanitario:

$$Q_{san} = 0,1977 \text{ l/seg} + 0,06 \text{ l/seg} + 0,1324 \text{ l/seg}$$

$$Q_{san} = 0,3601 \text{ l/seg}$$

Factor de caudal medio utilizando normas según la DGOP:

Este factor es unitario y se debe calcular por la población total en el sistema.

Caudal sanitario total futuro = 8,69 l/s

Población total futura = 3 520 hab

$$F_{qm} = \frac{8,69 \text{ l/seg}}{3\,520 \text{ hab}}$$

$$F_{qm} = 0,0024 \geq 0,002 \quad \text{OK}$$

Cálculo del factor de Harmond:

Este valor se debe calcular para cada tramo.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{134/1\,000}}{4 + \sqrt{134/1\,000}} = 4,21$$

Caudal de diseño (tramo 1):

$$Q_{dis} = FH * F_{qm} * \text{Núm.hab}$$

$$Q_{dis} = 4,21 * 0,0024 * 134 = 1,353 \text{ l/seg}$$

2.5.2.1.2. Cálculo del diámetro de la tubería

Para el cálculo del diámetro se debe proponer un diámetro mínimo y verificar el comportamiento del flujo, se deben cumplir los parámetros hidráulicos establecidos. Datos:

Tipo de tubería	= PVC corrugada
Diámetro mínimo	= 6" (0,1524m)
Cota de terreno inicial (CT _{inicial})	= 1 041,28 m
Cota de terreno final (CT _{final})	= 1 038,05 m
Distancia horizontal (DH)	= 77,35 m
Coeficiente de rugosidad n = 0,009 para PVC	

Pendiente del terreno (S_T):

$$S_T = \frac{CI - CF}{DH} * 100$$

$$S_T = \frac{1\,041,28 - 1\,038,05}{77,35} * 100$$

$$S_T = 4,17 \%$$

Para proponer la pendiente de la tubería debe tomarse en cuenta la topografía en los tramos siguientes para crear un sistema óptimo. Se propone la

pendiente de tubería en un 6 % porque existe una contrapendiente en el tramo 3 y no cumpliría con la profundidad mínima de la tubería en la zanja.

Velocidad a sección llena:

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

$$V = \frac{0,03429}{0,009} * 6^{2/3} * 0,06^{\frac{1}{2}} = 3,08 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena:

$$Q = \frac{\pi}{4} * D^2 * V$$

$$Q = \frac{\pi}{4} * 0,1524^2 * 3,08 * 1000 = 56,21 \text{ l/s}$$

Relación de caudales:

$$q/Q_{\text{futuro}} = \frac{1,353 \text{ l/seg}}{56,21 \text{ l/seg}} = 0,02401$$

Relación de velocidades:

De acuerdo a las tablas de Manning el valor para la relación de velocidades es el siguiente:

$$v/V = 0,4187$$

Se comprueba el valor de la velocidad de diseño (v)

$$v = 0,4187 * 3,08 = 1,29 \text{ l/seg} \leq 3,00 \text{ OK}$$

El valor se encuentra en el intervalo permisible para los parámetros de velocidad.

Relación de tirantes:

De acuerdo a las tablas de Manning el valor para la relación de tirantes es el siguiente:

$$d/D = 0,107 \geq 0,10 \text{ OK}$$

Valor que cumple con el parámetro mínimo a futuro, para la condición actual la relacion es de 0,07, se recomienda limpieza periódica porque es un tramo inicial.

Cálculo de Cotas invert:

La pofundidad de pozo de visita sanitario (PVS) inicial es de 1,20 m de acuerdo al mínimo establecido por el tipo de tránsito del lugar.

Cota Invert de salida (CIS):

$$\begin{aligned} \text{CIS} &= \text{CT}_{\text{inicial}} - H_{\text{PVS}} \\ \text{CIS} &= 1\,041,28 - 1,20 = 1\,040,08 \end{aligned}$$

Cota Invert de entrada (CIE):

$$\begin{aligned} \text{CIE} &= \text{CIS} - \frac{S_T}{100} * \text{DH} \\ \text{CIE} &= 1\,040,08 - \frac{6}{100} * 77,35 = 1\,035,44 \end{aligned}$$

Para los PVS donde hay cambio de diámetro de tubería o cambio de dirección, INFOM establece que la diferencia entre las cotas Invert de entrada y salida debe ser como mínimo la carga de la velocidad del flujo en la tubería de salida. Se debe calcular por la siguiente ecuación:

$$H_v = \frac{v^2}{2 * g}$$

Donde:

H= es la diferencia de altura en cotas Invert

v= velocidad en el tubo se salida

g= constante gravitacional 9,8m/s²

Para todos los PVS puede existir más de una CIE funcionando como PVS de intersecciones como un reunidor de caudales, sin embargo, solo deben tener una tubería de salida, por consiguiente solo una CIS.

2.5.2.2. Profundidad de la tubería

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 tomar en cuenta que se debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo y de accidentes circunstanciales. INFOM en 2.12 establece un mínimo de 1,00 m de profundidad entre la superficie del terreno y la corona del tubo.

2.6. Obras complementarias

Existen obras complementarias que se describen a continuación.

2.6.1. Pozo de visita sanitario (PVS)

Es una de las partes principales del sistema de alcantarillado, se construyen con el fin de proporcionar acceso al sistema para realizar trabajos de inspección y limpieza.

- Consideraciones de construcción para los pozos de visita sanitarios

El refuerzo de concreto armado en los PVS son agregados para mantener su estabilidad, ya que el PVS funciona como un elemento monolítico, su esbeltez provoca fuerzas por flexión y condición de carga que es reducida para los elementos de mampostería. Para este proyecto se consideró necesario el refuerzo de concreto armado en los pozos de visita si la relación entre alto y diámetro era superior a 2,5.

Para el control de calidad de los pozos de visita se debe cumplir con los requerimientos de las normas de diseño de EMPAGUA en su sección 205 dedicada a la construcción de PVS. Luego de determinar la ruta donde correrá y se ejecutará la red de alcantarillado, se tomará en cuenta colocar pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

- Donde exista cambio de diámetro de tubería
- En intersecciones de dos o más tuberías
- En cambio de pendiente
- En el inicio de cualquier ramal

- En distancias no mayores de 100 m

2.6.1.1. Tipos de pozo de visita sanitario

Los PVS pueden ser contruidos de concreto armado o de mampostería de ladrillo tayuyo. Su forma y tamaño se define de acuerdo a la ubicación y profundidad.

- PVS de inicio

Se caracterizan por no tener caudal que pase a través de ellos directamente, por lo tanto se utilizan para inspección a la tubería y limpieza. Estos pueden ser rectangulares o circulares, con el área interior mínima para que una persona promedio pueda realizar los trabajos respectivos.

- PVS sin refuerzo

Son pozos contruidos de mampostería de ladrillo tayuyo y no llevan refuerzo en sus paredes, suelen ser de forma circular con forma de cono truncado en la parte superior.

- PVS con refuerzo

Son pozos contruidos de mampostería de ladrillo tayuyo, llevan refuerzo de concreto armado en sus paredes, suelen ser de forma circular con forma de cono truncado en la parte superior.

Para este proyecto se establecen tipos de PVS en la siguiente tabla:

Tabla V. **Tipos de PVS**

PVS	Altura (m)	Refuerzo	Estructura
Tipo 1	2,50 – 3,99	no	Pozo de visita típico (cono truncado)
Tipo 2	4,00-5,00	si	Pozo de visita típico (cono truncado)
Tipo 3	1,2 – 2,49	no	Pozo de inicio rectangular h=1,20 m

Fuente: elaboración propia.

2.6.1.2. Profundidad de los PVS

La profundidad de los pozos de visita al inicio de cada tramo está definida por la cota Invert de salida; es decir, está determinada por la siguiente ecuación:

$$HPVS = CT - CIS$$

Para este proyecto se establece como profundidad máxima hasta 5,00 metros para evitar el encarecimiento de construcción de los pozos, porque a mayor profundidad debe aumentar el refuerzo necesario para la construcción, además, el método constructivo debe adaptarse a la altura del pozo a fin de evitar colapso en las estructuras antes, durante y después de su construcción.

Para la construcción de los pozos de visita mayores a 2,5 metros de altura las paredes de la excavación deben ser apuntaladas a fin de que no existan derrumbes.

2.6.1.2.1. Ejemplo de cálculo de profundidad PVS1 y PVS2

Datos:

$$\text{Cota de terreno inicial (CT}_{\text{inicial}}) = 1\,041,28 \text{ m}$$

$$\text{Cota de terreno final (CT}_{\text{final}}) = 1\,038,05 \text{ m}$$

El PVS1 es un pozo de inicio, por eso su profundidad será de 1,20 metros, mínimo establecido por el tipo de tránsito frecuente.

$$\text{HPVS1} = 1,20 \text{ m}$$

$$\text{HPVS2} = \text{CT}_{\text{superior}} - \text{CIE} + \frac{v^2}{2 * g}$$

$$\text{HPVS2} = 1\,038,05 - 1\,035,44 + \frac{1,24^2}{2 * 9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$\text{HPVS2} = 2,69 \text{ m}$$

La última parte de la ecuación corresponde a la diferencia entre cotas Invert calculada como la carga de la velocidad del flujo en la salida, este parámetro está estipulado en las normas de diseño de alcantarillados de INFOM en la sección 2.13.2. Si existieran dos o más tuberías de entrada, debe tomarse el valor de la tubería más baja para el cálculo. En el apéndice se encuentra la tabla general del diseño del sistema de alcantarillado.

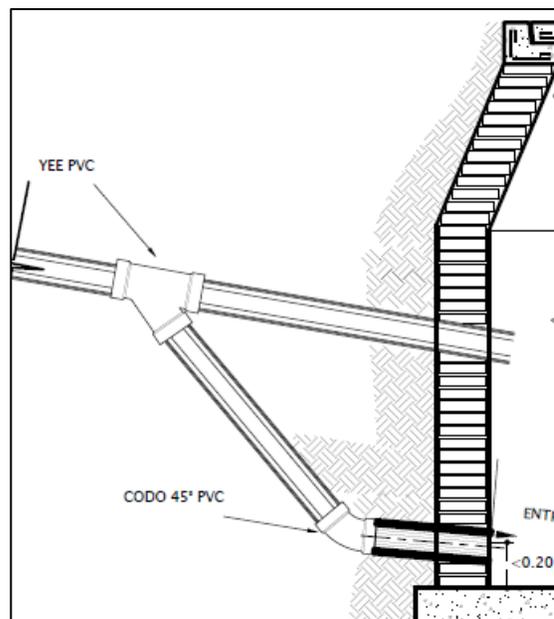
2.6.2. Disipadores de energía

Son elementos complementarios que van acoplados en la entrada de la tubería hacia los pozos de visita, para reducir la energía con la que ingresa el caudal, normalmente reducen altura de la caída del agua al ingresar al PVS por

medio de una conexión de tubería auxiliar que intercepta el paso del caudal, sirve para controlar la turbulencia que puede provocarse en los PVS,

Otros disipadores reducen la velocidad con la que el caudal ingresa al PVS por medio de barreras diseñadas para cambiar la dirección del flujo antes de caer al piso del PVS. Se recomienda que se implementen disipadores de energía cuando la caída del agua es mayor a 0,70 metros. Para alturas menores de 0,70m se puede dejar un espejo de agua de por lo menos 0,20 m para controlar la energía del caudal. La siguiente figura muestra la configuración del tipo de disipador utilizado para este proyecto.

Figura 6. **Disipador de energía típico**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.7. Propuesta de tratamiento de las aguas residuales

El fundamento para la construcción de los sistemas de alcantarillado sanitario es dar saneamiento ambiental a las comunidades, por eso el desfogue de estas aguas residuales no debe hacerse directamente a los cuerpos receptores, sino que es necesario crear un sistema que reduzca la contaminación que llevan estas aguas. Los niveles de tratamiento para las aguas residuales son los siguientes:

- Tratamiento primario

El objetivo de este tratamiento es básicamente la remoción de los sólidos suspendidos y DBO en las aguas residuales, mediante el proceso físico de asentamiento en tanques de sedimentación.

- Tratamiento secundario

El objetivo de un tratamiento secundario es remover la DBO soluble que escapa de un tratamiento primario, además de remover cantidades adicionales de sólidos suspendidos. Estas remociones se efectúan fundamentalmente por medio de procesos biológicos.

- Tratamiento terciario

Se refiere al tratamiento y disposición de lodos, lo cual conlleva un proceso en el que se reutilizan o neutralizan todos los agentes activos de los lodos. Los procesos principales son:

- Espesamiento
 - Espesamiento por flotación

En el proceso de espesamiento por flotación se inyecta al lodo una gran cantidad de aire a presión (275 a 550 kPa). El lodo, con el aire disuelto, fluye hacia el interior de un tanque abierto en donde, a presión atmosférica, el aire sale de la solución en forma de pequeñas burbujas que se unen por sí mismas a las partículas sólidas del lodo, dirigiéndose a la superficie donde flotan. En la superficie el lodo forma una capa que se remueve mediante un dispositivo de desnatado para procesarlo posteriormente. El espesamiento por flotación incrementa el contenido de sólidos de los lodos activados de 0,5 - 1 % a 3 - 6 %. En general, los lodos activados responden bien a la flotación y mal al espesamiento por gravedad.

- Estabilización

Los propósitos principales de la estabilización de lodos son: romper bioquímicamente los sólidos orgánicos para que sean más estables (menos pestíferos y menos putrescibles) y más deshidratables, y para reducir la masa del lodo. Si se ha decidido deshidratar y quemar, no se aplica la estabilización. Existen dos procesos básicos de estabilización: digestión anaerobia y digestión aerobia. El primero se lleva a cabo en tanques cerrados desprovistos de oxígeno y en el segundo se inyecta aire en el lodo.

- Acondicionamiento, deshidratación y reducción

Se dispone de varios métodos de acondicionamiento de lodos para facilitar la separación del líquido y sólidos. Uno de los más usados es la adición de

coagulantes, como el cloruro férrico, cal o polímeros orgánicos. También se le ha dado uso como agente acondicionador a la ceniza producida en la incineración de los lodos. Como ocurre cuando se agregan coagulantes al agua turbia, los coagulantes químicos actúan agrupando los sólidos de manera que se separan más fácilmente del agua. En años recientes, los polímeros orgánicos se han vuelto cada vez más comunes como acondicionadores de lodo.

- Disposición de lodos

Los residuos de una planta de tratamiento de aguas residuales (lodos sobrantes, tratados o no) son una calamidad para el personal de diseño y operación. El único sitio práctico para su disposición es el suelo. Para este proyecto se propone la implementación de fosas sépticas que brinden tratamiento primario a través de la sedimentación y remoción de sólidos, los procesos de infiltración serán por medio de esparcimiento en zanjas naturales.

2.7.1. Diseño hidráulico de fosas sépticas de ramal núm. 1

Parámetros de diseño:

- Población estimada (P_e) = 2 088 hab
- Dotación media (D_m) = 150 l/hab/día
- Factor de retorno (F_r) = 0,85
- Periodo de retención hidráulica (T) = 1,20 días
- Contribución de lodo fresco (L_f) = 1,00 l/hab/día
- Tasa de acumulación de lodos digeridos, para un intervalo de temperatura ambiente de 10 °C a 20 °C, una limpieza a cada año.
= $(K) 65$

- Relación largo/acho recomendado (r) = 1:4

Volumen útil del tanque:

Ecuación proporcionada por las normas RAS 2000 en su sección E.7.2.1

Volumen total:

$$V_{ol} = 1\,000 + P_e(D_m T F_r + L_f K)$$

$$V_{ol} = 1\,000 + 2\,088 \text{hab} (150 \text{l/hab/día} * 1,20 \text{día} * 0,85 + 1,00 \text{l/hab/día} * 65)$$

$$V_{ol} = 456,18 \text{ m}^3$$

Volumen máximo por fosa:

Capacidad máxima permitida para 60 viviendas/fosa

Densidad = 6 hab/casa

Población futura permitida = 360

$$V_{ol} = 1\,000 + P_e(D_m T F_r + L_f K)$$

$$V_{ol} = 1\,000 + 360 \text{hab} (150 \text{l/hab/día} * 1,20 \text{día} * 0,85 + 1,00 \text{l/hab/día} * 65)$$

$$V_{ol} = 79,50 \text{ m}^3$$

Cantidad de fosas sépticas para el ramal 1:

$$n = \frac{456,20 \text{ m}^3}{79,5 \text{ m}^3} = 5,73 \approx 6,00$$

Profundidad útil máxima de nivel de las aguas servidas:

$$N_l = 2,10 \text{ m}$$

Área requerida:

$$A_{\text{req}} = \frac{V_{\text{olxf}}}{N_1}$$

$$A_{\text{req}} = \frac{79,5 \text{ m}^3}{2,1 \text{ m}} = 36,85 \text{ m}^2$$

Número de cámaras de la fosa:

$$N_c = 2,00$$

Estimación del ancho para cada fosa:

$$a = \sqrt{\frac{V_{\text{olxf}}}{N_1 r}}$$

$$a = \sqrt{\frac{79,5 \text{ m}^3}{2,1 \text{ m} * 4}} = 3,07 \text{ m} \cong 3,10 \text{ m}$$

Longitud de la primera cámara:

$$w_1 = \frac{2}{3} a r$$

$$w_1 = \frac{2}{3} * 3,07 \text{ m} * 4,00 = 8,19 \text{ m} \cong 8,20 \text{ m}$$

Longitud de la segunda cámara:

$$w_1 = \frac{1}{3} a r$$

$$w_1 = \frac{1}{3} * 3,07 \text{ m} * 4,00 = 4,09 \text{ m} \cong 4,10 \text{ m}$$

Longitud total efectiva de las cámaras:

$$w_1 + w_2 = 12,30\text{m}$$

$$\text{Capacidad real } (2,1\text{m} * 3,1 * 12,3) = 70,01 \text{ m}^3$$

- Profundidad interna de la fosa séptica
 - Profundidad libre de espuma sumergida mínima (N_e) = 0,10 m
 - Espacio libre entre natas y nivel inferior losa (N_n) = 0,30 m

$$H = N_1 + N_e + N_n$$

$$H = 2,10\text{m} + 0,10\text{m} + 0,30\text{m}$$

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

2.7.2. Diseño hidráulico de fosas sépticas de ramal 2

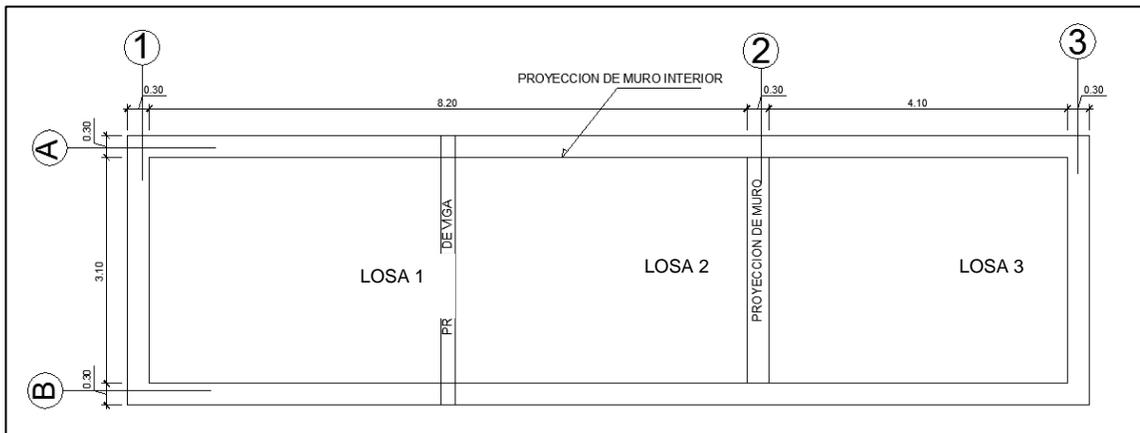
El diseño se realiza de la misma manera que el diseño hidráulico de las fosas del ramal 1, y la capacidad de la fosa será la misma. La cantidad de fosas para este ramal es de 4, con la misma geometría.

2.7.3. Diseño estructural de las fosas sépticas

La fosa séptica se diseñará de mampostería de concreto ciclópeo y su diseño estructural se basa en el diseño de los tanques de almacenamiento de agua en el capítulo 3 de este documento.

- Diseño de la losa de la fosa séptica (método 3 ACI)

Figura 7. Configuración de losa para fosa séptica de ramal 1



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

- Ejemplo de diseño para la losa 1

Mediante la siguiente ecuación se determinará en qué sentido trabajará la losa:

$$m = \frac{L_c}{L_l}$$

Donde:

m = relación entre lado corto y lado largo

L_c = lado corto

L_l = lado larg

Si $m \geq 0,5$ losa trabaja en dos direcciones

Si $m \leq 0,5$ losa trabaja en una dirección

Sustituyendo valores:

$$m = \frac{3,1}{4,1} = 0,76 \text{ La losa trabaja en dos sentidos}$$

Espesor de losa:

$$t = \frac{P}{180}$$

Donde:

t = espesor de losa en m

P = perímetro de la losa a claros libres en m

Sustituyendo valores:

$$t = \frac{2 * (3,1\text{m} + 4,1\text{m})}{180} = 0,08 \text{ usar } /0,10\text{m min}$$

Cargas muertas:

Ahora se integrará las cargas muertas mediante la siguiente ecuación:

$$CM = P_{uc} * t + Sc$$

Donde:

P_{uc} = peso unitario del concreto

t = espesor de losa

Sc = sobre carga

Sustituyendo valores:

$$CM = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,10 \text{ m} + 90 \text{ kg/m}^2 = 330 \text{ kg/m}^2$$

Cargas vivas:

Este tipo de carga es externa a la estructura, es movible, podría producirse por mobiliario, equipamiento, personas, entre otros. Para el diseño de la losa se utilizará una carga viva de 100 kg/m^2 .

$$CV = 100 \text{ kg/m}^2$$

Cargas últimas:

La carga última es el resultado de la suma de las cargas vivas y las cargas muertas multiplicadas por un factor de seguridad que las mejora. Esta se determinará mediante la siguiente ecuación:

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

Sustituyendo valores:

$$CU = 1,4(330) + 1,7(100) = 632 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos:

Con la carga última y haciendo uso del método 3 del Código ACI es posible calcular los momentos flexionantes positivos y negativos que actúan sobre la losa.

Momentos positivos debido a cargas muertas en losas:

$$M_{a, \text{pos}, dl} = C_{a, dl} * w * l_a^2$$

$$M_{b, \text{pos}, dl} = C_{b, dl} * w * l_b^2$$

Donde:

$M_{a, \text{pos}, dl}$ = momento positivo debido a carga muerta en losa en lado corto

$M_{b, \text{pos}, dl}$ = momento positivo debido a carga muerta en losa en lado largo

$C_{a, dl}$ = coeficiente para momentos positivos debido a carga muerta en lado corto

$C_{b, dl}$ = coeficiente para momentos positivos debido a carga muerta en lado largo

w = carga muerta uniforme total

l_a = lado corto de la losa

l_b = lado largo de la losa

Sustituyendo valores:

$$M_{a, \text{pos}, dl} = 0,026 * 1,4(330\text{kg/m}) * (4\text{m})^2 = 192,19\text{kg} - \text{m}$$

$$M_{b, \text{pos}, dl} = 0,011 * 1,4(330\text{kg/m}) * (5\text{m})^2 = 127,05\text{kg} - \text{m}$$

Momentos positivos debido a cargas vivas en losas:

$$M_{a, \text{pos}, ll} = C_{a, ll} * w * l_a^2$$

$$M_{b, \text{pos}, ll} = C_{b, ll} * w * l_b^2$$

Donde:

$M_{a, \text{pos}, ll}$ = momento positivo debido a carga viva en losa en lado corto

$M_{b, \text{pos}, ll}$ = momento positivo debido a carga viva en losa en lado largo

$C_{a, ll}$ = coeficiente para momentos positivos debido a carga viva en lado corto

$C_{b, ll}$ = coeficiente para momentos positivos debido a carga viva en lado largo

w = carga viva uniforme total

l_a = lado corto de la losa

l_b = lado largo de la losa

Sustituyendo valores:

$$M_{a, \text{pos}, dl} = 0,041 * 1,7(100\text{kg/m}) * (4\text{m})^2 = 111,52\text{kg} - \text{m}$$

$$M_{b, \text{pos}, dl} = 0,017 * 1,7(100\text{kg/m}) * (5\text{m})^2 = 72,25\text{kg} - \text{m}$$

Momentos positivos totales:

$$M_{a, \text{pos}, \text{total}} = M_{a, \text{pos}, dl} + M_{a, \text{pos}, ll}$$

$$M_{b, \text{pos}, \text{total}} = M_{b, \text{pos}, \text{dl}} + M_{b, \text{pos}, \text{ll}}$$

Sustituyendo valores:

$$M_{a, \text{pos}, \text{total}} = 192,19\text{kg} - m + 111,52\text{kg} - m = 303,71\text{kg} - m$$

$$M_{b, \text{pos}, \text{total}} = 127,05\text{kg} - m + 72,25\text{kg} - m = 199,30\text{kg} - m$$

Momentos negativos en losas en bordes discontinuos:

$$M_{a, \text{neg}} = \frac{1}{3} * M_{a, \text{pos}, \text{total}}$$

$$M_{b, \text{neg}} = \frac{1}{3} * M_{b, \text{pos}, \text{total}}$$

Donde:

$M_{a, \text{neg}}$ = momento negativo en el lado corto de la losa

$M_{b, \text{neg}}$ = momento negativo en el lado largo de la losa

$M_{a, \text{pos}, \text{total}}$ = momento positivo total en el lado corto de la losa

$M_{b, \text{pos}, \text{total}}$ = momento positivo total en el lado largo de la losa

Sustituyendo valores:

$$M_{a, \text{neg}} = \frac{1}{3} (303,71\text{kg} - m) = 101,24\text{kg} - m$$

$$M_{b, \text{neg}} = \frac{1}{3} (199,30\text{kg} - m) = 66,43\text{kg} - m$$

Momentos en losa:

	Positivo	Negativo
Momento en a	303,71kg-m	101,24kg-m
Momento en b	199,30kg-m	66,43kg-m

Peralte de losa:

$$d = t - r$$

Donde:

d = peralte efectivo

t = espesor de losa

r = recubrimiento

Sustituyendo valores:

$$d = 10 - 2,5 = 7,5\text{cm}$$

Cálculo de acero requerido:

$$A_{smin} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

Donde:

A_{smin} = área de acero mínimo

f_y = límite de fluencia del acero

b = base (1 metro)

d = peralte de la losa

$$A_{smin} = \frac{14,1}{2810 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 7,5 \text{ cm} = 3,76 \text{ cm}^2$$

Distribución de las varillas:

Se asume barras de acero de 3/8" de diámetro.

Área (cm ²)	Separación (S)
3,76cm ²	100 cm
0,71cm ²	S

$$S = \frac{100 \text{ cm} * 0,71 \text{ cm}^2}{3,76 \text{ cm}^2} = 18,88 \text{ cm}$$

El espaciamiento máximo entre varillas según el código ACI es de 2t (dos veces el espesor de la losa), por lo que se cumple con este requisito, por facilidad en la colocación se utiliza un espaciamiento de 15 cm.

Momento que resiste el área de acero mínimo:

$$M_{Asmin} = 0,9 \left[A_{smin} * f_y \left(d - \frac{A_{smin} * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right]$$

Sustituyendo valores:

$$M_{Asmin} = 0,9 \left[3,76 \text{ cm}^2 * 2\,810 \text{ kg/cm}^2 \left(7,5\text{cm} - \frac{3,76 \text{ cm}^2 * 2\,810 \text{ kg/cm}^2}{1,7 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 100\text{cm}} \right) \right]$$
$$= 685,04\text{kg} - \text{m}$$

Mediante la ecuación anterior se determina que el momento que resiste el área mínima es de 685,04kg-m, este momento es mayor a los momentos positivos y negativos calculados por el método 3 del Código ACI,

Usar varilla \varnothing 3/8" @0,15

2.8. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario de la Aldea Paquip se encuentran en el apéndice. Están conformados por: plano de densidad de viviendas, planta de conjunto, planta y perfil del sistema de alcantarillado, detalles de pozos de visita y fosas sépticas.

2.9. Sostenibilidad del sistema

Hay detalles importantes sobre este punto que se conocen a continuación.

2.9.1. Operación y mantenimiento

Para los trabajos de operación y mantenimiento del sistema de drenaje es necesario personal debidamente capacitado para el manejo del equipo de bombeo en caso de limpieza con equipo hidráulico de toda la red de tuberías.

Se necesita, como mínimo, un fontanero y un ayudante para la evaluación periódica del sistema. El manual de operación y mantenimiento se encuentra en el apéndice.

2.10. Presupuesto

El procedimiento para realizar el presupuesto de este proyecto es el siguiente:

- Desglose del proyecto por renglones de trabajo

Aquí se separan cada uno de los componentes por unidades de ejecución y se enumeran por renglones, se ordenan según la secuencia lógica de ejecución.

- Cuantificación de los renglones de trabajo

Ya desglosado el proyecto, se asigna a cada renglón una unidad de medida y se calculan todas las cantidades de trabajo de cada renglón.

- Precio unitario

El precio por unidad de medida o unidad de pago se saca por medio de la integración del costo directo y el costo indirecto, para calcular cada uno de estos costos se hizo lo siguiente:

- Costo directo:

En este costo se incluyeron los precios de los materiales, maquinaria, equipo y mano de obra necesaria en cada unidad de ejecución, los precios se toman de acuerdo a parámetros de cobro en el área de proyecto. Es necesario incluir costos por herramientas como un porcentaje de la mano de obra en un 5 % y las prestaciones laborales para el personal.

El cálculo del porcentaje de prestaciones para este proyecto se realiza de la siguiente forma.

Tabla VI. **Cálculo del porcentaje de prestaciones del proyecto**

Descripción	Cálculo	Porcentaje
Días no trabajados	$(105,5/259,5)*100$	40,65 %
IGSS		10,67 %
Aguinaldo	$(30/259,5)*100$	11,56 %
Bono 14	$(30/259,5)*100$	11,56 %
Indemnización	$(30/259,5)*100$	11,56 %
Porcentaje total		86,00 %

Asuetos según el código de trabajo	Núm. días
1 de enero	1
semana santa (jueves, viernes, sábado 1/2 día)	2,5
1 de mayo	1
30 de junio	1
15 de septiembre	1
20 de octubre	1
1 de noviembre	1
24 de diciembre 1/2 día	0,5
25 de diciembre	1
31 de diciembre 1/2 día	0,5
Total asuetos	10,5

Continuación de la tabla VI.

Días no trabajados	Núm. días
Asetos	10,5
Feriado	1
Vacaciones	15
Domingos	53
Sábados	26
Total días no trabajados	105,5

Fuente: elaboración propia.

La mano de obra no calificada debe calcularse e integrarse en el presupuesto como un porcentaje de la mano de obra calificada, como una relación entre rendimientos de mano de obra. Para este proyecto se calculó de la siguiente manera.

Ejemplo del cálculo del factor ayudante:

Se asumen condiciones de trabajo para el personal que realiza un repello en pared interna de un PVS, como sigue:

- 2 albañiles y 1 ayudante
- 1 albañil y 1 ayudante

Se establece un rendimiento de 6 m^2 por día para un albañil y un costo de Q 26,40 por m^2 de repello. Para el ayudante se establece el salario de Q. 95,00 por día, que debe ser igual o mayor al salario mínimo establecido en el país.

Sueldo de un albañil por día = $6 * \text{Q. } 26,40 = \text{Q. } 158,40$

Sueldo de un ayudante por día = Q. 95,00

Para 2 albañiles y 1 ayudante:

$$F_{a1} = \frac{\text{Salario ayudante}}{\text{Salario albañiles}} = \frac{Q,95,00}{Q, 158,40 * 2} = 0,30$$

Para 1 albañil y 1 ayudante:

$$F_{a2} = \frac{\text{Salario ayudante}}{\text{Salario albañil}} = \frac{Q,95,00}{Q, 158,40} = 0,60$$

Para obtener el factor ayudante se saca el promedio de F_{a1} y F_{a2}

$$F_a = \frac{F_{a1} + F_{a2}}{2} = \frac{0,30 + 0,60}{2} = 0,45$$

- Costo indirecto

Se calcula como un porcentaje del costo directo que corresponde a gastos administrativos, gastos por imprevistos y las utilidades. Se integró de la siguiente forma:

Costos administrativos	5 %
Utilidad	15 %
<u>Imprevistos</u>	<u>3 %</u>
Total de costo indirecto	23 %

Tabla VII. Ejemplo de la integración de costos unitarios, renglón 2,01 del proyecto de alcantarillado sanitario

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
Construcción Sistema de Alcantarillado Sanitario Aldea Paquí, Tecpán Guatemala	Renglón:	2,01		
Aldea Paquí Tecpán Guatemala, Chimaltenango	Fecha:	jul-19		
	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Tubería PVC corrugada y con empaque Ø6" norma ASTM F949 (incluye excavación, suministro, colocación, y relleno H=0.75 con material)	5135,96	ml	Q 420,17	Q2.157.976,31
<i>Nota: Ancho de zanja ver especificaciones // Factor de hinchamiento para carga 1,25</i>				
Descripción de Maquinaria y Equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Sub Total
Plato Vibratorio (Bailarina)	0,028	hora	Q 43,50	Q 1,22
Camión de acarreo	0,045	viaje	Q 210,00	Q 9,45
Retroexcavadora 92 hp 0.70 m3 (corte)	0,078	hora	Q 450,00	Q 35,10
Retroexcavadora 92 hp (carga)	0,018	hora	Q 450,00	Q 8,10
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 2,69	Q 2,69
			Total con IVA	Q 56,56
			Total sin IVA	Q 50,50
Descripción de Combustible y Lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Sub Total
Combustible Gasolina	0,008	galones	Q 19,89	Q 0,16
			Total con IVA	Q 0,16
			Total sin IVA	Q 0,14
Descripción de Materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Sub Total
Selecto para conformación base compactada (0.10mts espeso)	0,08	m³	Q 50,00	Q 3,75
Tubo PVC corrugado con empaque, norma ASTM F949, Ø 150 mm 6"	0,18	unidad	Q 665,30	Q 119,75
Yee 6" para disipadores	0,003	unidad	Q 534,80	Q 1,60
Codo 45° 6" para disipadores	0,003	unidad	Q 465,70	Q 1,40
Selecto para Relleno (H=0.6m sobre corona)	0,61	m³	Q 50,00	Q 30,64
Transporte de material	1,00	global	Q 7,86	Q 7,86
			Total con IVA	Q 165,00
			Total sin IVA	Q 147,32
Descripción de Mano de Obra	Cantidad	Unidad	Costo	Sub Total
Trazo de niveles	1,00	ml	Q 1,40	Q 1,40
Colocación de niveles	1,00	ml	Q 2,27	Q 2,27
Conformar fondo de zanja	0,60	m²	Q 9,95	Q 5,97
Instalacion de tubería 6"	1,00	ml	Q 2,16	Q 2,16
Colocación del material de relleno en capas(0,1m cama base + H=0.6 selecto, el resto suelo natural)	0,51	m³	Q 4,71	Q 2,40
Compactación con plato vibratorio	0,51	m³	Q 9,59	Q 4,89
Retiro Material Desperdicio (a 20 metros de distancia)	0,61	m³	Q 31,92	Q 19,56
			Sub-total	Q 38,65
Mano de obra no calificada			45%	Q 17,39
			Total	Q 56,04
Herramientas			5%	Q 2,80
Prestaciones			86,00%	Q 48,20
			Total M.O.	Q 107,04
COSTO DIRECTO (Materiales + Mano de Obra + Maquinaria y Equipo)				Q 305,00
COSTOS ADMINISTRATIVOS				5% Q 15,25
UTILIDAD				15% Q 45,75
IMPREVISTOS				3% Q 9,15
TOTAL COSTO INDIRECTO				23,0% Q 70,15
SUB-TOTAL DEL RENGLON				Q 375,15
IVA				12% Q 45,02
COSTO TOTAL				Q 420,17

Fuente: elaboración propia.

Se presenta el resumen del presupuesto general del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario, para la Aldea Paquip, Tecpán Guatemala.

Tabla VIII. Cuadro de renglones de trabajo

CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO



IDENTIFICACIÓN PROYECTO: Construcción Sistema de Alcantarillado Sanitario Aldea Paquip, Tecpán Guatemala
 UBICACIÓN: Aldea Paquip Tecpán Guatemala, Chimaltenango
 Cantidad de PVS: 116 LARGO (m): 5730,96 FECHA: may-19

No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLÓN
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES	m²			
1,01	Retiro de pavimento y/o estructuras existentes (incluye demolición, retiro y acarreo)	m ²	485,00	Q 11,96	Q 5.800,60
	SUB TOTAL				Q 5.800,60
2,00	COLECTORES	ml			
2,01	Tubería PVC corrugada y con empaque Ø6" norma ASTM F949 (incluye excavación, suministro, colocación, y relleno H=0.75 con material selecto+0.10mts de capa base selecto)	ml	5135,96	Q 420,17	Q 2.157.976,31
2,02	Tubería PVC corrugada y con empaque Ø8" norma ASTM F949 (incluye excavación, suministro, colocación, y relleno H=0.75 con material selecto+0.10mts de capa base selecto)	ml	361,00	Q 543,22	Q 196.102,42
2,03	Tubería PVC corrugada y con empaque Ø10" norma ASTM F949 (incluye excavación, suministro, colocación, y relleno H=0.75 con material selecto+0.10mts de capa base selecto)	ml	234,00	Q 716,51	Q 167.663,34
	SUB TOTAL				Q 2.521.742,07
3,00	POZOS DE VISITA				
3,01	Construcción de Pozo de Visita Sanitario PVS-TIPO I, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal y tapadera, diámetro interno de 1.25m Profundidad (1.20-2.49) m, sin refuerzo.	Unidad	67,00	Q 10.364,94	Q 694.450,98
3,02	Construcción de Pozo de Visita Sanitario PVS-TIPO I, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal y tapadera, diámetro interno de 1.25m Profundidad (2.50-3.99) m, sin refuerzo.	Unidad	28,00	Q 17.247,47	Q 482.929,16
3,03	Construcción de Pozo de Visita Sanitario PVS-TIPO II, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal y tapadera, diámetro interno de 1.25m Profundidad (4.00-5.00) m, con refuerzo.	Unidad	3,00	Q 27.898,01	Q 83.694,03
3,04	Construcción de Pozo de Visita Sanitario PVS-TIPO III, tayuyo 0.23x0.11x0.05m (DIM: 1,30mX1,36m) H=1,20	Unidad	18,00	Q 441,57	Q 7.948,27
	SUB TOTAL				Q 1.269.022,44
4,00	CONEXIONES DOMICILIARES				
4,01	Construcción de candelas para drenaje sanitario, diámetro de 12" Profundidad (1,15m) incluye excavación+ base+brocal+tapadera	unidad	263,00	Q 795,96	Q 209.337,48
4,02	Tubería PVC Ø4" norma ASTM F949 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno)	ml	789,00	Q 285,75	Q 225.456,75
	SUB TOTAL				Q 434.794,23
5,00	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
5,01	Construcción estructura de concreto armado para protección por paso de puente	ml	16,00	Q 3.072,36	Q 49.157,76
5,02	Muro perimetral de mampostería reforzada 21,00 m x 2.8 m de altura + 0.6 m desplante, block de concreto f'm 35 kg/cm ² , cizado en ambas caras (para fosa septicas ramal No.1)	ml	21,00	Q 2.545,40	Q 53.453,40
	SUB TOTAL				Q 102.611,16
6,00	TRABAJOS FINALES				
6,01	Restitución pavimento existente	m ²	485,00	Q 105,64	Q 51.235,40
	SUB TOTAL				Q 51.235,40
7,00	ESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO PRIMARIO				
7,01	Construcción de Fosa Séptica de concreto ciclopeo volumen 79,5 metros cúbicos	unidad	10,00	Q 129.414,05	Q 1.294.140,50
	SUB TOTAL				Q 1.294.140,50
	COSTO TOTAL ESTIMADO				Q 5.679.346,40

Fuente: elaboración propia.

2.11. Cronograma de ejecución física y financiera

Se presenta el cronograma necesario para esta parte del proyecto.

Tabla IX. Cronograma de ejecución física y financiera



PROYECTO : Construcción Sistema de Alcantarillado Sanitario Aldea Paquip, Tecpán Guatemala
DIRECCION: Aldea Paquip Tecpán Guatemala, Chimaltenango

DIAGRAMA DE EJECUCION FISICA Y FINANCIERA-SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO PRIMARIO

No	DESCRIPCION DEL RENGLON	U/M	CANT/COSTO	MES 1		MES 2	
				QUINCENA 1	QUINCENA 2	QUINCENA 1	QUINCENA 2
1,01	Retiro de pavimento y/o estructuras existentes (incluye demolición, retiro y acarreo)	M2	485,00	485,00			
			Q 5.800,60	Q 5.800,60			
2,01	Tubería PVC corrugada y con empaque Ø6" norma ASTM F949 (incluye excavación, suministro, colocación, y relleno H=0.75 con material selecto+0.10mts de capa base selecto)	ML	5135,96		1711,99		1711,99
			Q 2.157.976,31		Q 719.325,44		Q 719.325,44
2,02	Tubería PVC corrugada y con empaque Ø8" norma ASTM F949 (incluye excavación, suministro, colocación, y relleno H=0.75 con material selecto+0.10mts de capa base selecto)	ML	361,00				
			Q 196.102,42				
2,03	Tubería PVC corrugada y con empaque Ø10" norma ASTM F949 (incluye excavación, suministro, colocación, y relleno H=0.75 con material selecto+0.10mts de capa base selecto)	ML	234,00				
			Q 167.663,34				
3,01	Construcción de Pozo de Visita Sanitario PVS-TIPO I, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal y tapadera, diámetro interno de 1.25m Profundidad (1.20-2,49) m, sin refuerzo.	Unidad	67,00	22,33		22,33	
			Q 694.450,98	Q 231.483,66		Q 231.483,66	
3,02	Construcción de Pozo de Visita Sanitario PVS-TIPO I, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal y tapadera, diámetro interno de 1.25m Profundidad (2.50-3,99) m, sin refuerzo.	Unidad	28,00				
			Q 482.929,16				
3,03	Construcción de Pozo de Visita Sanitario PVS-TIPO II, ladrillo tayuyo 0.23x0.11x0.05m + brocal y tapadera, diámetro interno de 1.25m Profundidad (4,00-5,00) m, con refuerzo.	Unidad	3,00				
			Q 83.694,03				
3,04	Construcción de Pozo de Visita Sanitario PVS-TIPO III, tayuyo 0.23x0.11x0.05m (DIM: 1,30mX1,36m) H=1,20	Unidad	18,00				
			Q 7.948,27				
4,01	Construcción de candelas para drenaje sanitario, diámetro de 12" Profundidad (1,15m) incluye excavación+ base+brocal+tapadera	unidad	263,00		65,75		65,75
			Q 209.337,48		Q 52.334,37		Q 52.334,37
4,02	Tubería PVC Ø4" norma ASTM F949 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno)	ml	789,00		197,25		197,25
			Q 225.456,75		Q 56.364,19		Q 56.364,19
5,01	Construcción estructura de concreto armado para proteccion por paso de puente	ml	16,00				
			Q 49.157,76				
5,02	Muro perimetral de mampostería reforzada 21,00 m x 2.8 m de altura + 0.6 m desplante, block de concreto fm 35 kg/cm ³ , cizado en ambas caras (para fosa séptica No.1)	ml	21,00				
			Q 53.453,40				
6,01	Restitucion pavimento existente	m ²	485,00				
			Q 51.235,40				
7,01	Construcción de Fosa Séptica de concreto ciclopeo volumen 79,5 metros cúbicos	unidad	10,00				
			Q 1.294.140,50				
			MONTO EJECUTADO QUINCENAL	Q 237.284,26	Q 828.023,99	Q 231.483,66	Q 828.023,99
			AVANCE FINANCIERO ACUMULADO	Q 237.284,26	Q 1.065.308,25	Q 1.296.791,91	Q 2.124.815,91
				18,76%		37,41%	

Continuación de la tabla IX.



PROYECTO : Construcción Sistema de Alcantarillado Sanitario Aldea Paquip, Tecpán Guatemala
 DIRECCION : Aldea Paquip Tecpán Guatemala, Chimaltenango

**DIAGRAMA DE EJECUCION FISICA Y FINANCIERA-SISTEMA DE
 ALCANTARILLADO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO PRIMARIO**

MES 3		MES 4		MES 5		MES 6	
QUINCENA 1	QUINCENA 2						
	1711,99						
	Q 719.325,44						
		361,00					
		Q 196.102,42					
			234,00				
			Q 167.663,34				
Q 22,33							
Q 231.483,66							
		14,00		14,00			
		Q 241.464,58		Q 241.464,58			
3,00							
Q 83.694,03							
					18,00		
					Q 7.948,27		
	65,75		65,75				
	Q 52.334,37		Q 52.334,37				
	197,25		197,25				
	Q 56.364,19		Q 56.364,19				
16,00							
Q 49.157,76							
					21,00		
					Q 53.453,40		
		485,00					
		Q 51.235,40					
				2,50	2,50	2,50	2,50
				Q 323.535,13	Q 323.535,13	Q 323.535,13	Q 323.535,13
Q 364.335,45	Q 828.023,99	Q 488.802,40	Q 276.361,90	Q 564.999,71	Q 384.936,80	Q 323.535,13	Q 323.535,13
Q 2.489.151,36	Q 3.317.175,35	Q 3.805.977,75	Q 4.082.339,65	Q 4.647.339,36	Q 5.032.276,15	Q 5.355.811,28	Q 5.679.346,40
	58,41%		71,88%		88,61%		100,00%

Fuente: elaboración propia.

2.12. Análisis socioeconómico

Para determinar la rentabilidad de un proyecto se debe realizar un análisis económico, para ello se utiliza el estudio del valor presente neto. Los proyectos de carácter social no son un atractivo económico, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer viable el proyecto con subsidios, impuestos, donaciones y demás. Sin embargo, es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto.

Para estos proyectos de inversión pública se puede realizar un análisis de inversión para determinar si es autosostenible en el tiempo, por lo tanto la inversión inicial que corresponde a la ejecución del proyecto no se tomará en cuenta para este análisis.

2.12.1. Valor Presente Neto (VPN)

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

Las fórmulas del VPN son:

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

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

Donde:

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

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

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

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

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

$$VPN = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

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

$$VPN < 0$$

$$VPN = 0$$

$$VPN > 0$$

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

Se realizó el análisis y se tomaron en consideración las siguientes condiciones.

- Egresos:

El costo de ejecución es de Q. 5 679 356,40, debido a la característica del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser proporcionada por alguna institución, sea o no gubernamental. Para el análisis de VPN este rubro no se considerará debido a que se analiza si el proyecto es auto sostenible.

Costo de operación y mantenimiento anual:

Para este análisis se conforma por 2 personas que ganan el salario mínimo que es de Q. 90,17 por día, más bonificación de Q. 250,00, dando un total de Q. 2 955,10

$$C_{opm} = 2 * Q. 2 955,1 * 12\text{meses} = Q. 70 922,4$$

$$VPN = 70 922,40 \left(\frac{(1 + 12,75 \%)^{30} - 1}{12,75 \% * (1 + 12,75 \%)^{30}} \right)$$

$$VPN = Q. 541 056,45$$

Mantenimiento y remoción de lodos, cada 12 meses:

El servicio de limpieza, mantenimiento y remoción de lodos, en el sistema de tratamiento deberá solicitarse a compañías especializadas, actualmente el costo es de Q. 150/ m³ por remoción. Para el análisis se toma el volumen total de las fosas, que es de 650 m², que suma un total de Q. 97 500,00

$$VPN = 97 500,00 \left(\frac{(1 + 12,75 \%)^{30} - 1}{12,75 \% * (1 + 12,75 \%)^{30}} \right)$$

$$\text{VPN} = \text{Q. } 743\,813,02$$

- Ingresos:
 - Pago de conexión domiciliar (ICD):

Consiste en un pago de Q 400,00 por la instalación de acometida domiciliar, que se establece por las autoridades comunitarias. Este se convierte a un valor presente por medio del factor de pago único valor presente, de la siguiente manera:

$$F = \text{Q. } 400,00 * 263 \text{ conexiones} = \text{Q. } 105\,200,00$$

$$\text{VPN} = \text{Q. } 105\,200,00 * \left(\frac{1}{(1 + 12,75\%)^1 - 1} \right)$$

$$\text{VPN} = \text{Q. } 825\,098,00$$

- Tarifa por servicio

Se establece un parámetro de cobro por servicio de Q 20,00 por conexión mensualmente.

$$A = \text{Q. } 20,00 * 263 \text{ conexiones} * 12 = \text{Q. } 63\,120,00$$

$$\text{VPN} = \text{Q. } 63\,120,00 \left(\frac{(1 + 12,75\%)^{30} - 1}{12,75\% * (1 + 12,75\%)^{30}} \right)$$

$$\text{VPN} = \text{Q. } 481\,533,11$$

$$\text{VPN} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$\text{VPN} = \text{Q.}825\,098,00 + \text{Q.}481\,533,11 - \text{Q.}541\,056,45 - \text{Q.}743\,813,02$$

$$\text{VPN} = \text{Q.}21\,761,64$$

Por este resultado se determina que el valor de la cuota de mantenimiento y la de conexión inicial es suficiente para los gastos principales, para que el sistema sea económicamente autosostenible.

2.12.2. Beneficio Anual Único Equivalente (BAUE)

El beneficio actual equivalente es utilizado en la evaluación de proyectos de inversión y corresponde a todos los ingresos y desembolsos convertidos en una cantidad anual uniforme equivalente que es la misma cada periodo. La ecuación es la siguiente:

$$\text{BAUE} = (\text{VPN}) * \frac{(1 + i)^n * i}{(1 + i)^n - 1}$$

$$\text{BAUE} = \text{Q.}21\,761,64 * \frac{(1 + 0,1275)^{30} * 0,1275}{(1 + 0,1275)^{30} - 1}$$

$$\text{BAUE} = \text{Q.}2\,852,54$$

Se puede interpretar la información anterior como un ingreso de efectivo anual, porque los ingresos generan un flujo de caja positivo.

2.13. Evaluación de impacto ambiental

Toda actividad humana provoca directa o indirectamente impactos en el ambiente. Algunos pueden representar riesgos para la salud pública y el

ambiente, por lo que se hace necesario realizar previamente a su implantación una evaluación de impacto ambiental. Su importancia radica en que es un instrumento de planificación, gestión y control del proceso de urbanización y de ordenamiento territorial.

Un estudio de impacto ambiental es un proceso de análisis que pronostica los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas, permitiendo seleccionar las alternativas que maximicen los beneficios y minimice los impactos no deseados. Tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta, para que quienes toman decisiones cuenten con elementos científico-técnicos que les apoyen para determinar la mejor opción.

De los proyectos o actividades que ingresan al sistema de evaluación de impacto ambiental, se requerirá la elaboración de un estudio de impacto ambiental, si se generaran o presentaran al menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.
- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteraciones significativas de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.

- Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectadas, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

Existen varios formatos para realizar estudio de impacto ambiental, para este proyecto se realizó la Evaluación Ambiental Inicial (EAI) según lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), a continuación se presenta el informe de la evaluación realizada.

Figura 8. Evaluación ambiental inicial

		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)														
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">INSTRUCCIONES</th> <th style="text-align: center;">PARA USO INTERNO DEL MARN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <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 debe 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 debe 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@marn.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. </td> <td style="vertical-align: top; text-align: center;"> <p>No. Expediente:</p> <p style="font-size: 24px;">01</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p style="font-size: 24px;">B2</p>  <p>Firma y Sello de Recibido</p> </td> </tr> </tbody> </table>	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 debe 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 debe 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@marn.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 style="font-size: 24px;">01</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p style="font-size: 24px;">B2</p>  <p>Firma y Sello de Recibido</p>	<p>I. INFORMACION LEGAL</p> <p>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar):</p> <p style="text-align: center;">SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO</p> <p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.</p> <p style="text-align: center;">CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO</p> <p>I.2. Información legal:</p> <p>A) Persona individual:</p> <p>A.1. Representante Legal: SERAPIO ORDOÑEZ TINIGUAR</p> <p>A.2. No. de CUI del Documento Personal de Identificación (DPI): 2437 43173 0406</p> <hr/> <p>B) De la empresa:</p> <p>Razón social: ENTIDAD DEL ESTADO</p> <p>Nombre Comercial: MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA</p> <p>No. De Escritura Constitutiva: MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA, GUATEMALA</p> <p>Fecha de constitución: 15 DE ENERO DE 2016</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>Patente de Sociedad</td> <td>Registro No. 08-2016</td> <td>Folio No. 72</td> <td>Libro No. 01</td> </tr> <tr> <td>Patente de Comercio</td> <td>Registro No. NO APLICA</td> <td>Folio No. NO APLICA</td> <td>Libro No. NO APLICA</td> </tr> </table> <p>C) De la Propiedad:</p> <p>No. De Finca NO APLICA Folio No. NO APLICA Libro No. NO APLICA de</p> <p>la construcción es en área pública (calles y avenidas) 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): 204052-2</p>		Patente de Sociedad	Registro No. 08-2016	Folio No. 72	Libro No. 01	Patente de Comercio	Registro No. NO APLICA	Folio No. NO APLICA	Libro No. NO APLICA
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 debe 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 debe 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@marn.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 style="font-size: 24px;">01</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p style="font-size: 24px;">B2</p>  <p>Firma y Sello de Recibido</p>													
Patente de Sociedad	Registro No. 08-2016	Folio No. 72	Libro No. 01											
Patente de Comercio	Registro No. NO APLICA	Folio No. NO APLICA	Libro No. NO APLICA											

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

www.marn.gob.gt

Síguenos en:



Continuación de la figura 8.

		FORMATO DVGA-GA-002
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-		
		
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN	
I.3 Teléfono +502 7963 1212 Correo electrónico: municipalidadtecpanguatemala1@gmail.com		
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA CHIMALTENANGO		
Especificar Coordenadas Geográficas		
Coordenadas Geográficas Datum WGS84 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O		
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
1a. Calle 1-13, Zona 4 Tecpán Guatemala		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> • Trazo • Excavación <ul style="list-style-type: none"> - Retroexcavadora - Camiones de acarreo - Estabilización de zanjas • Construcción de obras complementarias <ul style="list-style-type: none"> - Producción de concreto - Transporte de materiales • Instalación de tuberías <ul style="list-style-type: none"> - Tubería PVC corrugada con empaque - Polipastos • Relleno con material seleccionado <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de material selecto - Equipo de compactación hidráulico • Recuperación de infraestructura existente <ul style="list-style-type: none"> - Materiales para restitución de adoquinado y pavimentación 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección y limpieza de tuberías • Equipo hidroneumático para desasolve. • Maquinaria • 8:00 a 16:00 hrs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relleno con material seleccionado <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de material selecto - Equipo de compactación hidráulico • Recuperación de infraestructura existente <ul style="list-style-type: none"> - Materiales para restitución de adoquinado y pavimentación
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500		
www.marn.gob.gt		Síguenos en:    

Continuación de la figura 8.



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

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

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

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

- Consumo de agua durante el período de construcción
- Combustibles en el período de excavación y compactación

INSTRUCCIONES
PARA USO INTERNO DEL MARN

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	Si	3000 litros por día, durante 1 mes	Comunidad	Construcción de obras complementarias		
	Pozo	No					
	Agua especial	No					
	Superficial	No					
Combustible	Otro	No					
	Gasolina	No					
	Diesel	Si	24 galones diarios,	Contratista	Maquinaria de excavación y compactación		
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	no					
	No solubles	Si	1 litro por día	Arrendador	Equipo de compactación manual		
Refrigerantes							
Otros							

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

www.marn.gob.gt Síguenos en:    

Continuación de la figura 8.

 <p>GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	<table border="1" style="float: right;"> <tr> <td style="padding: 2px;">FORMATO</td> <td style="padding: 2px;">DVGA-GA-002</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</p>	FORMATO	DVGA-GA-002																						
FORMATO	DVGA-GA-002																								
<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>La excavación con maquinaria pesada, produce humo proveniente de la combustión, el procedimiento produce polvo Ambos se dispersarán por el aire</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>Se humedecerá el terreno por medio de esparcimiento de agua periódicamente que disminuya la producción de polvo, Se le debe dar mantenimiento preventivo a la maquinaria para mejorar la combustión de los motores.</p>																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 65%; text-align: center;">INSTRUCCIONES</th> <th style="width: 35%; text-align: center;">PARA USO INTERNO DEL MARN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">RUIDO Y VIBRACIONES</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> <p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? Si</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p style="text-align: center;">Maquinaria de excavación</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> <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?</p> <p style="text-align: center;">A los trabajadores se les proveerá de EPP para reducir los efectos del ruido y vibración. Para disminuir el ruido en el vecindario, se apagará el motor de la maquinaria si no se está utilizando.</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">OLORES</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> <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:</p> <p style="text-align: center;">Para el ensamble de los tubos se utilizará empaque y no es usarán solventes que produzcan contaminación en el ambiente</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <p style="text-align: center;">No Aplica</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">AGUAS RESIDUALES</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"> <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> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> </td> </tr> </tbody> </table>		INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN	RUIDO Y VIBRACIONES		<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? Si</p>		<p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p style="text-align: center;">Maquinaria de excavación</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?</p> <p style="text-align: center;">A los trabajadores se les proveerá de EPP para reducir los efectos del ruido y vibración. Para disminuir el ruido en el vecindario, se apagará el motor de la maquinaria si no se está utilizando.</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:</p> <p style="text-align: center;">Para el ensamble de los tubos se utilizará empaque y no es usarán solventes que produzcan contaminación en el ambiente</p>		<p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <p style="text-align: center;">No Aplica</p>		IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA		AGUAS RESIDUALES		CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES		<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p>	
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN																								
RUIDO Y VIBRACIONES																									
<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? Si</p>																									
<p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p style="text-align: center;">Maquinaria de excavación</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?</p> <p style="text-align: center;">A los trabajadores se les proveerá de EPP para reducir los efectos del ruido y vibración. Para disminuir el ruido en el vecindario, se apagará el motor de la maquinaria si no se está utilizando.</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:</p> <p style="text-align: center;">Para el ensamble de los tubos se utilizará empaque y no es usarán solventes que produzcan contaminación en el ambiente</p>																									
<p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <p style="text-align: center;">No Aplica</p>																									
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA																									
AGUAS RESIDUALES																									
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES																									
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p>																									
<p>7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500</p>																									
<p>www.mam-gob.gt Síguenos en: </p>																									

Continuación de la figura 8.

 <p>GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	<table border="1" style="float: right; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">FORMATO</td> <td style="padding: 2px;">DVGA-GA-002</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</p>	FORMATO	DVGA-GA-002
FORMATO	DVGA-GA-002		
<p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado El proyecto no genera aguas residuales, solamente las que genera el personal de trabajo durante su permanencia en la construcción</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios Se emplearán 2 servicios sanitarios para el personal, uno para hombres y uno para mujeres.</p>			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">INSTRUCCIONES</td> <td style="width: 40%;">PARA USO INTERNO DEL MARN</td> </tr> </table>		INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN		
<p>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</p> <p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Etc.</p>			
<p>DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES</p> <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 Se descargan en pozo de absorción</p>			
<p>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</p> <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>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</p>			
<p>DESECHOS SÓLIDOS VOLUMEN DE DESECHOS</p> <p>V.1 Especifique 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 y de proceso constructivo</p>			
<p>7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500</p> <p style="font-size: small;">www.marn.gob.gt Síguenos en </p>			

Continuación de la figura 8.

 <p style="text-align: center;"> GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES </p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #d9e1f2;">FORMATO</td> <td style="background-color: #d9e1f2;">DVGA-GA-002</td> </tr> </table>	FORMATO	DVGA-GA-002
FORMATO	DVGA-GA-002		
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-			
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que poseen 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? No Aplica</p> <p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado No Aplica</p> <p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado Con camión</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 éstos sean dispuestos en un botadero? Si / por medio del reciclaje para ser devuelto al proveedor de materiales</p> <p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos) a botadero autorizado por la comuna</p>			
INSTRUCCIONES			
PARA USO INTERNO DEL MARN			
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA			
CONSUMO			
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) El proyecto no necesita consumir energía eléctrica, porque se utiliza jornada diurna para la ejecución de los trabajos.			
VI.2 Forma de suministro de energía <ul style="list-style-type: none"> a) Sistema público _____ b) Sistema privado _____ c) generación propia _____ 			
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO _____ X			
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? <p style="text-align: center;">No aplica</p>			
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)			
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen: <ul style="list-style-type: none"> - Bosques _____ - Animales _____ - Otros _____ Especificar información Se construirá en un área libre de bosque, por tanto no afecta			
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No			
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) Por qué?			
Porque con el proyecto se mejora la calidad del agua y el ambiente, negativamente no afecta			
VIII. TRANSPORTE			
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:			
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500			
www.marn.gob.gt Síguenos en: 			

Continuación de la figura 8.

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	<table border="1" style="float: right; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #e0e0e0; padding: 2px;">FORMATO</td> <td style="background-color: #d0d0d0; padding: 2px;">DVGA-GA-002</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</p>	FORMATO	DVGA-GA-002								
FORMATO	DVGA-GA-002										
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; vertical-align: top;">a)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Número de vehículos <u>3</u></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">b)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Tipo de vehículo <u>Camión 3.5ton</u></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">c)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>60m²</u></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">d)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Horario de circulación vehicular <u>8:00 a 17:00 hor</u></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">e)</td> <td style="border-bottom: 1px solid black;">Vías alternas <u>No necesarias</u></td> </tr> </table>		a)	Número de vehículos <u>3</u>	b)	Tipo de vehículo <u>Camión 3.5ton</u>	c)	sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>60m²</u>	d)	Horario de circulación vehicular <u>8:00 a 17:00 hor</u>	e)	Vías alternas <u>No necesarias</u>
a)	Número de vehículos <u>3</u>										
b)	Tipo de vehículo <u>Camión 3.5ton</u>										
c)	sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>60m²</u>										
d)	Horario de circulación vehicular <u>8:00 a 17:00 hor</u>										
e)	Vías alternas <u>No necesarias</u>										
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS											
<p>ASPECTOS CULTURALES</p> <p>IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? <u>Kaquchikel</u></p>											
INSTRUCCIONES PARA USO INTERNO DEL MARN											
<p>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</p> <p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p> <p style="text-align: center;">En el área del proyecto no interactúa ningún sitio cultural, por ser la vía pública.</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? <u>No aplica</u></p> <p>IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? <u>No aplica</u></p>											
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explique por qué?</p> <p style="text-align: center;">No afecta, porque la infraestructura construida quedará enterrada</p>											
X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD											
<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 serian las actividades riesgosas:</p> <p style="text-align: center;">Las zanjas provocan un riesgo para los peatones, de que puedan caer en ellas.</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>7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500</p> <p style="font-size: small;">www.marn.gob.gt siguenos en: </p>											

Continuación de la figura 8.

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES		FORMATO DVGA-GA-002
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-		
Ampliar información: Las paredes de las zanjas pueden derrumbarse y colapsar el área de trabajo.		
Equipo de protección personal X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO () X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Equipo de Protección Personal (EPP) completo para el trabajo, que incluyen seguridad visual, auditiva y de contacto (guantes casco, y botas) 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? Como medida se señalará debidamente el área de construcción del proyecto y se estabilizará con tabla-estacas las paredes apuntaladas, para brindar seguridad a los trabajadores y los pobladores.		

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales. *Evaluación ambiental inicial*.
<http://www.marn.gob.gt/Multimedios/4739.pdf>. Consulta: mayo de 2019.

2.14. Análisis de vulnerabilidad y riesgo

Debe realizarse de acuerdo al Análisis de Gestión de Riesgo en Proyectos de Inversión Pública (AGRIP), por medio de la guía de aplicación para proyectos que forman capital fijo. Este análisis se hace con la finalidad de garantizar que la inversión del Estado sea segura, definiendo los riesgos potenciales en todas las fases de la gestión del proyecto, desde su preinversión hasta la operación y mantenimiento. Para ello en el anexo 1 se presenta la boleta AGRIP que define el proyecto de alcantarillado sanitario para la Aldea Paquip.

Se deben considerar los resultados de este análisis para el diseño estructural del proyecto, y se deben ver reflejadas en planos y presupuesto las consideraciones a tomar para la reducción de riesgos.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CON CONDUCCIÓN POR BOMBEO DEL CASERÍO CHUARACANJAY

3.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para 595 habitantes actuales, con un total de 119 viviendas.

Se diseñará un sistema de captación, conducción y distribución acorde a las características del área. Por la ubicación de la fuente se prevé que el sistema trabaje con línea de impulsión por bombeo. Se dimensionarán las tuberías en la red de distribución con sus válvulas necesarias, velocidades y presiones, para que garanticen que el flujo llegue por gravedad desde el tanque de distribución a los domicilios por conexión predial. Es necesario realizar un estudio topográfico entre la línea de conducción y la red de distribución, en el que se detallen los accidentes y variaciones de cotas del terreno, para definir la configuración del sistema y su funcionamiento por bombeo.

3.2. Tipo de fuente

El tipo de fuente de agua determina el sistema de captación necesario para que no afecte la naturaleza del brote.

Existen dos tipos principales de fuentes, de origen superficial y de origen subterráneo. Las superficiales son los lagos, ríos y agua de lluvia, las subterráneas son los acuíferos que pueden ser libres, constituidos por los

mantos freáticos o aislados que son reservorios de agua encerrados por estratos secos de suelo. Para este proyecto se captarán dos manantiales de brote definido.

Los manantiales son producto del brote en quebradas o las partes bajas de una montaña, en donde el agua subterránea de los mantos freáticos escapa a la superficie. Estas fuentes son producto de la infiltración y percolación del agua en el suelo y por lo general es agua de propiedades físicas y químicas aceptables para el consumo, sin embargo, es necesario realizarle un análisis para determinar el tipo de potabilización necesaria antes de distribuirla.

3.3. Levantamiento topográfico

Se deben considerar los métodos necesarios para obtener resultados precisos para la línea de conducción y distribución. En este proyecto se utilizó una estación total Trimble M3, prisma y bastones.

Se realizó la topografía con base en la ruta de los derechos de paso autorizados en la comunidad, y se realizaron modificaciones de ruta de acuerdo a la optimización de recursos que fueron debidamente socializados previo al inicio del levantamiento topográfico.

3.3.1. Altimetría

La nivelación para un sistema de agua potable debe realizarse con mucha precisión, en la siguiente forma:

- Por toda la línea donde pasará la tubería
- Todos los puntos en que haya cambio de pendiente de terreno

- De todas las quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones

3.3.2. Planimetría

Para el levantamiento de planimetría se utilizó el método de primer orden por conservación del azimut, con una poligonal abierta.

La planimetría para un sistema de agua potable debe realizarse con mucha precisión, en la siguiente forma:

- Por toda la línea donde pasará la tubería
- En todas las posibles bifurcaciones de ramales
- En los posibles puntos de ubicación de chorros

3.4. Criterios y bases de diseño

Es el conjunto de fundamentos matemáticos y normativos que tienen como objetivo garantizar el correcto funcionamiento del sistema diseñado.

3.4.1. Dotación, tipo de servicio y aforo

La dotación es una cantidad de agua por día que se le asigna a un habitante, con la que podrá realizar todas sus actividades básicas de consumo diario, se expresa en litros por habitante por día l/hab/día.

Para asignar la dotación deben considerarse factores como el clima en la comunidad, actividades productivas de la población, calidad y cantidad de agua disponible, nivel de vida y tipo de servicio a brindar.

El tipo de servicio a brindar depende principalmente de la cantidad de agua disponible y además de ello del nivel de vida de la población, los tipos de servicio según el INFOM en su guía para el diseño de acueductos en el área rural son: conexiones prediales, conexiones intradomiciliares, servicio de aljibes y de pozo excavado o hincado con bomba manual.

El aforo de las fuentes de agua es la medición de la cantidad de agua disponible, debe hacerse en época de estiaje para que el resultado sea más confiable. Existen varios métodos de aforo y se realizan dependiendo del tipo de fuente a aforar, para un manantial de brote definido es recomendable realizarlo con el método volumétrico, que consiste en medir el tiempo en el que se llena un recipiente de volumen conocido.

Según el aforo realizado, existe una disponibilidad de 1,39 l/s en conjunto de las dos fuentes. El informe detallado de aforo se presenta en el apéndice.

El tipo de servicio para este proyecto será tipo predial y la cantidad de agua disponible se establece una dotación de 90 l/hab/día.

3.4.2. Población de diseño

Para el cálculo de la población objetivo se realizaron cálculos de la misma forma que se calculó la población para el diseño del sistema de alcantarillado, se encuentra en el inciso 2.4.2 de este documento.

La información con la que se cuenta en el proyecto es la siguiente:

Población actual = 595 habitantes (datos según COCODE)

r= 2,71 % dato con base al censo del INE 2014 y la proyección para
Tecpán Guatemala año 2017

Periodo de diseño = 22 años

$$P_f = 595(1 + 0,0271)^{22}$$

$$P_f = 1\ 071,51$$

El resultado se debe aproximar al número entero mayor por ser un indicativo de habitantes, entonces resultan 1072 habitantes.

3.4.3. Periodo de diseño

El periodo de diseño se determina de acuerdo a factores como la calidad de los materiales, costos de operación y mantenimiento, caudal disponible, entre otros. Para este proyecto se utiliza un periodo de diseño de 22 años, según parámetro establecido por la *Guía de diseño de sistemas de abastecimiento de agua* del INFOM en su sección 5.2.

3.4.4. Factores de consumo y caudales

Son valores que sirven para el cálculo del caudal de conducción y distribución, son parámetros que se han establecido como mínimos y máximos según sea el caso.

3.4.4.1. Caudal medio

Es el consumo de agua requerido por una población durante un día, su ecuación se describe de la siguiente manera:

$$Q_m = \frac{Dot * P_f}{86\ 400}$$

Donde:

Dot dotación estimada

P_f población futura

$$Q_m = \frac{90\text{l/hab/día} * 1\ 072}{86\ 400\text{s}}$$

$$Q_m = 1,12\ \text{l/s}$$

3.4.4.2. Factor y caudal máximo diario

Es un factor de magnificación que corresponde a un caudal máximo por día, que se establece de acuerdo a las actividades de la población. Según la guía de INFOM en la sección 5.4.2 este factor varía entre 1,2 a 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y de 1,2 para mayores de 1 000 habitantes futuros.

Para este proyecto se estima una población futura de 1 072 habitantes, por lo tanto se utiliza un factor de 1,2 y la ecuación para el cálculo se describe a continuación.

$$QMD = FMD * Q_m$$

Donde:

QMD caudal máximo diario

FMD factor máximo diario

Q_m caudal medio diario

$$QMD = 1,2 * 1,12\ \text{l/s}$$

$$QMD = 1,34\ \text{l/s}$$

3.4.4.3. Factor y caudal máximo horario

Es el máximo consumo de agua durante una determinada hora en un periodo de un año. El INFOM en su sección 5.4.3 establece un factor de 2,0 a 3,0 para poblaciones menores de 1 000 habitantes y de 2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes. Para este proyecto se estima una población futura de 1 072 habitantes, por lo tanto se utiliza un factor de 2 y la ecuación para el cálculo se describe a continuación.

$$Q_{MH} = FMH * Q_m$$

Donde:

Q _{MH}	caudal máximo horario
FMH	factor máximo horario
Q _m	caudal medio diario

$$Q_{MH} = 2 * 1,12 \text{ l/s}$$

$$Q_{MH} = 2,24 \text{ l/s}$$

3.4.4.4. Caudal de conducción

El caudal de conducción sirve como parámetro para determinar la dotación para la población. Corresponde al caudal máximo diario, con la excepción de que en este caso se debe variar la dotación por habitante de acuerdo a la cantidad de agua disponible. En ningún caso el caudal de conducción debe sobrepasar el valor del caudal aforado, para garantizar la recuperación de la fuente de agua.

El caudal de conducción es el siguiente:

$$QMD = 1,34 \text{ l/s} < 1,39 \text{ l/s} // \text{si cumple}$$

3.4.5. Velocidades, presiones y tipo de tubería

Cada uno de estos aspectos se desarrolla a continuación.

- Velocidades

En todo diseño hidráulico es necesario revisar la velocidad del líquido, para verificar si se encuentra entre los límites recomendados. Se establecen para evitar velocidades altas que causen sobrepresión al abrir o cerrar las llaves o chorros, y los mínimos para garantizar un flujo constante que brinde una correcta distribución del agua. Según las normas de INFOM, para líneas de conducciones forzadas se establece el límite mínimo de 0,40m/s y un máximo de 3,00m/s, y para el diseño en la distribución de 0,6m/s a 3,00m/s

- Presión estática en tuberías

Se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo relativo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente. Se representa en metros por columna de agua (mca). La presión estática no debe exceder de 60mca de acuerdo a las normas de diseño de INFOM sección 6.4.1.

- Presión dinámica en la tubería

Cuando hay movimiento de agua la presión estática modifica su valor, disminuyéndose por la resistencia o fricción de la paredes de la tubería, lo que era altura de carga estática se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión al que se le llama pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía con respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería. A este valor también se le conoce como presión de servicio. En la red de distribución la presión debe mantenerse entre 60 y 10 mca, según la guía de normas de INFOM, sección 6.4.1. A mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería.

- Tipo de tubería

El tipo de tubería se elige de acuerdo a la resistencia a la presión que provee el fabricante y debe seleccionarse adecuadamente para garantizar el correcto funcionamiento del sistema. Se presenta una tabla con las resistencias comunes de tubería y su equivalencia en mca.

Tabla X. **Tipos de tubería para agua potable**

Tipo de tubería	Resistencia	Resistencia máxima en mca
PVC	160	112
PVC	250	175
PVC	315	221
HG Cédula 40	700	492
HG Cédula 80	1 300	914

Fuente: elaboración propia.

Antes de seleccionar un tipo de tubería es necesario realizar un análisis de sobrepresión por golpe de ariete, el cual puede reducir hasta un 20 % de la resistencia teórica establecida en la tabla anterior, especialmente en las líneas de impulsión por bombeo.

3.4.6. Ecuaciones para el cálculo hidráulico

Se presentan a continuación las ecuaciones para el cálculo hidráulico.

3.4.6.1. Ecuación de Hazen y Williams

Esta ecuación es el resultado del análisis estadístico que muestra el comportamiento del agua a través de una tubería en condiciones forzadas, donde principalmente se calcula la pérdida de energía o de carga hidráulica a lo largo de un recorrido en una tubería. Es aplicada satisfactoriamente para cualquier material entre 0,05m y 3,50m de diámetro y es válida únicamente para agua. Se describe a continuación:

$$h_f = \frac{1\,743,1811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

Donde:

L	longitud de tubería (m)
Q	caudal (l/s)
C	coeficiente de fricción
D	diámetro de tubería
hf	pérdida de carga hidráulica

El coeficiente de fricción es una propiedad del material de la tubería, de acuerdo al conocimiento del comportamiento de los materiales se puede establecer una tabla con los diferentes coeficientes para cada tubería:

Tabla XI. **Coeficientes de fricción en tubería**

Material	Coeficiente "C"
Acero o hierro galvanizado	100
Hierro fundido	100
Asbesto o cemento	100
Plástico	150

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1*. p. 18.

3.4.6.2. Tasa de flujo volumétrico

En dinámica de fluidos el caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una tubería, y se define por la siguiente ecuación:

$$Q = V * A$$

Donde:

- V velocidad del fluido
- Q caudal a sección llena
- A área transversal de tubería

3.4.7. Calidad del agua y tratamiento

Para que el agua sea potable y apta para el consumo humano debe cumplir con la norma COGUANOR NGO 29001.

El agua, cualquiera que sea su origen, atmosférico, superficial o subterráneo, puede ser portadora de un número considerable de bacterias, del aire, del suelo o procedentes de la descomposición de organismos superiores muertos. Debe realizarse un análisis de agua para determinar si sus cantidades presentes de microorganismos se encuentran dentro de los límites permisibles, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), y establecer un sistema de desinfección acorde a las necesidades.

Para este proyecto se contrató por parte de la Municipalidad de Tecpán Guatemala un laboratorio que realizara los análisis correspondientes, el informe se encuentra en el anexo 2. Los resultados indican contaminación bacteriológica por agentes no patógenos de la fuente de agua, las propiedades químicas son óptimas para el consumo humano.

- Medios de desinfección para la contaminación por coliformes totales

Los métodos para desinfección del agua pueden ser:

- Desinfección por medio de rayos ultravioleta

En este método se hace pasar el agua en capas delgadas por debajo de lámparas de rayos ultravioleta. Para que la desinfección sea efectiva, el agua debe ser de muy baja turbiedad, lo cual limita su aplicación y adicionalmente no se obtiene una desinfección posterior.

- Desinfección por medio de ozono

El empleo del ozono como desinfectante es un sistema muy efectivo y su uso en Europa es muy común. El sistema de ozonificación consiste

básicamente en una elevación de voltaje que al producir chispas y al entrar en contacto con el oxígeno produce el ozono.

- Desinfección por medio de cloro

El cloro es un gas tóxico de color amarillo-verdoso, que se encuentra en la naturaleza solo en estado combinado, principalmente con el sodio como sal común. Tiene un olor característico penetrante e irritante, es más pesado que el aire y se le puede comprimir para formar un líquido claro de color ámbar. El cloro líquido es más pesado que el agua. Se vaporiza bajo temperatura y presión atmosférica normal. No se recomienda el uso de cloro en forma de gas para sistemas de agua rural, por ser la precisión necesaria en la dosificación

Para este proyecto se propone el uso de un clorinador automático con pastilla de cloro, como método de desinfección para potabilizar el agua, que dosifique volumétricamente cloro en el agua en concentración de 1mg/litro, corresponde a 1 parte por millón (1PPM), siguiendo la norma COGUANOR NTG 29001, para no alterar los límites máximos de cloro residual libre establecidos en su sección 5.2

3.5. Diseño hidráulico

La información para el diseño hidráulico se presenta a continuación.

3.5.1. Planteamiento general del sistema

Por las condiciones de la topografía se propone que la línea de conducción actúe como una línea de impulsión por bombeo que traslade el agua desde un tanque de succión hasta un tanque de almacenamiento en la

parte alta del caserío. La red de distribución se diseñará como ramales abiertos por la distribución de las viviendas, se proponen tres ramales que salgan desde el tanque de almacenamiento hacia los sectores principales de la comunidad.

Se implementarán las válvulas y obras accesorias que permitan un correcto funcionamiento del sistema.

3.5.2. Sistema de conducción

A continuación se trata el tema del sistema de conducción.

3.5.2.1. Captación

Se realizará por medio de galerías de infiltración que consisten en la elaboración de una pequeña presa que reúna el caudal pasando por una capa de piedra sobrepuesta que ayude a filtrar el agua para evitar que algunos sólidos, productos de los árboles y maleza, ingresen al tanque de succión. Es muy importante que se respete el comportamiento del agua evitando el cambio de dirección de la captación y dejando la tubería de salida al nivel natural de la fuente, y conducir el agua por gravedad hacia el tanque de succión.

La forma de la galería filtrante se determina de acuerdo a la naturaleza de la captación, su diseño se realiza de acuerdo a las especificaciones de las normas de INFOM para sistemas de agua potable en la sección 6.1.3 y 6.1.4. Se especifica en los planos que se encuentran en el apéndice. No existe cálculo de volumen o capacidad de una galería filtrante porque solo conduce el agua hacia el tanque de succión.

3.5.2.2. Línea de impulsión

A continuación se trata el tema de la línea de impulsión.

3.5.2.2.1. Cálculo del caudal de bombeo

El caudal de bombeo es una cantidad de agua expresada en litros por segundo que se debe bombear en un periodo de tiempo para suplir la necesidad de agua según el caudal máximo diario o caudal de conducción.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_b = \frac{QMD * 24h}{t_b}$$

Donde:

Q_b caudal de bombeo en (l/s)

t_b periodo de bombeo en (h)

El periodo de bombeo lo determina el tipo de equipo de bombeo, y debe estar determinado por el fabricante, sin embargo, se recomienda que para motores eléctricos el periodo de bombeo no exceda de 15 horas y para motores diésel no exceda de 12 horas. Se debe establecer el periodo de bombeo considerando también el caballaje de la bomba, porque a menor tiempo de bombeo, es mayor la potencia necesaria para bombear ese caudal.

Según los factores anteriores, para este proyecto se determina un periodo de bombeo de 10 horas, se utilizará un motor diésel para generar la energía.

$$Q_b = \frac{1,34 \text{ l/s} * 24\text{h}}{10\text{h}} = 3,21 \text{ l/s}$$

3.5.2.3. Potencia de la bomba

Se calcula la potencia necesaria para la impulsión del agua, tomando en cuenta el periodo de bombeo, y haciendo consideraciones para determinar un balance de la energía y el costo en producirla.

3.5.2.3.1. Cálculo del diámetro óptimo

Se debe realizar verificación para que el diámetro de la tubería se encuentre dentro del intervalo permitido que garantice que la velocidad se encuentre dentro de los límites establecidos anteriormente, y su ecuación para el cálculo es la siguiente:

$$d = \sqrt{\frac{1,974 * Q_b}{v}}$$

Donde:

v	velocidad de diseño
Q _b	caudal de bombeo
d	diámetro exacto

Verificación con velocidad mínima de 0,4m/s.

$$d_{0.6} = \sqrt{\frac{1,974 * 3,21 \text{ l/s}}{0,4 \text{ m/s}}} = 3,98 \cong 4''$$

Verificación con velocidad máxima de 3 m/s.

$$d_2 = \sqrt{\frac{1,974 * 3,21 \text{ l/s}}{3 \text{ m/s}}} = 1,45 \cong 1,5''$$

Se selecciona uno de los dos diámetros que genere menos pérdida de carga para reducir la potencia necesaria de la bomba.

Para el proyecto se hace necesario la propuesta de tubería HG de copla y rosca, porque toda la red trabajará a alta presión y tubería de 3 pulgadas de diámetro. La ecuación para el cálculo se define así:

$$P = \frac{Q_b * h}{76 * e}$$

Donde:

Q_b	caudal de bombeo (l/s)
h	carga dinámica necesaria (m)
e	eficiencia de la bomba (%/100)

La eficiencia de la bomba se define como la relación entre la energía que gasta el equipo y la que produce. Este valor lo determinan las especificaciones técnicas del equipo de bombeo y oscila entre el 60 % y el 75 %. Para este proyecto se utilizará el 60 % tomando en cuenta el valor más crítico.

3.5.2.3.2. Cálculo de la carga dinámica total

La carga dinámica de la bomba es la carga hidráulica que debe vencer el equipo de bombeo para impulsar el agua, y se define de acuerdo al tipo de esquema de bombeo, para este proyecto se propone una bomba sumergible con eje horizontal y se calcula de la siguiente manera.

$$h = h_s + h_f + h_m + H + h_v + h_{fs}$$

Donde:

h	es la carga dinámica total.
h_s	es la altura de succión.
h_f	pérdida por fricción en tubería conducción.
h_m	pérdidas menores por accesorios.
H	diferencia de altura entre el tanque de succión y de distribución.
h_{fs}	pérdida por fricción en tubería de succión.
h_v	pérdida de carga por la velocidad en la tubería.

La altura de succión la define el equipo de bombeo y sus especificaciones, se puede tomar como base una altura máxima de 2 metros, esto permite que la tubería de succión tenga espacio para la introducción de agua a la bomba.

La pérdida de carga por fricción en la tubería de conducción y la de succión se calcula de acuerdo a la fórmula de Hazen y Williams:

$$hf = \frac{1\,743,1811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

$$hf = \frac{1\,743,1811 * 1\,725,7m * 3,21\text{ l/s}^{1,85}}{100^{1,85} * 3^{4,87}}$$

$$hf = 25,89\text{ m}$$

Pérdida de carga por fricción en la tubería de succión:

$$hf = \frac{1\,743,1811 * 3,0m * 3,21\text{ l/s}^{1,85}}{100^{1,85} * 3^{4,87}}$$

$$hf = 0,05\text{ m}$$

Las pérdidas menores son gastos de carga hidráulica producidos por los accesorios que forman parte de la línea de conducción, se pueden calcular por medio de la ecuación de Darcy Weisbach, por pérdida en longitud equivalente y también como un porcentaje del 10 % de la pérdida por fricción. Para este proyecto se calcula de la siguiente manera porque es una línea de conducción que no presenta variedad en el tipo de accesorios:

$$h_m = 0,1 * hf$$

$$h_m = 2,59m$$

La diferencia de altura entre la succión y el almacenamiento se define por medio del levantamiento topográfico, y es de 444,30 metros. Pérdida de carga por la velocidad:

$$h_v = \frac{v^2}{2 * g}$$

$$h_v = \frac{0,72m/s^2}{2 * 9,8m/s^2}$$

$$h_v = 0,03m$$

La carga dinámica total es la siguiente:

$$h = 2,00m + 25,89m + 2,59m + 444,30m + 0,03m + 0,05m$$

$$h = 475,09m$$

3.5.2.3.3. Cálculo de la potencia de la bomba

$$P = \frac{Q_b * h}{76 * e}$$

$$P = \frac{3,21 \text{ l/s} * 475,09}{76 * 0,60}$$

$$P = 33,45 \text{ HP}$$

Se propone una bomba de 35 HP.

Por el tiempo de vida del equipo de bombeo se recomienda un análisis del sistema para determinar qué bomba puede usarse durante los primeros diez años de vida del proyecto.

Población futura (10 años)	775 hab
Caudal de bombeo	2,33 l/s
Periodo de bombeo	10 hrs

$$P = \frac{2,33 \text{ l/s} * 475,09}{76 * 0,60}$$

$$P = 23,57\text{HP}$$

Durante los primeros 10 años es posible utilizar una bomba de 25HP de potencia. En el presupuesto se integra el precio de la bomba con el caballaje al periodo de vida total de 22 años.

3.5.2.3.4. Cálculo del combustible necesario para el motor

Se presenta el consumo de combustible necesario mensual.

Tabla XII. Rendimiento promedio de combustibles

TIPO DE COMBUSTIBLE	RENDIMIENTO
Diesel	0.065 gal/hp/hora
Gasolina	0.11 gal/hp/hora

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1*. p. 21.

$$\text{Galones} = 0,065 * 35\text{HP} * 300\text{h}$$

$$\text{Galones} = 682,5 \text{ galones/mes}$$

$$\text{Gasto} = 682,5 * Q. 24,00 = Q. 16 380,00 \text{ mensuales}$$

3.5.2.3.5. Verificación por golpe de ariete

El golpe de ariete es una onda de presión que se produce cuando el flujo de un líquido se detiene de forma abrupta, esto genera una sobrepresión que puede dañar todo el sistema de conducción incluyendo el equipo de bombeo. Se hace necesario realizar el cálculo para evaluar que el sistema pueda soportar este fenómeno, si por alguna emergencia ocurriese.

Se debe calcular primero la celeridad, que es la velocidad de propagación de la onda de presión:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} * \frac{Di}{e}}}$$

Donde:

k módulo de elasticidad volumétrica del agua ($2,07 * 10^4 \text{ kg/cm}^2$)

E módulo de elasticidad del material ($HG = 2 050 000 \text{ kg/cm}^2$)

Di diámetro interno de la tubería

e espesor de la pared de la tubería

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{20700}{2050000} * \frac{77,93 \text{ mm}}{5,49 \text{ mm}}}}$$

$$a = 1328,01 \text{ m/s}$$

Velocidad que determina la sobrepresión:

$$v = \frac{1,974 * Q}{d^2}$$

$$v = \frac{1,974 * 3,21\text{l/s}}{3^2} = 0,70 \text{ m/s}$$

Sobrepresión:

$$Sp = \frac{a * v}{g} = \frac{1328,01\text{m/s} * 0,70\text{m/s}}{9,81\text{m/s}^2} = 94,76\text{m}$$

Para el diseño se redujo un 20 % de la resistencia de la tubería y los 94,76 mca representan solo un 13 % de la resistencia de la tubería HG, esto chequea la sobrepresión en la línea de impulsión. El cuadro hidráulico de la línea de impulsión se encuentra en el apéndice.

3.5.2.4. Diseño del tanque de succión

Según la guía de diseño INFOM en la sección 5.5.4, el volumen del tanque de succión o alimentación deberá establecerse tomando en cuenta la relación entre el caudal de la fuente y el caudal de bombeo. El tanque de succión debe tener la capacidad de almacenar el volumen total del agua que se va a bombear, considerando el agua que ingresa al tanque durante el periodo de bombeo.

$$\text{Vol} = \frac{(Q_b - Q_{\text{ingreso}}) * t_b}{1\ 000 \text{ l/m}^3}$$

$$\text{Vol} = \frac{(3,211/\text{s} - 1,391/\text{s}) * 36\ 000\text{s}}{1\ 000\ \text{l}/\text{m}^3}$$

$$\text{Vol} = 65,52\ \text{m}^3$$

Se recomienda un volumen de 65 m³

Dimensionamiento del tanque:

Relación utilizada a/b 1:2

L= 8,00m

B= 4,00m

H= 2,1 (profundidad útil del tanque)

$$\text{Vol real} = 8,0\text{m} * 4,0\text{m} * 2,1\text{m} = 67,20\text{m}^3$$

3.5.2.4.1. Diseño estructural del tanque de succión

Los principales sistemas constructivos son los siguientes:

- Estructura metálica
- Concreto armado
- Concreto ciclópeo

Por las características del terreno y los requerimientos de la red de distribución, los tanques pueden estar totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados. Para este proyecto se selecciona la construcción de un tanque de concreto ciclópeo, porque es el más económico, y los materiales

disponibles cercanos permiten reducir costos, y se construirá semienterrado, por las condiciones hidráulicas de la fuente de agua.

Por el tipo de estructura se utilizan las ecuaciones de Rankine de acuerdo al análisis de presiones por empuje de tierra y presión hidrostática.

Fue verificado por las Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la República de Guatemala de la AGIES, que especifican el método de análisis en su norma NSE-5, capítulo 3, para empujes laterales de suelo y sismo.

- Diseño de la losa

Para el diseño de losa se realiza de la misma manera que las losas de las fosas sépticas, siguiendo el método 3 del ACI 318.

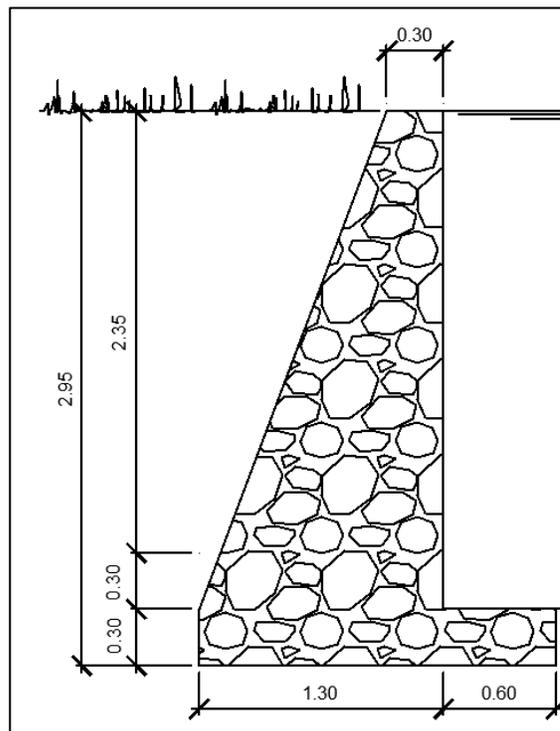
- Diseño del muro del tanque

Propiedad de los materiales:

- Peso específico del agua (γ_w) = 1 000 kg/m³
- Densidad del suelo seco (γ_s) = 1 900 kg/m³
- Densidad del suelo saturado (γ_{sa}) = 2 000 kg/m³
- Densidad de concreto ciclópeo (γ_{cc}) = 1 950kg/m³
- Densidad del concreto (γ_c) = 2 400kg/m³
- Valor soporte del suelo (V_s) = 20 ton/m²
- Ángulo de fricción interna del suelo (ϕ) = 30°
- Coeficiente de presión activa ranking (k_a) $k_a = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} = 0,3333$

Se realizó inspección visual de acuerdo a las normas establecidas para el análisis preliminar para el diseño de la fosa séptica. El suelo para esta área se clasificó como arenoso con roca.

Figura 9. **Dimensionamiento del muro del tanque**



Fuente: elaboración propia.

- Análisis por volteo (momentos)

Condición crítica de volteo en tanque vacío:

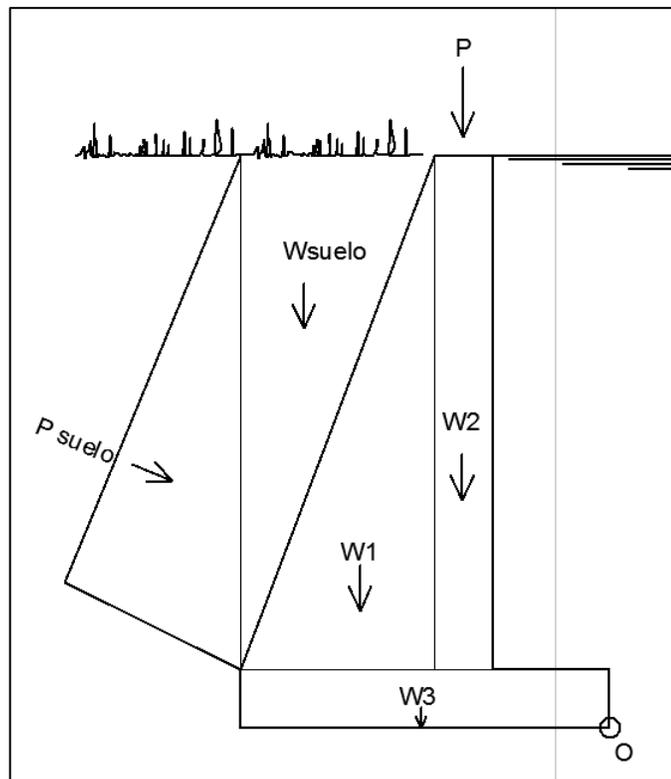
$$FS_{\text{volteo}} = \frac{\sum Mr}{\sum Mv}$$

Donde:

$\sum M_r$ es la sumatoria de momentos que se oponen al volteo

$\sum M_v$ es la sumatoria de momentos que provocan el volteo

Figura 10. **Diagrama de fuerzas actuantes en muro de tanque**



Fuente: elaboración propia.

Momento debido al peso del muro y el suelo L unitario $=1,00m$.

Fuerza	Carga (kg)	Radio (m) centroide	Momento (kg-m)
W1	$1\,950\text{ kg/m}^3 \cdot (0,5 \cdot 1\text{m} \cdot 2,65\text{m} \cdot 1\text{m})$	1,233	3 185,76
W2	$1\,950\text{ kg/m}^3 \cdot (0,3\text{m} \cdot 2,65\text{m} \cdot 1\text{m})$	0,75	1 162,70
W3	$1\,950\text{ kg/m}^3 \cdot (1,90\text{m} \cdot 0,3\text{m} \cdot 1\text{m})$	0,95	1 055,93
W suelo	$2\,000\text{ kg/m}^3 \cdot (0,5 \cdot 1\text{m} \cdot 2,65\text{m} \cdot 1\text{m})$	1,57	4 160,50
			9 564,89

- Momento debido a la carga P

La carga P se obtiene de la integración de cargas de acuerdo al área tributaria de la losa y el peso de la solera de amarre

Longitud de muro: 4m.

Nombre	vol * γ_c	Carga
Carga losa	de $0,5(0,1+4)\text{m} \cdot 2\text{m} \cdot 0,1\text{m} \cdot 2\,400\text{kg/m}^3$	984 kg
Carga solera	de $0,20\text{m} \cdot 0,15\text{m} \cdot 4,0\text{m} \cdot 2\,400\text{kg/m}^3$	288 kg
	Carga total	1 272 kg

Carga muerta = $1272\text{kg}/4\text{m} = 318\text{kg/m}$ longitud unitaria 1.00 m = 318kg

$$M_p = 318\text{kg} \cdot 0,45\text{m} = 143,1\text{kg} - \text{m}$$

Momento de volteo M_v

$$M_v = P_a \cdot \cos(\phi) \cdot r$$

Donde:

P_a presión activa

(ϕ) ángulo de fricción interna del suelo

r distancia desde la fuerza hasta el punto en análisis

$$P_a = \frac{\gamma_{sa} * h^2}{2} * k_a$$
$$P_a = \frac{2\,000\text{kg/m}^3 * 2,65\text{m}^2}{2} * 0,333$$
$$P_a = 2,338,50 \text{ kg/m}$$

$$M_v = 2\,338,50\text{kg/m} * \cos(30) * 2,06$$

$$M_v = 4,171,91 \text{ kg - m}$$

Factor de seguridad por volteo:

$$FS_{\text{volteo}} = \frac{9\,564,89\text{kg - m} + 143,1\text{kg - m}}{4,171,91 \text{ kg - m}}$$

$$FS_{\text{volteo}} = 2,33$$

$$2,33 > 2$$

Si cumple

- Análisis por deslizamiento

Se determina la estabilidad del muro con la siguiente ecuación, esta debe ser mayor a 1,5:

$$F_{sd} = \frac{(0,9 \tan \emptyset) * W_t}{Pa} \quad F_{sd} > 1,5$$

Donde:

F_{sd} = Factor de seguridad contra deslizamiento

\emptyset = Coeficiente de fricción interna del suelo

W_t = Carga total

Pa = Presión activa

$$F_{sd} = \frac{(0,9 \tan 30^\circ) * (15,672,50 \text{kg/m})}{2897,93 \text{kg/m}} = 2,81 \quad F_{sd} > 1,5 \text{ (OK)}$$

- Análisis por capacidad de soporte del suelo

Donde:

P = Presión sobre el suelo

W_{Tot} = Peso total del muro

B_{muro} = Base del muro

e = Excentricidad

M_{muro} = Momento pasivo generado por el muro

M_v = Momento activo producido por el agua

Excentricidad:

$$X = \frac{M_R - M_v}{W_{Tot}}$$

$$e = \frac{B_{muro}}{2} - X$$

$$X = \frac{13\,787,7 - 3\,104,21}{15\,672,50} = 0,68\text{m}$$

$$e = 0,68 - \frac{1,90}{2} = 0,27\text{m}$$

Presión sobre el suelo:

$$P = \frac{W_{\text{Tot}}}{B_{\text{muro}}} \left(1 \pm \frac{6e}{B_{\text{muro}}} \right)$$

$$P_{\text{max}} = \frac{15\,672,50\text{kg/m}}{1,90\text{m}} \left(1 + \frac{6 * 0,27\text{m}}{1,90\text{m}} \right) = 15\,281,77\text{kg/m}^2 < 20\,000\text{kg/m}^2 \text{ (OK)}$$

sí cumple

$$P_{\text{min}} = \frac{15\,672,50\text{kg/m}}{1,90\text{m}} \left(1 - \frac{6 * 0,27\text{m}}{1,90\text{m}} \right) = 1\,215,60 \text{ kg/m}^2$$

3.5.3. Sistema de distribución

Para el sistema de distribución debe tomarse en cuenta la siguiente información.

3.5.3.1. Diseño del tanque de distribución

La función principal de un tanque de almacenamiento es regular y almacenar el agua para abastecer a la población durante las horas de consumo, almacenando el agua durante las horas de bajo consumo y abasteciendo a la comunidad el resto del día. El caudal que sale se debe estimar por porcentajes

de consumo de la población y para realizar este cálculo debe existir un estudio de demanda de agua en la población.

Para esta comunidad no existe un estudio, por lo tanto se toma el criterio de caudal medio diario. Según las normas de diseño de sistemas de abastecimiento Infom-Unepar, para sistemas de abastecimiento de agua para áreas rurales se recomienda considerar para su diseño el 25 a 40 % del caudal medio diario para sistemas por bombeo. En este proyecto se tomará el factor crítico 40 %. El volumen se calcula con la siguiente ecuación:

$$V_{\text{tanque}} = f_v * Q_m * 86\,400s$$

Donde:

V_{tanque} = Volumen del tanque en l

f_v = Factor de almacenamiento según normas Infom – Unepar

Q_m = Caudal medio diario en l/s

$$V_{\text{tanque}} = 0,4 * 1,12 \text{ l/s} * 86\,400s = 38\,707,2 \text{ l}$$

El tanque tendrá una capacidad de $40m^3$ para cumplir con la demanda requerida, se construirá de concreto ciclópeo y su diseño estructural se realiza de la misma forma al tanque de succión.

Dimensionamiento del tanque:

Relación utilizada a/b 1:1,5

A= 6,00m

B= 4,00m

H= 1,70 (profundidad útil del tanque)

$$\text{Vol real} = 6,00\text{m} * 4,0\text{m} * 1,7\text{m} = 40,8\text{m}^3$$

3.5.3.2. Red de distribución

Por la densidad de las viviendas de la comunidad y la topografía del terreno, la red de distribución se plantea como tres ramales abiertos, que inician desde el tanque de distribución hacia tres sectores principales.

3.5.3.3. Ejemplo de diseño de un tramo del ramal 1

Para el diseño hidráulico de un ramal se necesitan los siguientes datos:

Conexiones futuras	45
Dotación	90 l/hab/día
Cota TD	1 415,24 m
Cota final E-43	1 283,79 m
Distancia horizontal	980,45 m
Tipo de tubería	PVC

3.5.3.3.1. Caudal de diseño

Para el diseño de la red de distribución se debe realizar una comparación entre el caudal máximo horario y el caudal de uso simultáneo. Se debe seleccionar el valor mayor de estos dos.

Caudal máximo horario:

$$Q_{MH_{ramal1}} = \frac{Dot * P_{ob_{fut}}}{86\ 400} * FMH$$

$$Q_{MH_{ramal1}} = \frac{90l/hab/día * 225}{86\ 400} * 2$$

$$Q_{MH_{ramal1}} = 0,47\ l/s$$

Caudal de uso simultáneo:

La ecuación para el cálculo es la siguiente:

$$Q_d = k\sqrt{n-1}$$

Donde:

- Q_d caudal de uso simultáneo
- k coeficiente; 0,20 predial; 0,15 llenacántaros. (INFOM 5.4.4)
- n Número de conexiones futuras

$$Q_d = 0,20 * \sqrt{45-1}$$

$$Q_d = 1,33\ l/s$$

El caudal de diseño para este tramo será de 1,33 l/s

3.5.3.3.2. Diámetro de tubería

El cálculo se realiza de la misma forma como se diseñó para la línea de conducción en la sección 3.5.2.3.1, con especificaciones de velocidades según INFOM para sistemas de distribución.

Verificación con velocidad mínima de 0,6m/s:

$$d_{0,6} = \sqrt{\frac{1,974 * 1,33 \text{ l/s}}{0,6 \text{ m/s}}} = 2,09 \cong 2''$$

Verificación con velocidad máxima de 3 m/s:

$$d_2 = \sqrt{\frac{1,974 * 1,33 \text{ l/s}}{3 \text{ m/s}}} = 0,93 \cong 1,00''$$

Se propone un diámetro de 1 ½" seleccionando un diámetro comercial que se encuentre entre estos valores, y no tenga riesgo de sobrepasar los límites de velocidad.

3.5.3.3.3. Cálculo de la velocidad

Con el diámetro seleccionado se calcula la velocidad real del flujo en la tubería:

$$v = \frac{1,974 * 1,33 \text{ l/s}}{d^2}$$
$$v = \frac{1,974 * 1,33 \text{ l/s}}{1,48^2}$$

$$v = 1,20 \text{ l/s}$$

*Se utilizó el diámetro interno de la tubería para el cálculo.

3.5.3.3.4. Pérdida de energía

Se calcula con la ecuación de Hazen y Williams:

$$hf = \frac{1\,743,1811 * L_d * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

$$hf = \frac{1\,743,1811 * 980,45\text{m} * 1,03 * 1,33 \text{ l/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5^{4,87}}$$

$$hf = 39,03 \text{ m}$$

* L_d es la longitud de diseño, agregando un 3 % de la distancia horizontal.

3.5.3.3.5. Presión estática

Se define la presión estática en la sección 3.4.5. y se calcula de la siguiente manera:

$$P_e = CT_i - CT_f$$

Donde:

P_e presión estática

CT_i cota de terreno inicial en el tramo

CT_f cota de terreno final en el tramo

$$P_e = 1\,415,24\text{m} - 1\,283,79\text{m}$$

$$P_e = 131,45 \text{ m}$$

Se evalúa la presión estática para determinar el tipo de tubería a utilizar en el tramo. Según la tabla 4 de este documento, la presión excede la resistencia de tubería de 160PSI. Se puede proponer instalación de tubería de 250PSI o si es viable colocar una caja rompe presión.

Según la topografía del lugar y la ubicación de las viviendas a servir, se propone la construcción de una caja rompe presión, y utilizar tubería de menor resistencia para economizar los recursos. Para la correcta ubicación de la caja se debe hacer un análisis de presiones, el cual se describe en la sección 3.5.4.

3.5.3.3.6. Cota piezométrica

La cota piezométrica es la diferencia entre la cota de carga o presión dinámica al inicio del tramo y la pérdida de carga a lo largo del tramo. Y se calcula de la siguiente manera:

$$CPZ_{\text{inicial}} = 1\,415,24\text{m}$$

$$CPZ_{\text{final}} = 1\,415,24\text{m} - hf$$

$$CPZ_{\text{final}} = 1\,415,24\text{m} - 39,03\text{m}$$

$$CPZ_{\text{final}} = 1\,376,21\text{m}$$

Se debe realizar otro análisis de las cotas piezométricas después de ubicar la caja rompe presión en este tramo, esto causa la división de los tramos pero el análisis sigue siendo el mismo.

3.5.3.3.7. Presión disponible

Es la presión de trabajo o presión dinámica. Se calcula de la siguiente manera:

$$P_d = CPZ - CT$$

Donde:

P_d	presión estática
CPZ	cota piezométrica
CT	cota de terreno

$$P_d = 1\,376,21\text{m} - 1\,283,79\text{m}$$

$$P_d = 92,42\text{ m}$$

Según sección 3.4.5, la presión disponible para este tramo excede el máximo permitido. Este dato servirá para ubicar correctamente la caja rompe presión en este tramo, para así cumplir con los parámetros hidráulicos establecidos. El cuadro hidráulico completo se encuentra en el apéndice.

3.5.4. Estructuras

Sobre las estructuras es necesario tener en cuenta los siguientes datos.

3.5.4.1. Cajas rompe presión

Son estructuras que permiten liberar la presión estática del agua cuando la altura es muy grande entre el tanque de distribución y las conexiones de

servicio, disminuyendo el valor a cero, esto permite la implementación de tubería de menos resistencia en el tramo. Para la ubicación se debe tomar en cuenta la presión estática y la presión de servicio, para garantizar que la presión de servicio hacia las viviendas se encuentre en el intervalo permitido, que es de 10 mca hasta 40 mca.

Ejemplo de ubicación de la caja rompe presión en el tramo del ramal 1:

Datos fuera de parámetro:

$$P_{\text{estática}} = 131,45 \text{ m}$$

$$P_{\text{dinámica}} = 92,42 \text{ m}$$

La presión admisible en mca de una tubería de 160 PSI es de 112m, la presión de diseño por razones de sobre presión se reduce por un factor de 0,8.

$$P_{\text{max}} = 112 * 0,8 = 89,6\text{m}$$

La caja rompe presión debe colocarse en un punto del terreno del cual se conoce su cota. Según el plano N° 1, que contiene las curvas de nivel topográfico que se encuentran en el apéndice, la estación más cercana es la E-39.

$$\text{Cota E-39} = 1\,328,23\text{m}$$

La presión estática modificada es:

$$P_{\text{em}} = 1\,415,24\text{m} - 1\,328,23\text{m}$$

$$P_{\text{em}} = 87,01\text{m}$$

Se verifica la presión máxima:

$$P_{\max} \geq P_{em}$$

$$89,6 \geq 87,01$$

Si cumple

No es necesario chequear la presión dinámica porque en ese punto no hay conexiones para servir, y las presiones máximas de 60mca aplican cuando hay conexiones en el tramo.

Se verifica la nueva presión estática y dinámica en el nuevo tramo desde la caja rompe presión ubicada en la estación E39 (CRP39) hasta la estación E43:

$$P_e = 1\,328,23\text{m} - 1\,283,79\text{m}$$

$$P_e = 44,44\text{m}$$

si cumple

Tomando en cuenta que la presión hidrostática para la red de distribución no puede ser mayor a 60mca por seguridad en los accesorios, también se chequea que cumple este parámetro establecido por la guía de diseño de INFOM en la sección 6.4.1. Para la presión dinámica se debe calcular la pérdida de carga en el nuevo tramo, luego realizar la diferencia de presiones:

$$hf = \frac{1\,743,1811 * 335,35\text{m} * 1,03 * 1,33 \text{ l/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5^{4,87}}$$

$$hf = 9,69\text{m}$$

$$CPZ_{\text{final}} = 1\,328,23\text{m} - 9,69\text{m}$$

$$CPZ_{\text{final}} = 1\,318,54$$

Presión dinámica modificada:

$$P_d = 1\,318,54\text{m} - 1\,283,79\text{m}$$

$$P_d = 34,74\text{m}$$

$$P_d < 40,00\text{m}$$

$$P_d = 34,74\text{m}$$

Si cumple

3.5.4.2. Válvula de aire

Son dispositivos que liberan el aire acumulado dentro de la tubería. El aire se acumula por los vacíos que genera el cambio brusco en la topografía del terreno, comúnmente se acumula en las convexas del terreno (cúspides).

Para la correcta ubicación de una válvula de aire debe realizarse un análisis gráfico con el perfil longitudinal del ramal y verificar cúspides donde podría acumularse el aire. Estas válvulas expulsan de forma automática el aire por el empuje que realiza el agua hacia ese punto. Sirven para evitar el golpe de ariete cuando se cierra y se abre la válvula. El diámetro comúnmente es de 3/4".

3.5.4.3. Válvula de limpieza

Es la disposición de una válvula de compuerta que permita la limpieza de la tubería por acumulación de residuos de cloro, e identificar si existe

contaminación por sedimentos y otros desechos. Estas válvulas deben ser ubicadas en los valles que se puedan formar por la instalación de la tubería, también es importante instalar una válvula de limpieza en los extremos finales de cada ramal. El diámetro va acorde al de la tubería de la línea principal, pero no puede ser menor a 2”.

3.5.4.4. Paso aéreo

Un paso aéreo es una obra complementaria que permite asegurar una tubería que está expuesta a la intemperie, se construyen porque es más económico que seguir la topografía del terreno, o para atravesar zanjas profundas, mejora el flujo del agua a través de la tubería.

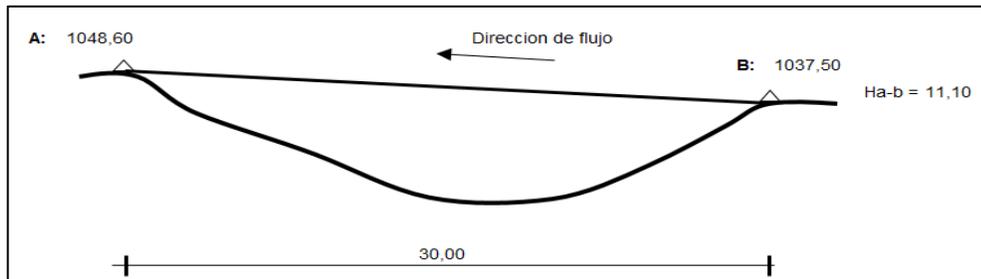
Para este proyecto se implementó un paso aéreo con una luz de 30 metros en la línea de impulsión que permitió atravesar una zanja de aproximadamente 60 metros de profundidad.

3.5.4.4.1. Diseño del paso aéreo

Datos del proyecto:

Longitud (L)	30m
Cota de salida	1 048,6m
Cota de entrada	1 037,50
Caudal	3,22l/s
Velocidad	0,71m/s
Tubería	HG Ø3”Cedula 80

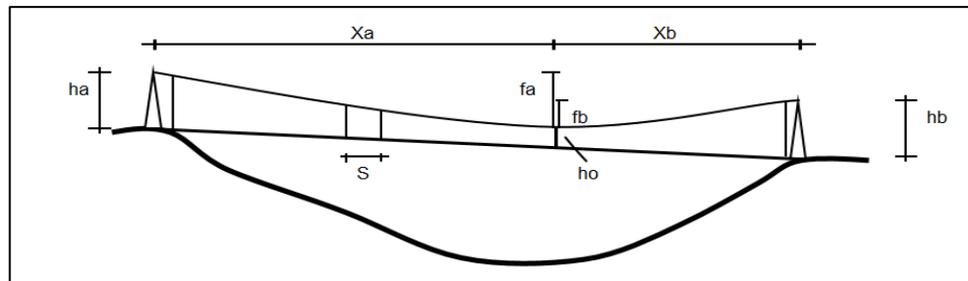
Figura 11. Diagrama de paso aéreo



Fuente: elaboración propia.

Diseño del cable:

Figura 12. Configuración geométrica del paso aéreo



Fuente: elaboración propia.

Peso unitario de la tubería	$P_t=15,27$ kg/m	HG Ø "3 CED80
Peso unitario del cable	$P_c=0,45$ kg/m	Ø " 3/8
Resistencia del cable a la ruptura	$R_c= 6,39$ Ton	
Peso unitario de péndolas	$P_p= 0,18$ kg/m	Ø " 1/4
Separación de péndolas	$S = 2,00$ m	
Altura mayor de péndola 1	$ha = 3,70$ m	
Altura mayor de péndola 2	$hb = 3,70$ m	

Altura menor de péndola	ho = 0,80 m
Flecha del tramo 1	fa = 5,00 m
Flecha del tramo 2	fb = 2,15 m
Factor de seguridad	Fs = 4 (2 - 6)

- Integración de cargas:

Peso del cable = 0,39 kg/m

Peso de tubería = 15,27 kg/m

Peso del agua P_a

$$P_a = \text{Area} * \gamma_{\text{agua}}$$

$$P_a = \frac{\pi}{4} * D^2 * 1\,000\text{kg/m}^3$$

$$P_a = \frac{\pi}{4} * (3 * 0,0254\text{m})^2 * 1\,000\text{kg/m}^3$$

$$P_a = 4,56\text{kg/m}^2$$

Peso de péndolas:

$$P_p = \frac{\left(\frac{ha + hb + 2 * ho}{4} * \left(\frac{L}{S}\right) * P_p\right)}{L}$$

$$P_p = \frac{\left(\frac{3,7\text{m} + 3,7\text{m} + 2 * 0,8\text{m}}{4} * \left(\frac{30\text{m}}{2\text{m}}\right) * 0,18\text{kg/m}\right)}{30\text{m}} =$$

$$P_p = 0,2025$$

Peso total:

$$Pt = 20,42 \text{ kg/m}$$

$$\text{Viento (15 \% de Pt)} = 3,06 \text{ kg/m}$$

$$W = 23,49 \text{ kg/m}$$

- Tensión de diseño:

Tensión horizontal H:

$$H = \frac{W * X_i^2}{2 f_i} \quad \text{como } H_a = H_b$$

Condición de igualdad:

$$H_a = H_b$$

$$\frac{W * X_a^2}{2 f_a} = \frac{W * X_b^2}{2 f_b}$$

$$\frac{X_a}{X_b} = \sqrt{\frac{f_a}{f_b}} \quad \text{Ec.1}$$

$$X_a + X_b = 30 \quad \text{Ec. 2}$$

Solución del sistema por sustitución:

$$X_a = 18,12\text{m}$$

$$X_b = 11,88\text{m}$$

Tensión máxima en cables:

$$T_i = W * X_i * \left[1 + \left(\frac{X_i}{2F_i} \right)^2 \right]^{0.5}$$

$$T_a = 880,67\text{kg}$$

$$T_b = 819,97\text{kg}$$

Tensión de diseño:

$$T_d = F_s * T_{\text{max}}$$

$$T_d = 4 * 880,67\text{kg}$$

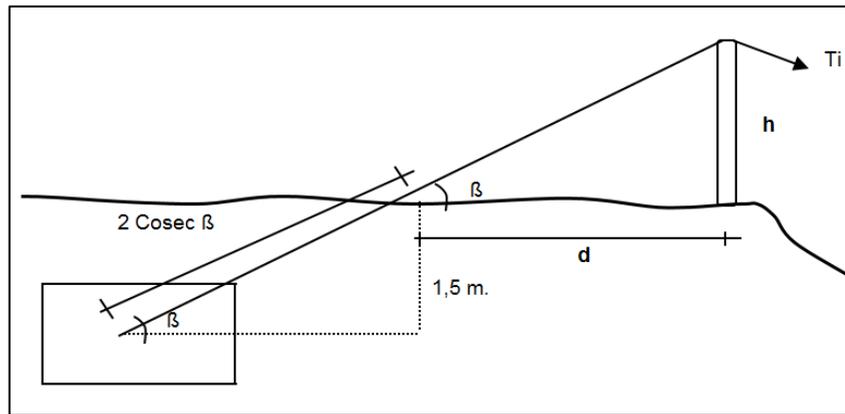
$$3\,522,7\text{kg} < 6\,390\text{kg} \quad \text{su cumple}$$

$$T_d < \text{Resistencia de cable}$$

Usar diámetro propuesto = $\varnothing 3/8''$

- Diseño de la cámara de anclaje

Figura 13. Esquema para determinar el anclaje del paso aéreo



Fuente: elaboración propia.

Se propone para las torres A y B $d= 2,00$ y $h=3,70$

Ángulo β

$$\tan(\beta) = \frac{h}{d}$$

$$\tan(\beta) = \frac{3,70}{2,00}$$

$$\beta = 1,0752\text{rad} \cong 61,61^\circ$$

Peso es necesario para evitar deslizamiento:

$$P = \frac{T_{\max}}{\mu} * \text{Cos } \beta + T_{\max} * \text{Sen } \beta$$

$$P_m = 1\ 639,2 \text{ kg}$$

Dimensionamiento de la cámara de concreto:

L1	1,00
L2	1,00
L3	1,00

$$P_c = Vol * \gamma_c$$
$$P_c = 1,00m * 1,00m * 1,00m * 2\,400kg/m^3$$
$$P_c = 2\,400kg$$
$$P_c > P_m$$

si cumple

3.6. Propuesta de sostenibilidad del sistema

A continuación se presenta la propuesta de sostenibilidad.

3.6.1. Operación y mantenimiento

Para los trabajos de operación y mantenimiento del sistema de agua es necesario personal debidamente capacitado para el manejo del equipo de bombeo y manipulación de las válvulas para la revisión y limpieza de toda la red de tuberías.

Se necesita como mínimo un fontanero y un ayudante para la evaluación periódica del sistema. El diagrama de operación y mantenimiento se encuentra en el apéndice.

3.6.2. Análisis tarifario

Los trabajos de operación y mantenimiento requieren recursos económicos que deben ser cubiertos por una tarifa mensual por cada beneficiario. Para calcular una tarifa con mayor certeza debe realizarse un análisis del valor presente neto. Este análisis se describe en la sección 3.10.1 de este documento.

3.7. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de agua potable del Caserío Chuaracanjay se encuentran en el apéndice. Están conformados por: planta general con curvas de nivel y densidad de vivienda, perfiles de la línea de conducción y distribución, detalles de galerías de infiltración, tanques de succión, tanque de almacenamiento y las obras de arte necesarias para el correcto funcionamiento del sistema.

3.8. Presupuesto

La integración de costos para el proyecto del sistema de agua potable se realizó de la misma forma como el sistema de alcantarillado sanitario, que se describe en la sección 2.9.

Tabla XIII. Ejemplo de la integración de costos unitarios, renglón 2,02 del sistema de agua potable

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
SISTEMA DE AGUA POTABLE CON IMPULSIÓN POR BOMBEO	Renglón:	<u>2,02</u>		
CASERÍO CHUARACANJAY, ALDEA PACACAY	Fecha:	sep-19		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Tubería HG Ø3" CEDULA 40 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	1112	ml	Q 184,99	Q 205.708,88
<i>Nota: Se utiliza longitud real inclinada</i>				
Descripción de Maquinaria y Equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Sub Total
Plato vibratorio	0,10	horas	Q 40,50	Q 4,05
			Total con IVA	Q 4,05
			Total sin IVA	Q 3,62
Descripción de Combustible y Lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Sub Total
Combustible Gasolina	0,02	galon	Q 24,00	Q 0,48
			Total con IVA	Q 0,48
			Total sin IVA	Q 0,43
Descripción de Materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Sub Total
Selecto (1x0.4x0.60)	0,24	m3	Q 50,00	Q 12,00
Tubo HG Ø3" Cedula 40 (L=6m)	1,00	unidad	Q 85,80	Q 85,80
Transporte de material	1,00	global	Q 4,89	Q 4,89
			Total con IVA	Q 102,69
			Total sin IVA	Q 91,69
Descripción de Mano de Obra	Cantidad	Unidad	Costo	Sub Total
Trazo de niveles	1,00	ml	Q 1,40	Q 1,40
Colocación de niveles	1,00	ml	Q 2,27	Q 2,27
Excavación a mano (728.00x0.40x0.60)	0,24	m3	Q 18,75	Q 4,50
Instalación de tubería 3"	1,00	ml	Q 1,80	Q 1,80
Colocación de material de relleno (1.15xcorte-tubo)	0,28	m3	Q 4,71	Q 1,30
Compactación con plato vibratorio (1.15xcorte-tubo)	0,28	m3	Q 9,59	Q 2,65
			Sub-total	Q 13,92
Mano de obra no calificada			45%	Q 6,26
			Total	Q 20,18
Herramientas			5%	Q 1,01
Prestaciones			86%	Q 17,36
			Total M.O.	Q 38,55
COSTO DIRECTO (Materiales + Mano de Obra + Herramientas)				Q 134,29
COSTOS ADMINISTRATIVOS				5% Q 6,71
UTILIDAD				15% Q 20,14
IMPREVISTOS				3% Q 4,03
TOTAL COSTO INDIRECTO				23,0% Q 30,88
SUB-TOTAL DEL RENGLON				Q 165,17
IVA				12% Q 19,82
COSTO TOTAL				Q 184,99

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Resumen del presupuesto del sistema de agua potable del Caserío Chuaracanjay**

RESUMEN DE PRESUPUESTO GENERAL

IDENTIFICACIÓN PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE CON IMPULSIÓN POR BOMBEO
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN:	CASERIO CHUARACANJAY, ALDEA PACACAY
NOMBRE DE SOLICITANTE:	MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA
	FECHA PROYECTO: feb-19

No.	DESCRIPCIÓN DE RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO RENGLON
1,00	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.01	limpieza, Chapeo y Destronque (línea de conducción y distribución + área de tanques)	m ²	3172,70	Q 5,06	Q 16.053,86
SUB TOTAL					Q 16.053,86
2,00	SISTEMA DE CONDUCCION				
2.01	Tubería HG Ø3" CEDULA 80 Para alta presión (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	728,00	Q 369,72	Q 269.156,16
2.02	Tubería HG Ø3" CEDULA 40 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	1112,00	Q 184,99	Q 205.708,88
2.03	Construcción Sistema de captacion (incluye 2 galerías de filtracion+tubería de captacion)	global	1,00	Q 23.507,53	Q 23.507,53
2.04	Sistema de bombeo (incluye construcción caseta de bombeo)	global	1,00	Q 111.065,40	Q 111.065,40
2.05	Paso Aéreo (L=30m)	ml	30,00	Q 742,28	Q 22.268,31
2.06	Construcción tanque de succión con capacidad de 65m3	m ²	57,75	Q 1.149,22	Q 66.367,34
SUB TOTAL					Q 698.073,62
3,00	SISTEMA DE DISTRIBUCION				
3.01	Construcción tanque de almacenamiento de 65m3 capacidad	m ²	48,85	Q 1.285,21	Q 62.782,51
3.02	Ramal 1 Tubería PVC 160PSI Norma ASTM D2241 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	1776,00	Q 91,69	Q 162.841,44
3.03	Ramal 2 Tubería PVC 160PSI Norma ASTM D2241 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	1907,00	Q 92,85	Q 177.064,95
3.04	Ramal 3 Tubería PVC 160PSI Norma ASTM D2241 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	609,00	Q 91,86	Q 55.942,74
3.05	Caja Rompe Presión con válvula de flote	unidad	5,00	Q 3.550,93	Q 17.754,65
SUB TOTAL					Q 476.386,29
COSTO TOTAL ESTIMADO					Q 1.190.513,77

Fuente: elaboración propia.

3.9. Cronograma de ejecución física y financiera

A continuación, se muestra el cuadro de avance de ejecución del proyecto:

Tabla XV. Cronograma de ejecución física y financiera II

PROYECTO : SISTEMA DE AGUA POTABLE CON IMPULSIÓN POR BOMBEO											
DIRECCION : CASERIO CHUARACANJAY, ALDEA PACACAY, TEPAN GUATEMALA											
DIAGRAMA DE EJECUCION FISICA Y FINANCIERA											
No	DESCRIPCION DEL RENGLON	MEDIDA	CANTICOSTO RENGLON	MES 1				MES 2			
				semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 1	semana 2	semana 3	semana 4
1.01	limpieza, Chapeo y Destronque (línea de conducción y distribución + área de tanques)	m ²	3172,70	793,18	793,18	793,18	793,18				
			Q 16.053,86	Q 4.013,47	Q 4.013,47	Q 4.013,47	Q 4.013,47				
2.01	Tubería HG Ø3" CEDULA 80 Para alta presión (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	728,00	364,00	364,00						
			Q 269.156,16	Q 134.578,08	Q 134.578,08						
2.02	Tubería HG Ø3" CEDULA 40 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	1112,00			556,00	556,00				
			Q 205.708,88			Q 102.854,44	Q 102.854,44				
2.03	Construcción Sistema de captación (incluye 2 galerías de filtración+Tubería de captación)	global	1,00					0,50	0,50		
			Q 23.507,53					Q 11.753,77	Q 11.753,77		
2.04	Sistema de bombeo (incluye construcción caseta de bombeo)	global	1,00						0,33	0,33	0,33
			Q 111.065,40					Q 37.021,80	Q 37.021,80	Q 37.021,80	
2.05	Paso Aéreo (L=30m)	ml	30,00			30,00					
			Q 22.268,31			Q 22.268,31					
2.06	Construcción tanque de succión con capacidad de 65m ³	m ²	57,75							19,25	
			Q 66.367,34							Q 22.122,45	
3.01	Construcción tanque de almacenamiento de 40m ³ capacidad	m ²	48,85								
			Q 62.782,51								
3.02	Ramal 1 Tubería PVC 160PSI Norma ASTM D2241 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	1776,00								
			Q 162.841,44								
3.03	Ramal 2 Tubería PVC 160PSI Norma ASTM D2241 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	1907,00								
			Q 177.064,95								
3.04	Ramal 3 Tubería PVC 160PSI Norma ASTM D2241 (incluye suministro, colocación, excavación y relleno con material selecto)	ml	609,00								
			Q 55.942,74								
3.05	Caja Rompe Presión con válvula de flote	unidad	5,00								
			Q 17.754,65								
Monto ejecutado por semana			Q 138.591,55	Q 138.591,55	Q 106.867,91	Q 129.136,22	Q 11.753,77	Q 48.775,57	Q 37.021,80	Q 59.144,25	
Monto ejecutado acumulado			Q 138.591,55	Q 277.183,09	Q 384.051,00	Q 513.187,21	Q 524.940,98	Q 573.716,54	Q 610.738,34	Q 669.882,59	

proporcionada por alguna institución, sea o no gubernamental. Para el análisis de VPN este rubro no se considerará debido a que se analiza si el proyecto es autosostenible.

- Egresos
 - Costo de operación y mantenimiento anual

Este análisis se conforma por 2 personas encargadas de poner en funcionamiento el sistema de bombeo y revisión de la red de tuberías, que ganan el salario mínimo que es de Q. 90,17 por día, más bonificación de Q. 250,00, dando un total de Q. 2 955,10.

$$C_{opm} = 2 * Q,2 955,1 * 12\text{meses} = Q,70 922,4$$

$$VPN = 70 922,40 \left(\frac{(1 + 12,75 \%)^{22} - 1}{12,75 \% * (1 + 12,75 \%)^{22}} \right)$$

$$VPN = Q,516 561,56$$

- Costo por funcionamiento del sistema de bombeo

Para este análisis es necesario realizar cálculos de gasto de energía, para este proyecto se utiliza un motor diésel.

Horas de bombeo mensuales = 10h*30d= 300hrs

Rendimiento promedio del combustible 0,07 gal/hp/hora

Precio actual del diésel Q. 24,85

$$\text{Tarifa} = 35\text{HP} * 300\text{h} * 0,07\text{gal/HP/h} * 24,85\text{Q/gal}$$

$$\text{Tarifa} = \text{Q},18\ 264,75$$

Se debe realizar actualización del cálculo de acuerdo a los precios actuales y al rendimiento que provea el equipo de bombeo, esto ayudará a seleccionar un sistema de bombeo óptimo.

$$C_{\text{opm}} = \text{Q},18\ 264,75 * 12\text{meses} = \text{Q},219\ 177,00$$

$$\text{VPN} = 219177 \left(\frac{(1 + 12,75\%)^{22} - 1}{12,75\% * (1 + 12,75\%)^{22}} \right)$$

$$\text{VPN} = \text{Q},1\ 596\ 370,30$$

- Ingresos
 - Pago de conexión domiciliar (ICD)

Consiste en un pago de Q. 500,00 por la instalación de acometida domiciliar que se establece por las autoridades comunitarias. Este se convierte a un valor presente por medio del factor de pago único valor presente, de la siguiente manera:

$$F = \text{Q},500,00 * 119\text{conexiones} = \text{Q},59\ 500,00$$

$$\text{VPN} = \text{Q},59\ 500,00 * \left(\frac{1}{(1 + 12,75\%)^1 - 1} \right)$$

$$\text{VPN} = \text{Q},466\ 666,67$$

Tarifa mensual por operación y mantenimiento:

$$C_{opm} = Q,160,00 * 119 * 12meses = Q,228\ 480,00$$

$$VPN = 228\ 480 \left(\frac{(1 + 12,75\%)^{22} - 1}{12,75\% * (1 + 12,75\%)^{22}} \right)$$

$$VPN = Q,1\ 664\ 128,50$$

Valor presente neto:

$$VPN = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$VPN = Q,466\ 666,7 + Q,1\ 664\ 128,50 - Q,516\ 561,56 - Q,1\ 596\ 370,30$$

$$VPN = Q,17\ 863,30$$

Según el VPN, es necesario un pago inicial por conexión de Q. 500,00 y una tarifa mensual por vivienda de Q. 160,00, para que el proyecto sea autosostenible.

3.10.2. Beneficio Anual Único Equivalente (BAUE)

$$BAUE = Q,17863,30 * \frac{(1 + 0,1275)^{22} * 0,1275}{(1 + 0,1275)^{22} - 1}$$

$$BAUE = Q,2\ 452,6$$

Se puede interpretar la información anterior como un ingreso de efectivo anual, porque los ingresos generan un flujo de caja positivo.

3.11. Evaluación de impacto ambiental

Los criterios de evaluación de impacto ambiental se realizan como en el proyecto de alcantarillado sanitario.

Figura 14. Evaluación de impacto ambiental II

		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 <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 debe 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 debe 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@marn.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. 	PARA USO INTERNO DEL MARN No. Expediente: <p style="text-align: center;">02</p> Clasificación del Listado Taxativo <p style="text-align: center;">B2</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Firma y Sello de Recibido</p>	
I. INFORMACION LEGAL		
I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar): SISTEMA DE AGUA POTABLE CON CONDUCCIÓN POR BOMBEO DEL CASERÍO CHUARACANJAY DE LA ALDEA PACACAY, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO		
1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CON CONDUCCIÓN POR BOMBEO		
I.2. Información legal:		
A) Persona Individual: A.1. Representante Legal: SERAPIO ORDOÑEZ TINIGUAR A.2. No. de CUI del Documento Personal de Identificación (DPI): 2437 43173 0406		
B) De la empresa: Razón social: ENTIDAD DEL ESTADO Nombre Comercial: MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA No. De Escritura Constitutiva: MUNICIPALIDAD DE TECPÁN GUATEMALA, GUATEMALA Fecha de constitución: 15 DE ENERO DE 2016 Patente de Sociedad Registro No. 08-2016 Folio No. 72 Libro No. 01 Patente de Comercio Registro No. NO APLICA Folio No. NO APLICA Libro No. NO APLICA		
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500		
www.marn.gob.gt Síguenos en: 		

Continuación de la figura 14.

 <p style="font-size: small;">GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="background-color: #d3d3d3; padding: 2px;">FORMATO</td> <td style="padding: 2px;">DVGA-GA-002</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; font-weight: bold; margin-top: 10px;">DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</p>	FORMATO	DVGA-GA-002				
FORMATO	DVGA-GA-002						
<p>C) De la Propiedad: No. De Finca <u>NO APLICA</u> Folio No. <u>NO APLICA</u> Libro No. <u>NO APLICA</u> de la construcción es en área pública (calles y avenidas) dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p> <p>D) De la Empresa y/o persona individual: Número de Identificación Tributaria (NIT): <u>204052-2</u></p>							
INSTRUCCIONES							
<p>PARA USO INTERNO DEL MARN</p> <p>I.3 Teléfono <u>+502 7963 1212</u> Correo electrónico: <u>municipalidadtecpanguatemala1@gmail.com</u></p> <p>I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">CASERÍO CHUARACANJAY DE LA ALDEA PACACAY, TECPÁN GUATEMALA CHIMALTENANGO</p> <p>Especificar Coordenadas Geográficas</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: small;">Coordenadas Geográficas Datum WGS84 14°55'36.33"N 90°58'52.32"O</p>							
<p>I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">1a. Calle 1-13, Zona 4 Tecpán Guatemala</p>							
<p>I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo</p>							
II. INFORMACIÓN GENERAL							
<p>Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:</p>							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #d3d3d3; font-size: small;">II.1 Etapa de Construcción</th> <th style="background-color: #d3d3d3; font-size: small;">Operación</th> <th style="background-color: #d3d3d3; font-size: small;">Abandono</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top; font-size: x-small;"> <ul style="list-style-type: none"> • Trazo • Excavación <ul style="list-style-type: none"> - Retroexcavadora - Camiones de acarreo • Construcción de obras complementarias <ul style="list-style-type: none"> - Producción de concreto - Transporte de materiales • Instalación de tuberías <ul style="list-style-type: none"> - Tubería PVC y HG - Cemento solvente para PVC • Relleno con material seleccionado <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de material seleccionado - Equipo de compactación hidráulico • Recuperación de infraestructura existente <ul style="list-style-type: none"> - Materiales para restitución de adoquinado y pavimentación </td> <td style="vertical-align: top; font-size: x-small;"> <ul style="list-style-type: none"> • Inspección y limpieza de tuberías • Operación del equipo de bombeo • 5:00 a 13:00 hrs. </td> <td style="vertical-align: top; font-size: x-small;"> <ul style="list-style-type: none"> • Relleno con material seleccionado <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de material seleccionado - Equipo de compactación hidráulico • Recuperación de infraestructura existente <ul style="list-style-type: none"> - Materiales para restitución de adoquinado y pavimentación </td> </tr> </tbody> </table>		II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono	<ul style="list-style-type: none"> • Trazo • Excavación <ul style="list-style-type: none"> - Retroexcavadora - Camiones de acarreo • Construcción de obras complementarias <ul style="list-style-type: none"> - Producción de concreto - Transporte de materiales • Instalación de tuberías <ul style="list-style-type: none"> - Tubería PVC y HG - Cemento solvente para PVC • Relleno con material seleccionado <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de material seleccionado - Equipo de compactación hidráulico • Recuperación de infraestructura existente <ul style="list-style-type: none"> - Materiales para restitución de adoquinado y pavimentación 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección y limpieza de tuberías • Operación del equipo de bombeo • 5:00 a 13:00 hrs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relleno con material seleccionado <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de material seleccionado - Equipo de compactación hidráulico • Recuperación de infraestructura existente <ul style="list-style-type: none"> - Materiales para restitución de adoquinado y pavimentación
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono					
<ul style="list-style-type: none"> • Trazo • Excavación <ul style="list-style-type: none"> - Retroexcavadora - Camiones de acarreo • Construcción de obras complementarias <ul style="list-style-type: none"> - Producción de concreto - Transporte de materiales • Instalación de tuberías <ul style="list-style-type: none"> - Tubería PVC y HG - Cemento solvente para PVC • Relleno con material seleccionado <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de material seleccionado - Equipo de compactación hidráulico • Recuperación de infraestructura existente <ul style="list-style-type: none"> - Materiales para restitución de adoquinado y pavimentación 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección y limpieza de tuberías • Operación del equipo de bombeo • 5:00 a 13:00 hrs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relleno con material seleccionado <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de material seleccionado - Equipo de compactación hidráulico • Recuperación de infraestructura existente <ul style="list-style-type: none"> - Materiales para restitución de adoquinado y pavimentación 					
<p>7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500</p>							
<p style="font-size: x-small;">www.marn.gob.gt</p> <p style="font-size: x-small;">Síguenos en:</p> <div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"> </div>							

Continuación de la figura 14.



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

FORMATO DVGA-GA-002

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

II.3 Área

a) Área total de terreno en metros cuadrados: 8600.00 m² área total de influencia

b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 1520.00 m² (área para obras captación y almacenaje)
Área total de construcción en metros cuadrados: 2400.00 m²

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN																					
II.4 Actividades colindantes al proyecto:																						
<p>NORTE _____ Chiché del departamento de Quiché _____</p> <p>ESTE _____ Caserío Flor de Paraxchaj _____</p>	<p>SUR _____ Aldea Pacacay _____</p> <p>OESTE _____ Aldea Pacán _____</p>																					
<p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p>																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e0e0e0;"> <th style="text-align: center;">DESCRIPCION</th> <th style="text-align: center;">DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th style="text-align: center;">DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Escuela de educación primaria</td> <td style="text-align: center;">Norte</td> <td style="text-align: center;">Menos de 1 kilómetro</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Iglesia Católica</td> <td style="text-align: center;">Este</td> <td style="text-align: center;">Menos de 1 kilómetro</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Viviendas</td> <td style="text-align: center;">No se describe, se encuentran en el área de influencia del proyecto</td> <td style="text-align: center;">Menos de 1 kilómetro</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO	Escuela de educación primaria	Norte	Menos de 1 kilómetro	Iglesia Católica	Este	Menos de 1 kilómetro	Viviendas	No se describe, se encuentran en el área de influencia del proyecto	Menos de 1 kilómetro									
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO																				
Escuela de educación primaria	Norte	Menos de 1 kilómetro																				
Iglesia Católica	Este	Menos de 1 kilómetro																				
Viviendas	No se describe, se encuentran en el área de influencia del proyecto	Menos de 1 kilómetro																				
<p>II.5 Dirección del viento:</p> <p style="text-align: center;">Del norte al sur</p>																						
<p>II.6 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos (X)</p> <p>d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro (X)</p> <p>Detalle la información Área expuesta a deslizamiento provocado por sismo _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>																						
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____ NO _____</p> <p>b) Número de empleados por jornada _____ 4 _____ Total empleados _____ 8 _____</p>																						

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

www.miam.gob.gt Síguenos en:

Continuación de la figura 14.



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

FORMATO DVGA-GA-002

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

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

- Consumo de agua durante el periodo de construcción
- Combustibles en el periodo de excavación y compactación

INSTRUCCIONES
PARA USO INTERNO DEL MARN

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	Si	3000 litros por día, durante 1 mes	Contratista	Construcción de obras complementarias		Pipas de agua
	Pozo	No					
	Agua especial	No					
	Superficial	No					
Combustible	Otro	No					
	Gasolina	No					
	Diesel	Si	24 galones diarios,	Contratista	Maquinaria de excavación y compactación		
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	no					
	No solubles	Si	1 litro por día	Arrendador	Equipo de compactación manual		
Refrigerantes							
Otros							

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

www.marn.gob.gt Síguenos en:    

Continuación de la figura 14.

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	FORMATO DVGA-GA-002
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-	
<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>La excavación con maquinaria pesada, produce humo proveniente de la combustión, el procedimiento produce polvo Ambos se dispersarán por el aire</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>Se humedecerá el terreno por medio de esparcimiento de agua periódicamente que disminuya la producción de polvo, Se le debe dar mantenimiento preventivo a la maquinaria para mejorar la combustión de los motores.</p>	
INSTRUCCIONES PARA USO INTERNO DEL MARN	
<p>RUIDO Y VIBRACIONES</p> <p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? Si</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p style="text-align: center;">Maquinaria de excavación</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?</p> <p style="text-align: center;">A los trabajadores se les proveerá de EPP para reducir los efectos del ruido y vibración. Para disminuir el ruido en el vecindario, se apagará el motor de la maquinaria si no se está utilizando.</p>	
<p>OLORES</p> <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:</p> <p style="text-align: center;">Para el ensamble de los tubos se utilizará cemento solvente y el uso mínimo no provoca Impacto significativo</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <p style="text-align: center;">No Aplica</p>	
<p>IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA</p> <p>AGUAS RESIDUALES</p> <p>CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES</p> <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> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p>	
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500	
www.marn.gob.gt	
Síguenos en:    	

Continuación de la figura 14.

 <p style="font-size: small;">GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES</p>	<table border="1" style="float: right;"> <tr> <td style="padding: 2px;">FORMATO</td> <td style="padding: 2px;">DVGA-GA-002</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</p>	FORMATO	DVGA-GA-002
FORMATO	DVGA-GA-002		
<p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado El proyecto no genera aguas residuales, solamente las que genera el personal de trabajo durante su permanencia en la construcción</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios Se emplearán 2 servicios sanitarios para el personal, uno para hombres y uno para mujeres.</p>			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 70%;">INSTRUCCIONES</th> <th style="width: 30%;">PARA USO INTERNO DEL MARN</th> </tr> </table>		INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN		
<p>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</p> <p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Etc.</p>			
<p>DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES</p> <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 Se descargan en pozo de absorción</p>			
<p>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</p> <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>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</p>			
<p>DESECHOS SÓLIDOS VOLUMEN DE DESECHOS</p> <p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día <input checked="" type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día <input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día <input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día</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 y de proceso constructivo</p>			
<p>7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500</p> <p style="font-size: x-small;">www.marn.gob.gt Sigúenos en: </p>			

Continuación de la figura 14.

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="background-color: #d3d3d3;">FORMATO</td> <td>DVGA-GA-002</td> </tr> </table>	FORMATO	DVGA-GA-002
FORMATO	DVGA-GA-002		
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-			
<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? No Aplica</p> <p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado No Aplica</p> <p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado Con camión</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 éstos sean dispuestos en un botadero? Si / por medio del reciclaje para ser devuelto al proveedor de materiales</p> <p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos) a botadero autorizado por la comuna</p>			
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 60%;">INSTRUCCIONES</th> <th style="width: 40%;">PARA USO INTERNO DEL MARN</th> </tr> </table>		INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN		
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA CONSUMO VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes). El proyecto no necesita consumir energía eléctrica, porque se utiliza jornada diurna para la ejecución de los trabajos.			
VI.2 Forma de suministro de energía a) Sistema público _____ b) Sistema privado _____ c) generación propia _____			
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? Si _____ NO _____ X _____			
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? <p style="text-align: center;">No aplica</p>			
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 Se necesita chapeo de maleza y árboles pequeños			
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? Si			
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI (X) NO () Por qué? Porque con el proyecto se basa en el uso del recurso hidrico.			
VIII. TRANSPORTE VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:			
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500 www.marn.gob.gt Síguenos en:    			

Continuación de la figura 14.

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	<table border="1" style="float: right;"> <tr> <td style="padding: 2px;">FORMATO</td> <td style="padding: 2px;">DVGA-GA-002</td> </tr> </table>	FORMATO	DVGA-GA-002
FORMATO	DVGA-GA-002		
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-			
<p>a) Número de vehículos <u>3</u></p> <p>b) Tipo de vehículo <u>Camión 3.5ton</u></p> <p>c) sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>60m²</u></p> <p>d) Horario de circulación vehicular <u>8:00 a 17:00 hor</u></p> <p>e) Vías alternas <u>No necesarias</u></p>			
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS			
ASPECTOS CULTURALES IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? Kaquchikel y Quiché			
INSTRUCCIONES			
PARA USO INTERNO DEL MARN			
RECURSOS ARQUEOLOGICOS 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 _____ c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____ Ampliar información de la respuesta seleccionada En el área del proyecto no interactúa ningún sitio cultural, por ser la vía pública.			
ASPECTOS SOCIAL IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (X) IX.4. Qué tipo de molestias? No aplica IX.5. Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? No aplica			
PAISAJE IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explique por qué? No afecta, porque la infraestructura construida quedará enterrada o semi-enterrada			
X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD			
X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina: a) <input type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio b) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: Las zanjas provocan un riesgo para los peatones, de que puedan caer en ellas.			
X.3 riesgos ocupacionales: <input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores <input checked="" type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores <input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores <input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores			
7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500 www.marn.gob.gt			
Síguenos en:    			

Continuación de la figura 14.

 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	FORMATO DVGA-GA-002
DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-	
Ampliar información: Las paredes de las zanjas pueden derrumbarse y colapsar el área de trabajo.	
Equipo de protección personal X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO () X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Equipo de Protección Personal (EPP) completo para el trabajo, que incluyen seguridad visual, auditiva y de contacto (guantes casco, y botas) 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? Como medida se señalará debidamente el área de construcción del proyecto y se estabilizará con tabla-estacas las paredes apuntaladas, para brindar seguridad a los trabajadores y los pobladores.	

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales. *Evaluación ambiental inicial*.
<http://www.marn.gob.gt/Multimedios/4739.pdf>. Consulta: mayo de 2019.

3.12. Análisis de vulnerabilidad y riesgo

Se realiza de acuerdo a la sección 2.13 de este documento, con base en el Análisis de Gestión de Riesgo en Proyectos de Inversión Pública (AGRIP) por medio de la guía de aplicación para proyectos que forman capital fijo.

En el anexo 3 se presenta la boleta AGRIP que define el proyecto del sistema de agua potable con impulsión por bombeo del Caserío Chuaracanjay.

CONCLUSIONES

1. La propuesta del sistema de alcantarillado sanitario contribuirá a la eliminación y correcta disposición de las aguas servidas provenientes del uso doméstico y dará un impacto positivo al ambiente de la comunidad y de la subcuenca.
2. El análisis socioeconómico del proyecto de sistema de alcantarillado indica que el proyecto es autosustentable con las cuotas económicas establecidas.
3. El diseño del sistema de agua potable para el Caserío Chuaracanjay cumple con las normas establecidas para la dotación de agua para el consumo.
4. El diseño del sistema de agua potable provee una solución para la escasez del recurso hídrico en la comunidad.

RECOMENDACIONES

1. Ejecutar los proyectos de acuerdo a los planos constructivos y especificaciones técnicas, para garantizar el funcionamiento óptimo de los sistemas.
2. Realizar una evaluación del presupuesto para la modificación de costos cada seis meses después de elaborado el estudio, esto garantiza una asignación correcta del costo de materiales.
3. Contratar mano de obra de las comunidades cercanas, ya que esto tiene como ventaja la disponibilidad de horario, mejores precios y un mejor rendimiento, ya que es para el beneficio de ellos.
4. Capacitar y educar a los habitantes de las comunidades beneficiadas para el uso adecuado del agua, así como del sistema de drenaje.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería,
Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 180 p.
2. Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA). *Reglamento para diseño y construcción de drenajes*. [en línea]. <https://www.academia.edu/38433998/EMPAGUA_Reglamento_para_el_dise%C3%B1o_y_construcci%C3%B3n_de_drenajes>. [Consulta: mayo de 2019].
3. Instituto de Fomento Municipal (INFOM). *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala: INFOM, 2011. 64 p.
4. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). *Variabilidad y cambio climático en Guatemala*. Guatemala: INSIVUMEH, 2018. 32 p.
5. MOTT, Robert L. *Mecánica de fluidos*. 6a ed. México: Pearson Education, 2006. 647 p.
6. ROSALES DE LEÓN, Lucy Cristabel. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Guatelinda y sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad ECA, Municipio de Escuintla, Departamento de Escuintla*. Trabajo de

graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2010. 180 p.

7. Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). *Manual de formulación y evaluación de proyectos*. Guatemala: SNIP 2017. 22 p.
8. UNEPAR. *Cartilla para la operación y mantenimiento de acueductos rurales*. Guatemala: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales, 1980. 51 p.

Apéndice 2. **Manual de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario para la Aldea Paquip**

Operación y mantenimiento

A todo el personal contratado para el mantenimiento y operación del sistema de drenajes debe ofrecerse una capacitación básica intensa, según los criterios que se detallan:

- Visión general de los parámetros que se analizarán para el mantenimiento preventivo y correctivo.
- Indicación de los peligros que encierra el uso de productos químicos, haciendo referencia al empleo del equipo de protección personal (por ejemplo: anteojos, botas y guantes de protección) y a los primeros auxilios.
- Evacuación de los desechos y las aguas residuales.

Los especialistas en química deben comprobar y actualizar periódicamente las habilidades y los conocimientos transmitidos en la instrucción básica. Debe dársele un valor especial al registro y a la interpretación de los valores obtenidos.

Mantenimiento preventivo (sistema de alcantarillado)

El mantenimiento preventivo puede comprender las siguientes acciones:

- Inspección periódica
- Limpieza con equipo manual o hidroneumático

Continuación del apéndice 2.

La inspección debe hacerse cada mes, procedimiento en el cual el personal encargado debe revisar el azolve que pueda producirse en cada tramo del sistema de alcantarillado, especialmente en zonas de baja pendiente, además debe darse la identificación de conexiones clandestinas de aguas pluviales y la limpieza de los pozos de visita.

Se requiere contar con planos actualizados de las redes de alcantarillado, en donde se especifiquen diámetros, profundidades, elevaciones de los brocales, sentidos de escurrimiento, entre otros aspectos. En estos planos se deberá marcar las zonas de la red que han presentado problemas y que requieren mantenimiento preventivo o correctivo.

Se recomienda evitar la descarga de desechos inorgánicos en la red de tuberías. No se debe permitir la descarga de aguas pluviales al sistema, debido a que no es un caudal controlado por los usuarios, además esto produciría el arrastre de basuras que pueden obstruir la red de alcantarillado.

Limpieza

El desazolve con equipo manual deberá contemplar el tipo de tubería instalada a fin de evitar daños a la tubería, debido a que la herramienta manual básica para desazolve manual es la varilla de acero, que es resistente a los ácidos y flexible, lo que le permite ingresar a la tubería con facilidad para extraer algún tapón que la esté obstruyendo. Cada varilla mide un metro de longitud y se unen entre sí mediante coples con rótula integrada. Existen en el mercado varillas de diferentes tipos (aleaciones), espesores y longitudes.

Continuación del apéndice 2.

Los accesorios para el manejo de las varillas consisten en llaves, barras y manuales. Para extraer taponamientos se utilizan tirabuzones.

Para lograr un rendimiento mayor con este sistema se utiliza la rotosonda de reversión instantánea que consiste en un motor que hace girar las varillas a velocidades de hasta 125 RPM.

Un equipo para extraer todo tipo de sedimentación son las máquinas desazolvadoras accionadas con motor de gasolina o diesel, con arrancador eléctrico. Están montadas sobre un chasis de acero, provisto de tres llantas neumáticas. Cuentan con dos tambores, uno con capacidad para enrollar 304 m con un cable de acero de 13 mm, y otro para enrollar 152 m con un cable de acero de 6 mm.

Existe otro equipo semimanual llamado superondeadora, el cual introduce automáticamente las varillas giratorias en el interior de la tubería a través de una manguera de hule con acero reforzado.

- Desazolve con equipo hidroneumático

Para el desazolve con este sistema se emplea un camión provisto de tanques de agua, tanques de lodos, tubos de succión y conectores. Para su operación cuenta con un sistema eléctrico, microfiltro, sello de vacío, bomba de desplazamiento positivo (soplador), bombas de agua de triple émbolo, bombas de vacío con válvulas de alivio de presión, toma de fuerza de eje dividido, sistema de drenaje automático y seguros hidráulicos.

Continuación del apéndice 2.

Para el desazolve de las tuberías se introduce la manguera del equipo por un pozo de visita, y en seguida se lanza el chorro de agua a alta presión para remover el taponamiento que obstruye el flujo de aguas negras. El lodo resultante se extrae por medio del tubo de succión colocado en el mismo pozo o en otro que esté aguas abajo. Dependiendo del equipo utilizado, los lodos se pueden bombear al tanque de lodos del mismo camión, o retirarlos del lugar por medio de palas, carretillas o cubetas.

Fosas sépticas

- Operación

En operación debe controlarse el nivel de lodos de la fosa séptica para su evacuación oportuna, la cual está prevista para ser evacuada anualmente en los primeros seis años de funcionamiento, cuidando de mantener siempre un residuo de al menos 20 % de los lodos para la continuidad del proceso. La fosa debe tener una adecuada ventilación de los gases.

Con base en la cantidad de familias y las distribuciones de las mismas se considera que la posibilidad de una contingencia está ligada a: los riesgos derivados de un incendio en cualquier proyecto derivado de los gases de las fosas sépticas, por lo que se estima conveniente tener siempre a la mano extintores y si fuese posible la colocación de hidrantes impulsados por bombas hidroneumáticas en áreas específicas cercanas a las fosas. En este sentido es conveniente que se deje recomendado a los habitantes que se organicen en una brigada de salvamento y sean adiestrados por alguna compañía de bomberos.

Continuación del apéndice 2.

Todos los desechos de preferencia deben ser evacuados por entidades autorizadas y especializadas en ese tipo de actividades, que realizan el procedimiento con bomba de succión y camión cisterna, para que puedan ser depositados en lugares especiales para su posterior tratamiento.

- Mantenimiento

Efectuar la inspección periódica y realizar la limpieza cuando sea necesario en una fosa séptica implica estarle dando mantenimiento. Sin embargo, esto no es solo cumplir con las operaciones sugeridas anteriormente, sino también tener presente que la fosa séptica es un dispositivo hidráulico-sanitario que requiere cuidado, por el proceso anaeróbico-biológico que en ella se desarrolla.

Para desinfectantes como regla general no es aconsejable agregar desinfectantes o sustancias químicas a una fosa séptica, ya que ello no mejora en forma alguna su funcionamiento. Ciertos productos patentados en el mercado, que aparentemente limpian las fosas sépticas, provocan posteriormente y en plazos relativamente muy cortos el aumento de los lodos con gran incremento de la alcalinidad, ya que contienen hidróxido de potasio como agente activo, que altera el proceso digestivo de hongos y bacterias. Más bien, estos productos son usados para destapar desagües o tuberías obstruidas, por sus altas concentraciones y poder químico. El afluyente resultante puede dañar el suelo en forma peligrosa, saturándolo rápidamente, aunque se note un alivio momentáneo una vez que ha sido aplicado el producto.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable con impulsión por bombeo del Caserío Chuaracanjay**

El mantenimiento preventivo que se debe proporcionar al acueducto es la acción de proteger las partes del sistema de agua potable, con la finalidad de evitar daños, disminuir los efectos dañinos, asegurarse la continuidad del servicio de agua potable y así obtener un proyecto eficiente y autosostenible.

En el presente documento se mencionan las actividades mínimas que debe realizar el fontanero o persona contratada para dar el mantenimiento al proyecto. Pueden mencionarse:

Tabla de actividades a realizar

Estructura	Trabajo a realizar	Tiempo	Responsable
Captación de tipo superficial	1. Limpieza y chapeo de área adyacentes, limpieza de paredes para eliminar formación de algas.	c/3 meses	fontanero
	2. Inspección de área adyacente para determinar posible contaminación de fuente.	c/4 meses	fontanero
	3. Inspección ocular de actividades de deforestación cercanas a la fuente.	c/4 meses	fontanero
	4. Revisión de estructuras para determinar fisuras y filtraciones en captación y cajas.	c/4 meses	fontanero
	5. Revisión de válvulas para determinar posibles fugas.	c/4 meses	fontanero
	6. Lavar caja, con cepillos plásticos, sin usar jabón o detergente.	c/6 meses	fontanero
	7. Limpieza de caja, y dragado de presa, abriendo válvula de compuerta p/eliminar sedimentos en el fondo.	c/día	fontanero
Línea de conducción	1. Limpieza y chapeo e inspección de línea para determinar fugas.	c/mes	fontanero
	2. Revisión de válvulas de compuerta para determinar funcionamiento y fugas.	c/mes	fontanero
Línea de conducción	3. Verificar caja de válvula de limpieza para determinar daños y fugas.	c/mes	fontanero
	4. Verificar caja de válvula de aire para determinar daños y fugas	c/6 meses	fontanero
	5. Verificar pasos de zanjón para determinar daños y fugas.	c/6 meses	fontanero
	6. Verificar pasos aéreos para determinar daños y fugas.	c/6 meses	fontanero

Continuación del apéndice 3.

Equipo de hipocloración	1. Revisar existencia de tabletas de hipoclorito calcio.	c/semana	fontanero
	2. Revisar válvulas, tubería y dosificador para determinar fugas y daños.	c/semana	fontanero
	3. Chequear cloro residual en puntos más lejanos de la red de distribución.	c/semana	fontanero
Línea y red de distribución	1. Revisión de cajas de válvulas para detectar fugas y daños.	c/mes	fontanero
	2. Recorrido de calles para determinar fugas.	c/mes	fontanero
	3. Verificar cloro residual en los puntos más lejanos de la red.	c/semana	fontanero
	4. Toma de muestras de agua para análisis de laboratorio.	c/mes	técnico
	5. Verificar caja de válvula de aire para determinar daños y fugas.	c/6 meses	fontanero
Conexiones prediales	1. Revisar llaves de paso y chorro, para determinar posibles fugas.	c/mes	fontanero
	2. Eliminar cualquier estancamiento de agua.	c/mes	fontanero
Tanque de distribución	1. Verificar cajas de válvulas de compuerta, tubería y accesorios para determinar posibles fugas.	c/mes	fontanero
	2. Limpia y chapeo de área adyacente, para evitar crecimiento de maleza.	c/3 mes	fontanero
	3. Limpieza y lavado de tanques eliminando material sedimentado.	c/4 meses	fontanero + cuadrilla
	4. Revisión del tanque para determinar fisuras	c/6 meses	fontanero
	5. Aforo para determinar producción de fuente.	c/mes	fontanero

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Cuadro hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Paquip**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

PARAMETROS DE DISEÑO			
mercado	100 Lt/puest	Periodo de Diseño:	30 Años
Factor Retorno:	0,85 %	Habitantes/Vivienda:	6 Hab.
Coefficiente	0,009 PVC	Tasa Crecimiento :	2,71 %
Centros Educativos	2	Puesto Salud= SI	Dot diseño: 150 ^a

No. Tramo	DEPVS	APVS	Cotas Terreno		DH (m)	S% Terreno	Hab. Servir Fut.		Caudal Domiciliar		Q conexiones ilicidas		Q. Infiltracion	Caudal Sanitario total		FQM a Utilizar	Factor Harmond Futuro	q diseño (l/s) Futuro	Ø Tubo plg.	S (%) Tubo	Sección Llena		q/Q Futuro	v/V Futuro	d/D		Tirante (%) Futuro	v (m/s)		Cotas Invert		Prof. Pozo	
			Inicio	Final			Local	Acum.	Actual	Futuro	actual	futuro		Actua.	Futuro						V(m/s)	Q(lt/s)			Actual	Futuro		Actual	Futuro	SALIDA	ENTRADA	Inicio	Final
			RAMAL 1																														
1	PVS-1	PVS-2	1041,28	1038,05	77,35	4,17	134	134	0,0885	0,1977	0,0593	0,1325	0,0600	0,2079	0,3902	0,0024	4,207	1,353	6	6,00	3,08	56,21	0,0241	0,4187	0,0730	0,1070	10,70	1,01	1,29	1040,08	1035,44	1,20	2,69
2	PVS-2	PVS-3	1038,05	1035,52	64,88	3,91	0	134	0,0885	0,1977	0,0593	0,1325	0,0600	0,2079	0,3902	0,0024	4,207	1,353	6	2,30	1,91	34,80	0,0389	0,4820	0,0920	0,1340	13,40	0,73	0,92	1035,36	1033,92	2,69	1,64
3	PVS-3	PVS-4	1035,52	1036,40	24,01	(3,67)	14	148	0,0974	0,2184	0,0653	0,1463	0,0600	0,2227	0,4247	0,0024	4,193	1,489	6	2,00	1,78	32,45	0,0459	0,5061	0,1000	0,1450	14,50	0,71	0,90	1033,88	1033,41	1,64	3,04
4	PVS-4	PVS-5	1036,40	1034,78	40,08	4,04	0	148	0,0974	0,2184	0,0653	0,1463	0,0600	0,2227	0,4247	0,0024	4,193	1,489	6	3,00	2,18	39,75	0,0375	0,4775	0,0900	0,1320	13,20	0,82	1,04	1033,36	1032,18	3,04	2,63
5	PVS-5	PVS-6	1034,78	1030,58	27,23	15,43	0	148	0,0974	0,2184	0,0653	0,1463	0,0600	0,2227	0,4247	0,0024	4,193	1,489	6	10,50	4,08	74,36	0,0200	0,3961	0,0670	0,0980	9,80	1,27	1,61	1032,15	1029,29	2,63	1,32
6	PVS-6	PVS-7	1030,58	1026,87	21,07	17,60	0	148	0,0974	0,2184	0,0653	0,1463	0,0600	0,2227	0,4247	0,0024	4,193	1,489	6	17,00	5,19	94,62	0,0157	0,3672	0,0600	0,0870	8,70	1,50	1,90	1029,26	1025,68	1,32	1,22
7	PVS-7	PVS-8	1026,87	1025,00	16,86	11,12	0	148	0,0974	0,2184	0,0653	0,1463	0,0600	0,2227	0,4247	0,0024	4,193	1,489	6	11,12	4,20	76,53	0,0195	0,3909	0,0660	0,0960	9,60	1,29	1,64	1025,65	1023,78	1,22	1,25
8	PVS-8	PVS-9	1025,00	1023,56	30,87	4,66	0	148	0,0974	0,2184	0,0653	0,1463	0,0600	0,2227	0,4247	0,0024	4,193	1,489	6	9,50	3,88	70,73	0,0211	0,4012	0,0690	0,1000	10,00	1,23	1,56	1023,75	1020,82	1,25	2,77
9	PVS-9	PVS-10	1023,56	1018,45	39,86	12,81	41	188	0,1240	0,2774	0,0831	0,1859	0,0600	0,2670	0,5233	0,0024	4,158	1,876	6	9,12	3,80	69,30	0,0271	0,4333	0,0780	0,1130	11,30	1,30	1,65	1020,79	1017,15	2,77	1,33
10	PVS-10	PVS-11	1018,45	1015,26	19,94	16,00	0	188	0,1240	0,2774	0,0831	0,1859	0,0600	0,2670	0,5233	0,0024	4,158	1,876	6	15,30	4,92	89,76	0,0209	0,4012	0,0690	0,1000	10,00	1,56	1,97	1017,12	1014,07	1,33	1,22
11	PVS-11	PVS-12	1015,26	1010,26	47,86	10,45	41	228	0,1505	0,3365	0,1008	0,2254	0,0600	0,3114	0,6219	0,0024	4,127	2,258	6	10,45	4,07	74,18	0,0304	0,4476	0,0820	0,1190	11,90	1,44	1,82	1014,04	1009,04	1,22	1,25
12	PVS-12	PVS-13	1010,26	1007,11	32,17	9,80	0	228	0,1505	0,3365	0,1008	0,2254	0,0600	0,3114	0,6219	0,0024	4,127	2,258	6	9,80	3,94	71,84	0,0314	0,4523	0,0830	0,1210	12,10	1,40	1,78	1009,01	1005,86	1,25	1,28
30	PVS-31	PVS-13	1008,31	1007,24	48,56	2,20	27	94	0,0620	0,1387	0,0415	0,0929	0,0600	0,1635	0,2917	0,0024	4,251	0,959	6	2,00	1,78	32,45	0,0295	0,4453	0,0810	0,1180	11,80	0,62	0,79	1007,04	1006,07	1,27	1,20
13	PVS-13	PVS-14	1007,11	1003,42	35,74	10,32	27	348	0,2302	0,5135	0,1542	0,3441	0,0600	0,4444	0,9176	0,0024	4,050	3,383	6	10,32	4,04	73,72	0,0459	0,5061	0,1000	0,1450	14,50	1,62	2,05	1005,83	1002,14	1,28	1,31
14	PVS-14	PVS-15	1003,42	1001,05	20,62	11,51	14	362	0,2391	0,5342	0,1602	0,3579	0,0600	0,4592	0,9521	0,0024	4,042	3,512	6	11,51	4,27	77,86	0,0451	0,5040	0,0990	0,1440	14,40	1,70	2,15	1002,11	999,74	1,31	1,34
15	PVS-15	PVS-16	1001,05	995,75	59,37	8,93	27	389	0,2568	0,5740	0,1720	0,3846	0,0600	0,4888	1,0187	0,0024	4,028	3,760	6	8,93	3,76	68,58	0,0548	0,5356	0,1090	0,1590	15,90	1,59	2,01	999,71	994,41	1,34	1,37
16	PVS-16	PVS-17	995,75	988,74	59,20	11,84	41	429	0,2833	0,6331	0,1898	0,4242	0,0600	0,5332	1,1172	0,0024	4,008	4,126	6	11,85	4,33	79,00	0,0522	0,5273	0,1070	0,1550	15,50	1,81	2,28	994,38	987,36	1,37	1,41
69	PVS-70	PVS-17	989,45	988,74	66,59	1,07	54	54	0,0354	0,0797	0,0237	0,0534	0,0600	0,1191	0,1931	0,0024	4,308	0,558	6	2,50	1,99	36,28	0,0154	0,3645	0,0590	0,0860	8,60	0,57	0,72	988,247	986,58	1,20	2,19
17	PVS-17	PVS-18	988,74	980,92	70,57	11,08	41	522	0,3453	0,7703	0,2314	0,5161	0,0600	0,6367	1,3464	0,0024	3,965	4,967	6	10,00	3,98	72,57	0,0684	0,5716	0,1220	0,1770	17,70	1,81	2,27	986,55	979,49	2,19	1,46
70	PVS-71	PVS-18	983,06	980,92	61,25	3,50	41	41	0,0266	0,0605	0,0178	0,0405	0,0600	0,1044	0,1610	0,0024	4,331	0,426	6	3,91	2,49	45,38	0,0094	0,3135	0,0460	0,0680	6,80	0,61	0,78	981,862	979,47	1,20	1,48
18	PVS-18	PVS-19	980,92	972,13	68,07	12,91	41	603	0,3984	0,8898	0,2670	0,5962	0,0600	0,7254	1,5460	0,0024	3,931	5,689	6	13,00	4,54	82,74	0,0688	0,5716	0,1220	0,1770	17,70	2,06	2,59	979,44	970,59	1,48	1,57
71	PVS-72	PVS-19	972,42	972,13	59,31	0,49	67	67	0,0443	0,0989	0,0297	0,0662	0,0600	0,1339	0,2251	0,0024	4,287	0,689	6	2,50	1,99	36,28	0,0190	0,3883	0,0650	0,0950	9,50	0,61	0,77	971,22	969,74	1,20	2,42
19	PVS-19	PVS-20	972,13	960,43	99,94	11,71	14	683	0,4516	1,0079	0,3025	0,6753	0,0600	0,8141	1,7432	0,0024	3,901	6,394	6	11,05	4,18	76,28	0,0838	0,6059	0,1350	0,1950	19,50	2,03	2,53	969,71	958,67	2,42	1,79
38	PVS-39	PVS-20	960,59	960,43	12,45	1,32	0	456	0,3010	0,6729	0,2017	0,4509	0,0600	0,5627	1,1838	0,0024	3,994	4,372	6	2,00	1,78	32,45	0,1347	0,6958	0,1690	0,2470	24,70	0,99	1,24	956,7	956,45	3,89	4,01
20	PVS-20	PVS-21	960,43	956,30	41,25	10,01	14	1151	0,7615	1,6985	0,5102	1,1380	0,0600	1,3316	2,8965	0,0024	3,760	10,386	6	6,72	3,26	59,49	0,1746	0,7500	0,1940	0,2820	28,20	1,97	2,45	956,42	953,65	4,01	2,68
21	PVS-21	PVS-22	956,30	950,05	38,45	16,25	0	1151	0,7615	1,6985	0,5102	1,1380	0,0600	1,3316	2,8965	0,0024	3,760	10,386	6	13,00	4,54	82,74	0,1255	0,6828	0,1650	0,2390	23,90	2,48	3,10	953,62	948,62	2,68	1,46
22	PVS-22	PVS-23	950,05	945,48	53,94	8,49	27	1178	0,7792	1,7384	0,5220	1,1647	0,0600	1,3612	2,9631	0,0024	3,753	10,610	6	9,00	3,77	68,85	0,1541	0,7243	0,1820	0,2650	26,50	2,19	2,73	948,59	943,74	1,46	1,77

No.	DE PV	A PV	Cotas Terreno		DI (m)	S% Terreno	Hab. Servir Fut.		Caudal Domiciliar		Q conexiones ilicitas		Q. infiltracion	Caudal Sanitario total		FQM a	Factor Harmond	q diseño (l/s)	Ø Tubo	S (%)	Sección Llena		q/Q	v/V	d/D		Tirante (%)	v (m/s)		Cotas Invert		Prof. Pozo				
			Inicio	Final			Local	Acum.	Actual	Futuro	actual	futuro		actual	Futuro						Utilizar	Futuro			Futuro	V(m/s)		Q(lt/s)	Actual	Futuro	Actual	Futuro	SALIDA	ENTRADA	Inicio	Final
52	PVS-53	PVS-23	947,38	945,47	73,25	2,61	0	803	0,5313	1,1850	0,3559	0,7939	0,0600	0,9472	2,0389	0,0024	3,859	7,438	6	3,00	2,18	39,75	0,1871	0,7661	0,2000	0,2930	29,30	1,34	1,67	944,39	942,3	2,99	3,20			
23	PVS-23	PVS-24	945,47	940,78	49,16	9,54	41	2021	1,3370	2,9824	0,8958	1,9982	0,0800	2,3128	5,0606	0,0024	3,582	17,375	8	8,90	4,55	147,44	0,1178	0,6694	0,1610	0,2310	30,80	2,45	2,95	942,27	937,89	3,20	2,92			
24	PVS-24	PVS-25	940,78	932,26	97,09	8,78	67	2088	1,3813	3,0813	0,1381	2,0644	0,0800	1,5994	5,2257	0,0024	3,571	17,896	8	8,70	4,50	145,77	0,12276	0,6778	0,1640	0,2360	31,47	2,45	2,96	937,86	929,41	2,92	2,88			
25	PVS-25	PVS-26	932,26	928,46	27,46	13,83	0	2088	1,3813	3,0813	0,1381	2,0644	0,0800	1,5994	5,2257	0,0024	3,571	17,896	8	8,70	4,50	145,77	0,12276	0,6778	0,1640	0,2360	31,47	2,45	2,98	929,38	926,99	2,88	1,50			
26	PVS-26	PVS-27	928,46	927,31	17,63	6,55	0	2088	1,3813	3,0813	0,1381	2,0644	0,0800	1,5994	5,2257	0,0024	3,571	17,896	8	8,60	4,47	144,93	0,12348	0,6795	0,1650	0,2370	31,60	2,45	2,98	926,96	925,44	1,50	1,90			
27	PVS-27	PVS-28	927,31	918,85	85,30	9,91	0	2088	1,3813	3,0813	0,1381	2,0644	0,0800	1,5994	5,2257	0,0024	3,571	17,896	8	9,00	4,57	148,27	0,1207	0,6745	0,1630	0,2340	31,20	2,49	2,98	925,41	917,73	1,90	1,12			
31	PVS-32	PVS-44	999,54	995,45	33,20	12,32	67	67	0,0443	0,0989	0,0044	0,0662	0,0600	0,1087	0,2251	0,0024	4,287	0,689	6	12,29	4,41	80,45	0,00857	0,3045	0,0450	0,0650	6,50	1,06	1,34	998,34	994,26	1,20	1,22			
118	PVS-44	PVS-33	995,45	992,64	50,94	5,52	27	94	0,0620	0,1387	0,0062	0,0929	0,0600	0,1282	0,2917	0,0024	4,251	0,959	6	9,00	3,77	68,85	0,01393	0,3536	0,0560	0,0820	8,20	1,04	1,33	994,23	989,65	1,22	3,02			
32	PVS-33	PVS-34	992,64	986,33	67,69	9,33	27	121	0,0797	0,1786	0,0080	0,1196	0,0600	0,1477	0,3582	0,0024	4,220	1,225	6	6,67	3,25	59,27	0,02068	0,3986	0,0680	0,0990	9,90	1,02	1,30	989,62	985,11	3,02	1,25			
39	PVS-40	PVS-34	994,08	986,33	57,47	13,49	108	228	0,1505	0,3365	0,0151	0,2254	0,0600	0,2256	0,6219	0,0024	4,127	2,258	6	13,50	4,62	84,32	0,02678	0,4309	0,0770	0,1120	11,20	1,57	1,99	992,88	985,12	1,20	1,24			
33	PVS-34	PVS-35	986,33	976,52	74,35	13,19	27	375	0,2479	0,5534	0,0248	0,3708	0,0600	0,3327	0,9842	0,0024	4,035	3,632	6	15,00	4,87	88,88	0,04086	0,4887	0,0950	0,1370	13,70	1,89	2,38	985,08	973,93	1,25	2,62			
40	PVS-41	PVS-42	988,89	984,86	26,00	15,50	67	67	0,0443	0,0989	0,0044	0,0662	0,0600	0,1087	0,2251	0,0024	4,287	0,689	6	18,00	5,34	97,36	0,00708	0,2860	0,0410	0,0590	5,90	1,20	1,53	987,69	983,01	1,20	1,88			
41	PVS-42	PVS-35	984,86	976,52	37,05	22,51	14	81	0,0531	0,1195	0,0053	0,0801	0,0600	0,1184	0,2596	0,0024	4,268	0,830	6	20,60	5,71	104,16	0,00796	0,2984	0,0430	0,0630	6,30	1,33	1,70	982,98	975,35	1,88	1,20			
34	PVS-35	PVS-36	976,52	962,54	67,47	20,72	0	456	0,3010	0,6729	0,0301	0,4509	0,0600	0,3911	1,1838	0,0024	3,994	4,372	6	20,00	5,63	102,63	0,0426	0,4953	0,0970	0,1400	14,00	2,21	2,79	973,9	960,41	2,62	2,16			
35	PVS-36	PVS-37	962,54	961,72	85,52	0,96	0	456	0,3010	0,6729	0,0301	0,4509	0,0600	0,3911	1,1838	0,0024	3,994	4,372	6	2,00	1,78	32,45	0,1347	0,6958	0,1690	0,2470	24,70	0,99	1,24	960,38	958,67	2,16	3,08			
36	PVS-37	PVS-38	961,72	961,49	41,95	0,53	0	456	0,3010	0,6729	0,0301	0,4509	0,0600	0,3911	1,1838	0,0024	3,994	4,372	6	2,00	1,78	32,45	0,1347	0,6958	0,1690	0,2470	24,70	0,99	1,24	958,64	957,8	3,08	3,72			
37	PVS-38	PVS-39	961,49	960,59	52,23	1,72	0	456	0,3010	0,6729	0,0301	0,4509	0,0600	0,3911	1,1838	0,0024	3,994	4,372	6	2,00	1,78	32,45	0,1347	0,6958	0,1690	0,2470	24,70	0,99	1,24	957,77	956,73	3,72	3,89			
38	PVS-39	PVS-20	960,59	960,43	12,45	1,32	0	456	0,3010	0,6729	0,0301	0,4509	0,0600	0,3911	1,1838	0,0024	3,994	4,372	6	2,00	1,78	32,45	0,1347	0,6958	0,1690	0,2470	24,70	0,99	1,24	956,70	956,45	3,89	4,01			
43	PVS-43	PVS-45	994,87	991,16	35,43	10,47	54	54	0,0354	0,0797	0,0035	0,0534	0,0600	0,0990	0,1931	0,0024	4,308	0,558	6	10,40	4,06	74,01	0,00754	0,2923	0,0420	0,0610	6,10	0,93	1,19	993,67	989,99	1,20	1,20			
44	PVS-45	PVS-46	991,16	992,15	33,73	(2,92)	27	81	0,0531	0,1195	0,0053	0,0801	0,0600	0,1184	0,2596	0,0024	4,268	0,830	6	2,00	1,78	32,45	0,02556	0,4260	0,0750	0,1100	11,00	0,59	0,76	989,96	989,29	1,20	2,89			
53	PVS-54	PVS-46	999,37	992,15	65,17	11,09	41	41	0,0266	0,0605	0,0027	0,0405	0,0600	0,0892	0,1610	0,0024	4,331	0,426	6	11,50	4,27	77,82	0,00548	0,2668	0,0360	0,0530	5,30	0,88	1,14	998,17	990,68	1,20	1,50			
45	PVS-46	PVS-47	992,15	981,34	59,46	18,18	14	134	0,0885	0,1977	0,0089	0,1325	0,0600	0,1574	0,3902	0,0024	4,207	1,353	6	17,50	5,26	96,00	0,01409	0,3536	0,0570	0,0820	8,20	1,47	1,86	989,26	978,85	2,89	2,52			
54	PVS-55	PVS-56	989,49	986,42	37,00	8,30	54	54	0,0354	0,0797	0,0035	0,0534	0,0600	0,0990	0,1931	0,0024	4,308	0,558	6	8,30	3,62	66,11	0,00844	0,3045	0,0440	0,0650	6,50	0,86	1,10	988,29	985,22	1,20	1,23			
55	PVS-56	PVS-47	986,42	981,34	26,82	18,96	14	67	0,0443	0,0989	0,0044	0,0662	0,0600	0,1087	0,2251	0,0024	4,287	0,689	6	21,00	5,77	105,16	0,00656	0,2797	0,0400	0,0570	5,70	1,28	1,61	985,19	979,56	1,23	1,81			
56	PVS-57	PVS-47	985,15	981,34	65,47	5,82	67	67	0,0443	0,0989	0,0044	0,0662	0,0600	0,1087	0,2251	0,0024	4,287	0,689	6	7,75	3,50	63,89	0,01079	0,3282	0,0500	0,0730	7,30	0,90	1,15	983,80	978,72	1,35	2,65			
46	PVS-47	PVS-48	981,34	975,37	37,55	15,89	27	295	0,1948	0,4353	0,0195	0,2917	0,0600	0,2743	0,7870	0,0024	4,082	2,890	6	12,10	4,38	79,83	0,0362	0,4730	0,0890	0,1300	13,00	1,63	2,07	978,69	974,15	2,64	1,25			
47	PVS-48	PVS-49	975,37	970,83	35,95	12,63	0	295	0,1948	0,4353	0,0195	0,2917	0,0600	0,2743	0,7870	0,0024	4,082	2,890	6	12,40	4,43	80,81	0,03576	0,4707	0,0890	0,1290	12,90	1,65	2,09	974,12	969,66	1,25	1,20			
57	PVS-58	PVS-59	999,66	989,66	44,72	22,36	54	54	0,0354	0,0797	0,0035	0,0534	0,0600	0,0990	0,1931	0,0024	4,308	0,558	6	19,50	5,56	101,34	0,00551	0,2668	0,0360	0,0530	5,30	1,15	1,48	996,76	988,04	2,90	1,65			
58	PVS-59	PVS-60	989,66	982,01	73,08	10,47	54	108	0,0708	0,1594	0,0071	0,1068	0,0600	0,1379	0,3262	0,0024	4,234	1,098	6	10,40	4,06	74,01	0,01483	0,3618	0,0580	0,0850	8,50	1,15	1,47	988,01	980,41	1,65	1,63			
59	PVS-60	PVS-49	982,01	970,83	68,62	16,29	14	121	0,0797	0,1786	0,0080	0,1196	0,0600	0,1477	0,3582	0,0024	4,220	1,225	6	15,71	4,99	90,96	0,01347	0,3508	0,0560	0,0810	8,10	1,38	1,75	980,38	969,6	1,63	1,26			

No. Tramo	DE PV	A PV	Cotas Terreno		DH (m)	S% Terreno	Hab. Servir Fut.		Caudal Domiciliar		Q conexiones Illicitas		Q. Infiltracion	Caudal Sanitario total		FQM a Utilizar	Factor Harmond Futuro	q diseño (l/s) Futuro	Ø Tubo plg.	S (%) Tubo	Sección Llena		q/Q Futuro	v/V Futuro	d/D		Tirante (%) Futuro	v (m/s)		Cotas Invert		Prof. Pozo	
			Inicio	Final			Local	Acum.	Actual	Futuro	actual	futuro		actual	Futuro						V(m/s)	Q(lt/s)			Actual	Futuro		Actual	Futuro	SALIDA	ENTRADA	Inicio	Final
			48	PVS-49			PVS-50	970,83	964,18	72,24	9,21	14		429	0,2833						0,6331	0,0283			0,4242	0,0600		0,3717	1,1172	0,0024	4,008	4,126	6
60	PVS-61	PVS-62	980,82	972,31	61,87	13,75	54	54	0,0354	0,0797	0,0035	0,0534	0,0600	0,0990	0,1931	0,0024	4,308	0,558	6	18,00	5,34	97,36	0,00573	0,2701	0,0370	0,0540	5,40	1,13	1,44	979,62	968,48	1,20	3,86
61	PVS-62	PVS-63	972,31	964,45	74,00	10,63	54	108	0,0708	0,1594	0,0071	0,1068	0,0600	0,1379	0,3262	0,0024	4,234	1,098	6	7,08	3,35	61,06	0,01797	0,3831	0,0640	0,0930	9,30	1,01	1,28	968,45	963,21	3,86	1,27
62	PVS-63	PVS-50	964,45	964,18	15,66	1,70	0	108	0,0708	0,1594	0,0071	0,1068	0,0600	0,1379	0,3262	0,0024	4,234	1,098	6	3,00	2,18	39,75	0,02761	0,4357	0,0780	0,1140	11,40	0,75	0,95	963,18	962,71	1,27	1,50
49	PVS-50	PVS-51	964,18	960,85	44,48	7,49	0	536	0,3542	0,7910	0,0354	0,5300	0,0600	0,4496	1,3809	0,0024	3,959	5,092	6	9,00	3,77	68,85	0,07397	0,5852	0,1270	0,1840	18,40	1,76	2,21	962,68	958,68	1,50	2,20
63	PVS-64	PVS-65	992,82	986,16	55,40	12,02	81	81	0,0531	0,1195	0,0053	0,0801	0,0600	0,1184	0,2596	0,0024	4,268	0,830	6	10,16	4,01	73,15	0,01134	0,3310	0,0510	0,0740	7,40	1,04	1,33	990,62	984,99	2,20	1,20
64	PVS-66	PVS-65	991,59	986,16	66,97	8,10	54	54	0,0354	0,0797	0,0035	0,0534	0,0600	0,0990	0,1931	0,0024	4,308	0,558	6	6,18	3,13	57,05	0,00979	0,3165	0,0480	0,0690	6,90	0,78	0,99	989,09	984,95	2,50	1,24
65	PVS-65	PVS-67	986,16	983,40	34,44	8,02	27	161	0,1063	0,2376	0,0106	0,1592	0,0600	0,1769	0,4568	0,0024	4,181	1,616	6	10,00	3,98	72,57	0,02226	0,4087	0,0710	0,1030	10,30	1,28	1,63	984,92	981,48	1,24	1,95
66	PVS-67	PVS-68	983,40	969,00	57,47	25,05	81	241	0,1594	0,3556	0,0159	0,2383	0,0600	0,2353	0,6539	0,0024	4,117	2,382	6	24,50	6,23	113,59	0,02097	0,4012	0,0690	0,1000	10,00	1,97	2,50	981,45	967,37	1,95	1,66
67	PVS-68	PVS-69	969,00	960,68	51,85	16,04	27	268	0,1771	0,3955	0,0177	0,2650	0,0600	0,2548	0,7205	0,0024	4,099	2,636	6	15,50	4,95	90,35	0,02918	0,4429	0,0810	0,1170	11,70	1,74	2,19	967,34	959,3	1,66	1,41
68	PVS-69	PVS-51	960,68	960,85	25,85	(0,63)	0	268	0,1771	0,3955	0,0177	0,2650	0,0600	0,2548	0,7205	0,0024	4,099	2,636	6	2,70	2,07	37,71	0,06992	0,5755	0,1230	0,1790	17,90	0,94	1,19	959,27	958,57	1,41	2,31
50	PVS-51	PVS-117	960,85	955,30	59,46	9,33	0	803	0,5313	1,1850	0,0531	0,7939	0,0600	0,6444	2,0389	0,0024	3,859	7,438	6	8,58	3,68	67,22	0,11065	0,6575	0,1540	0,2240	22,40	1,94	2,42	958,54	953,44	2,31	1,89
116	PVS-117	PVS-52	955,30	948,74	75,74	8,66	0	803	0,5313	1,1850	0,0531	0,7939	0,0600	0,6444	2,0389	0,0024	3,859	7,438	6	8,00	3,56	64,91	0,11459	0,6644	0,1570	0,2280	22,80	1,89	2,36	953,41	947,35	1,89	1,42
51	PVS-52	PVS-118	948,74	948,14	58,20	1,03	0	803	0,5313	1,1850	0,0531	0,7939	0,0600	0,6444	2,0389	0,0024	3,859	7,438	6	2,50	1,99	36,28	0,20499	0,7860	0,2090	0,3070	30,70	1,26	1,56	947,32	945,87	1,42	2,30
117	PVS-118	PVS-53	948,14	947,38	56,81	1,34	0	803	0,5313	1,1850	0,0531	0,7939	0,0600	0,6444	2,0389	0,0024	3,859	7,438	6	2,50	1,99	36,28	0,20499	0,7860	0,2090	0,3070	30,70	1,26	1,56	945,84	944,42	2,30	2,99
52	PVS-53	PVS-23	947,38	945,47	69,79	2,74	0	803	0,5313	1,1850	0,0531	0,7939	0,0600	0,6444	2,0389	0,0024	3,859	7,438	6	3,00	2,18	39,75	0,18713	0,7661	0,2000	0,2930	29,30	1,34	1,67	944,39	942,3	2,99	3,20
28	PVS-29	PVS-30	1029,01	1019,39	37,64	25,56	54	54	0,0354	0,0797	0,0035	0,0534	0,0600	0,0990	0,1931	0,0024	4,308	0,558	6	25,00	6,29	114,74	0,00487	0,2569	0,0340	0,0500	5,00	1,26	1,62	1027,51	1018,1	1,50	1,32
29	PVS-30	PVS-31	1019,39	1008,31	48,91	22,65	14	67	0,0443	0,0989	0,0044	0,0662	0,0600	0,1087	0,2251	0,0024	4,287	0,689	6	22,50	5,97	108,85	0,00633	0,2765	0,0390	0,0560	5,60	1,30	1,65	1018,07	1007,07	1,32	1,27
30	PVS-31	PVS-13	1008,31	1007,24	48,56	2,20	27	94	0,0620	0,1387	0,0062	0,0929	0,0600	0,1282	0,2917	0,0024	4,251	0,959	6	2,00	1,78	32,45	0,02955	0,4453	0,0810	0,1180	11,80	0,62	0,79	1007,04	1006,07	1,27	1,20

RAMAL "2"		No. Tramo	DE PV	A PV	Cotas Terreno		DH (m)	S% Terreno	Hab. Servir Fut.		Caudal Domiciliar		Q conexiones Illicitas		Q. Infiltracion	Caudal Sanitario total		FQM a Utilizar	Factor Harmond Futuro	q diseño (l/s) Futuro	Ø Tubo plg.	S (%) Tubo	Sección Llena		q/Q Futuro	v/V Futuro	d/D		Tirante (%) Futuro	v (m/s)		Cotas Invert		Prof. Pozo	
Inicio	Final				Local	Acum.			Actual	Futuro	actual	futuro	actual	Futuro		V(m/s)	Q(lt/s)						Actual	Futuro			Actual	Futuro		SALIDA	ENTRADA	Inicio	Final		
72	PVS-73	PVS-74	1055,17	1045,23	56,39	17,63	134	134	0,09	0,20	0,01	0,13	0,06	0,16	0,39	0,0021	4,207	1,18	6	16,10	5,05	92,08	0,01286	0,345215	0,0540	0,0790	7,90	1,36	1,74	1053,17	1044,09	2,00	1,17		
73	PVS-74	PVS-75	1045,23	1038,79	40,75	15,80	0	134	0,09	0,20	0,01	0,13	0,06	0,16	0,39	0,0021	4,207	1,18	6	15,00	4,87	88,88	0,01332	0,348007	0,0550	0,0800	8,00	1,33	1,70	1043,73	1037,61	1,50	1,21		
74	PVS-75	PVS-76	1038,79	1025,87	49,58	26,06	14	148	0,10	0,22	0,01	0,15	0,06	0,17	0,42	0,0020	4,193	1,24	6	25,40	6,34	115,66	0,01073	0,325255	0,0500	0,0720	7,20	1,63	2,06	1037,29	1024,70	1,50	1,20		
75	PVS-76	PVS-77	1025,87	1021,09	27,58	17,34	27	174	0,12	0,26	0,01	0,17	0,06	0,19	0,49	0,0020	4,169	1,45	6	17,26	5,23	95,34	0,01522	0,364475	0,0590	0,0860	8,60	1,49	1,90	1024,67	1019,91	1,20	1,21		
76	PVS-77	PVS-78	1021,09	1011,72	79,06	11,85	0	174	0,12	0,26	0,01	0,17	0,06	0,19	0,49	0,0020	4,169	1,45	6	10,60	4,10	74,71	0,01942	0,390908	0,0660	0,0960	9,60	1,26	1,60	1018,89	1010,51	2,20	1,24		
77	PVS-78	PVS-79	1011,72	1004,22	45,82	16,37	27	201	0,13	0,30	0,01	0,20	0,06	0,21	0,56	0,0020	4,147	1,67	6	16,37	5,09	92,85	0,01796	0,383103	0,0640	0,0930	9,30	1,53	1,95	1010,48	1002,98	1,24	1,27		
78	PVS-79	PVS-80	1004,22	998,48	45,19	12,71	0	201	0,13	0,30	0,01	0,20	0,06	0,21	0,56	0,0020	4,147	1,67	6	12,60	4,47	81,46	0,02047	0,398611	0,0680	0,0990	9,90	1,40	1,78	1002,95	997,26	1,27	1,25		
79	PVS-80	PVS-81	998,48	989,70	72,80	12,06	54	255	0,17	0,38	0,02	0,25	0,06	0,25	0,69	0,0020	4,108	2,09	6	12,00	4,36	79,50	0,02635	0,428476	0,0770	0,1110	11,10	1,48	1,87	997,23	988,49	1,25	1,24		
88	PVS-90	PVS-81	989,92	989,70	39,43	0,57	67	67	0,04	0,10	0,00	0,07	0,06	0,11	0,23	0,0025	4,287	0,72	6	3,00	2,18	39,75	0,01807	0,383103	0,0640	0,0930	9,30	0,66	0,83	988,72	987,54	1,20	2,19		
80	PVS-81	PVS-82	989,70	982,07	72,89	10,46	27	348	0,23	0,51	0,02	0,34	0,06	0,31	0,92	0,0020	4,050	2,82	6	11,50	4,27	77,82	0,03622	0,473014	0,0900	0,1300	13,00	1,60	2,02	987,51	979,13	2,19	2,97		
89	PVS-91	PVS-92	991,17	989,57	55,50	2,89	41	41	0,03	0,06	0,00	0,04	0,06	0,09	0,16	0,0030	4,331	0,53	6	3,00	2,18	39,75	0,0134	0,350786	0,0550	0,0810	8,10	0,60	0,76	989,97	988,3				

No. Tramo	DE PV	A PV	Cotas Terreno		DH (m)	S% Terreno	Hab. Servir Fut.		Caudal Domiciliar		Q conexiones ilicitas		Q. Infiltracion	Caudal Sanitario total		FQM a Utilizar	Factor Harmond Futuro	q diseño (l/s) Futuro	Ø Tubo plg.	S (%) Tubo	Sección Llena		q/Q Futuro	v/V Futuro	d/D		Tirante (%) Futuro	v (m/s)		Cotas Invert		Prof. Pozo	
			Inicio	Final			Local	Acum.	Actual	Futuro	actual	futuro		actual	Futuro						V(m/s)	Q(lt/s)			Actual	Futuro		Actual	Futuro	SALIDA	ENTRADA	Inicio	Final
			91	PVS-93			PVS-94	981,96	981,80	5,93	2,77	0		134	0,09						0,20	0,01			0,13	0,06		0,16	0,39	0,0021	4,207	1,18	6
92	PVS-94	PVS-95	981,80	981,61	15,66	1,21	0	134	0,09	0,20	0,01	0,13	0,06	0,16	0,39	0,0021	4,207	1,18	6	2,00	1,78	32,45	0,03647	0,473014	0,0890	0,1300	13,00	0,66	0,84	980,51	980,20	1,29	1,44
93	PVS-95	PVS-96	981,61	981,65	7,32	(0,55)	0	134	0,09	0,20	0,01	0,13	0,06	0,16	0,39	0,0021	4,207	1,18	6	2,00	1,78	32,45	0,03647	0,473014	0,0890	0,1300	13,00	0,66	0,84	980,17	980,02	1,44	1,66
94	PVS-96	PVS-97	981,65	982,07	45,15	(0,94)	54	188	0,12	0,28	0,01	0,19	0,06	0,20	0,52	0,0020	4,158	1,56	6	2,00	1,78	32,45	0,04817	0,514669	0,1020	0,1490	14,90	0,72	0,92	979,99	979,09	1,66	3,01
100	PVS-102	PVS-82	984,14	982,07	78,45	2,63	67	375	0,25	0,55	0,02	0,37	0,06	0,33	0,98	0,0020	4,035	3,03	6	3,00	2,18	39,75	0,07614	0,590864	0,1280	0,1870	18,70	1,02	1,29	982,89	980,54	1,25	1,56
81	PVS-82	PVS-83	982,07	979,42	70,85	3,75	0	911	0,60	1,34	0,06	0,90	0,08	0,74	2,33	0,0020	3,826	6,97	8	3,50	2,85	92,46	0,07539	0,587063	0,1280	0,1850	24,67	1,34	1,67	979,06	976,58	3,01	2,87
82	PVS-83	PVS-84	979,42	978,79	13,30	4,71	41	951	0,63	1,40	0,06	0,94	0,08	0,77	2,42	0,0020	3,814	7,25	8	10,30	4,89	158,61	0,04573	0,506117	0,1010	0,1450	19,33	1,97	2,48	975,92	974,55	3,50	4,27
112	PVS-114	PVS-84	980,64	978,79	45,90	4,03	67	67	0,04	0,10	0,00	0,07	0,06	0,11	0,23	0,0025	4,287	0,72	6	6,00	3,08	56,21	0,01278	0,345215	0,0540	0,0790	7,90	0,83	1,06	979,44	976,69	1,20	2,13
83	PVS-84	PVS-85	978,79	971,96	32,00	21,33	0	1018	0,67	1,50	0,07	1,01	0,10	0,84	2,61	0,0020	3,795	7,73	10	12,00	6,13	310,41	0,02489	0,421146	0,0760	0,1080	18,00	2,06	2,58	974,52	970,68	4,27	1,31
84	PVS-85	PVS-86	971,96	968,91	33,86	9,02	0	1018	0,67	1,50	0,07	1,01	0,10	0,84	2,61	0,0020	3,795	7,73	10	10,00	5,59	283,37	0,02727	0,433316	0,0790	0,1130	18,83	1,93	2,42	969,96	966,58	2,00	2,36
85	PVS-86	PVS-87	968,91	961,34	43,75	17,30	0	1018	0,67	1,50	0,07	1,01	0,10	0,84	2,61	0,0020	3,795	7,73	10	12,00	6,13	310,41	0,02489	0,421146	0,0760	0,1080	18,00	2,06	2,58	965,41	960,16	3,50	1,21
111	PVS-113	PVS-87	965,08	961,34	45,00	8,31	14	415	0,27	0,61	0,03	0,41	0,06	0,36	1,08	0,0020	4,015	3,33	6	9,00	3,77	68,85	0,0484	0,514669	0,1030	0,1490	14,90	1,54	1,94	963,88	959,83	1,20	1,54
86	PVS-87	PVS-88	961,34	959,03	31,00	7,45	0	1432	0,95	2,11	0,09	1,42	0,10	1,14	3,63	0,0020	3,694	10,58	10	8,60	5,19	262,78	0,04026	0,486457	0,0950	0,1360	22,67	2,01	2,52	959,80	957,13	1,54	1,93
87	PVS-88	PVS-89	959,03	953,28	93,40	6,16	0	1432	0,95	2,11	0,09	1,42	0,10	1,14	3,63	0,0020	3,694	10,58	10	5,40	4,11	208,23	0,05081	0,523112	0,1070	0,1530	25,50	1,72	2,15	957,10	952,06	1,93	1,22
96	PVS-98	PVS-99	992,86	993,35	22,86	(2,14)	54	54	0,04	0,08	0,00	0,05	0,06	0,10	0,19	0,0027	4,308	0,63	6	3,98	2,51	45,78	0,01372	0,350786	0,0560	0,0810	8,10	0,69	0,88	991,66	990,75	1,20	2,63
97	PVS-99	PVS-100	993,35	993,54	98,56	(0,20)	54	108	0,07	0,16	0,01	0,11	0,06	0,14	0,33	0,0022	4,234	1,01	6	2,00	1,78	32,45	0,031	0,449964	0,0820	0,1200	12,00	0,63	0,80	990,72	988,75	2,63	4,82
98	PVS-100	PVS-101	993,54	987,81	91,20	6,28	94	201	0,13	0,30	0,01	0,20	0,06	0,21	0,56	0,0020	4,147	1,67	6	3,00	2,18	39,75	0,04194	0,493076	0,0960	0,1390	13,90	0,85	1,07	988,72	985,98	4,82	1,86
101	PVS-103	PVS-101	989,42	987,81	62,40	2,57	54	54	0,04	0,08	0,00	0,05	0,06	0,10	0,19	0,0027	4,308	0,63	6	3,00	2,18	39,75	0,0158	0,367173	0,0600	0,0870	8,70	0,63	0,80	988,22	986,35	1,20	1,49
99	PVS-101	PVS-102	987,81	984,14	72,20	5,09	54	308	0,20	0,45	0,02	0,30	0,06	0,28	0,82	0,0020	4,074	2,51	6	4,20	2,58	47,03	0,05336	0,529374	0,1080	0,1560	15,60	1,09	1,36	985,95	982,92	1,86	1,25
102	PVS-104	PVS-105	986,87	983,84	26,10	11,62	54	54	0,04	0,08	0,00	0,05	0,06	0,10	0,19	0,0027	4,308	0,63	6	5,75	3,02	55,03	0,01141	0,3339	0,0510	0,0750	7,50	0,79	1,01	984,17	982,67	2,70	1,20
103	PVS-105	PVS-106	983,84	983,73	32,40	0,34	54	108	0,07	0,16	0,01	0,11	0,06	0,14	0,33	0,0022	4,234	1,01	6	2,00	1,78	32,45	0,031	0,449964	0,0820	0,1200	12,00	0,63	0,80	982,64	981,99	1,20	1,77
104	PVS-106	PVS-107	983,73	984,02	31,50	(0,91)	27	134	0,09	0,20	0,01	0,13	0,06	0,16	0,39	0,0021	4,207	1,18	6	2,00	1,78	32,45	0,03647	0,473014	0,0890	0,1300	13,00	0,66	0,84	981,96	981,33	1,77	2,72
105	PVS-107	PVS-108	984,02	984,29	38,96	(0,71)	0	134	0,09	0,20	0,01	0,13	0,06	0,16	0,39	0,0021	4,207	1,18	6	2,00	1,78	32,45	0,03647	0,473014	0,0890	0,1300	13,00	0,66	0,84	981,30	980,52	2,72	3,80
106	PVS-108	PVS-109	984,29	980,26	47,15	8,56	54	188	0,12	0,28	0,01	0,19	0,06	0,20	0,52	0,0020	4,158	1,56	6	6,40	3,18	58,06	0,02693	0,430901	0,0770	0,1120	11,20	1,08	1,37	980,49	977,47	3,80	2,82
107	PVS-109	PVS-110	980,26	975,09	29,45	17,54	27	215	0,14	0,32	0,01	0,21	0,06	0,22	0,59	0,0020	4,136	1,78	6	12,00	4,36	79,50	0,02237	0,40873	0,0710	0,1030	10,30	1,40	1,78	977,44	973,91	2,82	1,21
113	PVS-115	PVS-116	980,23	978,60	35,16	4,64	54	54	0,04	0,08	0,00	0,05	0,06	0,10	0,19	0,0027	4,308	0,63	6	4,56	2,69	49,00	0,01282	0,345215	0,0540	0,0790	7,90	0,73	0,93	979,03	977,43	1,20	1,20
114	PVS-116	PVS-110	978,60	975,09	73,56	4,77	41	94	0,06	0,14	0,01	0,09	0,06	0,13	0,29	0,0023	4,251	0,92	6	4,72	2,73	49,86	0,01843	0,385717	0,0640	0,0940	9,40	0,82	1,05	977,40	973,93	1,20	1,19
108	PVS-110	PVS-111	975,09	972,05	40,90	7,43	0	308	0,20	0,45	0,02	0,30	0,06	0,28	0,82	0,0020	4,074	2,51	6	5,28	2,89	52,73	0,04759	0,512541	0,1020	0,1480	14,80	1,17	1,48	972,97	970,81	2,12	1,27
109	PVS-111	PVS-112	972,05	966,74	51,73	10,27	54	362	0,24	0,53	0,02	0,36	0,06	0,32	0,95	0,0020	4,042	2,93	6	7,13	3,36	61,28	0,04776	0,512541	0,1020	0,1480	14,80	1,36	1,72	969,25	965,56	2,80	1,21
110	PVS-112	PVS-113	966,74	965,08	43,85	3,79	41	402	0,27	0,59	0,03	0,40	0,06	0,35	1,05	0,0020	4,021	3,23	6	3,70	2,42	44,14	0,07324	0,58324	0,1260	0,1830	18,30	1,12	1,41	965,53	963,91	1,21	1,20
111	PVS-113	PVS-87	965,08	961,34	45,00	8,31	14	415	0,27	0,61	0,03	0,41	0,06	0,36	1,08	0,0020	4,015	3,33	6	9,00	3,77	68,85	0,0484	0,514669	0,1030	0,1490	14,90	1,54	1,94	963,88	959,83	1,20	1,54

Apéndice 5. **Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Paquip**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.



NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO TUBERIA EN PULGADA
%	PENDIENTE DE TUBERIA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
⌈	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⌊	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊙	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊞	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
×	PUNTO TOPOGRÁFICO
×1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFÍA)
1022.001	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFÍA)
□	FOSA SÉPTICA
■	PAVIMENTO A RETIRAR

PLANTA GENERAL RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

ESCALA 1/1500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	ESCALA: INDICADA FECHA: 10/2019
CONTENIDO: PLANTA GENERAL RED DE DRENAJE SANITARIO	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ
	CÁLCULO: ELMER COJ	HOJA: 1 / 33
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	
	FIRMA	



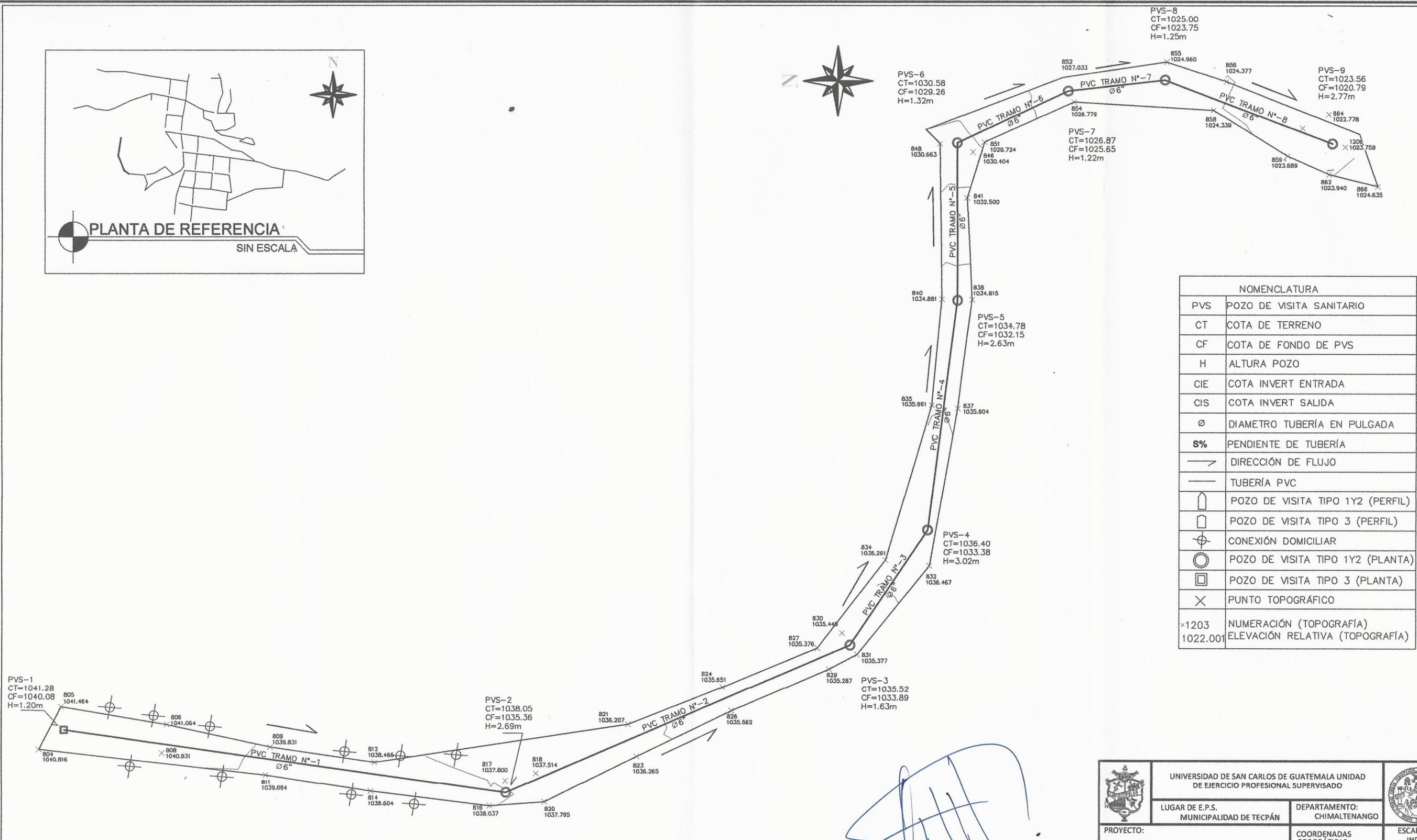
NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
∅	DIAMETRO TUBERÍA EN PULGADA
S%	PENDIENTE DE TUBERÍA
↗	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA PVC
⌈	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⌊	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊙	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊠	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
×	PUNTO TOPOGRÁFICO
×1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFÍA)
1022.001	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFÍA)

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDAS Y CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1/1500

Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos de Guatemala

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	ESCALA: INDICADA FECHA: 10/2019	
CONTENIDO: PLANO DE DENSIDAD DE VIVIENDAS Y CURVAS DE NIVEL	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	HOJA 2 / 33	
			FIRMA



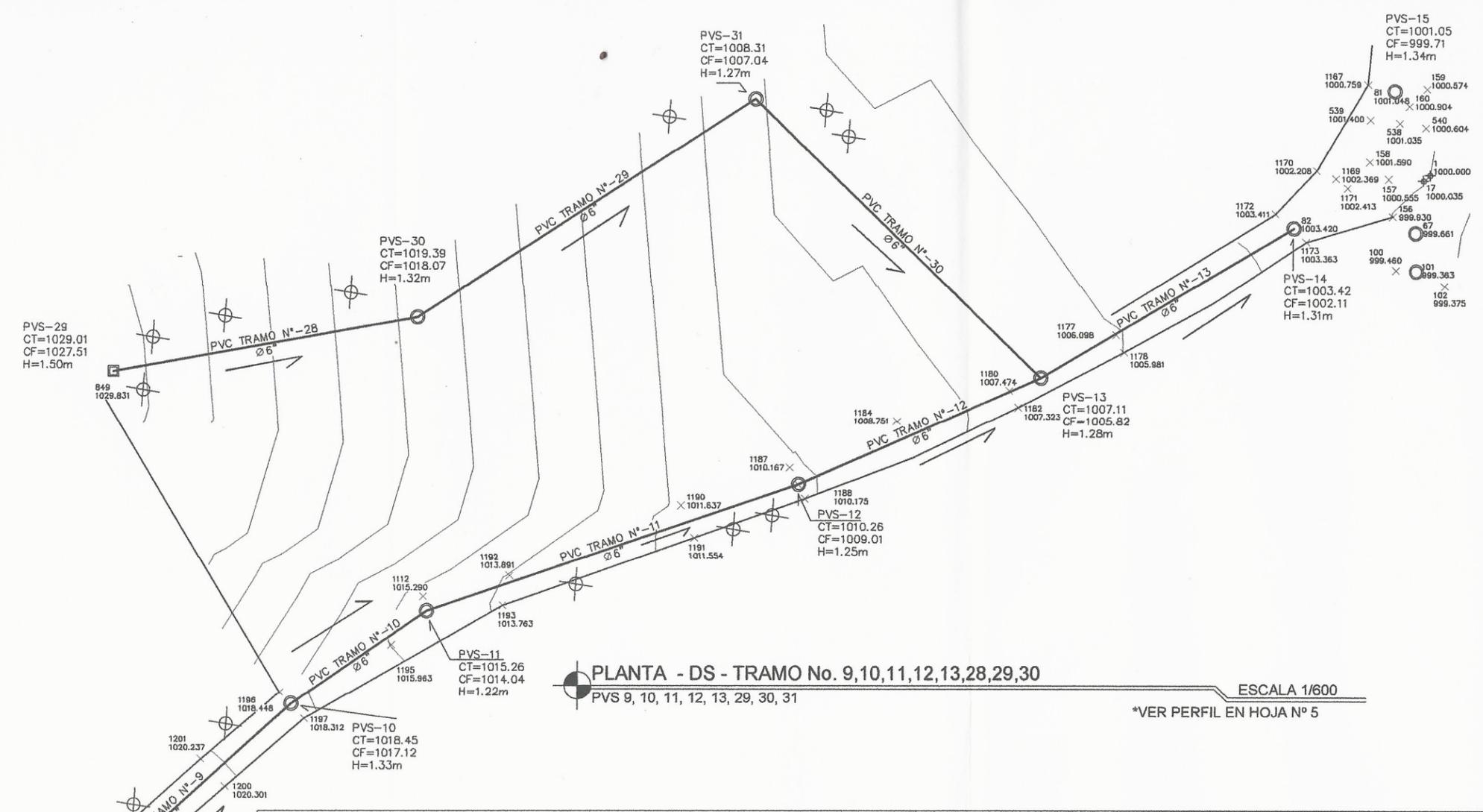
NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO TUBERÍA EN PULGADA
S%	PENDIENTE DE TUBERÍA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA PVC
⌋	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⌋	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊙	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊙	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
×	PUNTO TOPOGRÁFICO
×1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFÍA)
1022.001	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFÍA)

PLANTA - DS - TRAMO No. 1,2,3,4,5,6,7,8
 PVS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
 ESCALA 1/600

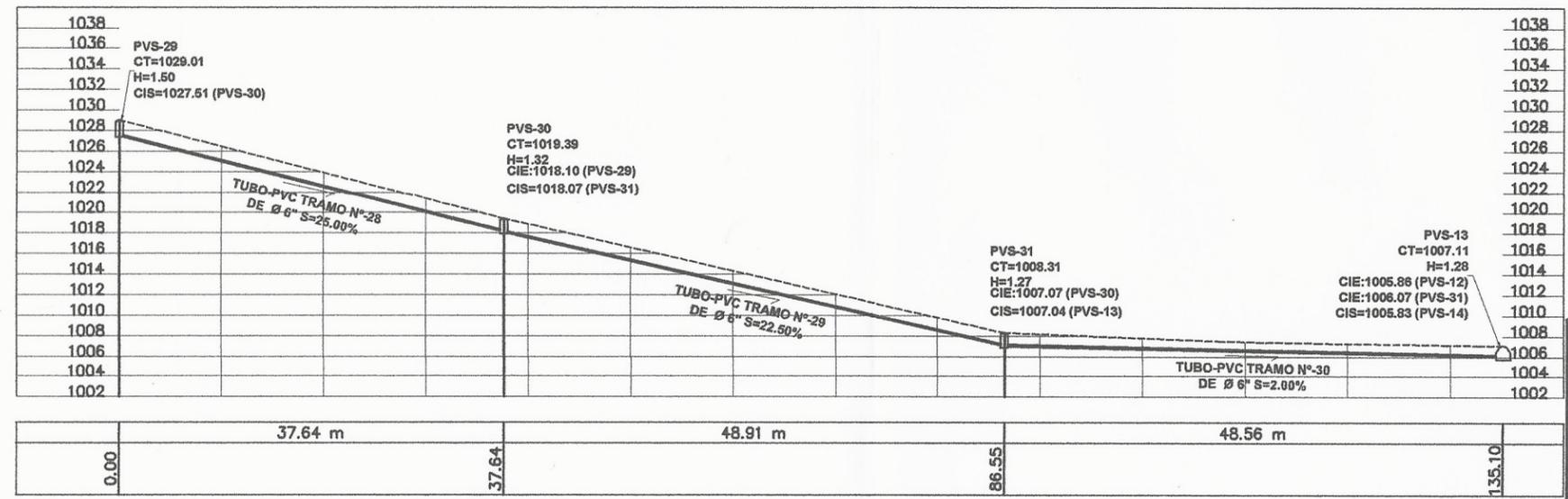
*VER PERFIL EN HOJA N° 5

Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/2019
CONTENIDO: PLANTA TRAMOS No. 1,2,3,4,5,6,7,8	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	
		FIRMA	



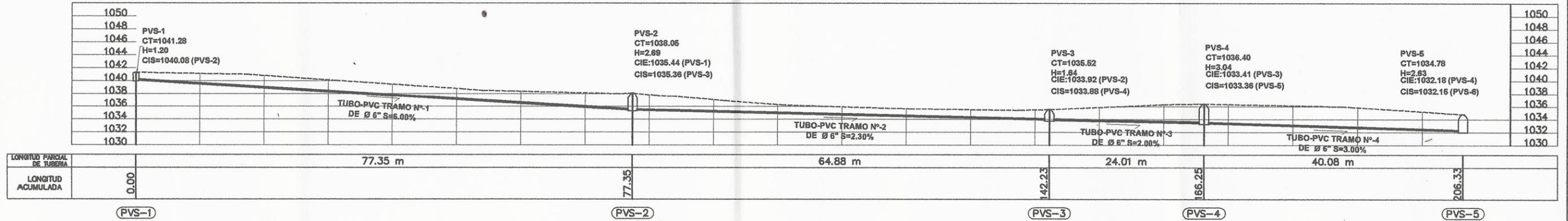
PLANTA - DS - TRAMO No. 9,10,11,12,13,28,29,30
 PVS 9, 10, 11, 12, 13, 29, 30, 31
 ESCALA 1/600
 *VER PERFIL EN HOJA N° 5



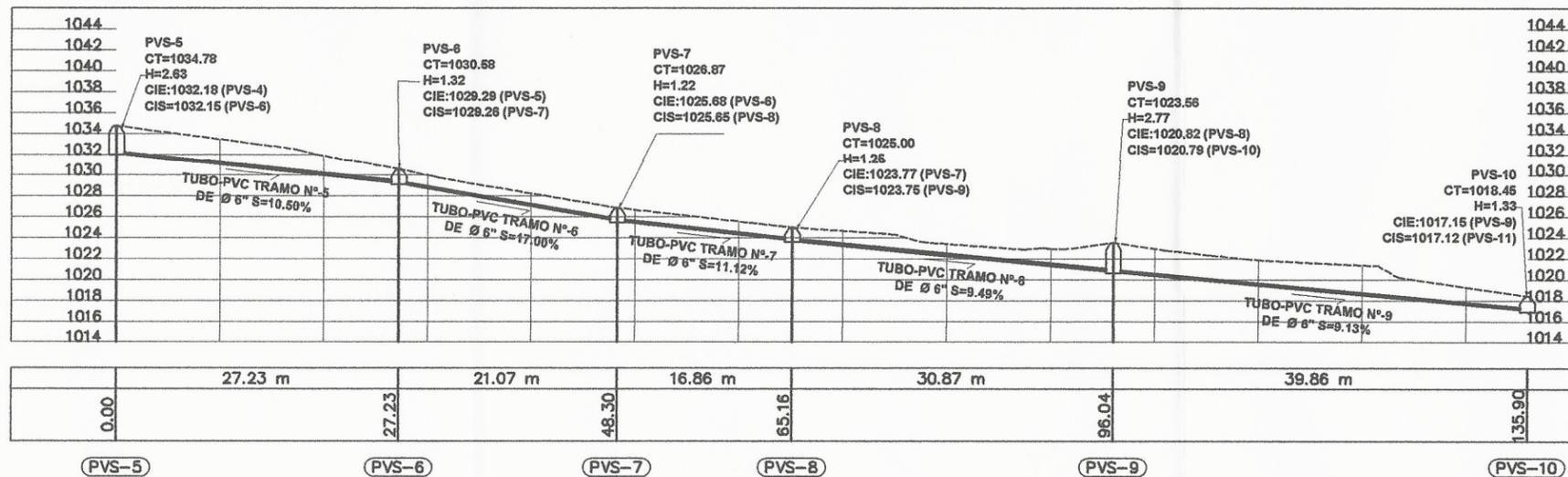
PERFIL - DS - TRAMO No. 28, 29, 30
 PVS 29, 30, 31, 13
 ESCALA 1/500

Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

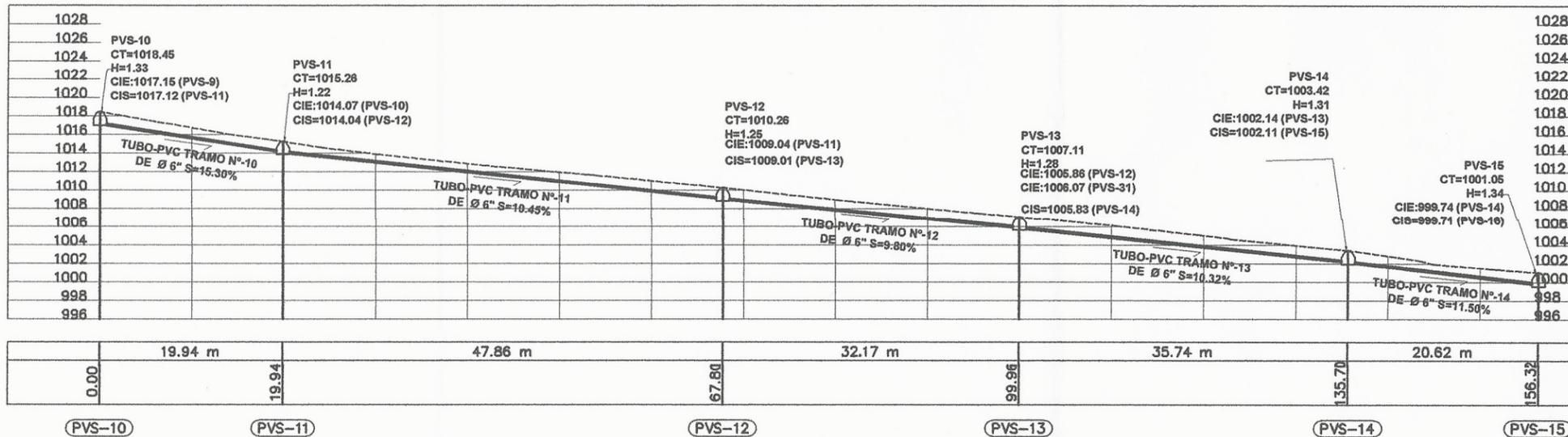
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA	ESCALA: INDICADA
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O		FECHA: 10/ 2019	
CONTENIDO: PLANTA TRAMOS No. 9, 10, 11, 12, 13, 29, 30, PERFIL 28, 29, 30	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	
		FIRMA	



PERFIL - DS - TRAMO No. 1, 2, 3, 4
PVS 1, 2, 3, 4, 5
ESCALA 1/500
*VER PLANTA EN HOJA N° 3



PERFIL - DS - TRAMO No. 5, 6, 7, 8, 9
PVS 5, 6, 7, 8, 9, 10
ESCALA 1/500
*VER PLANTA EN HOJA N° 3

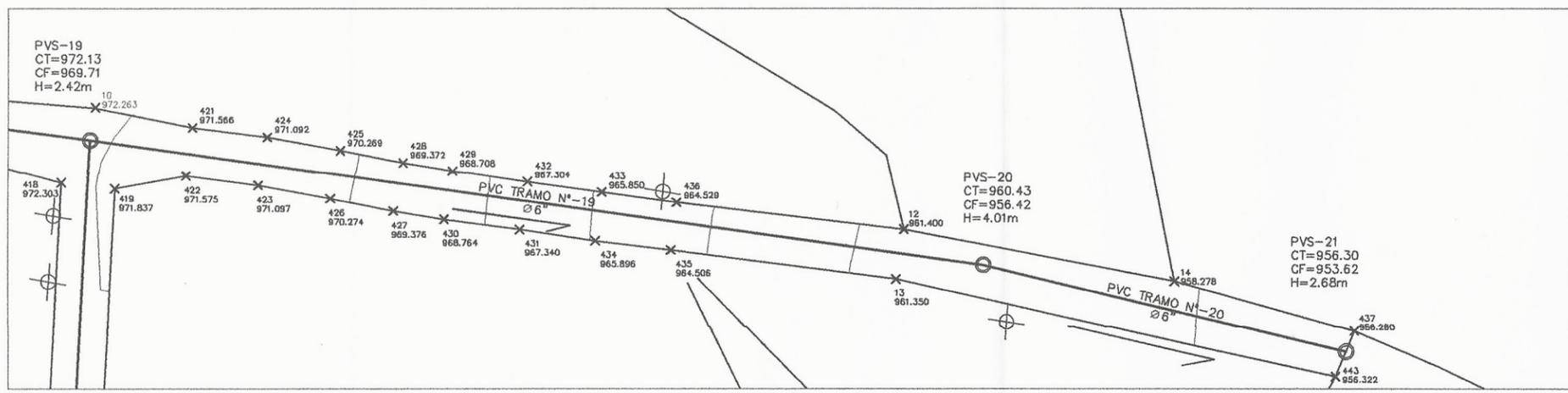
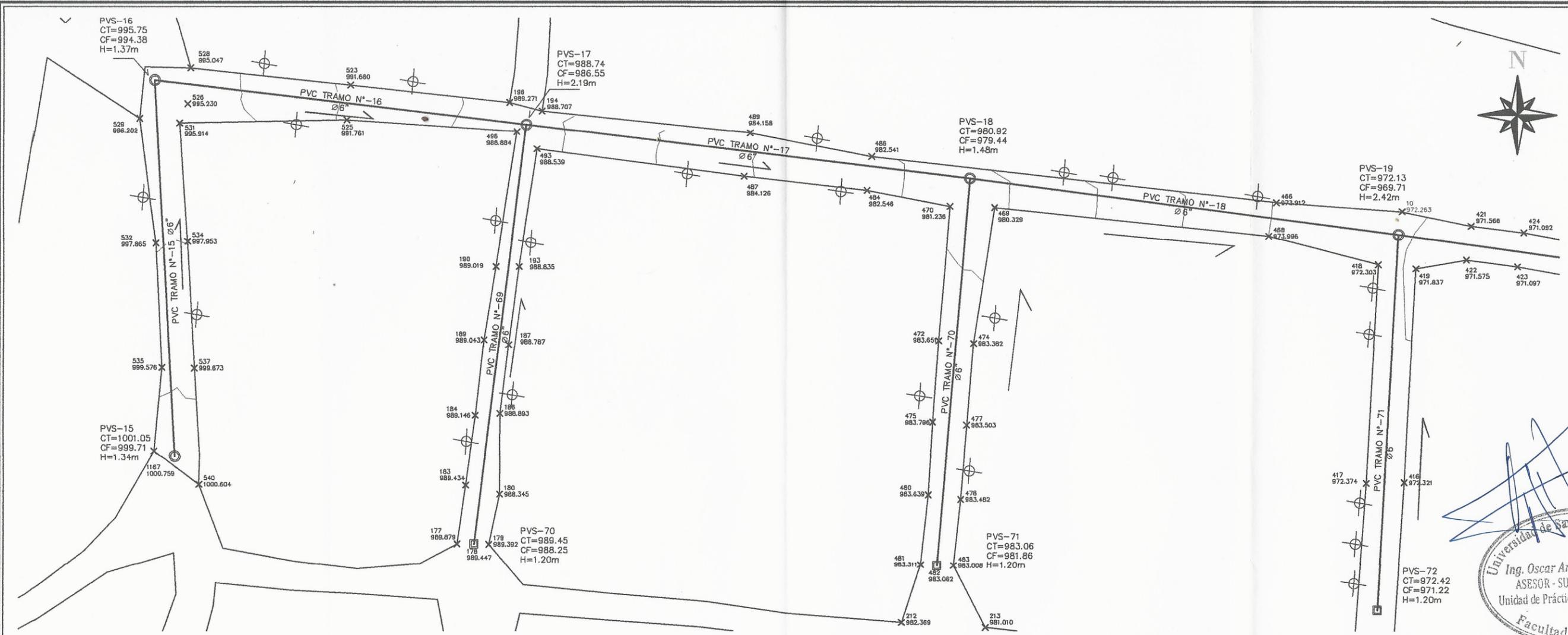


PERFIL - DS - TRAMO No. 10, 11, 12, 13, 14
PVS 10, 11, 12, 13, 14, 15
ESCALA 1/500
*VER PLANTA EN HOJA N° 4

NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO TUBERÍA EN PULGADA
S%	PENDIENTE DE TUBERÍA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA PVC
⊕	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⊖	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊖	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊖	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
×	PUNTO TOPOGRÁFICO
×1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFÍA)
1022.001	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFÍA)

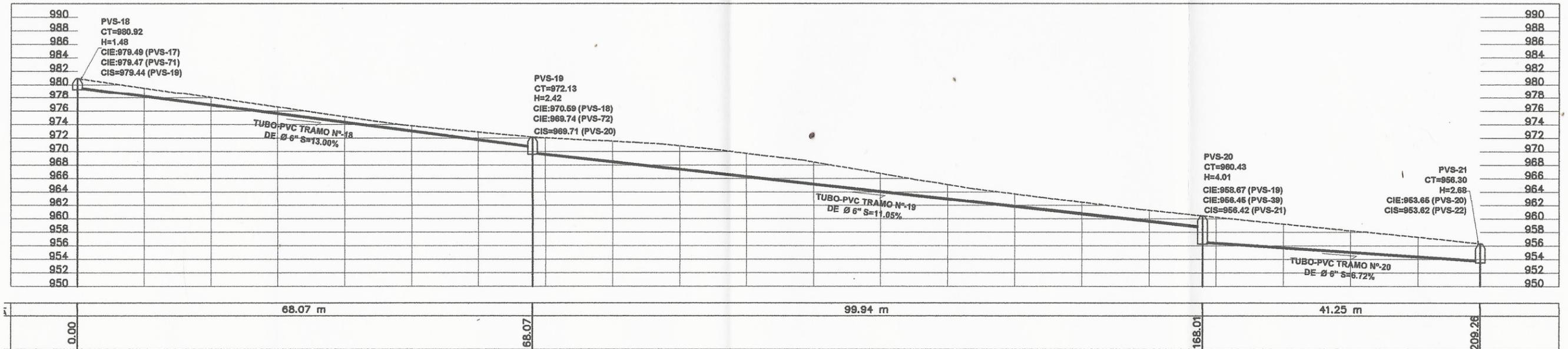
Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: PERFIL TRAMOS No.1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14,		FECHA: 10/2019	
DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ	HOJA: 5/33
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ		
FIRMA			

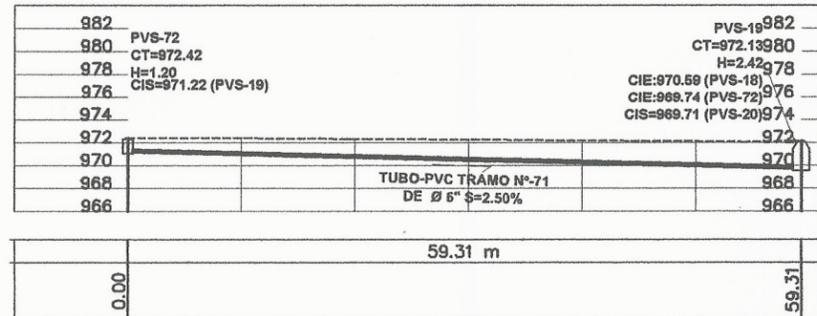


PLANTA - DS - TRAMO No. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 69, 70, 71
 PVS 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 70, 71, 72, ESCALA 1/600
 *VER PERFIL EN HOJA N° 7 Y N° 8

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		ESCALA: INDICADA FECHA: 10/ 2019	
CONTENIDO: PLANTA TRAMOS No. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 69, 70, 71	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ FIRMA	



PERFIL - DS - TRAMO No. 18, 19, 20
 PVS 18, 19, 20, 21
 ESCALA 1/500



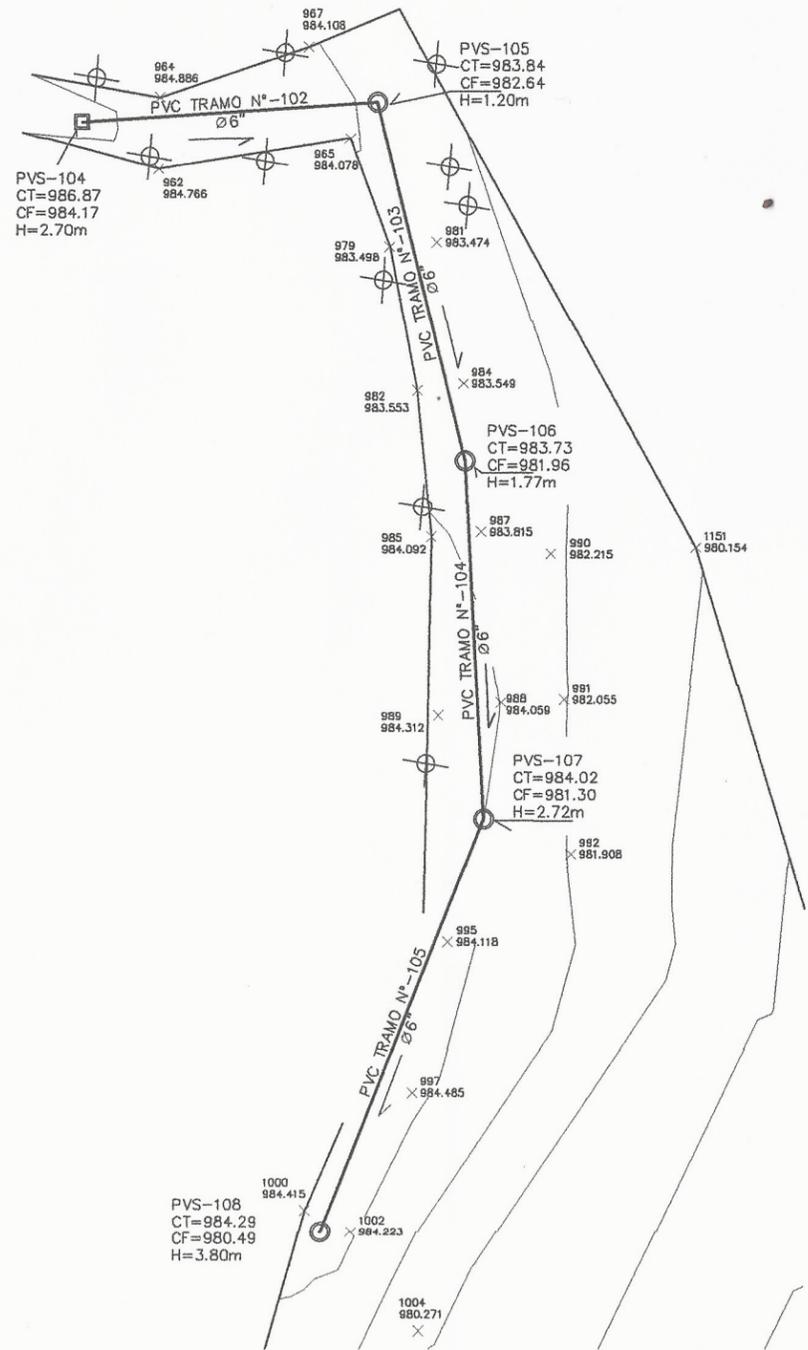
PERFIL - DS - TRAMO No. 71
 PVS 72, 19
 ESCALA 1/500

*VER PLANTA EN HOJA N° 6

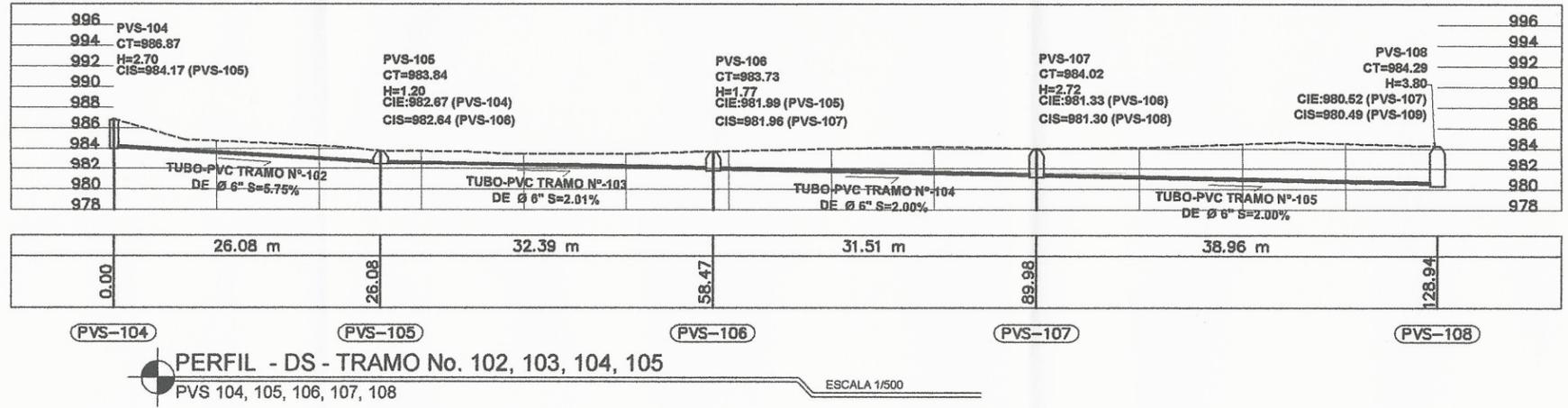
NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO TUBERÍA EN PULGADA
S%	PENDIENTE DE TUBERÍA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA PVC
⌋	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⌋	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊙	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊙	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
×	PUNTO TOPOGRÁFICO
×1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFÍA)
1022.00	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFÍA)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: PERFIL TRAMOS No.18, 19, 20, 71		FECHA: 10/2019	
DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ	HOJA: 8/33
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ		
			FIRMA



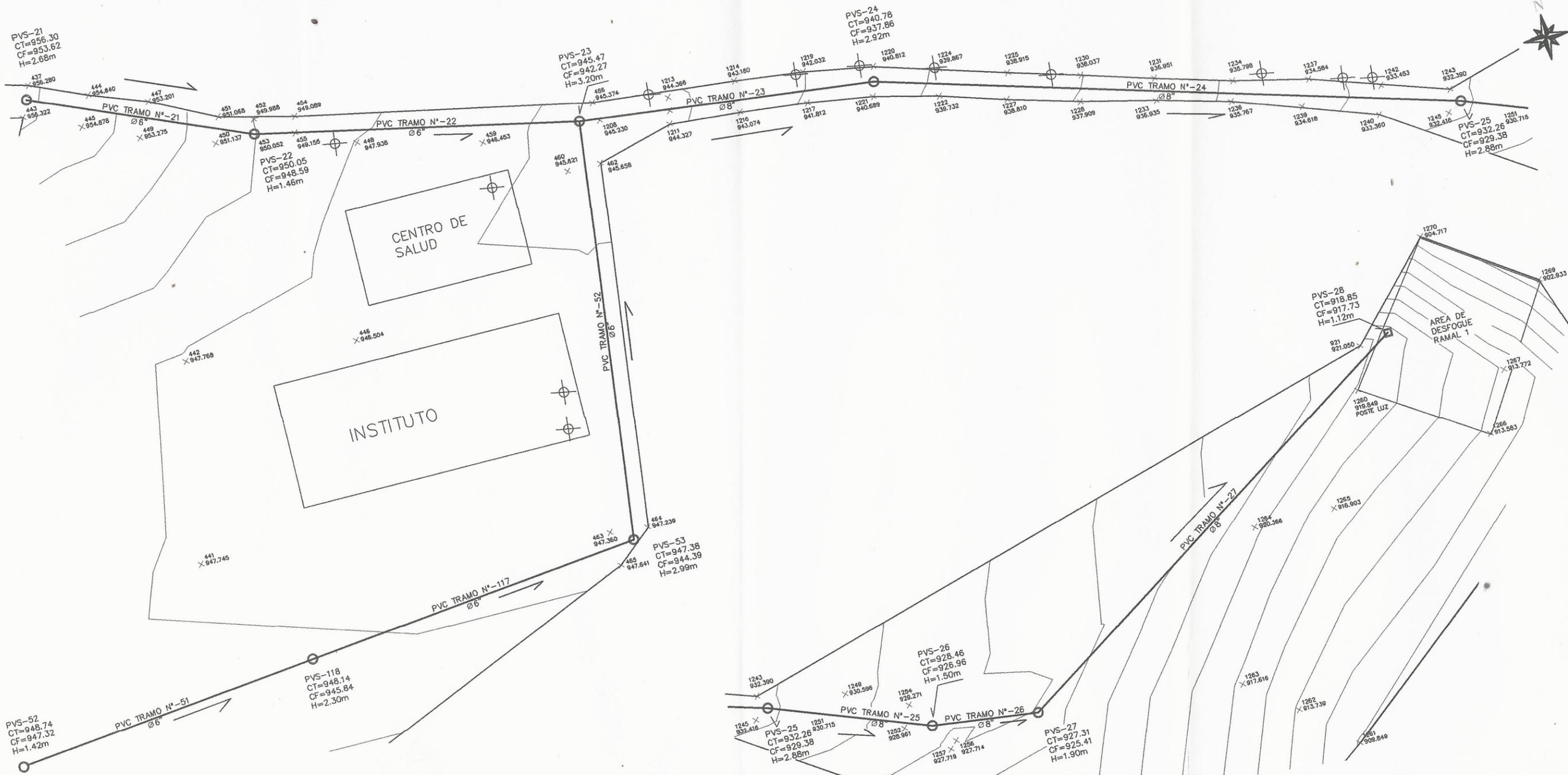
PLANTA - DS - TRAMO No. 102, 103, 104, 105
PVS 104, 106, 107, 108
ESCALA 1/600



PERFIL - DS - TRAMO No. 102, 103, 104, 105
PVS 104, 105, 106, 107, 108
ESCALA 1/500

Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/2019
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL TRAMOS No. 102, 103, 104, 105	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ		
			FIRMA



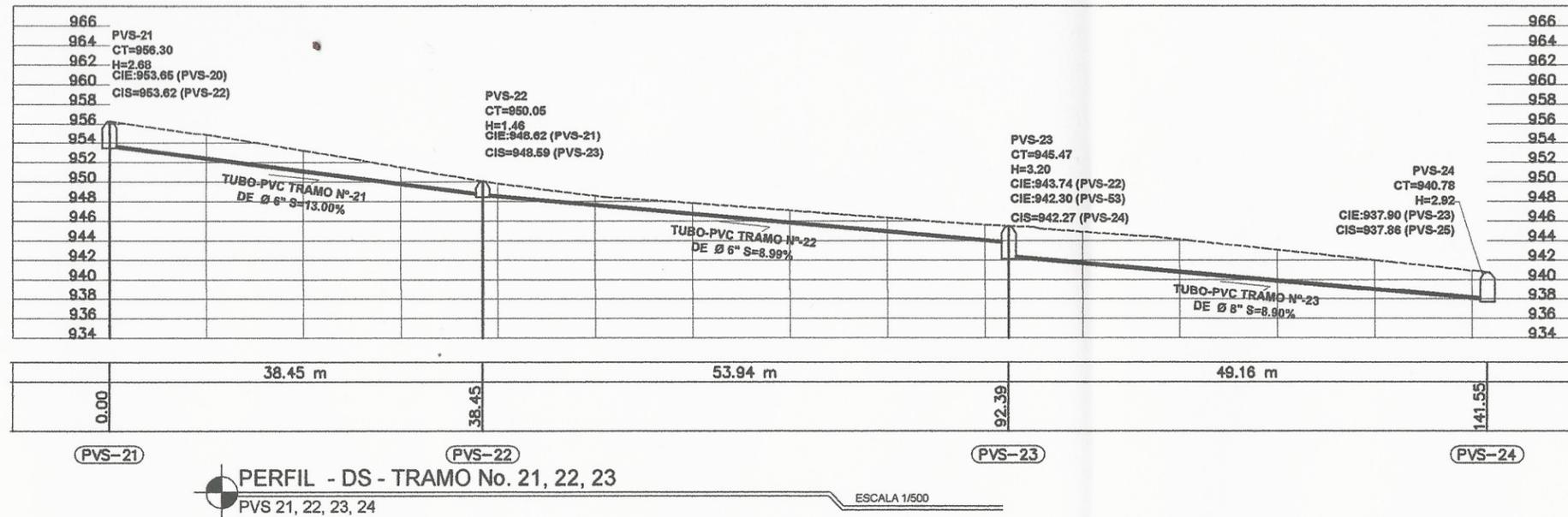
PLANTA - DS - TRAMO No. 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 51, 52, 117
 PVS 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 52, 53, 118

ESCALA 1/600

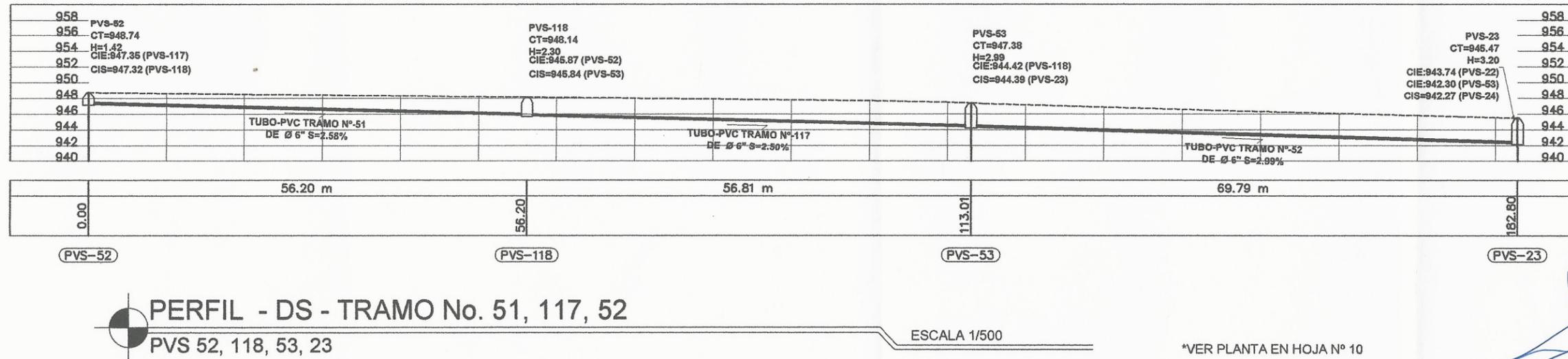
*VER PERFIL EN HOJA N° 11 Y N° 12

[Handwritten Signature]
 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

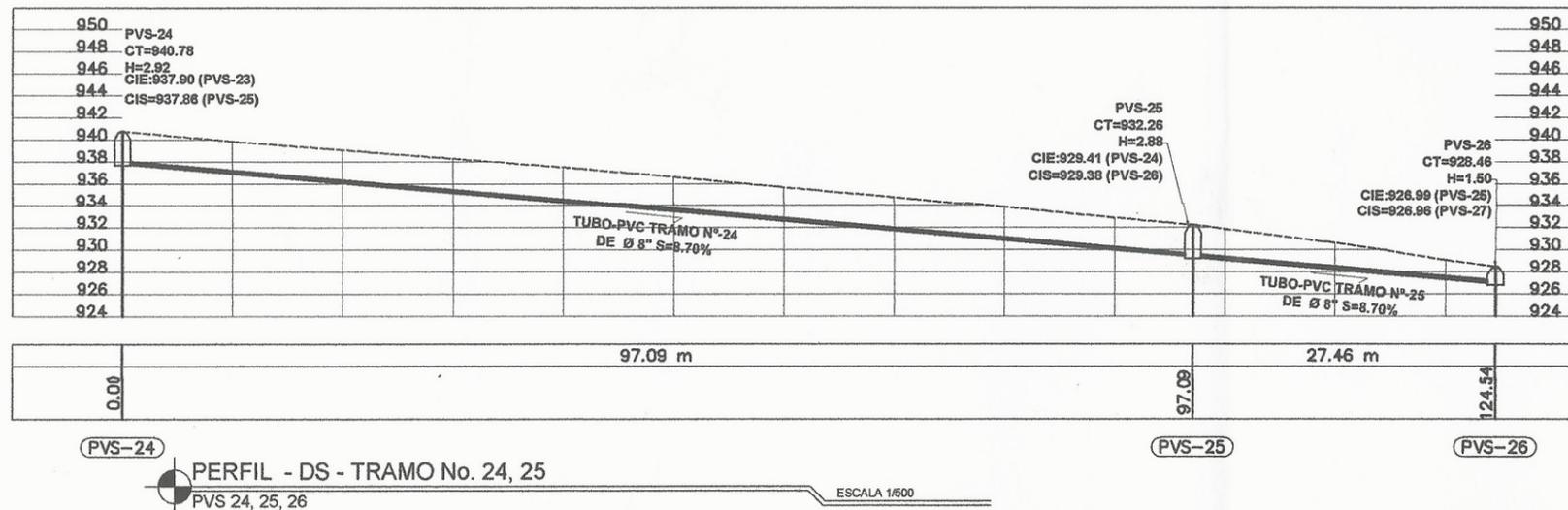
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O
CONTENIDO: PLANTA TRAMO No. 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 51, 52, 117		ESCALA: INDICADA FECHA: 10/2019
DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		HOJA: 10 / 33
ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ		FIRMA: _____



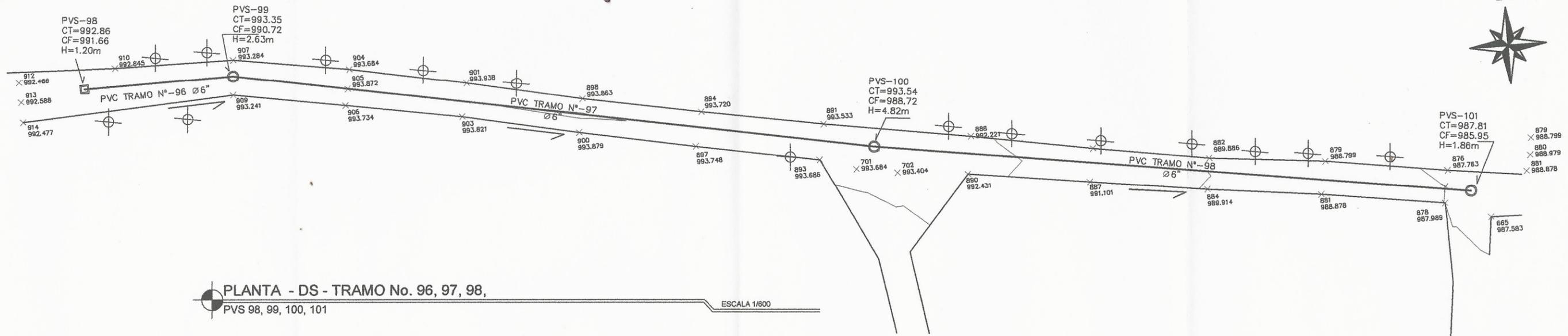
NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO TUBERIA EN PULGADA
S%	PENDIENTE DE TUBERIA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
⌈	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⌋	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊙	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊠	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
×	PUNTO TOPOGRAFICO
×1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFIA)
1022.001	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFIA)



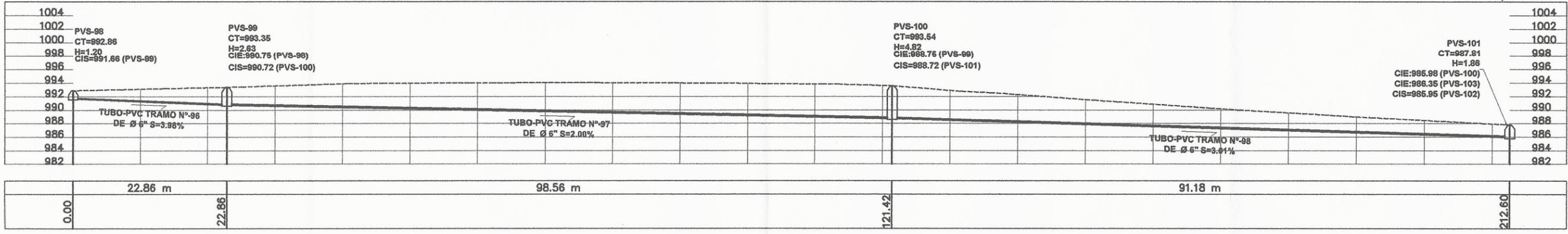
*VER PLANTA EN HOJA N° 10



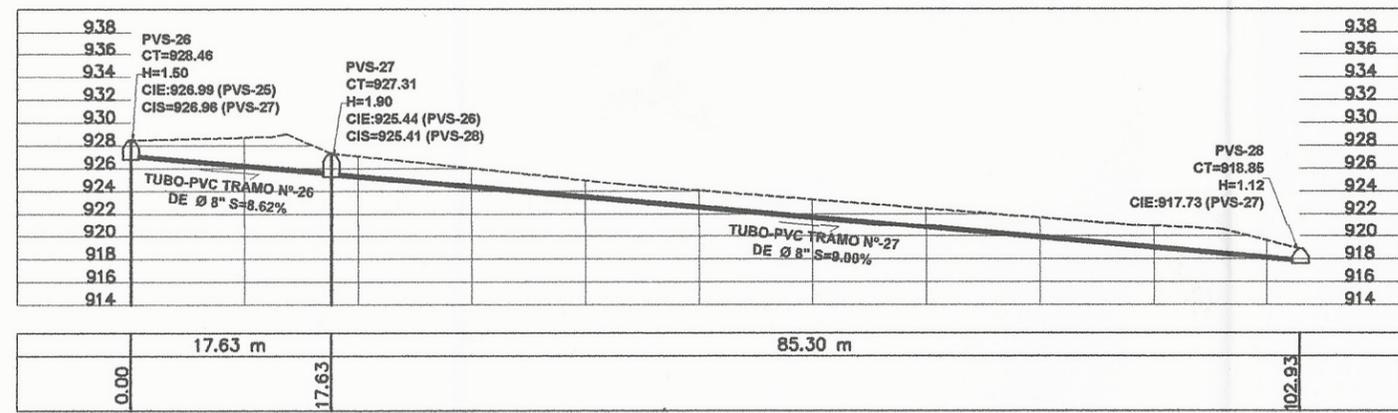
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/2019
CONTENIDO: PERFIL TRAMO No. 21, 22, 23, 24, 25, 51, 52, 117	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	FIRMA	



PLANTA - DS - TRAMO No. 96, 97, 98,
PVS 98, 99, 100, 101
ESCALA 1/600



PERFIL - DS - TRAMO No. 96, 97, 98
PVS 98, 99, 100, 101
ESCALA 1/500



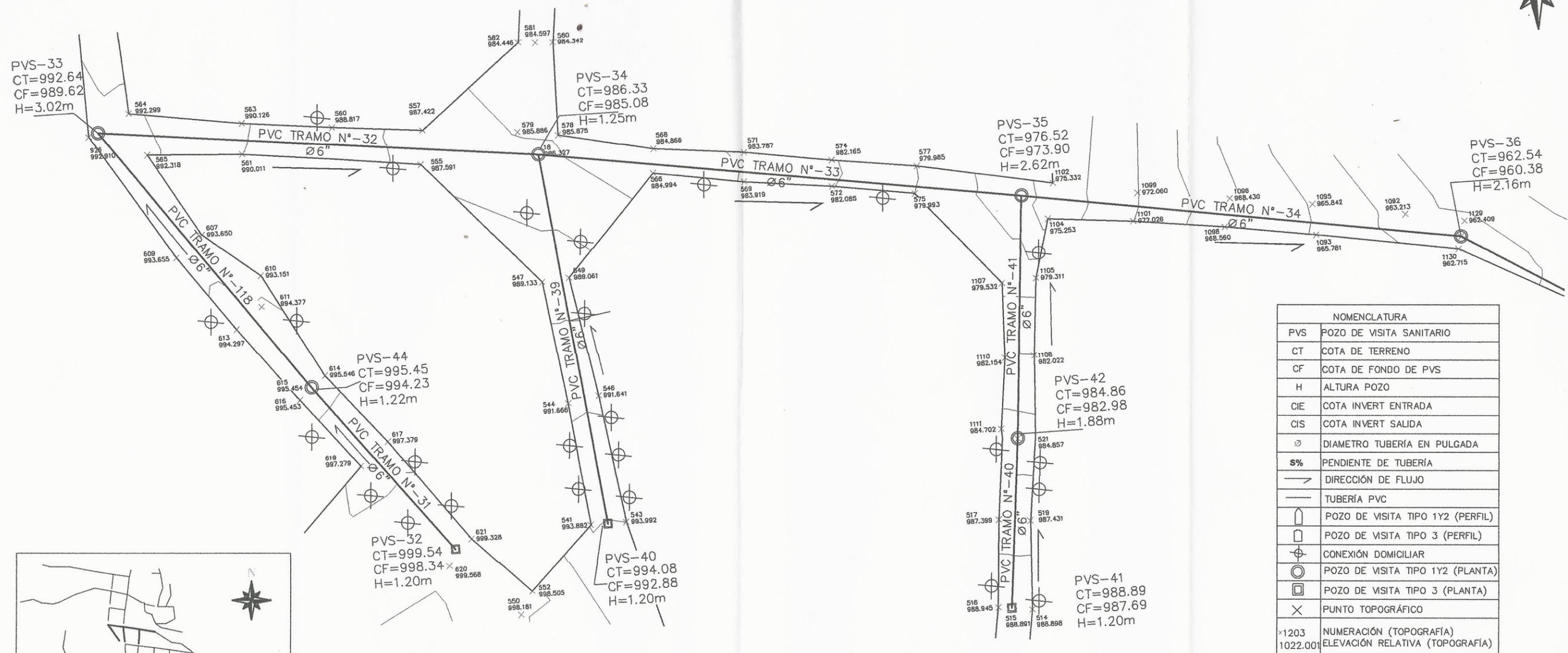
PERFIL - DS - TRAMO No. 26, 27
PVS 26, 27, 28
ESCALA 1/500



Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: PERFIL TRAMOS No.26, 27 PLANTA+PERFIL TRAMO 96, 97, 98		FECHA: 10/2019	
DISEÑO: ELMER COJ		DIBUJO: ELMER COJ	
CÁLCULO: ELMER COJ		HOJA: 12/33	
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	
		FIRMA	

*VER PLANTA EN HOJA N° 10



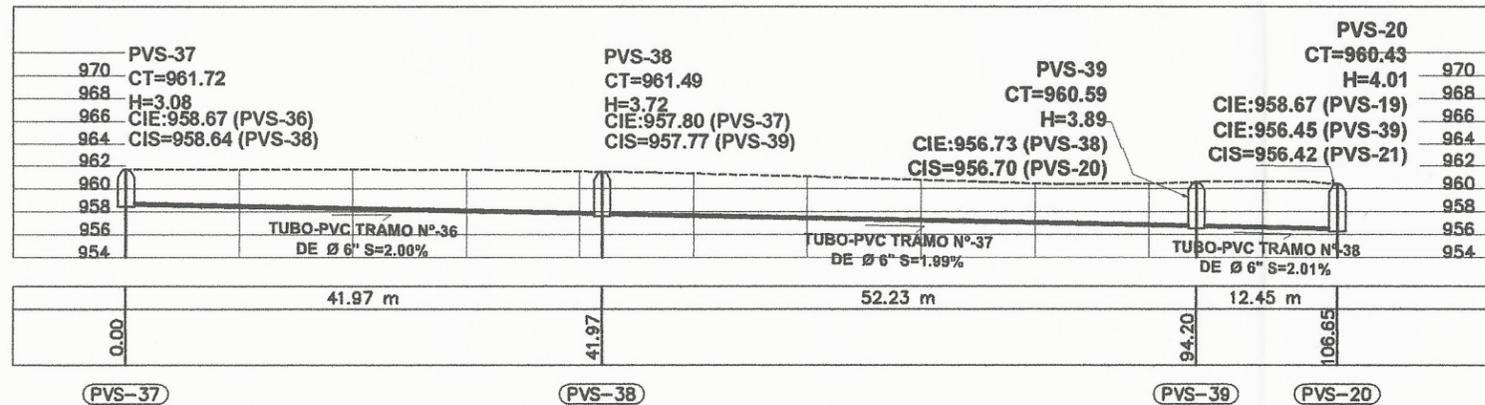
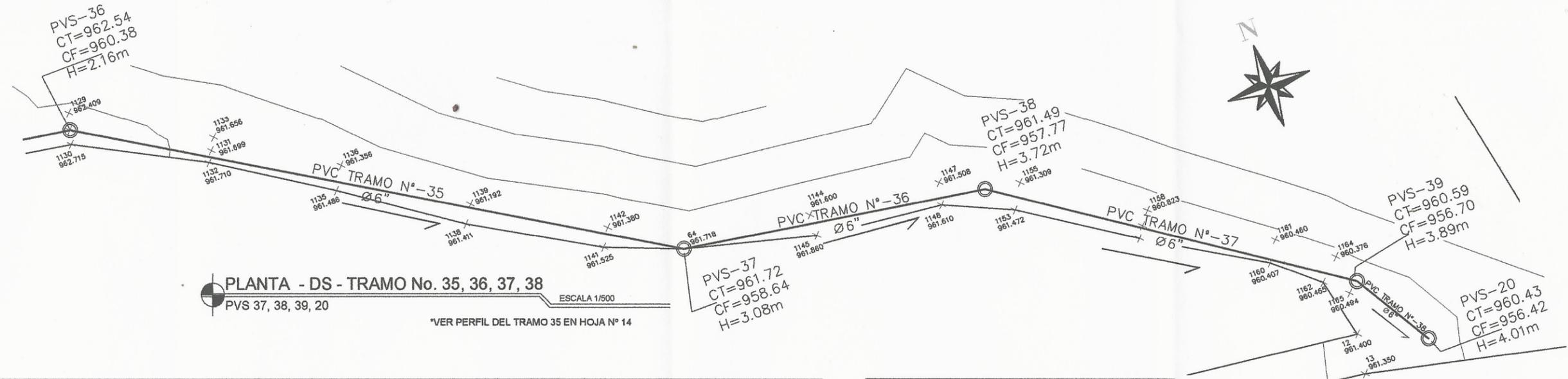
NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO TUBERÍA EN PULGADA
S%	PENDIENTE DE TUBERÍA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA PVC
⌋	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⌋	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊙	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊙	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
×	PUNTO TOPOGRÁFICO
*1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFÍA)
1022.001	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFÍA)

PLANTA - DS - TRAMO No. 31, 32, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 118
 PVS 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

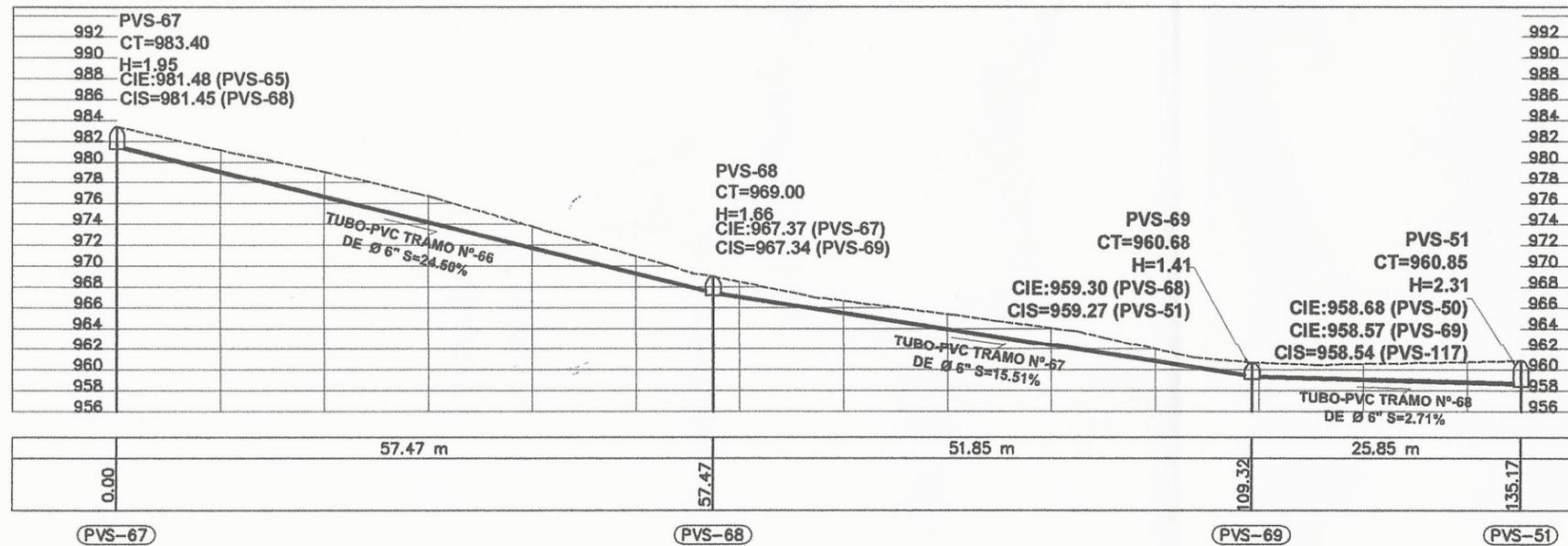
ESCALA 1/800

*VER PERFIL EN HOJA N° 14 Y N° 15

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O
CONTENIDO: PLANTA TRAMO No. 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 118		ESCALA: INDICADA FECHA: 10/2019
DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASesor: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
		HOJA: 13 / 33
		FIRMA

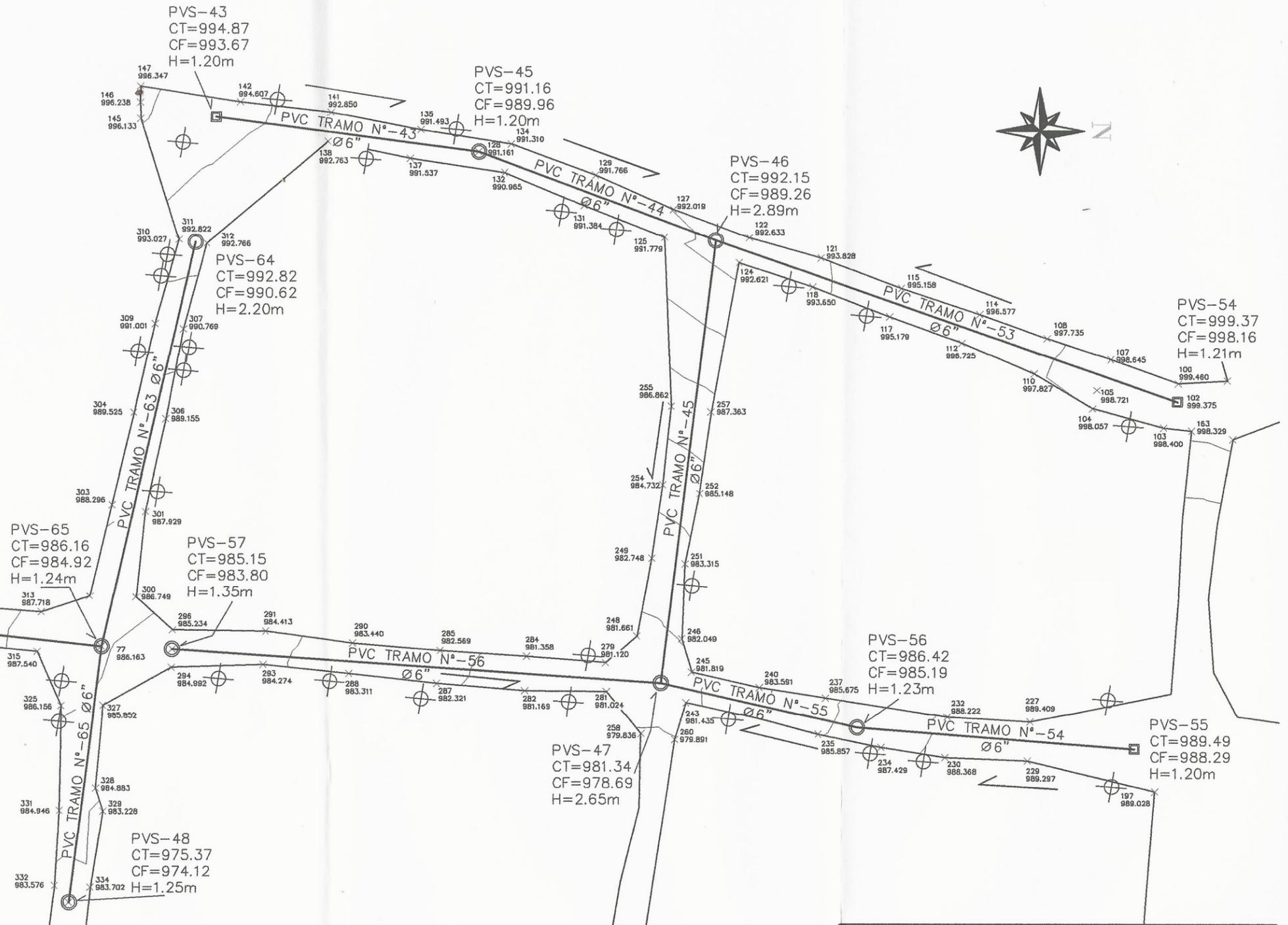


NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO TUBERÍA EN PULGADA
S%	PENDIENTE DE TUBERÍA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA PVC
⌈	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⌈	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊙	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊙	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
×	PUNTO TOPOGRÁFICO
×1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFÍA)
1022.001	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFÍA)



Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O
ESCALA: INDICADA		FECHA: 10/2019	
CONTENIDO: PLANTA TRAMO No. 35, 36, 37, 38 PERFIL TRAMO 36, 37, 38, 66, 67, 68	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	
		FIRMA	



NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO TUBERIA EN PULGADA
S%	PENDIENTE DE TUBERIA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
⌈	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⌈	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊙	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊙	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
×	PUNTO TOPOGRÁFICO
×1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFÍA)
1022.001	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFÍA)

PLANTA - DS - TRAMO No. 43, 44, 45, 53, 54, 55, 56, 63, 64, 65,
PVS 43, 45, 46, 47, 48, 54, 55, 56, 57, 65, 66

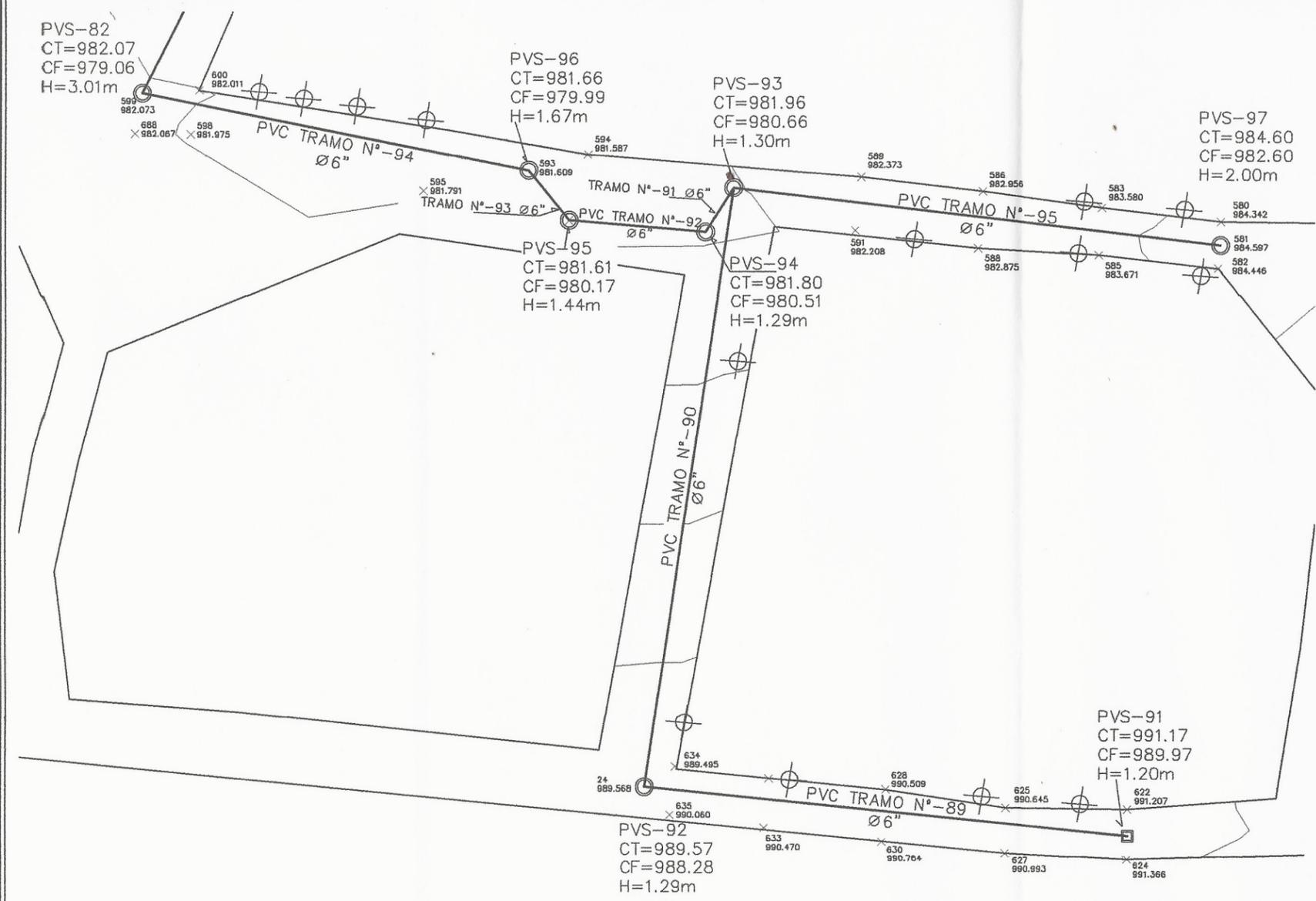
ESCALA 1/600

*VER PERFIL EN HOJA N° 17

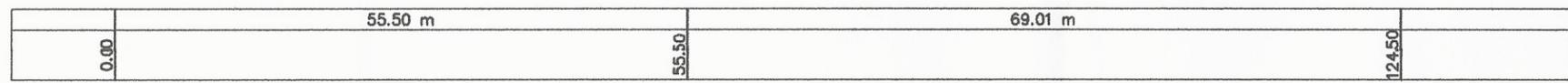
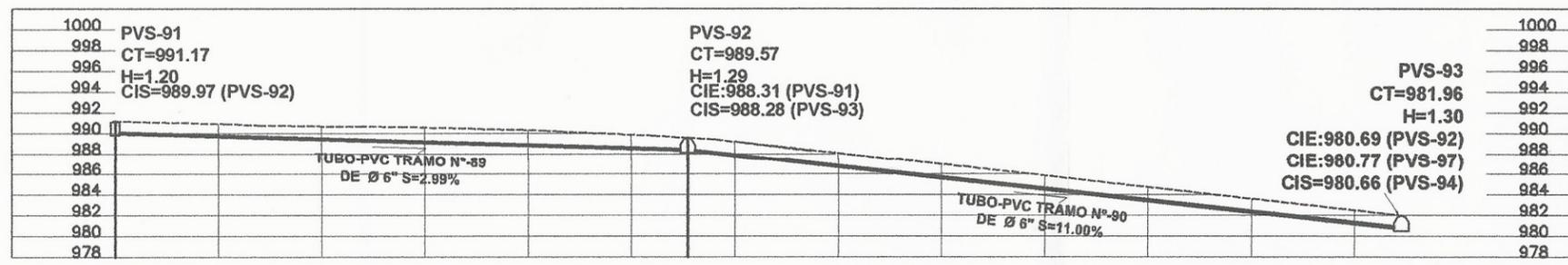
Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	ESCALA: INDICADA FECHA: 10/ 2019
CONTENIDO: PLANTA TRAMO No. 43, 44, 45, 53, 54, 55, 56, 63, 64, 65,	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	
		FIRMA	

NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO TUBERÍA EN PULGADA
S%	PENDIENTE DE TUBERÍA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA PVC
⊕	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⊕	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊕	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊕	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
×	PUNTO TOPOGRÁFICO
×1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFÍA)
1022.00'	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFÍA)



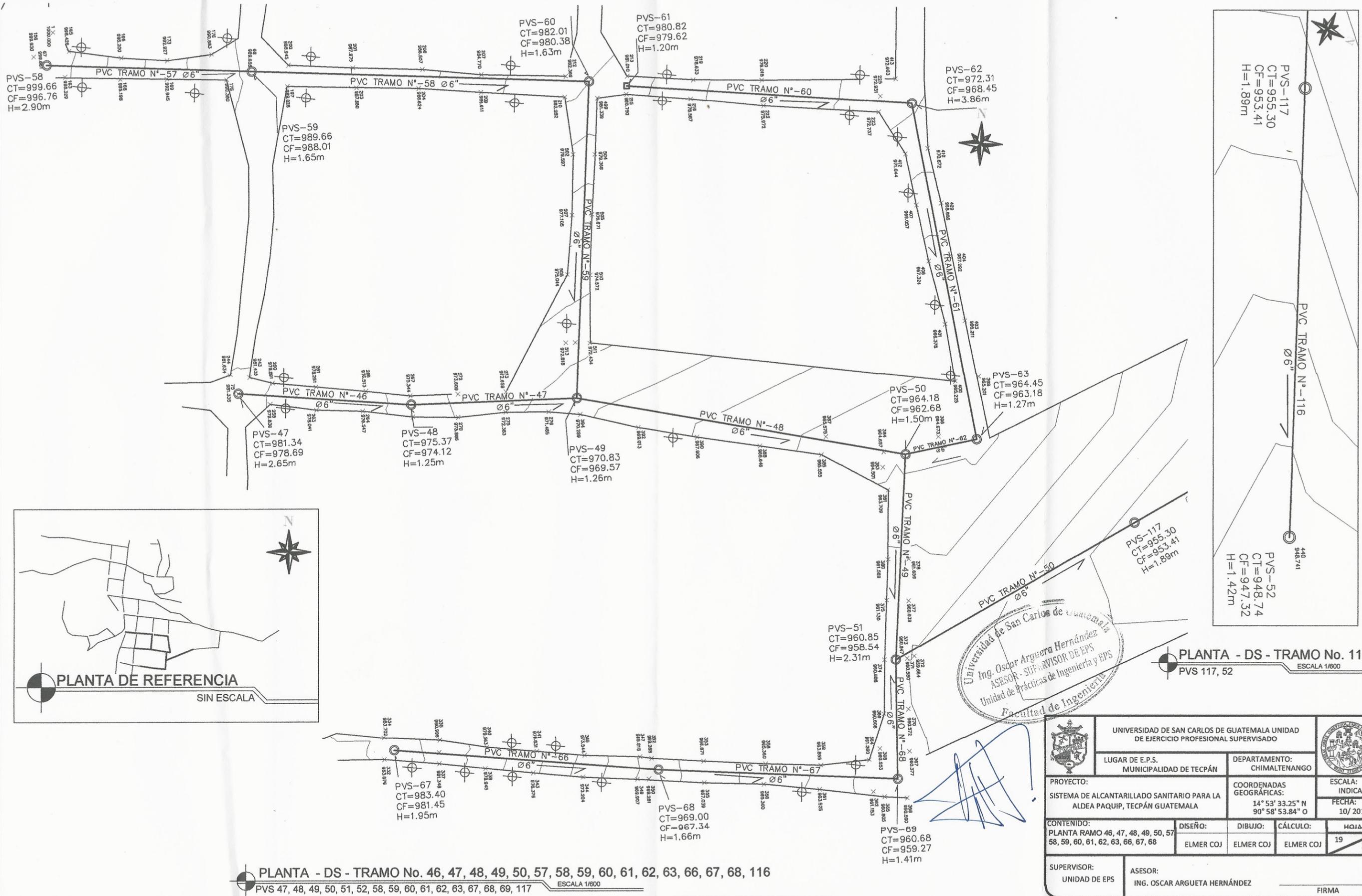
PLANTA - DS - TRAMO No. 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95
 PVS 82, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97
 ESCALA 1/800
 *VER PERFIL 91 AL 95 EN HOJA N° 20



PERFIL - DS - TRAMO No. 89, 90
 PVS 91, 92, 93
 ESCALA 1/500

Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/2019
CONTENIDO: PLANTA TRAMO 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95 PERFIL TRAMO 89,90	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	
		FIRMA	

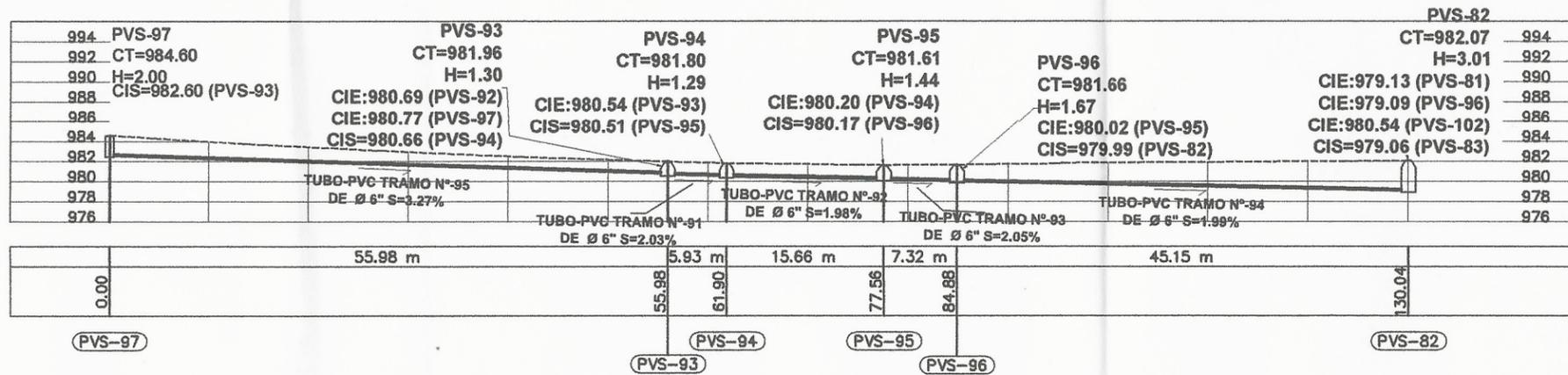


Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

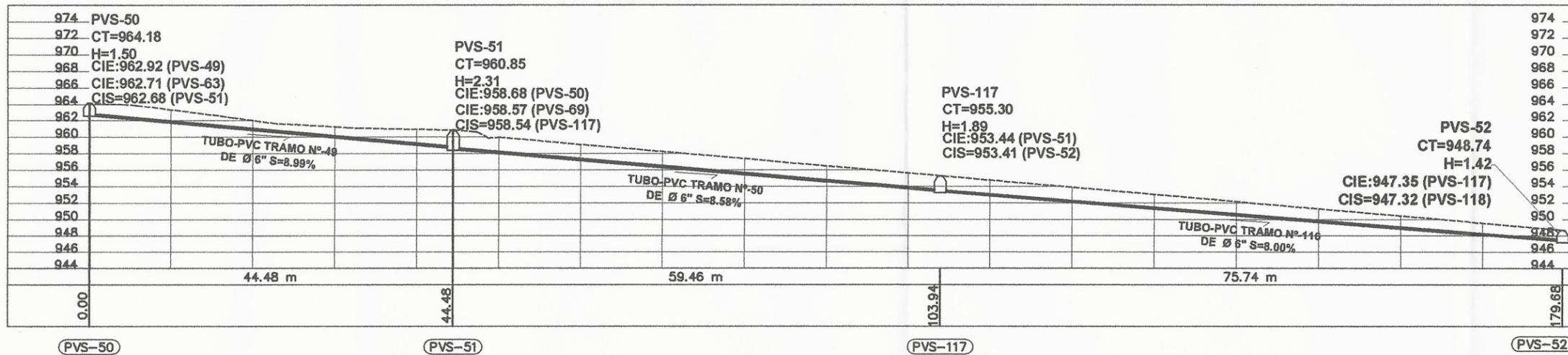
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	ESCALA: INDICADA FECHA: 10/2019
CONTENIDO: PLANTA RAMO 46, 47, 48, 49, 50, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	FIRMA	

*VER PERFIL EN HOJA N° 20 Y N° 21

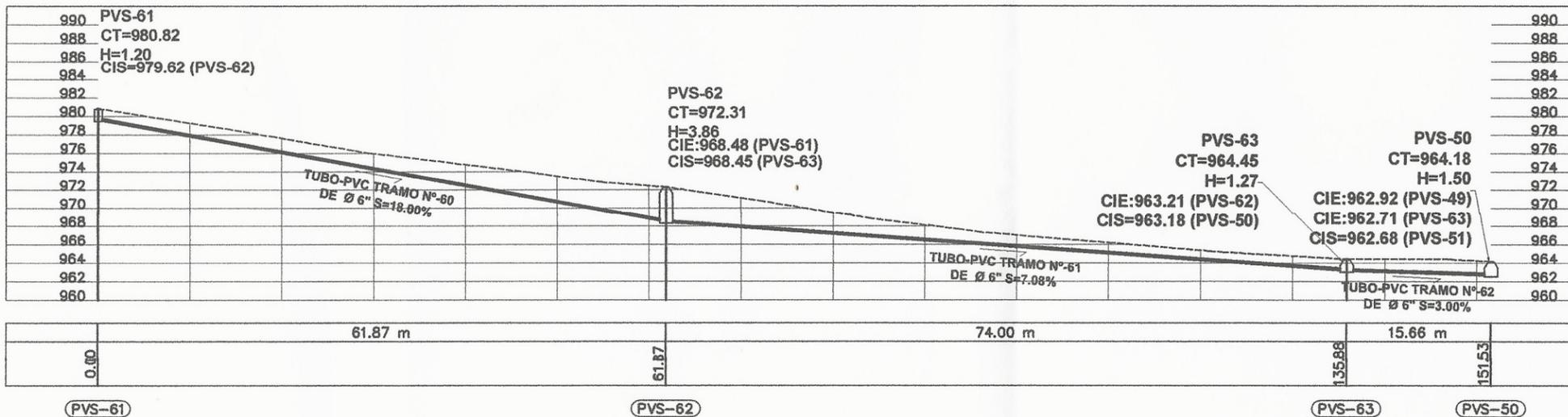
NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
∅	DIAMETRO TUBERÍA EN PULGADA
%	PENDIENTE DE TUBERÍA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA PVC
⌈	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⌋	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊙	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊠	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
×	PUNTO TOPOGRÁFICO
1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFÍA)
1022.00	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFÍA)



PERFIL - DS - TRAMO No. 91, 92, 93, 94, 95
PVS 82, 93, 94, 95, 96, 97 *VER PLANTA EN HOJA N° 18



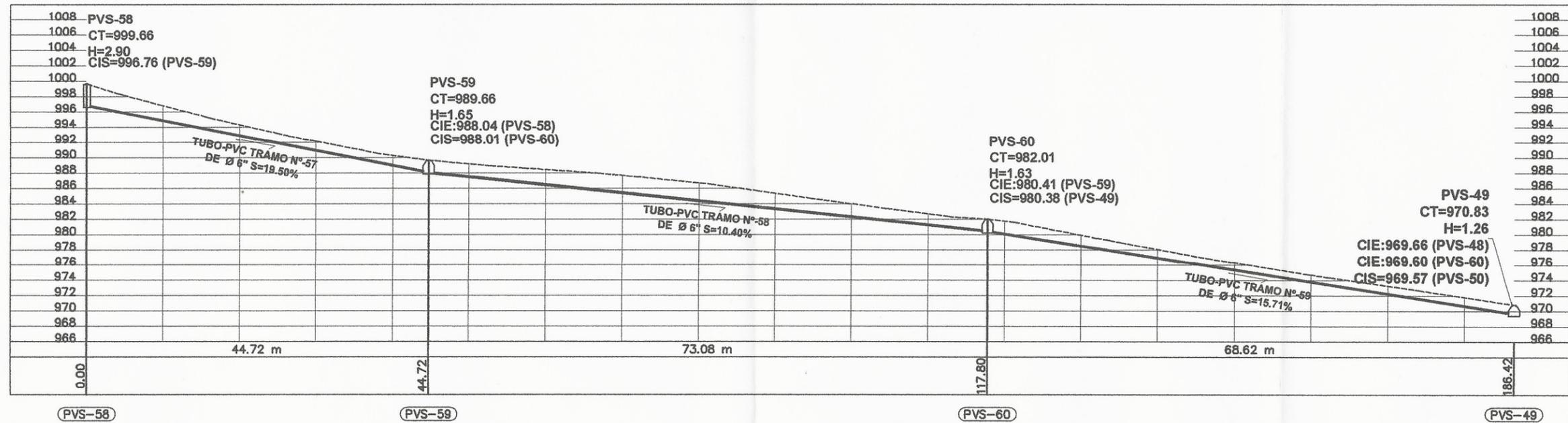
PERFIL - DS - TRAMO No. 49, 50, 116
PVS 50, 51, 52, 117 *VER PLANTA EN HOJA N° 19



PERFIL - DS - TRAMO No. 60, 61, 62
PVS 50, 61, 62, 63 *VER PLANTA EN HOJA N° 19

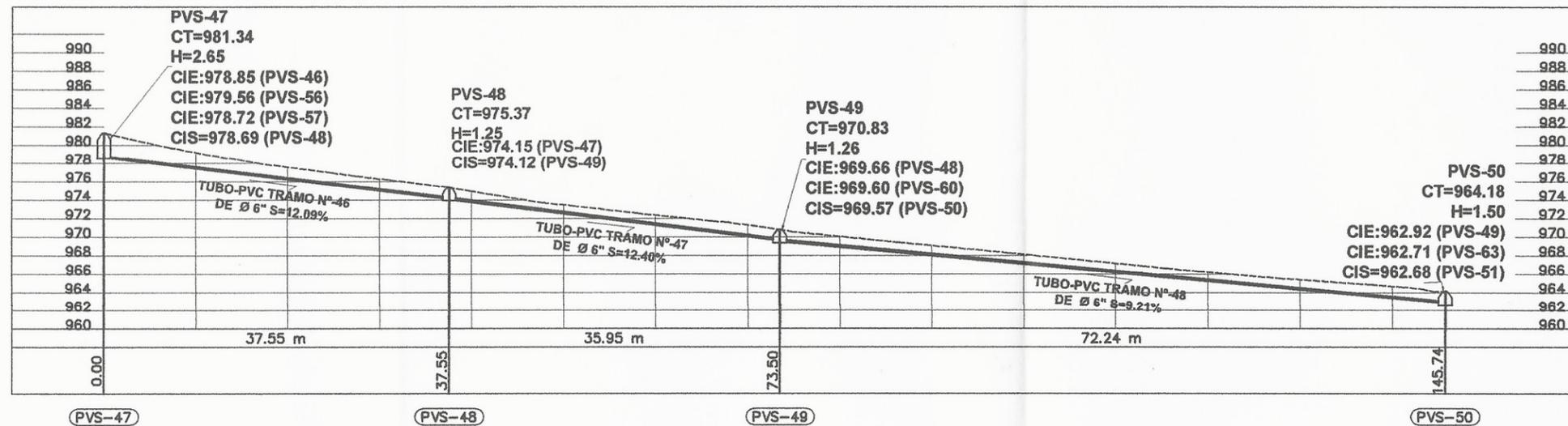


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO		
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/2019
CONTENIDO: PERFIL TRAMO 91, 92, 93, 94, 95, 49, 50, 116, 60, 61, 62	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	FIRMA	



PERFIL - DS - TRAMO No. 57, 58, 59
PVS 49, 58, 59, 60
ESCALA 1/500

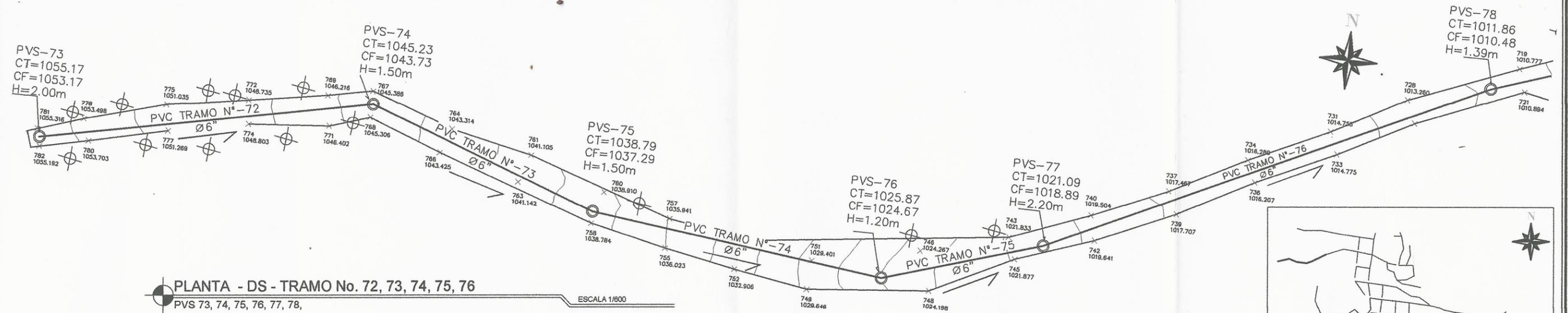
*VER PLANTA EN HOJA N° 19



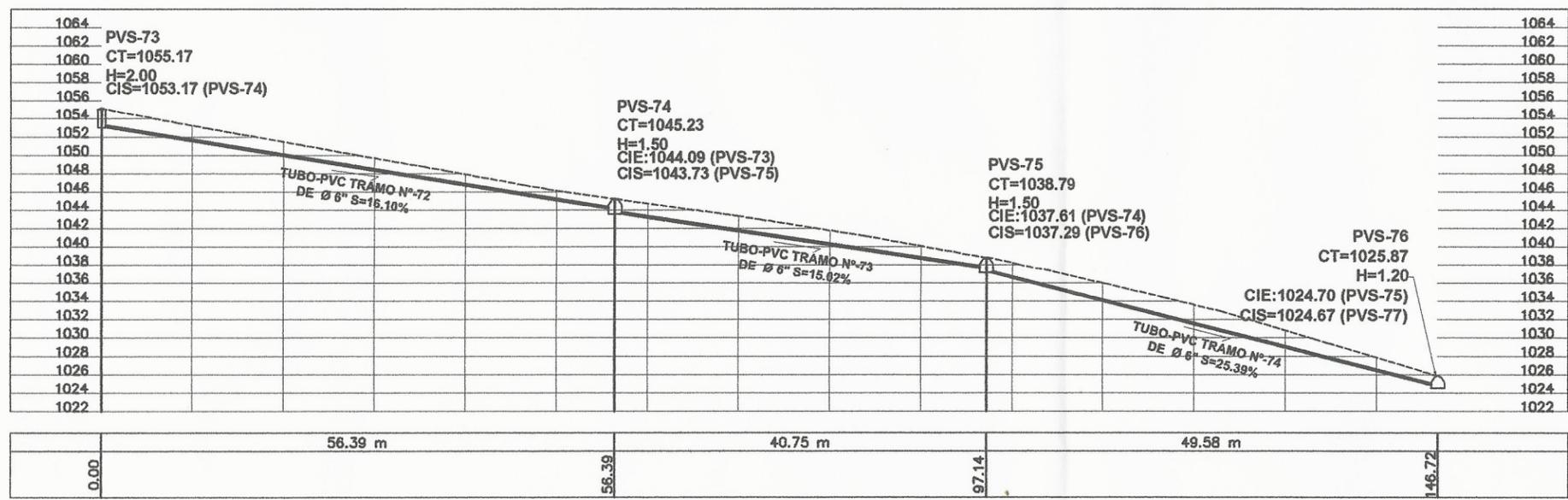
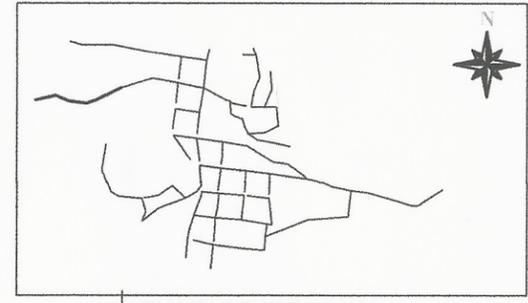
PERFIL - DS - TRAMO No. 46, 47, 48
PVS 47, 48, 49, 50
ESCALA 1/500



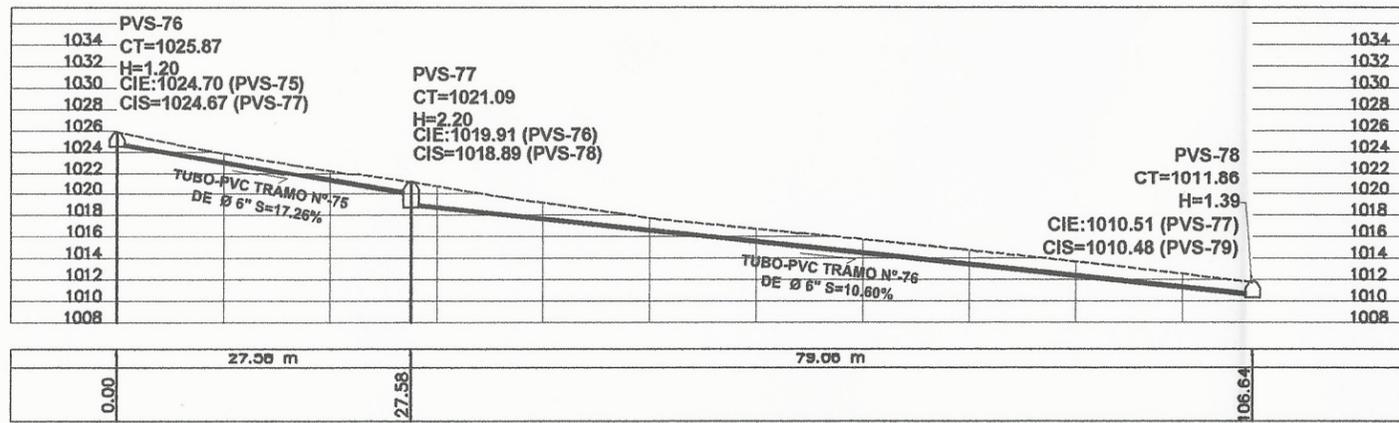
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/ 2019
CONTENIDO: PERFIL TRAMO 57,58,59,46,47,48	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
			HOJA: 21 / 33
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ		FIRMA



PLANTA - DS - TRAMO No. 72, 73, 74, 75, 76
PVS 73, 74, 75, 76, 77, 78, ESCALA 1/500



PERFIL - DS - TRAMO No. 72, 73, 74
PVS 73, 74, 75, 76 ESCALA 1/500

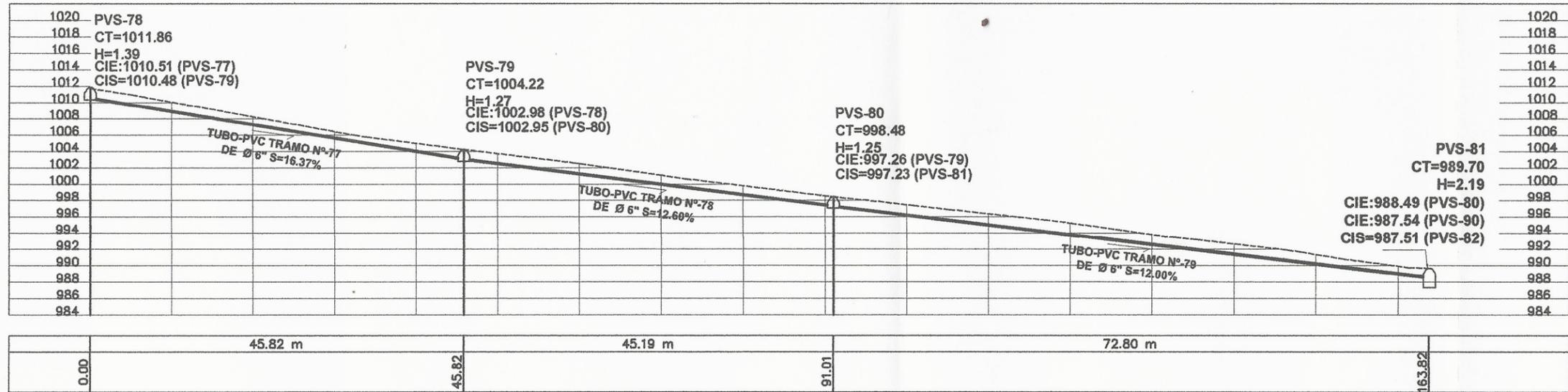


PERFIL - DS - TRAMO No. 75, 76
PVS 76, 77, 78 ESCALA 1/500

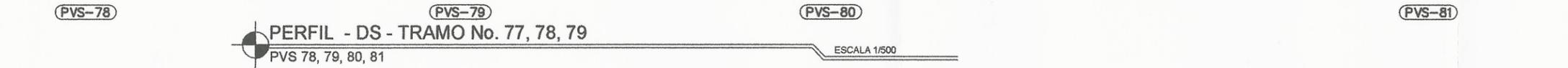
NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO TUBERIA EN PULGADA
S%	PENDIENTE DE TUBERIA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
⌈	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⌈	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊙	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊙	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
×	PUNTO TOPOGRAFICO
×1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFIA)
1022.001	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFIA)

Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

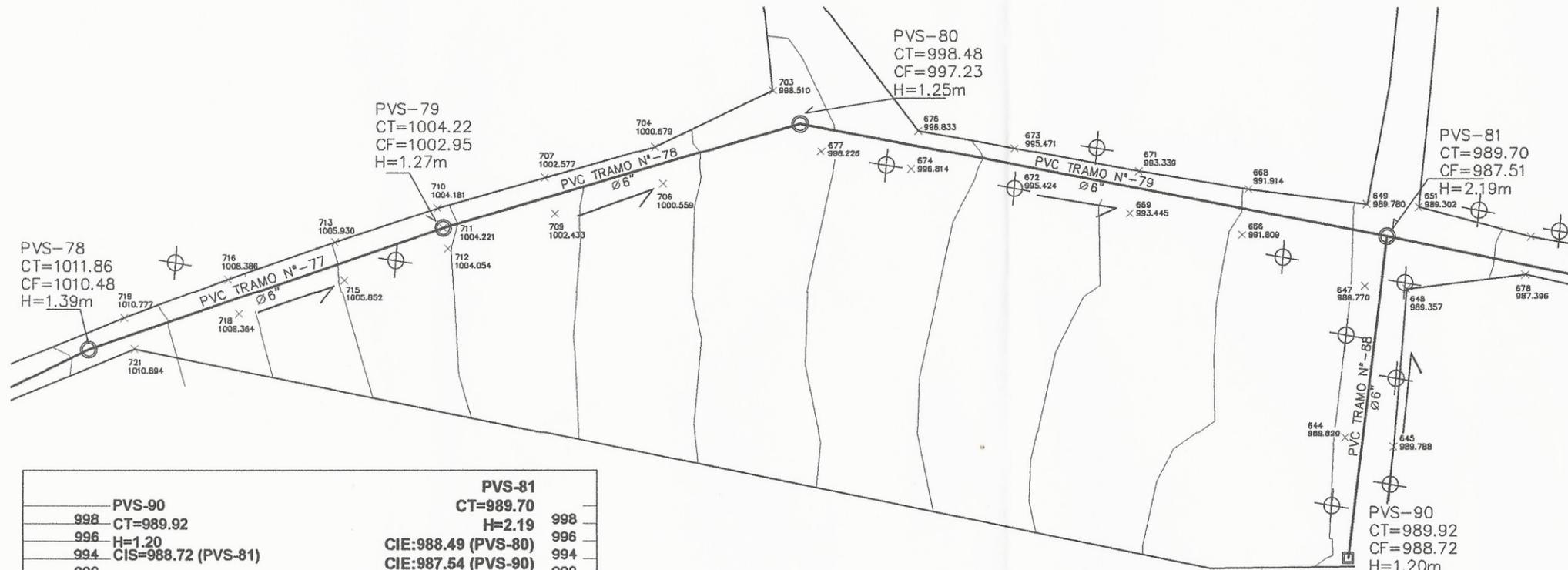
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	ESCALA: INDICADA FECHA: 10/2019
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL TRAMO 72, 73, 74, 75, 76	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	H014 22 / 33 FIRMA	



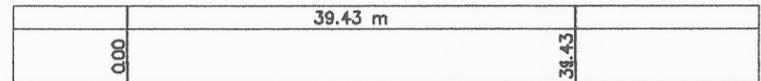
NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO TUBERÍA EN PULGADA
S%	PENDIENTE DE TUBERÍA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA PVC
⊕	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⊕	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊕	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊕	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
X	PUNTO TOPOGRÁFICO
x1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFIA)
1022.001	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFIA)



PERFIL - DS - TRAMO No. 77, 78, 79
PVS 78, 79, 80, 81
ESCALA 1/500



PVS-90	PVS-81
998 CT=989.92	CT=989.70
996 H=1.20	H=2.19
994 CIS=988.72 (PVS-81)	CIE:988.49 (PVS-80)
	CIE:987.54 (PVS-90)
	CIS=987.51 (PVS-82)
992	992
990	990
988	988
986	986
984	984

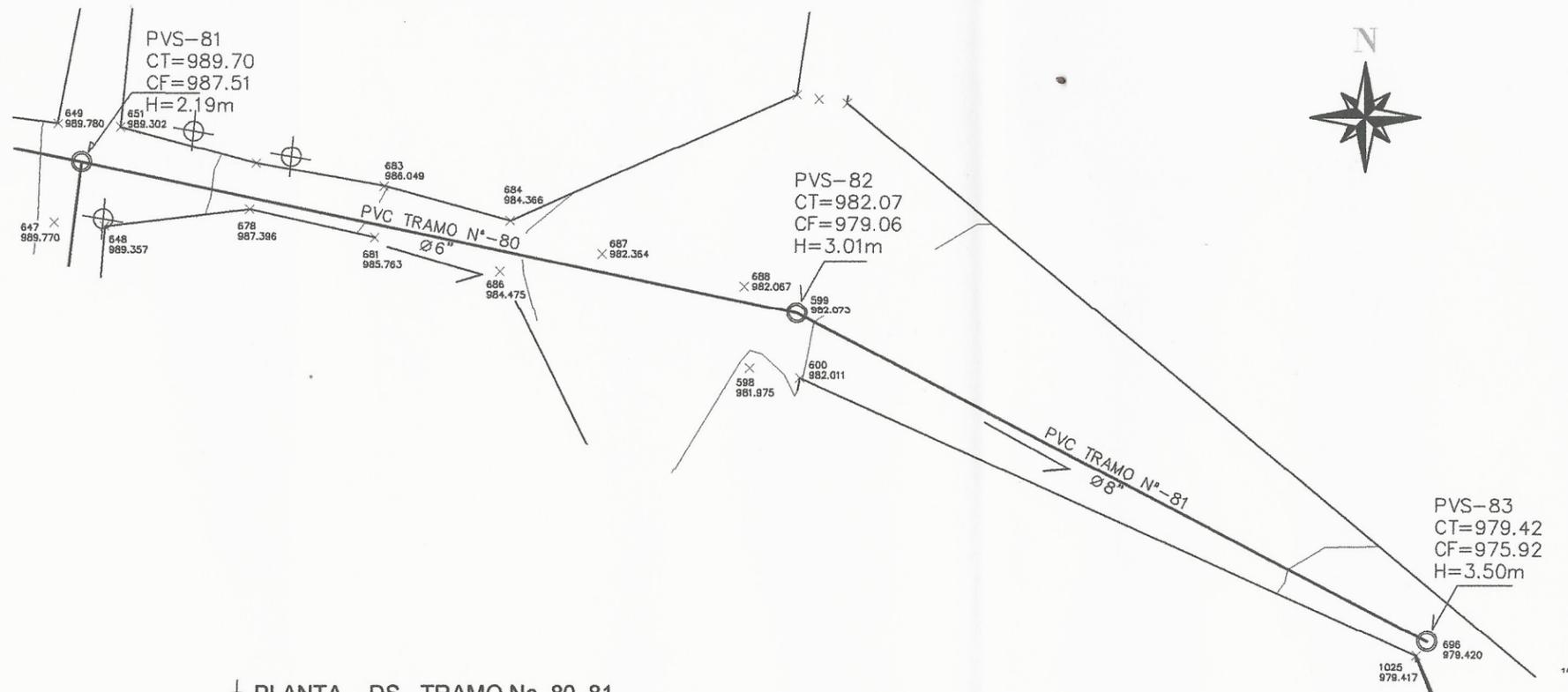


PERFIL - DS - TRAMO No. 88
PVS 81, 90
ESCALA 1/500

PLANTA - DS - TRAMO No. 77, 78, 79, 88
PVS 78, 79, 80, 81, 90
ESCALA 1/600

Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

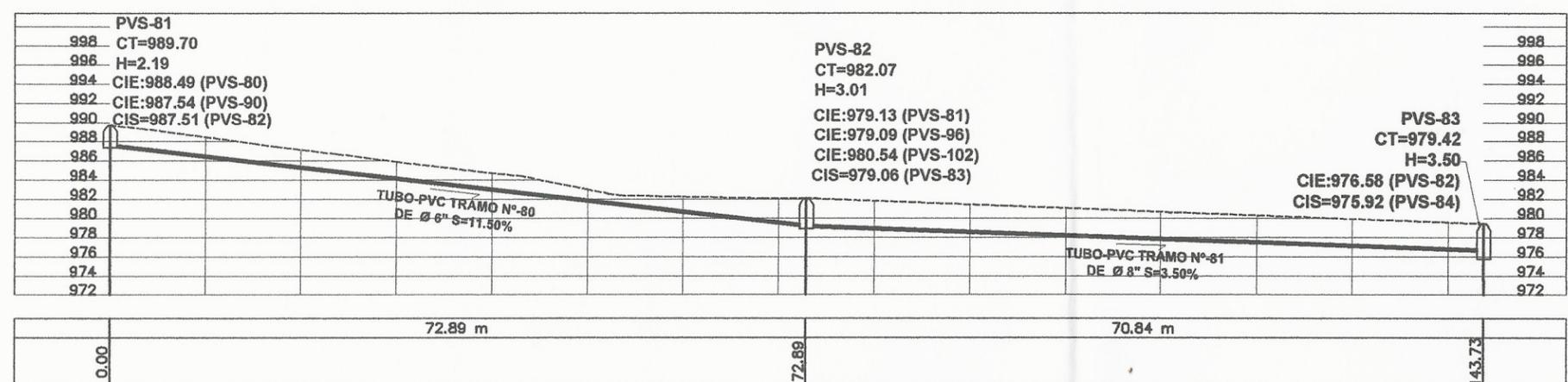
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: PERFIL + PERFIL TRAMO 77, 78, 79, 88		FECHA: 10/2019	
DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ	HOJA: 23/33
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ		
			FIRMA



PLANTA - DS - TRAMO No. 80, 81,
PVS 80, 81, 82, 83, 90
ESCALA 1/600



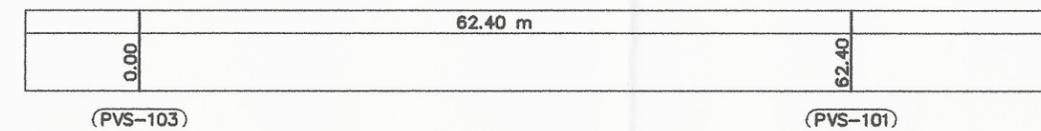
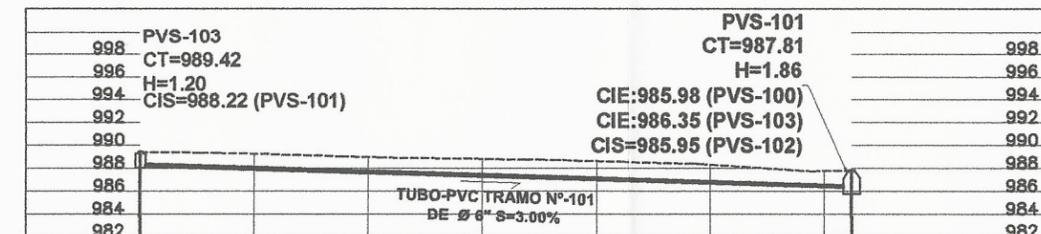
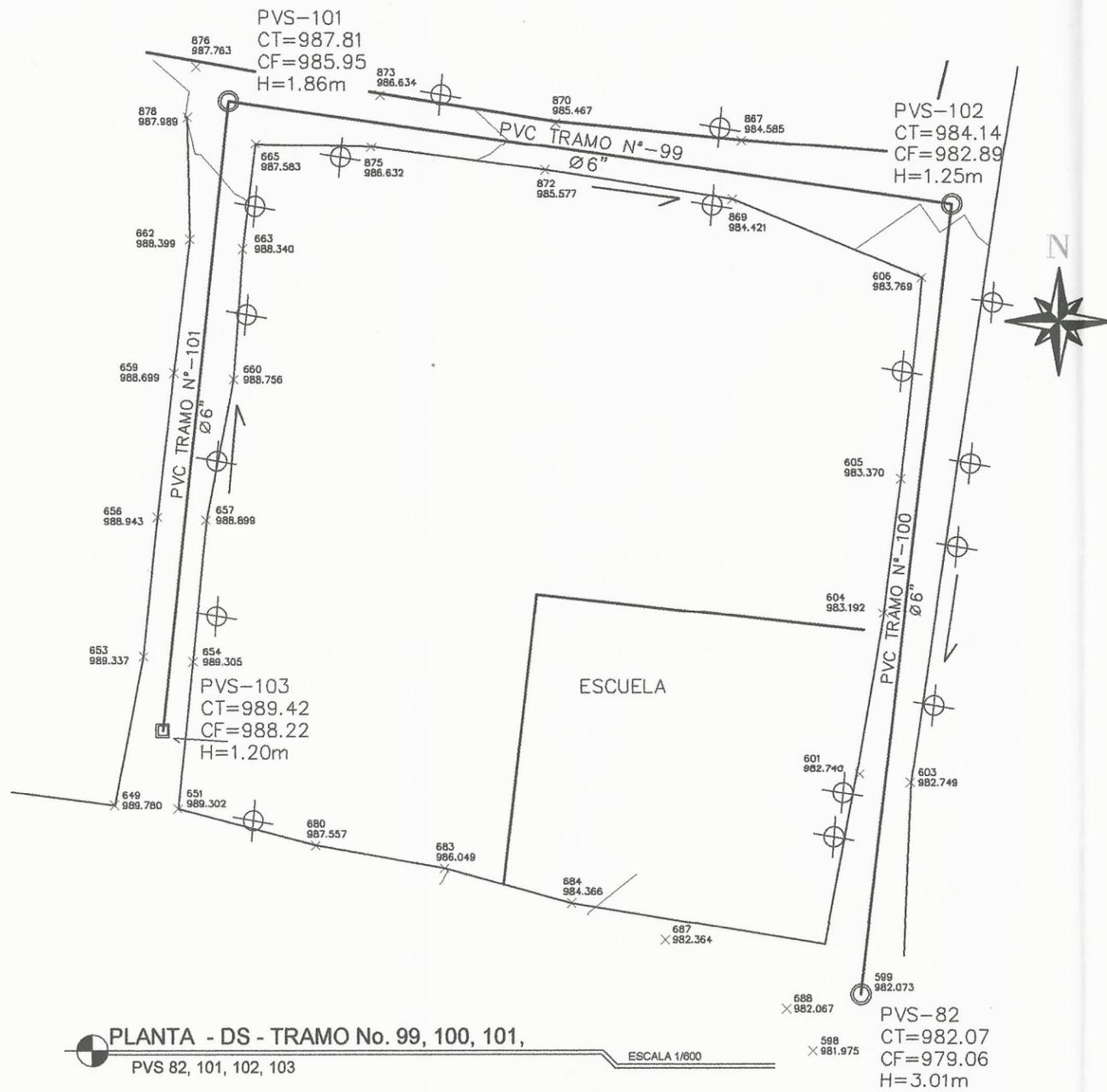
NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO TUBERÍA EN PULGADA
S%	PENDIENTE DE TUBERÍA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA PVC
⌈	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⌋	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊙	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊠	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
×	PUNTO TOPOGRÁFICO
1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFÍA)
1022.001	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFÍA)



PERFIL - DS - TRAMO No. 80, 81
PVS 81, 82, 83
ESCALA 1/500

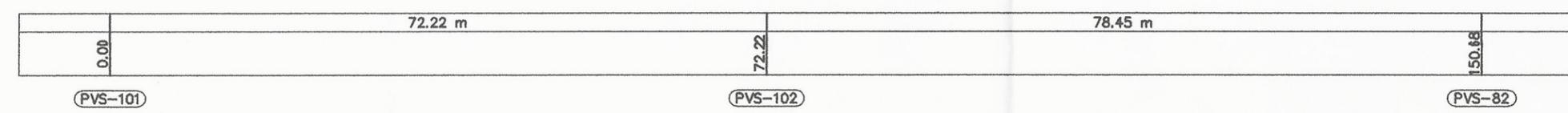
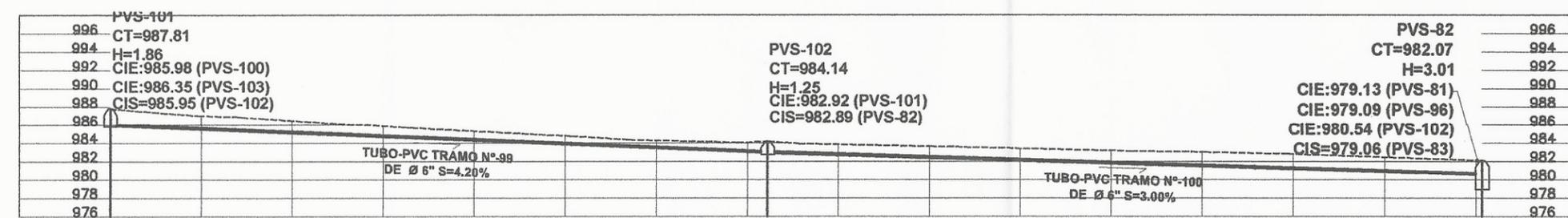

 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		ESCALA: INDICADA FECHA: 10/2019
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL TRAMO 80, 81,		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O
DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ FIRMA



PERFIL - DS - TRAMO No. 101
PVS 101, 103
ESCALA 1/500

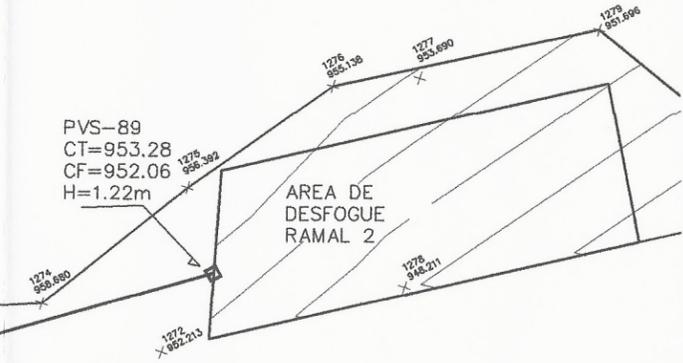
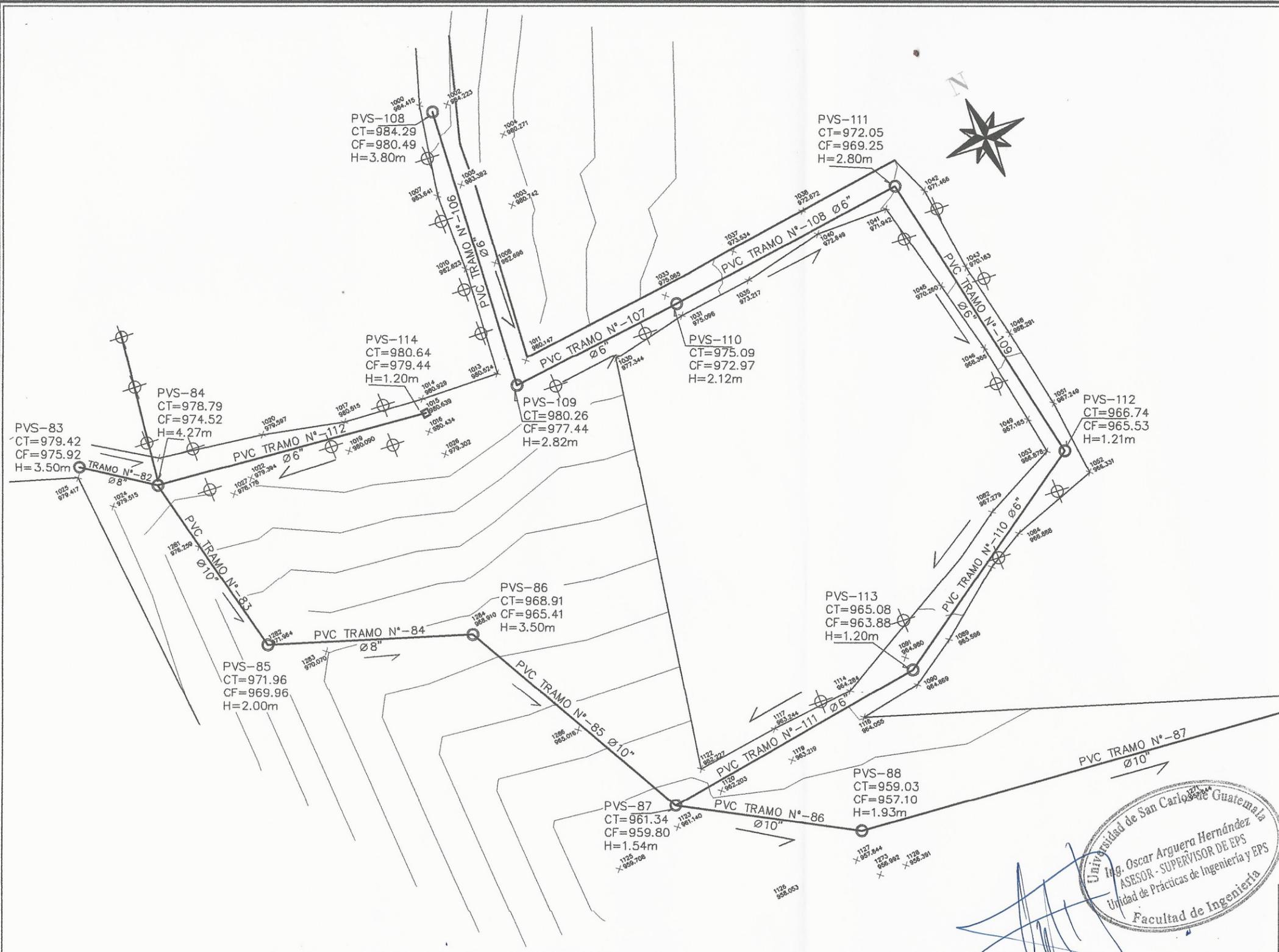
PLANTA - DS - TRAMO No. 99, 100, 101,
PVS 82, 101, 102, 103
ESCALA 1/800



PERFIL - DS - TRAMO No. 99, 100
PVS 82, 101, 102
ESCALA 1/500

Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O		ESCALA: INDICADA FECHA: 10/2019	
CONTENIDO: PLANTA+ PERFIL TRAMO 99, 100, 101,		DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ	Hoja 25/33
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ			
FIRMA					



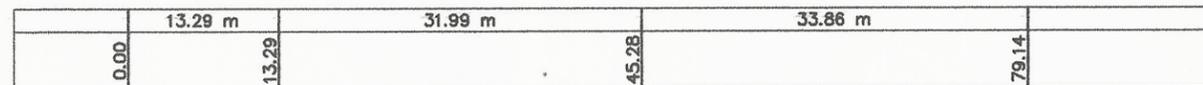
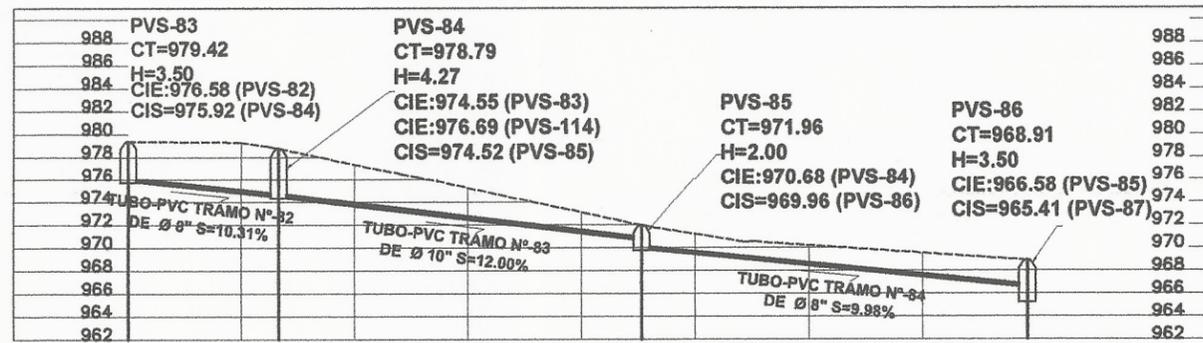
PLANTA - DS - TRAMO No. 82, 83, 84, 85, 86, 87, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112
 PVS 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114

ESCALA 1/600

*VER PERFIL EN HOJA N° 27 Y N°28

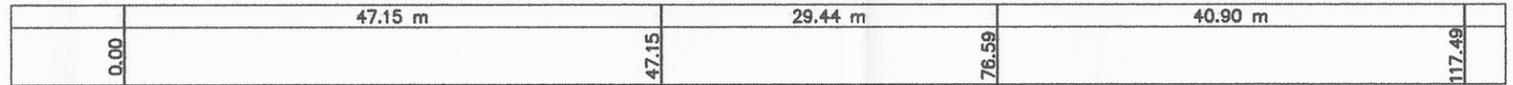
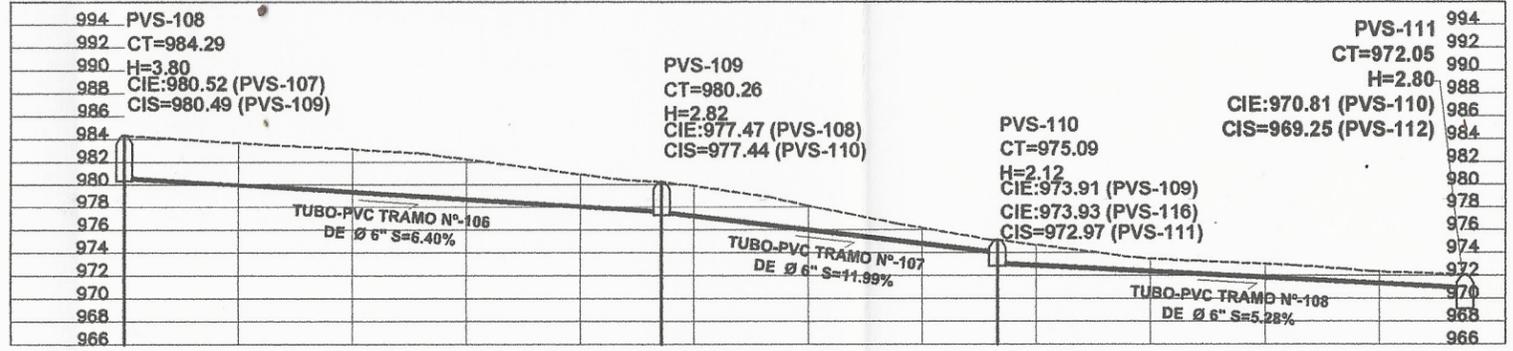
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO		
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/ 2019
CONTENIDO: PLANTA TRAMO 82, 83, 84, 85, 86, 87, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	FIRMA	



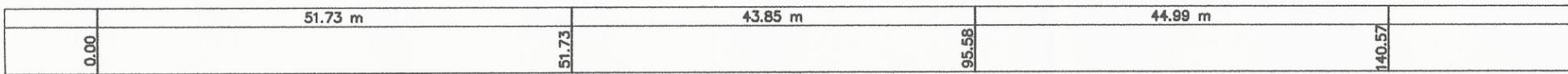
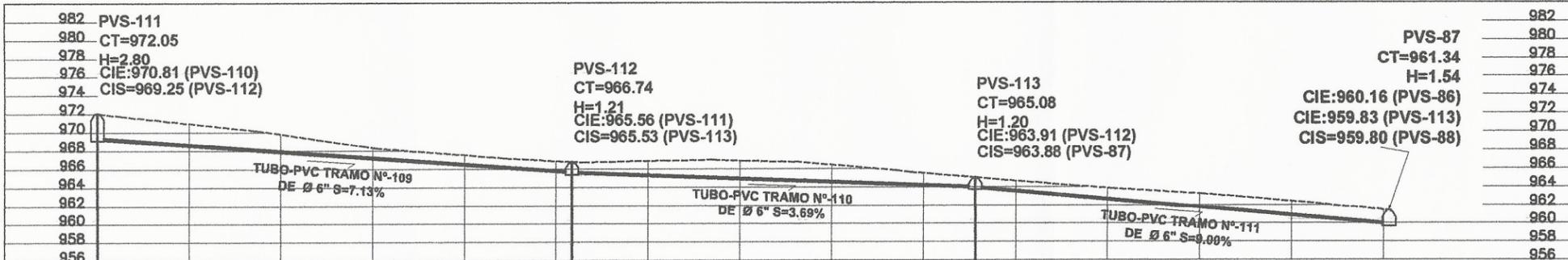
PVS-83 PVS-84 PVS-85 PVS-86

PERFIL - DS - TRAMO No. 82, 83, 84
PVS 83, 84, 85, 86 ESCALA 1/500



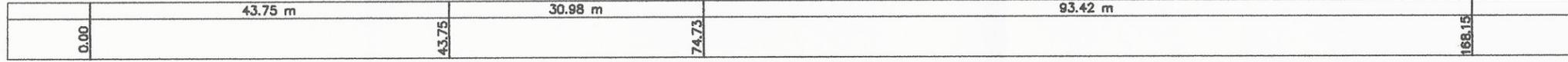
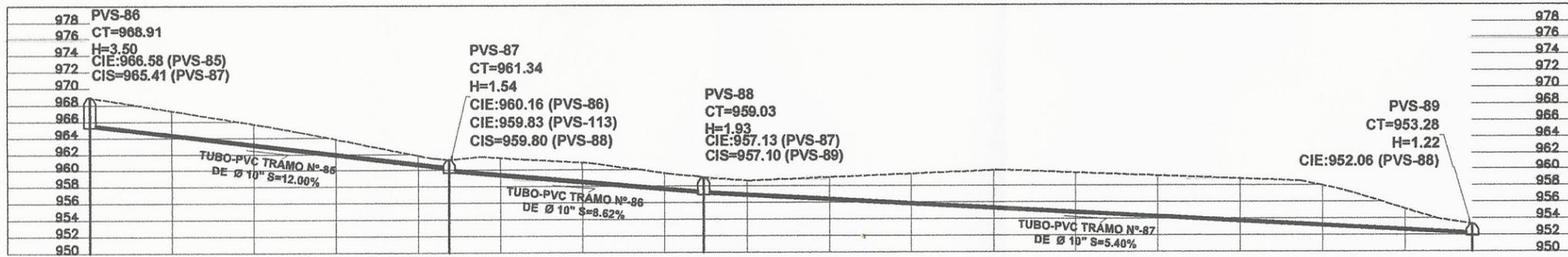
PVS-108 PVS-109 PVS-110 PVS-111

PERFIL - DS - TRAMO No. 106, 107, 108
PVS 108, 109, 110, 111 ESCALA 1/500



PVS-111 PVS-112 PVS-113 PVS-87

PERFIL - DS - TRAMO No. 109, 110, 111
PVS 87, 111, 112, 113 ESCALA 1/500



PVS-86 PVS-87 PVS-88 PVS-89

PERFIL - DS - TRAMO No. 85, 86, 87
PVS 86, 87, 88, 89 ESCALA 1/500

*VER PLANTA EN HOJA N° 26

NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
CF	COTA DE FONDO DE PVS
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO TUBERÍA EN PULGADA
S%	PENDIENTE DE TUBERÍA
—	DIRECCIÓN DE FLUJO
—	TUBERÍA PVC
⊥	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PERFIL)
⊥	POZO DE VISITA TIPO 3 (PERFIL)
⊕	CONEXIÓN DOMICILIAR
⊙	POZO DE VISITA TIPO 1Y2 (PLANTA)
⊙	POZO DE VISITA TIPO 3 (PLANTA)
X	PUNTO TOPOGRÁFICO
1203	NUMERACIÓN (TOPOGRAFÍA)
1022.00	ELEVACIÓN RELATIVA (TOPOGRAFÍA)

Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		FECHA: 10/ 2019	
CONTENIDO: PERFIL TRAMO 82, 83, 84, 85, 86, 87, 106, 107, 108, 109, 110, 111		DISEÑO: ELMER COJ	HOJA: 27 33
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	
		FIRMA	



PVS-115
CT=980.23
CF=979.03
H=1.20m

990 X 982.215
991 X 982.055
992 X 981.908

PVS-116
CT=978.60
CF=977.40
H=1.20m

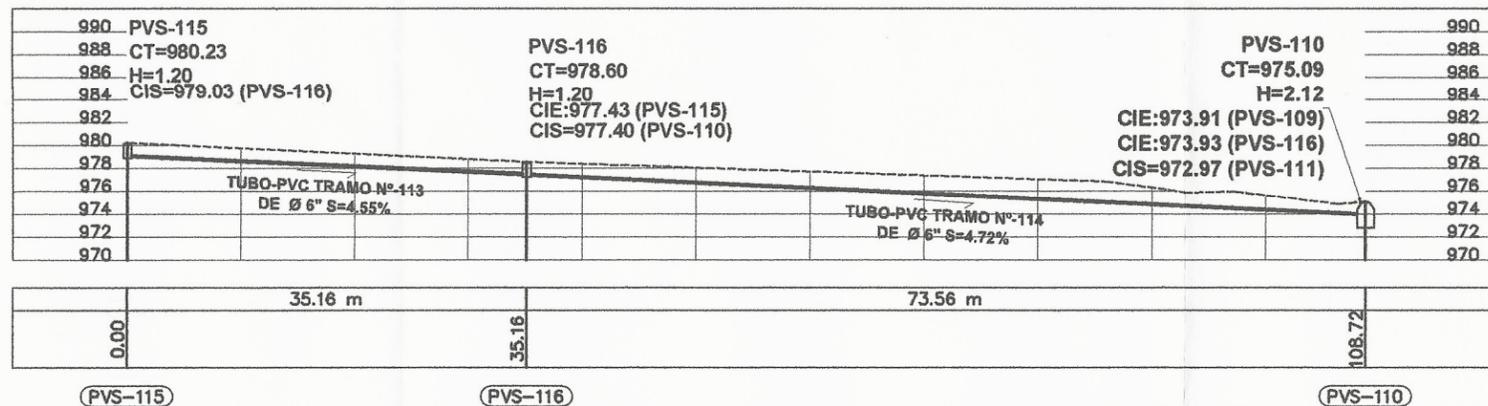
1004 X 980.271

1003 X 980.742

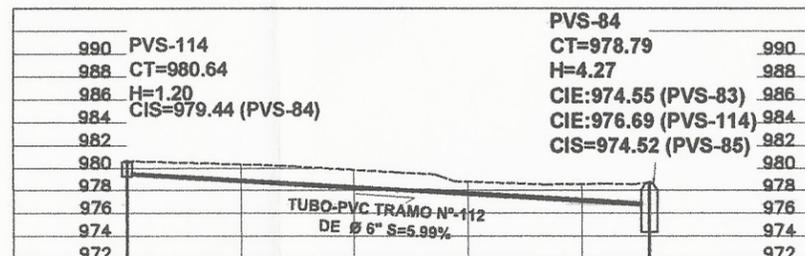
PVS-110
CT=975.09
CF=972.97
H=2.12m

PLANTA - DS - TRAMO No. 113, 114
PVS 115, 116, 110

ESCALA 1/600



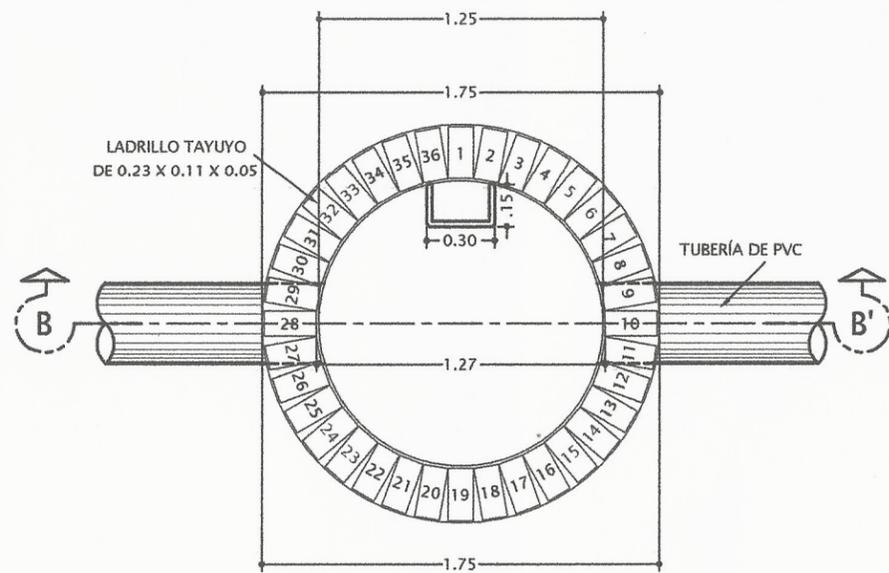
PERFIL - DS - TRAMO No. 113, 114
PVS 110, 115, 116
ESCALA 1/500



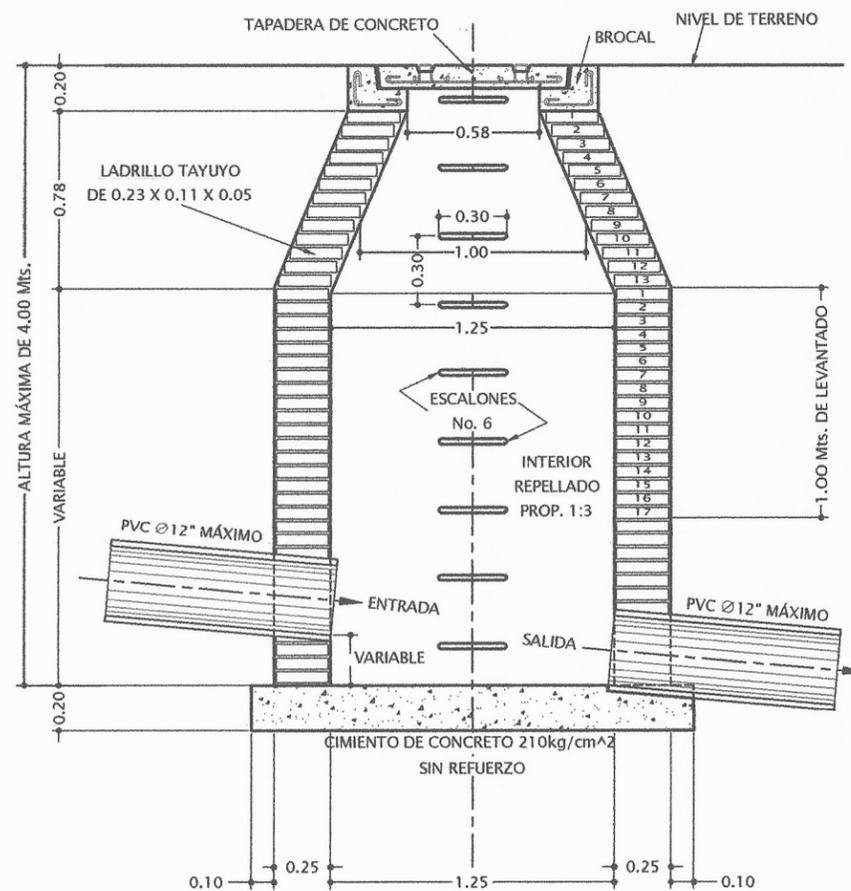
PERFIL - DS - TRAMO No. 112
PVS 84, 114
*VER PLANTA EN HOJA N° 26
ESCALA 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR- SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

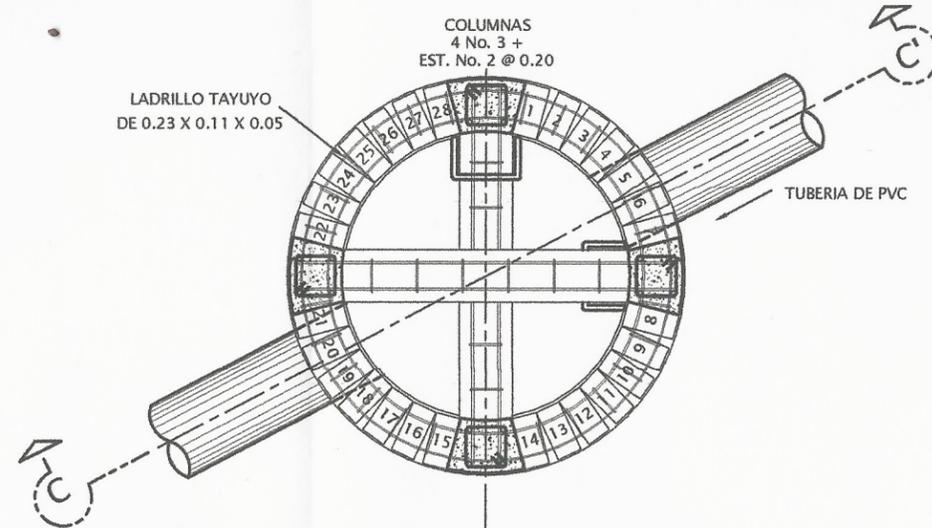
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO		
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/ 2019
CONTENIDO: PLANTA+ PERFIL TRAMO 113, 114 Y PERFIL TRAMO 112	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	HOJA: 28	33
		FIRMA	



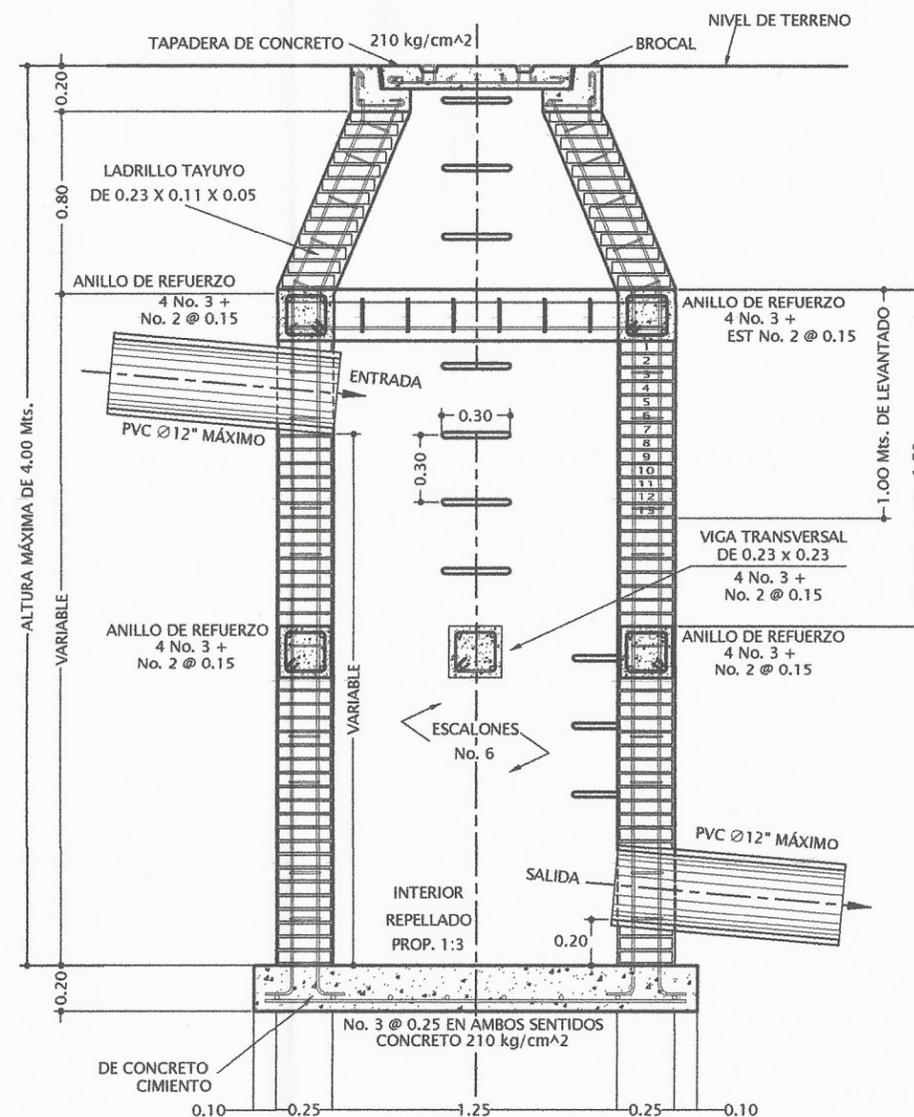
PLANTA POZO DE VISITA TIPO 1 (H= 1.20 - 3.99 MTS)
DIÁMETRO INTERIOR 1.25MTS
ESCALA 1/25



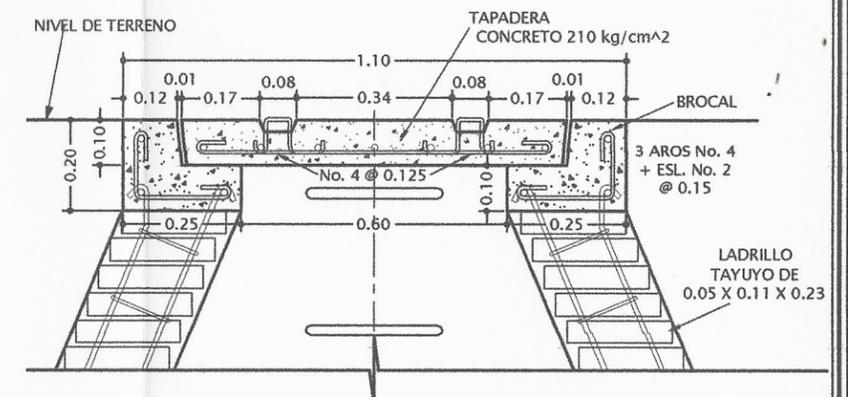
SECCIÓN B-B' POZO DE VISITA TIPO 1 (H= 1.20 - 3.99 MTS)
DIÁMETRO INTERIOR 1.25MTS
ESCALA 1/25



PLANTA POZO DE VISITA TIPO 2 (H= 4.00-4.50 MTS)
DIÁMETRO INTERIOR 1.5 MTS
ESCALA 1/25



SECCIÓN C-C' POZO DE VISITA TIPO 2 (H= 4.00-4.50 MTS)
DIÁMETRO INTERIOR 1.5MTS
ESCALA 1/25



BROCAL + TAPADERA
PVS
ESCALA 1/20

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

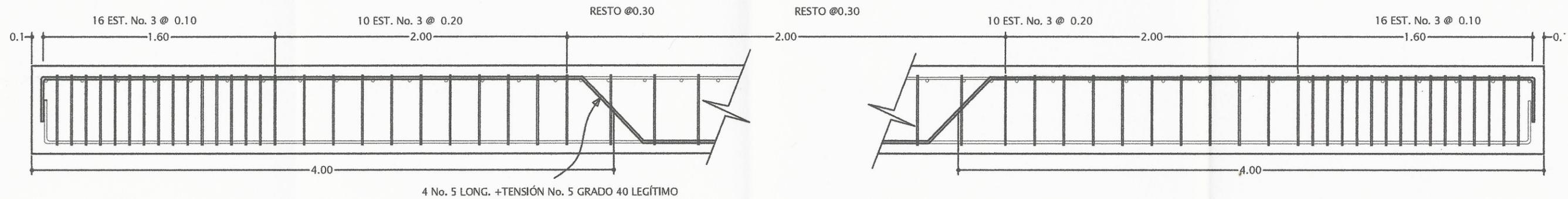
EL ACERO DE REFUERZO PARA LAS ESTRUCTURAS DETALLADAS EN ESTOS PLANOS, DEBE SER LEGÍTIMO GRADO 40 Y CUMPLIR CON LOS CERTIFICADOS DE CALIDAD REQUERIDOS EN LA ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

EL LADRILLO TAYUYO DEBE GARANTIZAR RESISTENCIA MÍNIMA DE f_m 75kg/cm² CON DIMENSIONES DE 0.23x0.11x0.05 Y TENER LOS CERTIFICADOS DE CALIDAD CORRESPONDIENTES

EL CONCRETO DEBE GARANTIZAR UNA RESISTENCIA MÍNIMA DE 210kg/cm² A LOS 28 DIAS

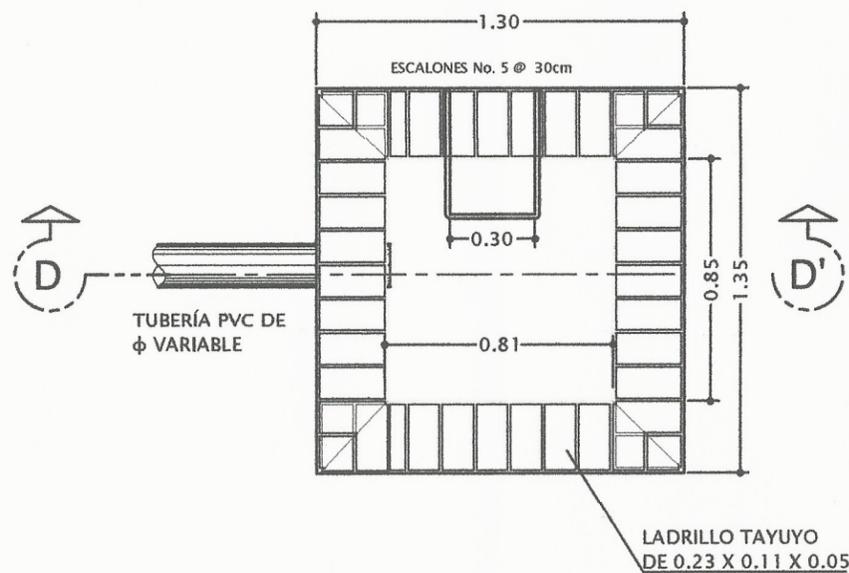
Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/ 2019
CONTENIDO: DETALLES GENERALES	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	
		HOJA 29 / 33	
		FIRMA	



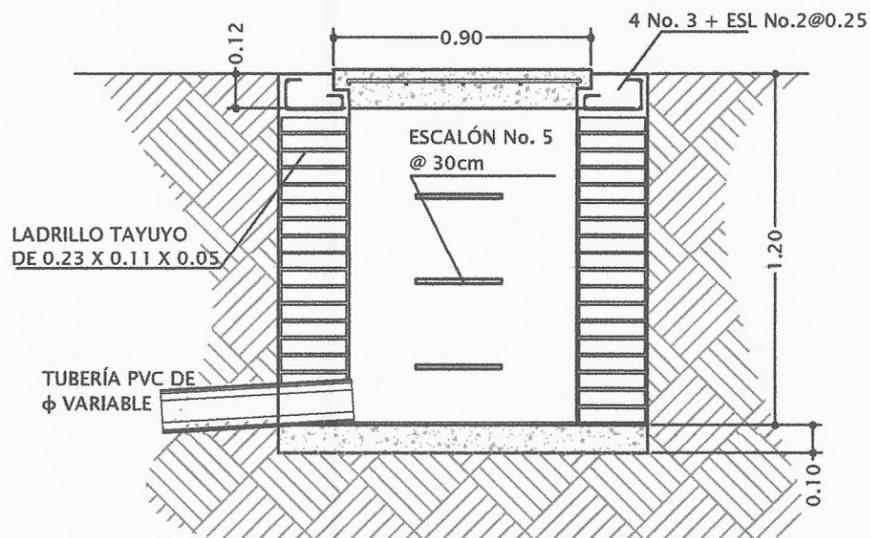
SECCIÓN LONGITUDINAL VIGA PARA PROTECCIÓN DE TUBERÍA
PASO DE PUENTE

ESCALA 1/25



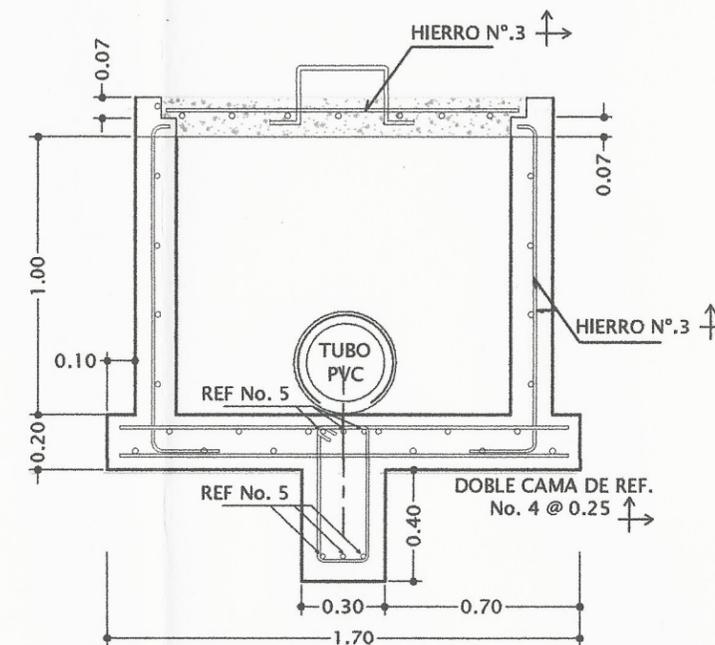
PLANTA POZO DE VISITA TIPO 3
POZOS DE INICIO CON H=1.20MTS

ESCALA 1/25



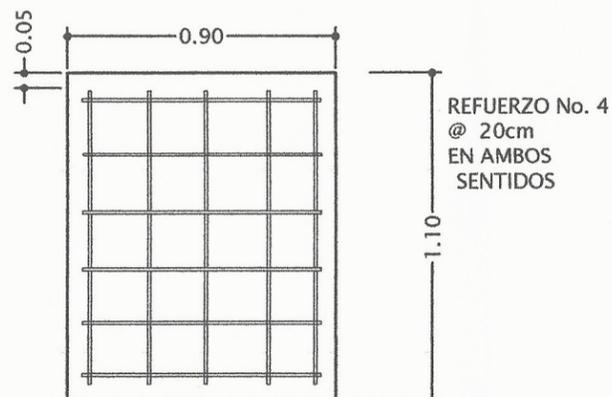
SECCIÓN POZO DE VISITA TIPO 3
POZOS DE INICIO CON H=1.20MTS

ESCALA 1/25



DETALLE PROTECCIÓN TUBERÍA
PASO DE PUENTE

ESCALA 1/20



DETALLE TAPADERA
POZO DE VISITA TIPO 3

ESCALA 1/20

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

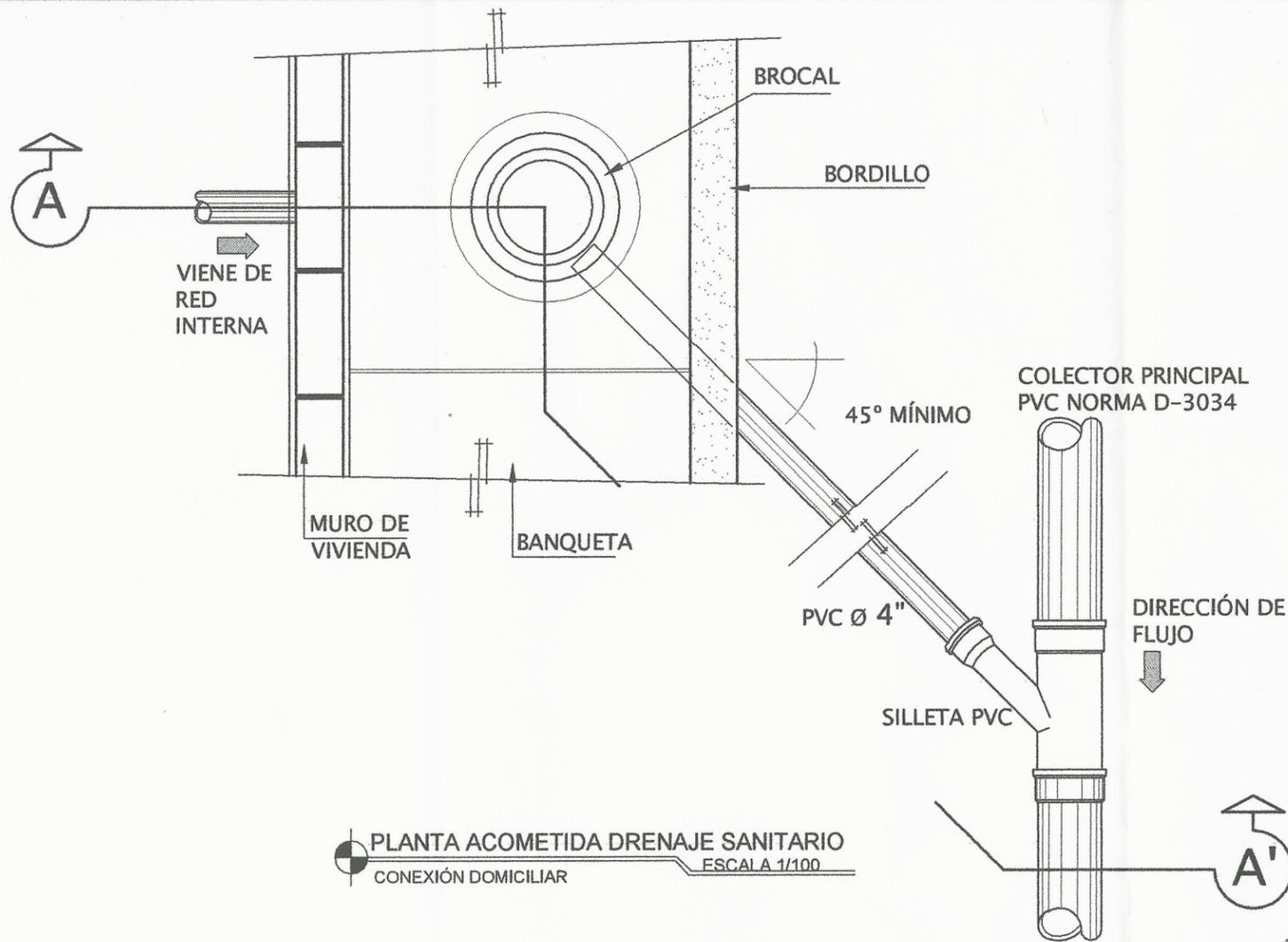
EL ACERO DE REFUERZO PARA LAS ESTRUCTURAS DETALLADAS EN ESTOS PLANOS, DEBE SER LEGÍTIMO GRADO 40 Y CUMPLIR CON LOS CERTIFICADOS DE CALIDAD REQUERIDOS EN LA ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

EL LADRILLO TAYUYO DEBE GARANTIZAR RESISTENCIA MÍNIMA DE $f'm$ 75kg/cm² CON DIMENSIONES DE 0.23x0.11x0.05 Y TENER LOS CERTIFICADOS DE CALIDAD CORRESPONDIENTES

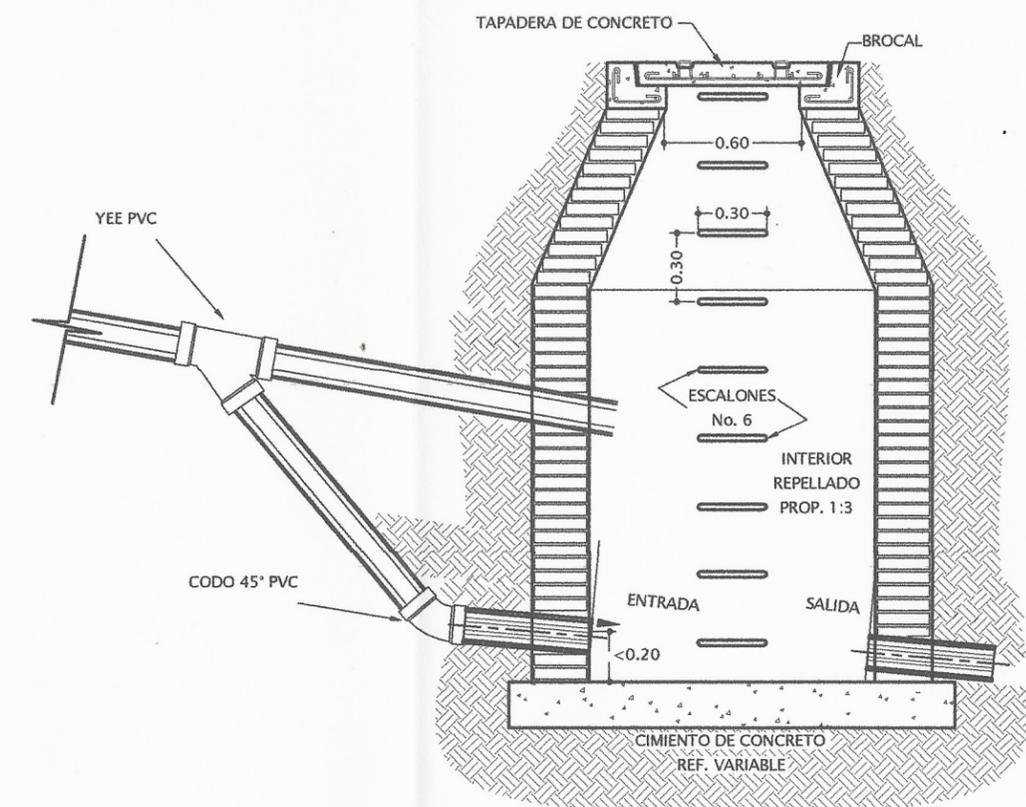
EL CONCRETO DEBE GARANTIZAR UNA RESISTENCIA MÍNIMA DE 210kg/cm² A LOS 28 DÍAS

Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

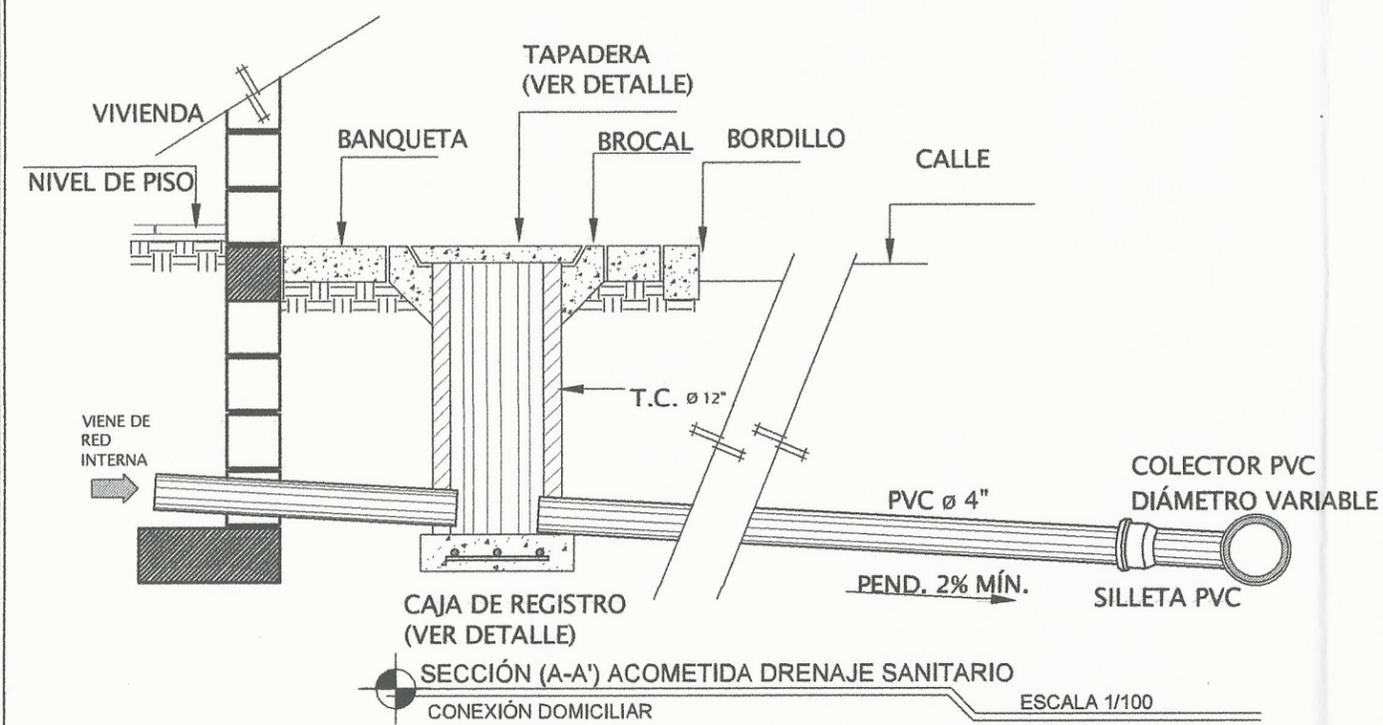
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O		ESCALA: INDICADA FECHA: 10/ 2019	
CONTENIDO: DETALLES GENERALES		DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ	HOJA: 30 / 33
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ			
		FIRMA			



PLANTA ACOMETIDA DRENAJE SANITARIO
CONEXIÓN DOMICILIAR ESCALA 1/100

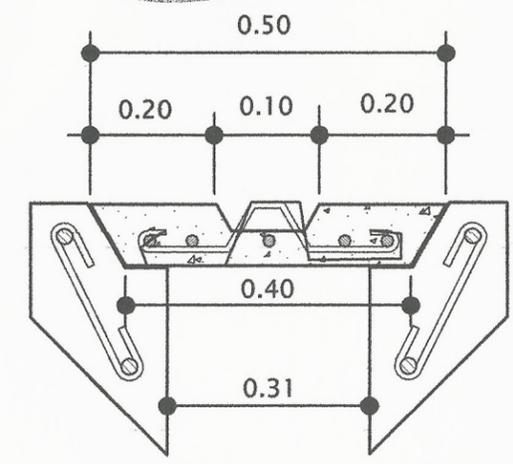


SECCIÓN SISTEMA DE DISIPADOR DE ENERGÍA
PARA DIFERENCIAS DE CIE-CIS > 0.70MTS ESCALA 1/25

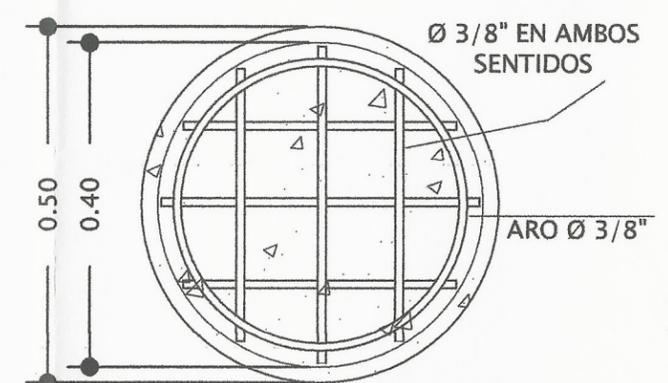


SECCIÓN (A-A') ACOMETIDA DRENAJE SANITARIO
CONEXIÓN DOMICILIAR ESCALA 1/100

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

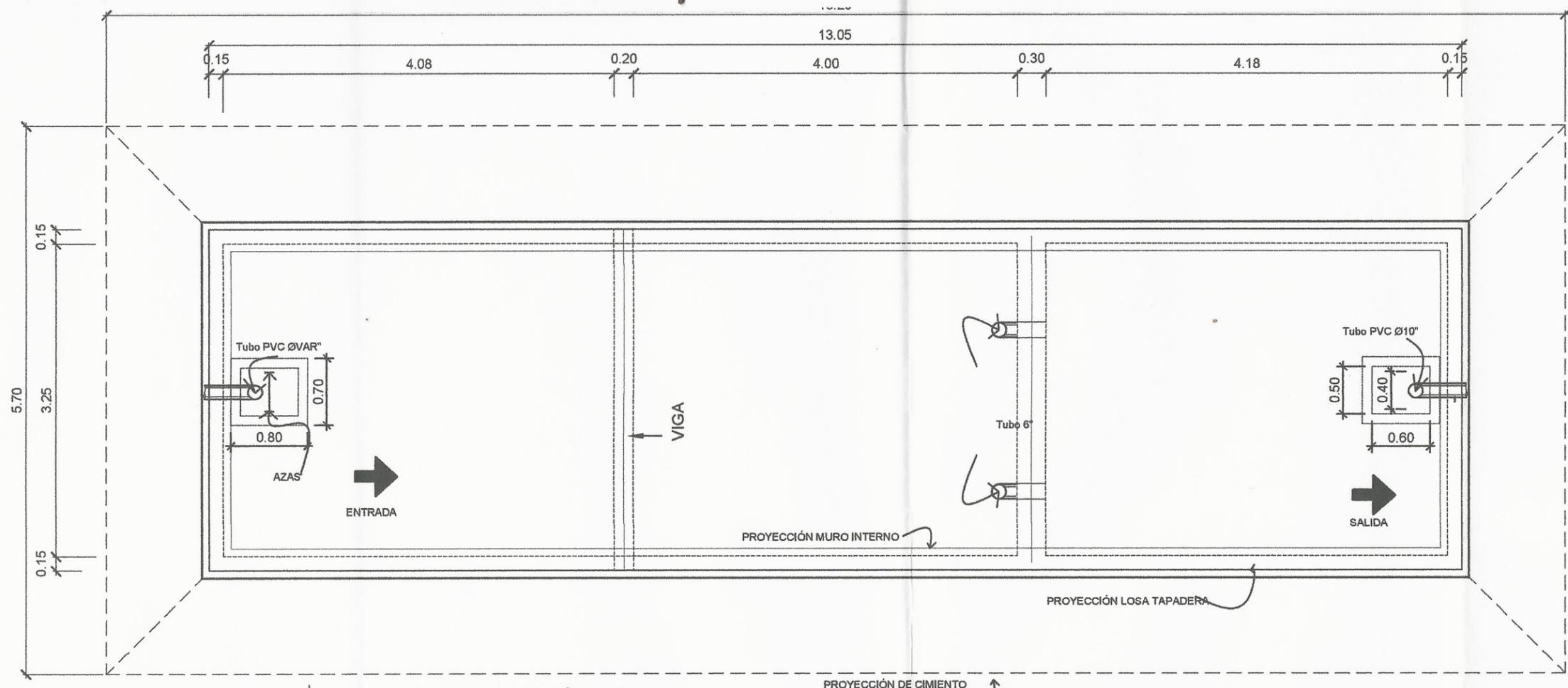


SECCIÓN BROCAL Y TAPADERA TÍPICA
CONEXIÓN DOMICILIAR ESCALA 1/10

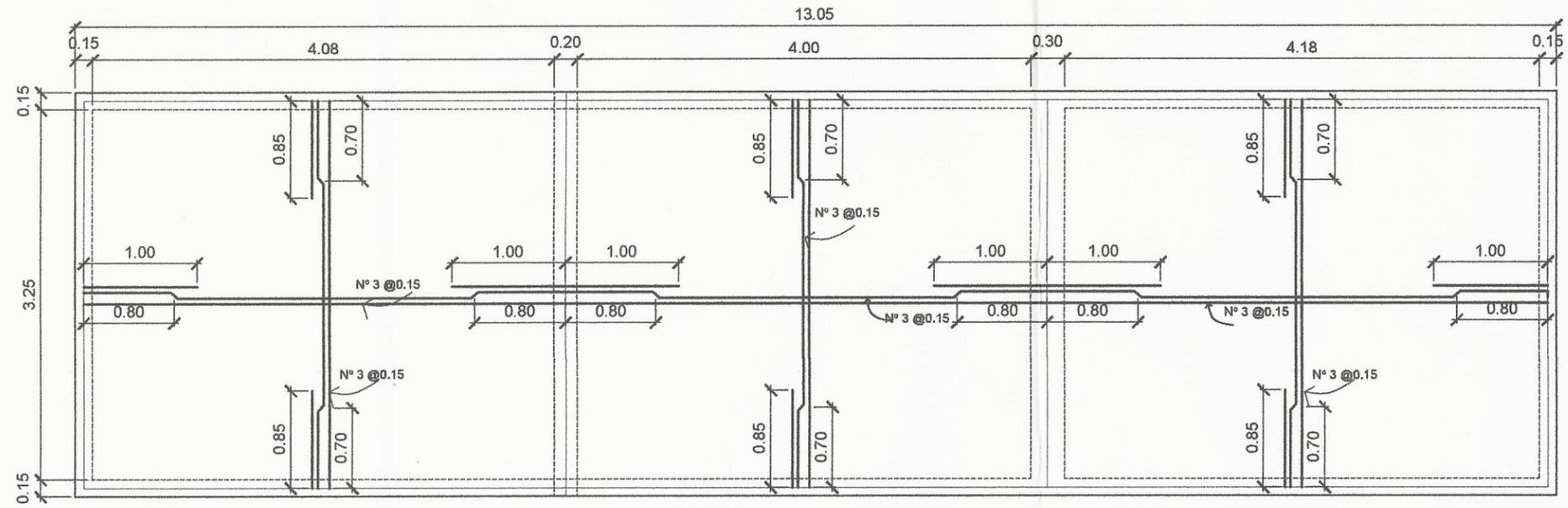


PLANTA BROCAL Y TAPADERA TÍPICA
CONEXIÓN DOMICILIAR ESCALA 1/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/2019
CONTENIDO: DETALLES GENERALES	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	HOJA: 31	33
		FIRMA	



PLANTA GENERAL FOSA SÉPTICA
 FOSA SÉPTICA 80M3
 ESCALA 1/35

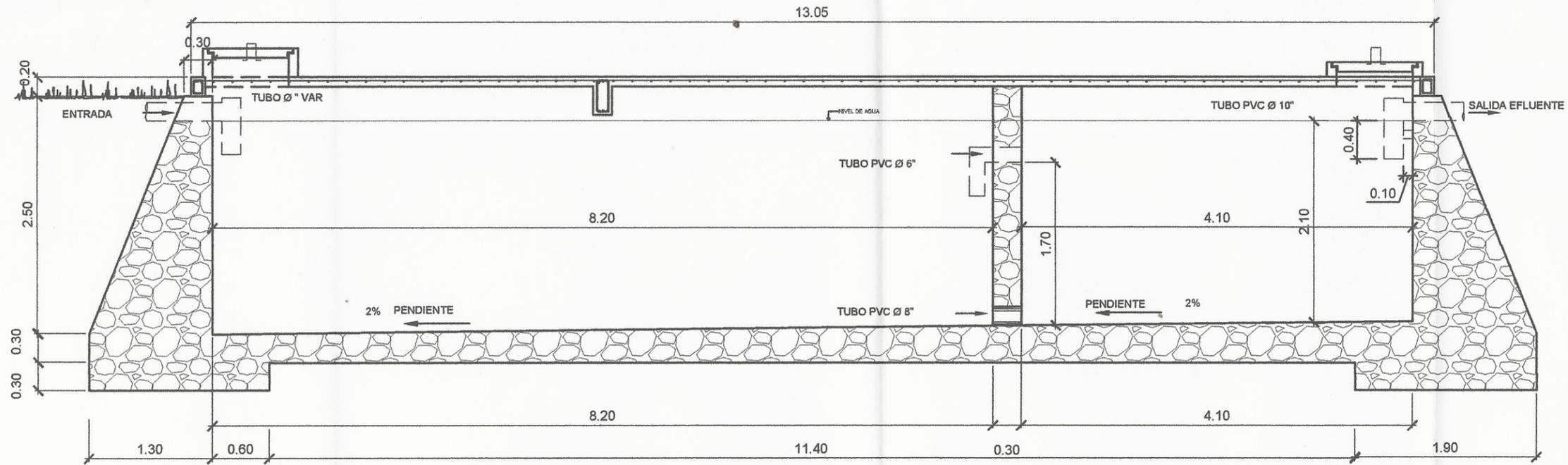


PLANTA DE LOSA FOSA SÉPTICA
 ESCALA 1/35

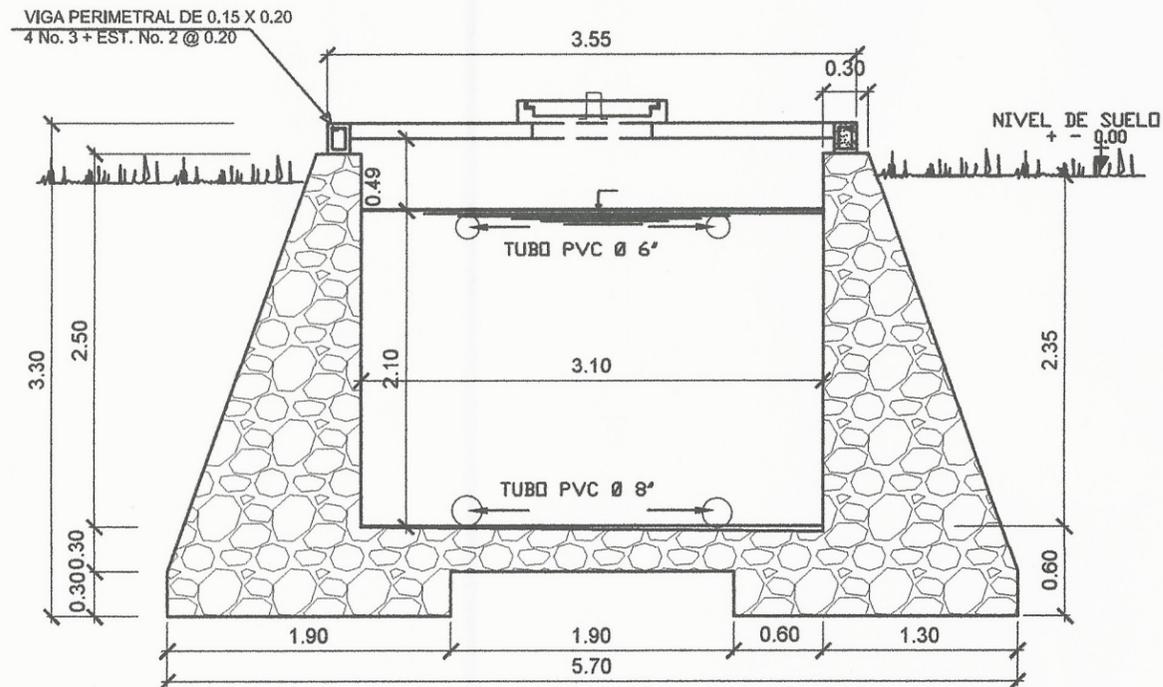
VER SECCIONES EN HOJA N° 33

Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/ 2019
CONTENIDO: DETALLES GENERALES	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
			HOJA 32 / 33
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ		
			FIRMA



SECCIÓN LONGITUDINAL FOSA SÉPTICA
ESCALA 1/35



SECCIÓN TRANSVERSAL FOSA SÉPTICA
ESCALA 1/35

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

EL ACERO DE REFUERZO PARA LAS ESTRUCTURAS DETALLADAS EN ESTOS PLANOS, DEBE SER LEGÍTIMO GRADO 40 Y CUMPLIR CON LOS CERTIFICADOS DE CALIDAD REQUERIDOS EN LA ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

EL LADRILLO TAYUYO DEBE GARANTIZAR RESISTENCIA MÍNIMA DE $f'm$ 75kg/cm² CON DIMENSIONES DE 0.23x0.11x0.05 Y TENER LOS CERTIFICADOS DE CALIDAD CORRESPONDIENTES

EL CONCRETO DEBE GARANTIZAR UNA RESISTENCIA MÍNIMA DE 210kg/cm² A LOS 28 DÍAS

Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA	COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14° 53' 33.25" N 90° 58' 53.84" O	ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/ 2019
CONTENIDO: DETALLES GENERALES	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	
		FIRMA	

Apéndice 6. **Cuadro hidráulico del sistema de agua potable con
conducción por bombeo del caserío Chuaracanjay**

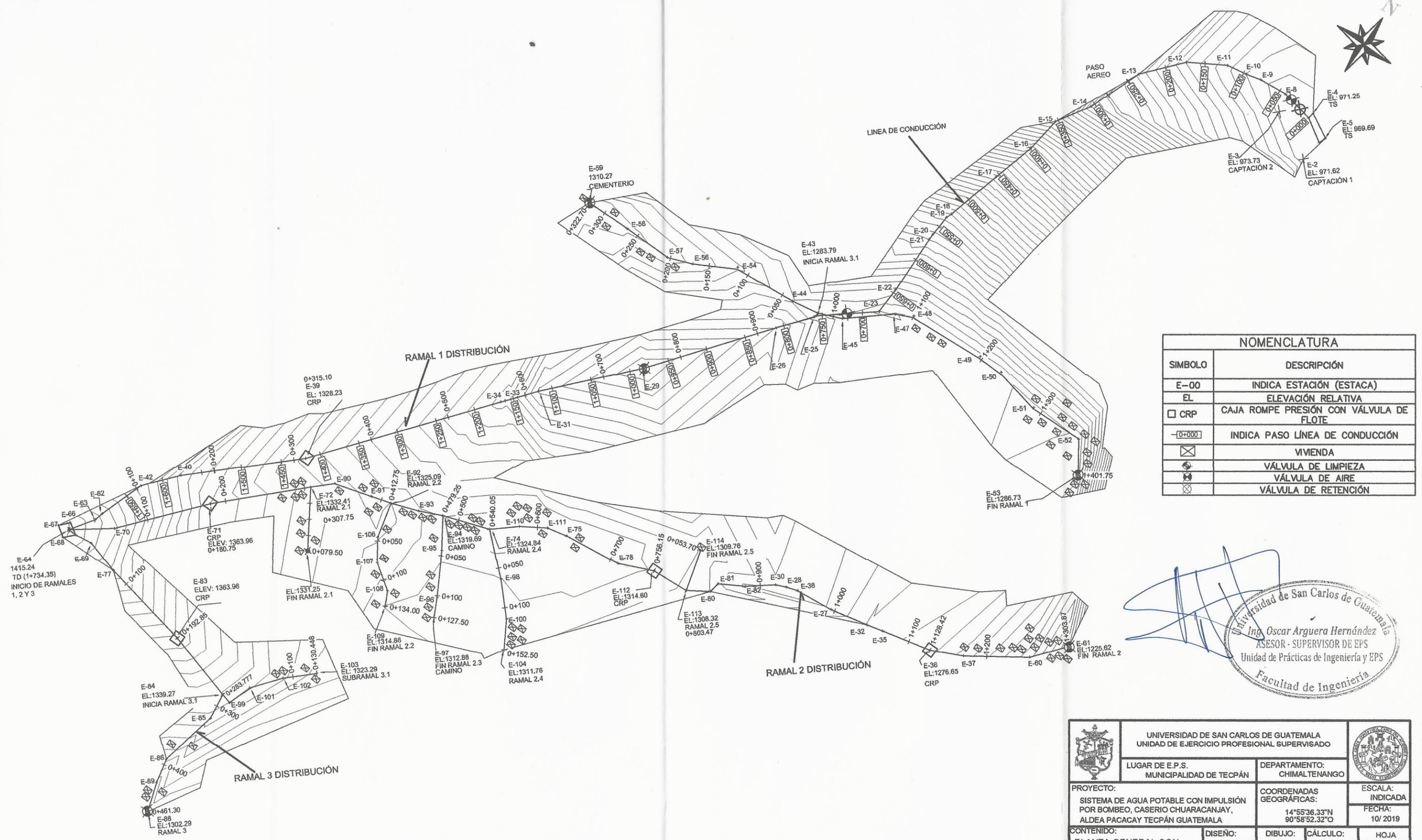
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO CHUARACANJAY, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO
 UBICACIÓN: CASERIO CHUARACANJAY LINEA DE DISTRIBUCIÓN

TRAMO		DISTANCIA HORIZONTAL	LONGITUD DE DISEÑO	DIÁMETRO	CLASE DE TUBERIA	COEFICIENTE HAZEN WILLIAMS	CAUDAL	VELOCIDAD	PÉRDIDA DE CARGA	COTA PIEZOMÉTRICA (mts)		COTA DE TERRENO (mts)		PRESIÓN (mca)	
Estación de Inicio	Estación Final	mts.	mts.	pulg.	PSI		Litros/seg	mts./seg.	mts.	Inicial	Final	Inicial	Final	Dinámica (de servicio)	Estática
RAMAL 1															
TD	CRP1	262,12	270	1 1/2	160	150	1,33	1,20	10,34	1415,24	1404,90	1415,24	1340	64,90	75,24
CRP1	E43	718,33	740	1 1/2	160	150	1,33	1,20	28,34	1340,00	1311,66	1340	1283,79	27,87	56,21
E43	E53	421,3	434	1 1/2	160	150	1,07	0,97	11,11	1311,66	1300,55	1283,79	1286,73	13,82	53,27
SUB RAMAL 1.1															
E43	59	322,7	332	1	160	150	0,25	0,509295818	4,15	1329,53	1325,38	1283,79	1310,27	15,11	29,73
RAMAL 2															
TD	CRP (71)	180,75	186	2	160	150	2,10	1,07	4,09	1415,24	1411,15	1415,24	1350,16	60,99	65,08
CRP (71)	E72	127	131	2	160	150	2,10	1,07	2,88	1350,16	1347,28	1350,16	1332,41	14,87	17,75
E72	92	105	108	1 1/2	160	150	1,81	1,64	7,30	1347,28	1339,98	1332,41	1325,09	14,89	25,07
92	94	66,5	68	1 1/2	160	150	1,45	1,31	3,07	1339,98	1336,91	1325,09	1319,69	17,22	30,47
94	74	60,8	63	1 1/2	160	150	1,16	1,05	1,85	1336,91	1335,06	1319,69	1324,84	10,22	25,32
74	CRP(112)	216,1	223	1 1/2	160	150	0,95	0,86	4,53	1335,06	1330,54	1324,84	1314,6	15,94	35,56
CRP (112)	113	47,32	49	1 1/4	160	150	0,61	0,79	1,07	1314,60	1313,53	1314,6	1308,32	5,21	5,84
113	CRP(36)	324,95	335	1	160	150	0,57	1,16	19,04	1313,53	1294,49	1308,32	1276,65	17,84	37,51
CRP (36)	E61	175,45	181	1	160	150	0,57	1,16	10,28	1276,65	1266,37	1276,65	1225,62	40,75	51,03
* En la estación 113 las presiones de diseño no cumplen con los mínimos, por lo tanto la conexión de la vivienda correspondiente a ese tramo debe hacerse antes de la caja rompe presión ubicada en la estación 112															
RAMAL 2.1															
72	EL	79,5	82	3/4	160	150	0,29	1,05	5,46	1348,98	1343,52	1332,41	1331,25	12,27	18,91
RAMAL 2.2															
92	109	134	138	3/4	160	150	0,29	1,05	9,21	1345,96	1336,75	1325,09	1314,86	21,89	35,3
RAMAL 2.3															
94	97	127,5	131	3/4	160	150	0,29	1,05	8,76	1344,68	1335,92	1319,69	1312,88	23,04	37,28
RAMAL 2.4															
74	104	152,56	157	3/4	160	150	0,21	0,76	5,77	1343,92	1338,15	1324,84	1311,76	26,39	38,4
RAMAL 2.5															
CRP(112)	114	53,7	55	1/2	160	150	0,15	1,22	7,84	1330,54	1322,70	1308,32	1309,76	12,94	40,4
RAMAL 3															
64	CRP 83	192,85	199	1 1/4	160	150	1,52	1,98	23,67	1415,24	1391,57	1415,24	1363,96	27,61	51,28
CRP 83	84	90,88	94	1 1/4	160	150	1,46	1,90	10,35	1363,96	1353,61	1363,96	1339,27	14,34	24,69
84	88	177,57	183	1 1/4	160	150	1,156	1,51	13,13	1353,61	1340,48	1339,27	1302,29	38,19	61,67
RAMAL 3.1															
84	103	130,448	134	3/4	250	150	0,304	1,10	9,78	1353,61	1343,82	1339,27	1323,29	20,53	40,67

Apéndice 7. **Diseño del sistema de agua potable con conducción por bombeo del caserío Chuaracanjay**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

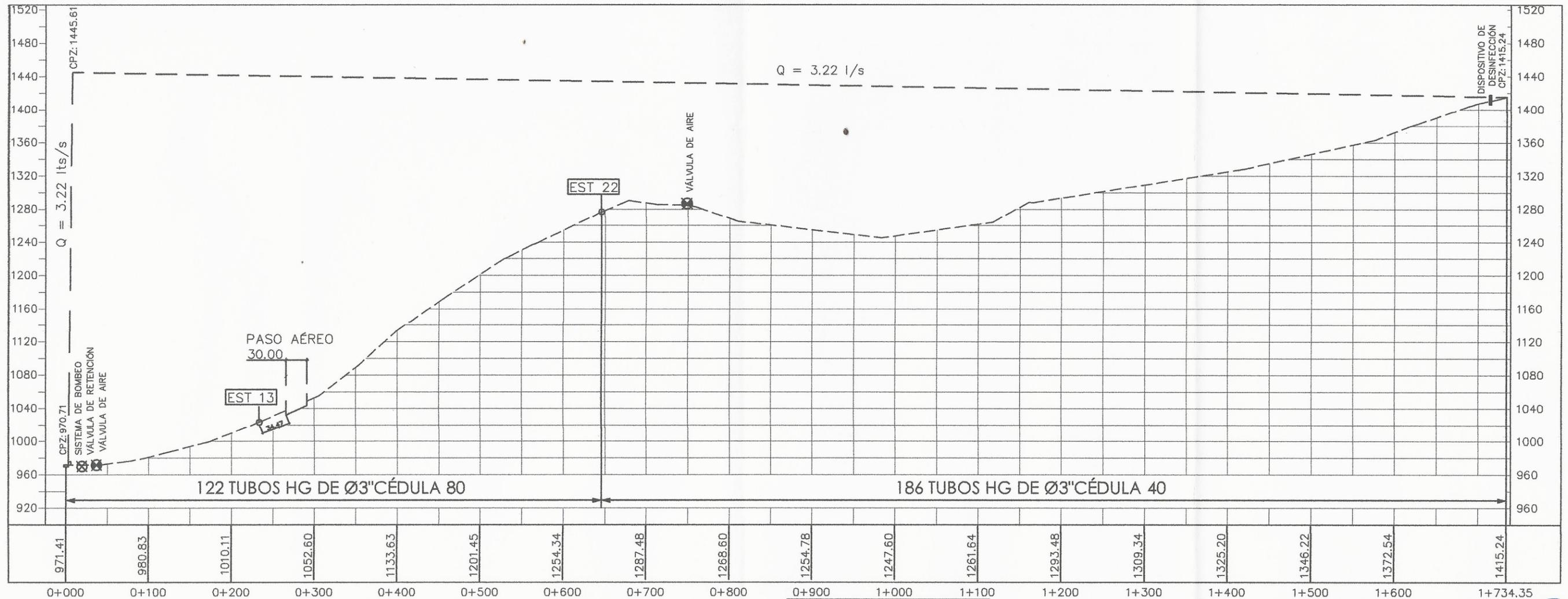


NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
E-00	INDICA ESTACIÓN (ESTACA)
EL	ELEVACIÓN RELATIVA
□ CRP	CAJA ROMPE PRESIÓN CON VÁLVULA DE FLOTE
- 0+000	INDICA PASO LÍNEA DE CONDUCCIÓN
⊠	VIVIENDA
⊙	VÁLVULA DE LIMPIEZA
⊗	VÁLVULA DE AIRE
⊠	VÁLVULA DE RETENCIÓN



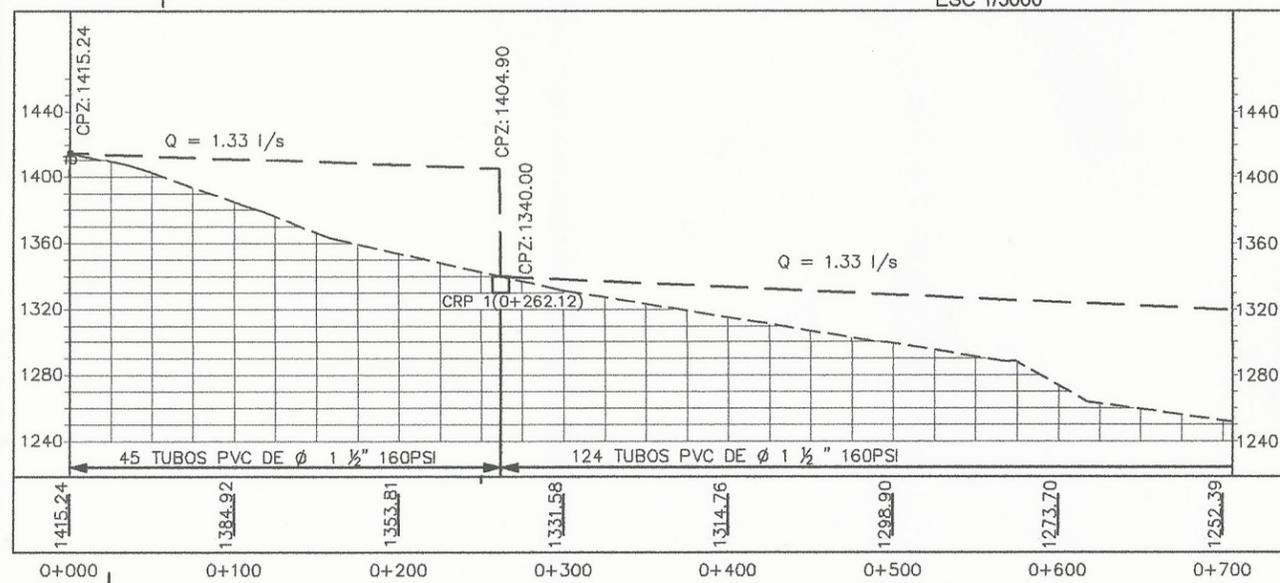
PLANTA DE GENERAL CON CURVAS DE NIVEL Y DENSIDAD DE VIVIENDA
 ESC 1/2250

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN	DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE CON IMPULSIÓN POR BOMBEO, CASERIO CHUARACANJAY, ALDEA PACAGAY TECPÁN GUATEMALA		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14°55'36.33"N 90°58'52.32"O	ESCALA: INDICADA FECHA: 10/ 2019
CONTENIDO: PLANTA GENERAL CON CURVAS DE NIVEL		DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	CÁLCULO: ELMER COJ
		HOJA 1 / 11	
		FIRMA	



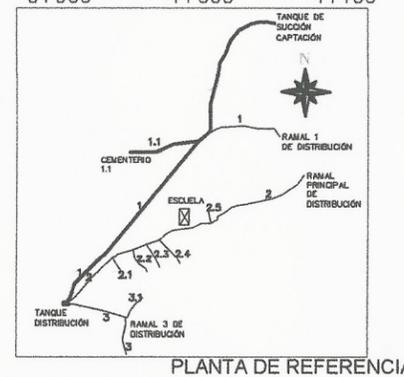
PERFIL GENERAL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESC 1/5000

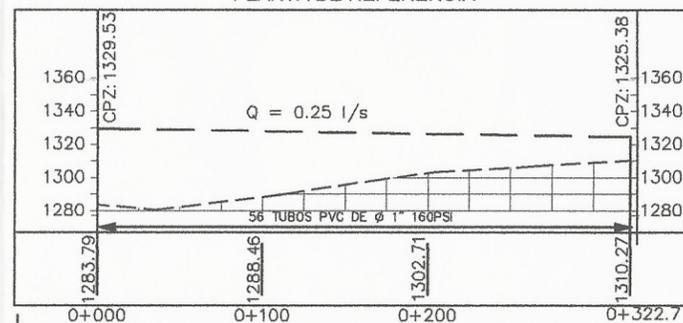


PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN - RAMAL 1 DE EST 0+000 A EST 0+700

ESC: 1/4000



PLANTA DE REFERENCIA



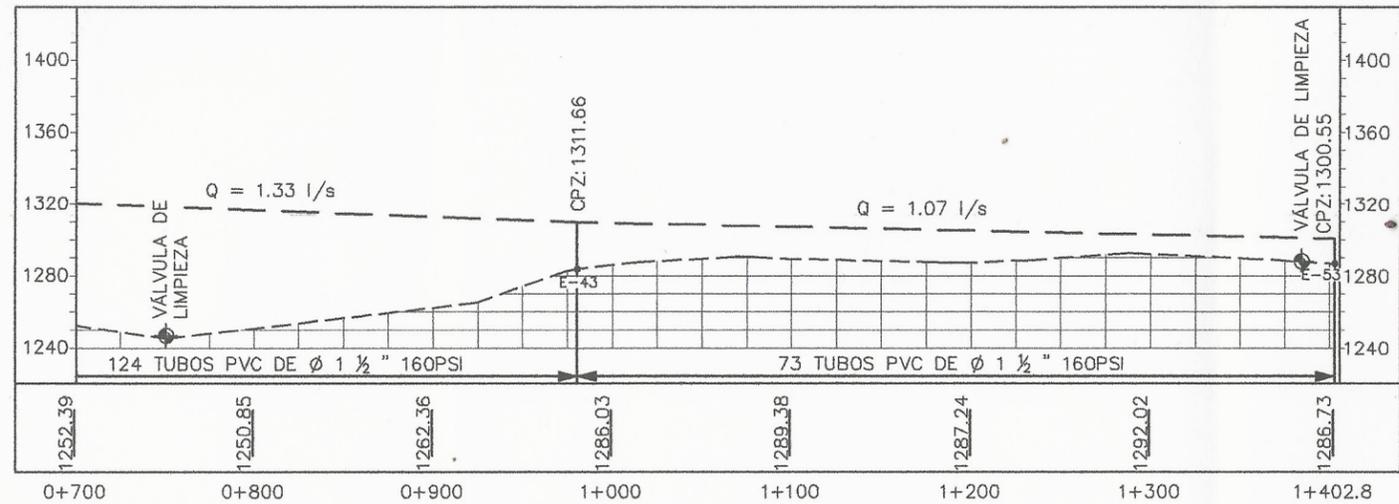
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN - RAMAL 1.1

ESC 1/4000

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

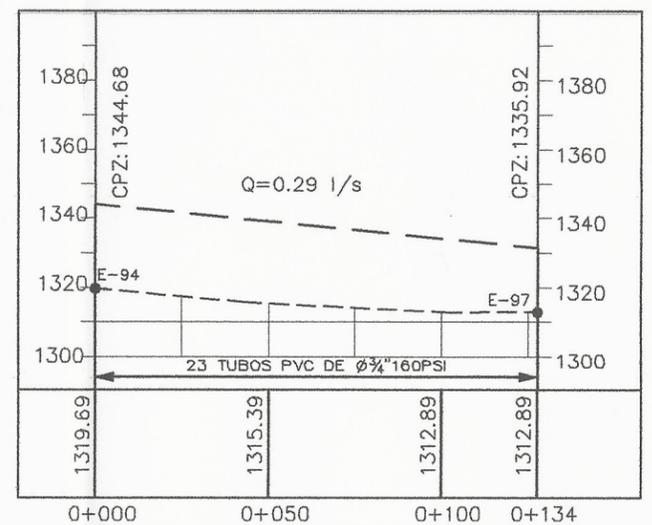
EL CONCRETO PARATODAS LAS OBRAS DE ARTE DEBE SER DE 210 kg/cm²
 LA TUBERÍA PVC DEBE CUMPLIR CON LA NORMA ASTM D2241 CON PRESIÓN DE TRABAJO COMO SE INDICA EN LOS PLANOS, SIN EMBARGO NO DEBE SER MENOR A 160PSI
 LA TUBERÍA HG PARA EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DEBE CUMPLIR CON LA PRESIÓN DE TRABAJO COMO SE INDICA EN LOS PLANOS

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE CON IMPULSIÓN POR BOMBEO, CASERIO CHUARACANJAY, ALDEA PACACAY TECPÁN GUATEMALA		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14°55'36.33"N 90°58'52.32"O	
CONTENIDO: PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN +LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 1 Y 1.1		DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ
		CÁLCULO: ELMER COJ	HOJA: 2 / 11
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	
		FIRMA	



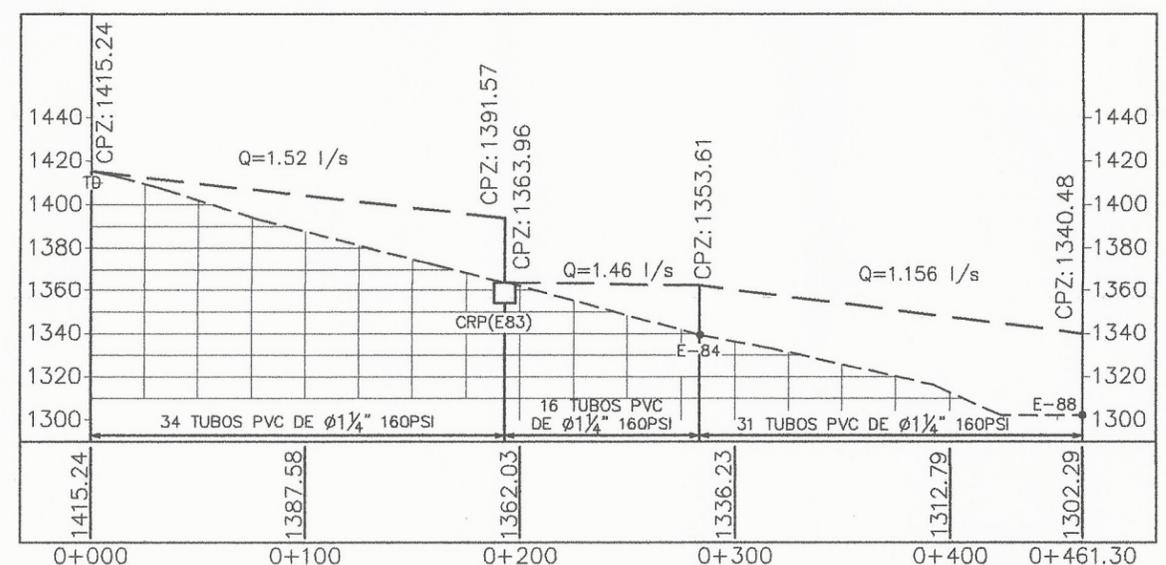
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN - RAMAL 1 DE EST 0+700 A 1+702.8

ESC: 1/4000



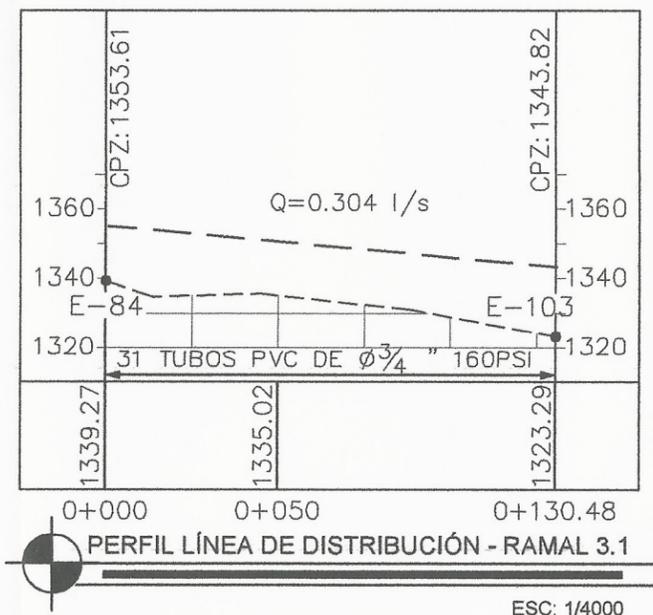
PERFIL SUB-RAMAL 2.3

ESC 1/3000



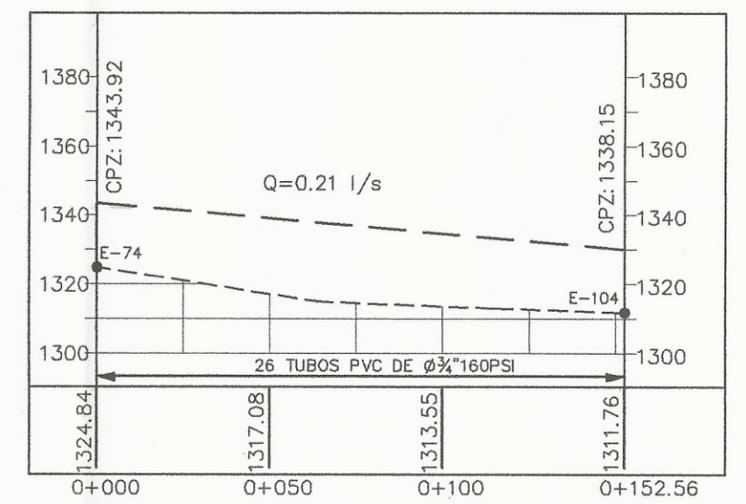
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN - RAMAL 3

ESC: 1/4000



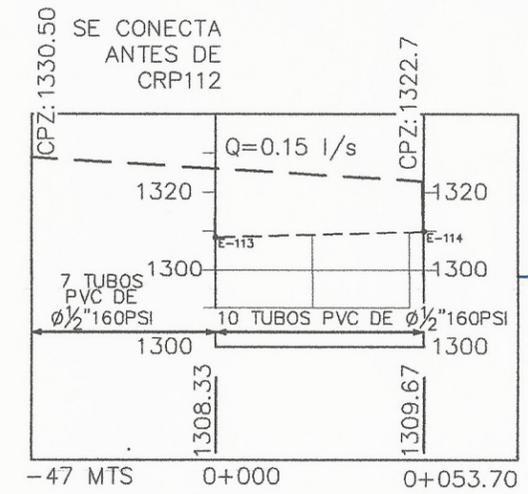
PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN - RAMAL 3.1

ESC: 1/4000



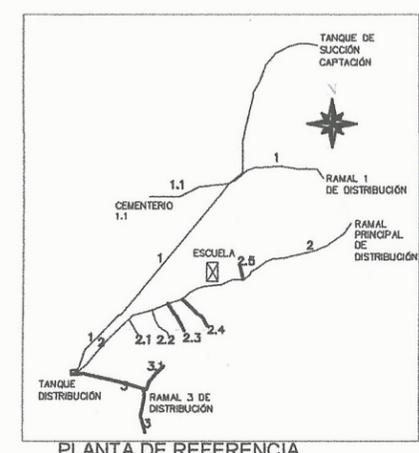
PERFIL SUB-RAMAL 2.4

ESC 1/3000



PERFIL SUB-RAMAL 2.5

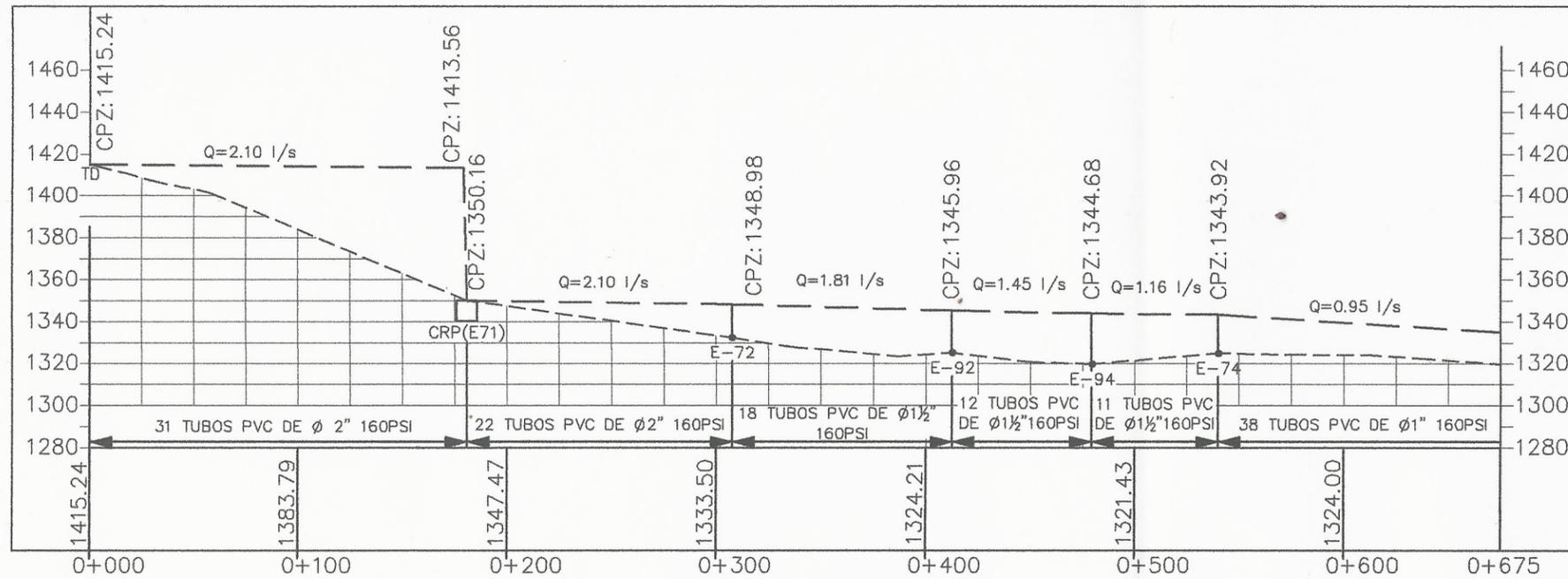
ESC: 1/3000



PLANTA DE REFERENCIA

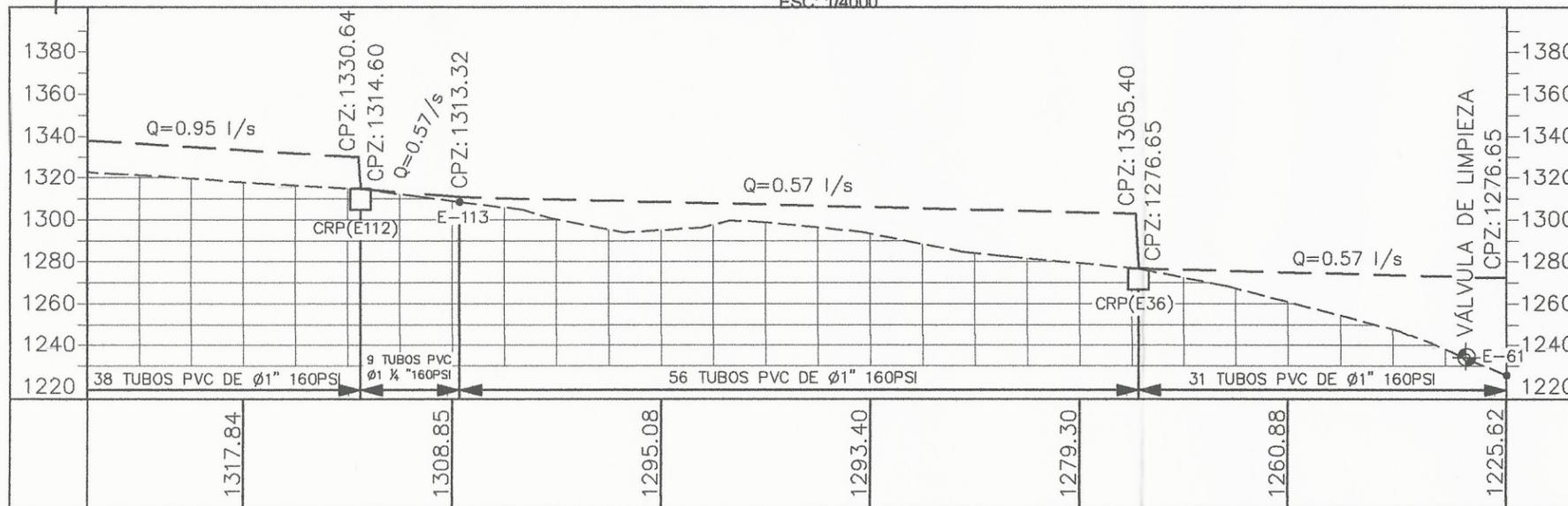


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE CON IMPULSIÓN POR BOMBEO, CASERIO CHUARACANJAY, ALDEA PACACAY TECPÁN GUATEMALA		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14°55'36.33"N 90°58'52.32"O
CONTENIDO: PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 3, 3.1, 2.3, 2.4 Y 2.5		ESCALA: INDICADA FECHA: 10/ 2019
DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
		HOJA 3 / 11 FIRMA



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN - RAMAL 2 DE EST 0+00 A EST 0+650

ESC: 1/4000

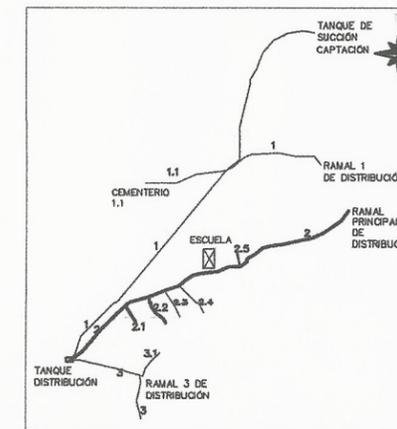


PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN - RAMAL 2 DE EST 0+650 A EST 1+303.87

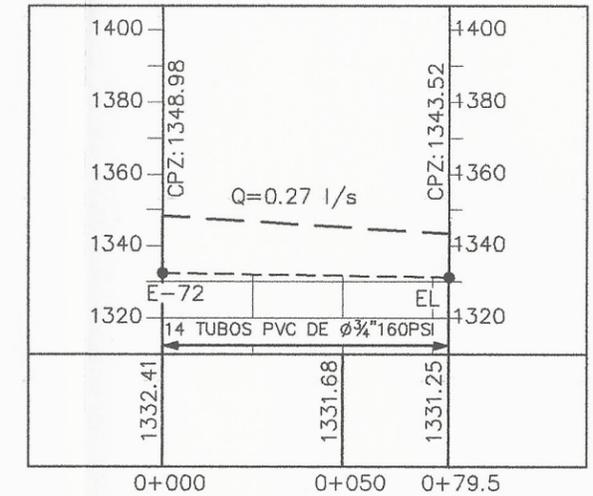
ESC: 1/4000

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

EL CONCRETO PARATODAS LAS OBRAS DE ARTE DEBE SER DE 210kg/cm²
 LA TUBERÍA PVC DEBE CUMPLIR CON LA NORMA ASTM D2241 CON PRESIÓN DE TRABAJO COMO SE INDICA EN LOS PLANOS, SIN EMBARGO NO DEBE SER MENOR A 160PSI
 LA TUBERÍA HG PARA EL SISTEMA DE CONDUCCIÓN DEBE CUMPLIR CON LA PRESIÓN DE TRABAJO COMO SE INDICA EN LOS PLANOS

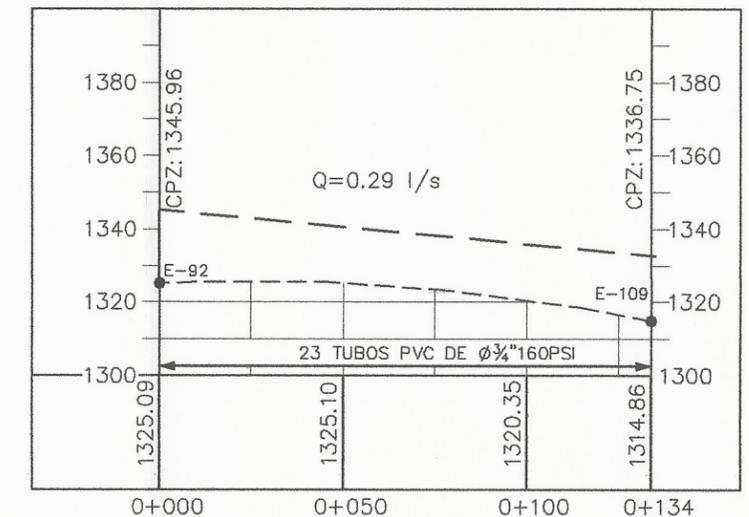


PLANTA DE REFERENCIA



PERFIL SUB-RAMAL 2.1

ESC 1/3000



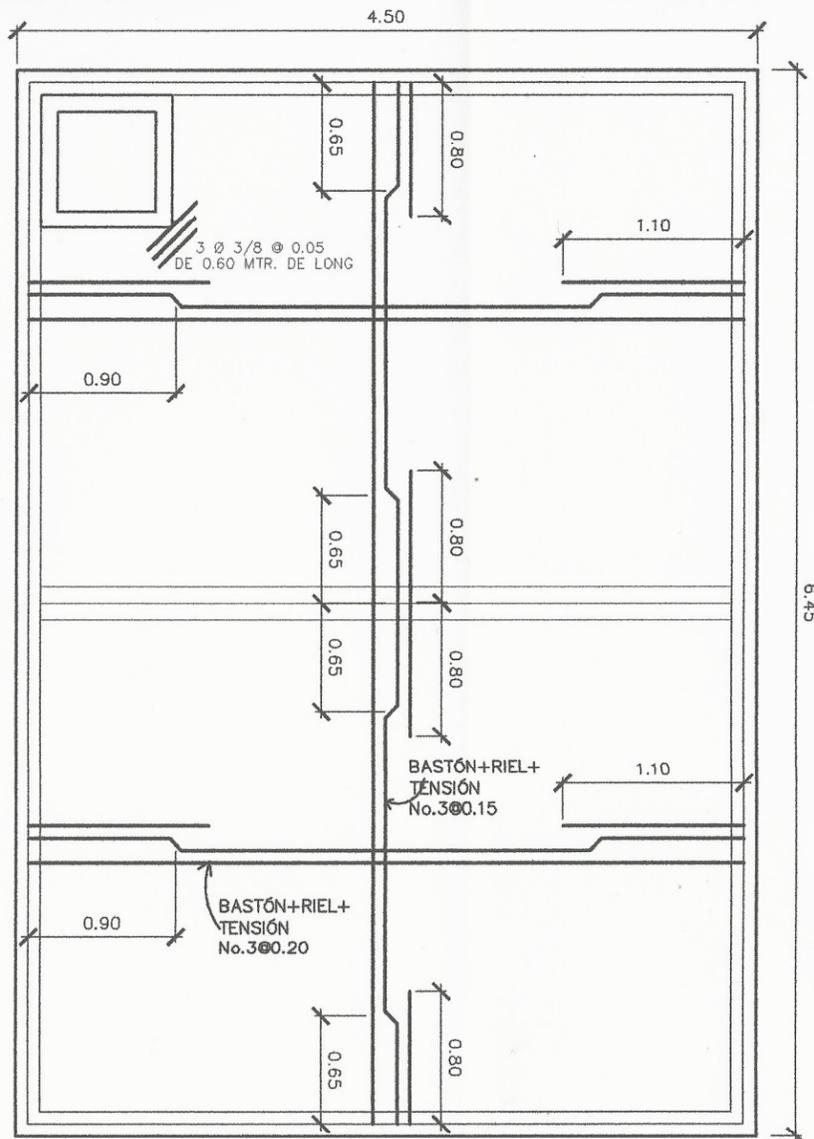
PERFIL SUB-RAMAL 2.2

ESC 1/3000

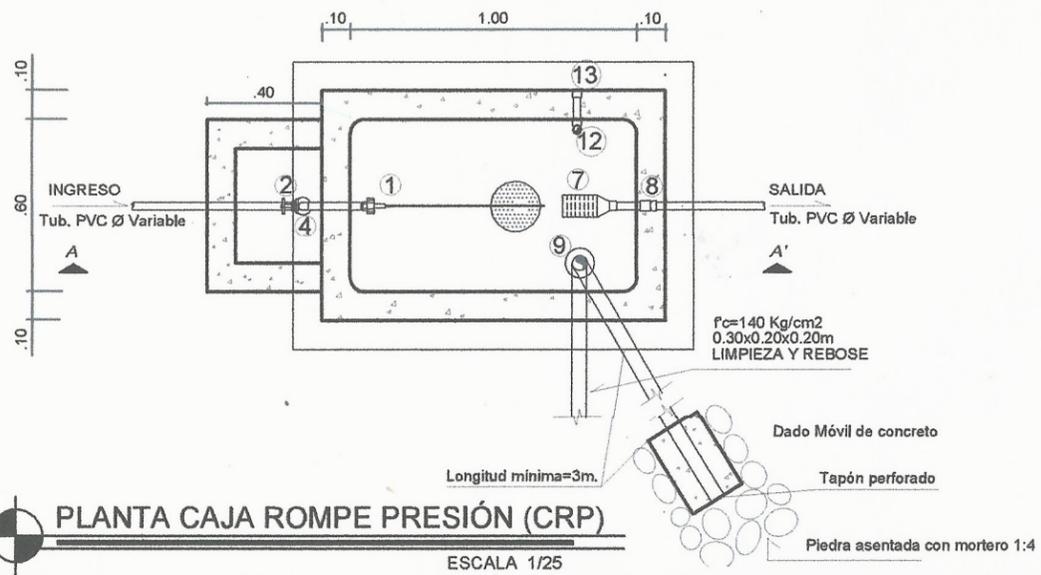
Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14°55'36.33"N 90°58'52.32"O	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE CON IMPULSIÓN POR BOMBEO, CASERIO CHUARACANJAY, ALDEA PACACAY TECPÁN GUATEMALA		ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/2019
CONTENIDO: PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 2, 2.1, 2.2		DISEÑO: ELMER COJ	HOJA: 4 / 11
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	

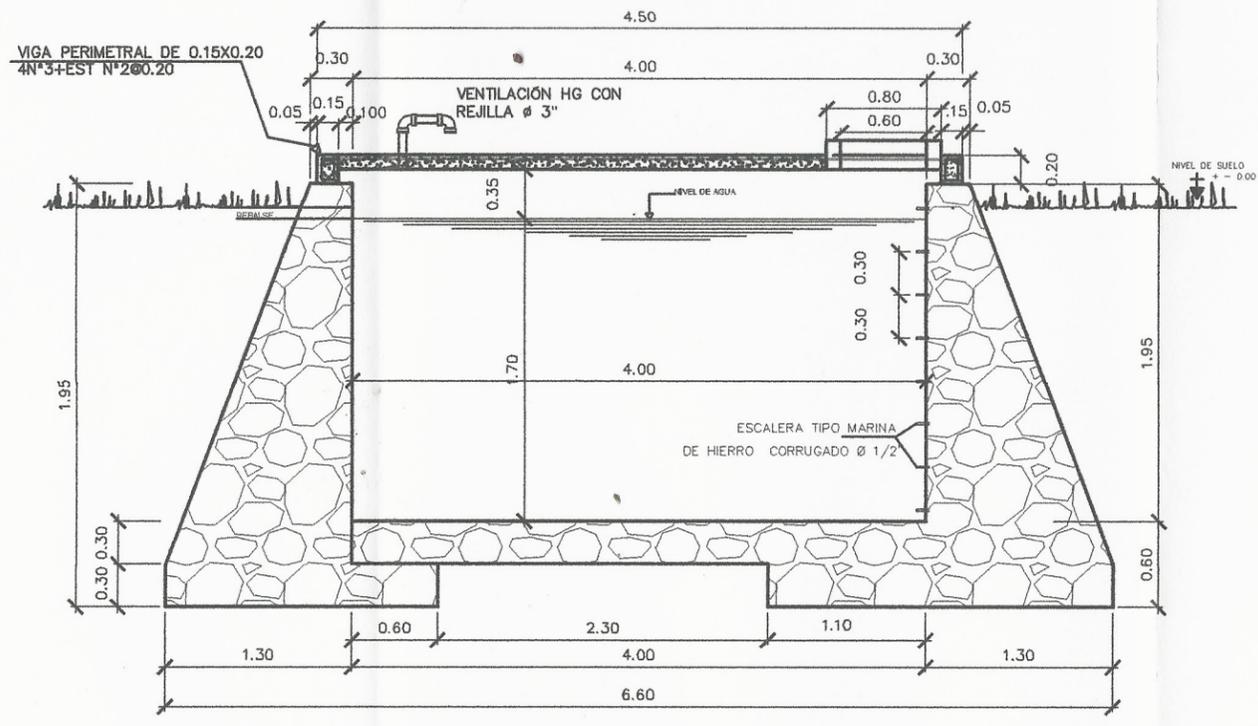
FIRMA



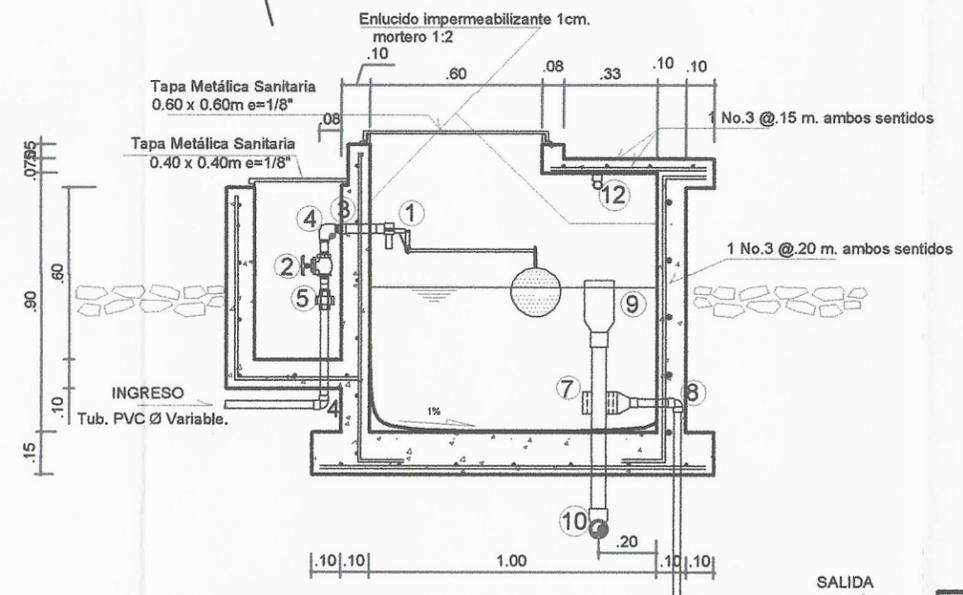
PLANTA ARMADO DE LOSA TD
ESCALA 1/50



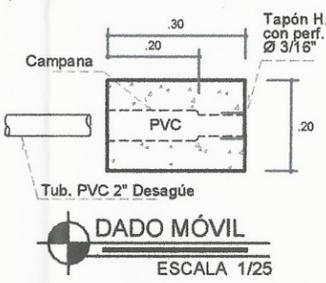
PLANTA CAJA ROMPE PRESIÓN (CRP)
ESCALA 1/25



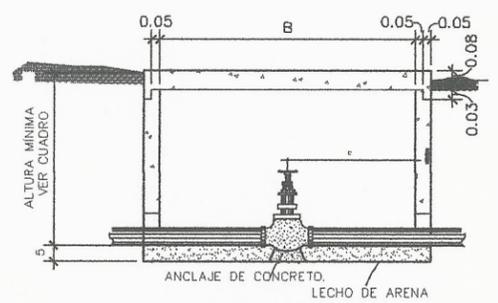
SECCIÓN TRANSVERSAL A-A' (TD)
ESCALA 1/25



SECCIÓN A-A' (CRP)
ESCALA 1/25



DADO MÓVIL
ESCALA 1/25



CAJA DE VÁLVULAS-ELEVACIÓN SIN ESCALA

CAUDRO DE (B) DE VÁLVULAS:

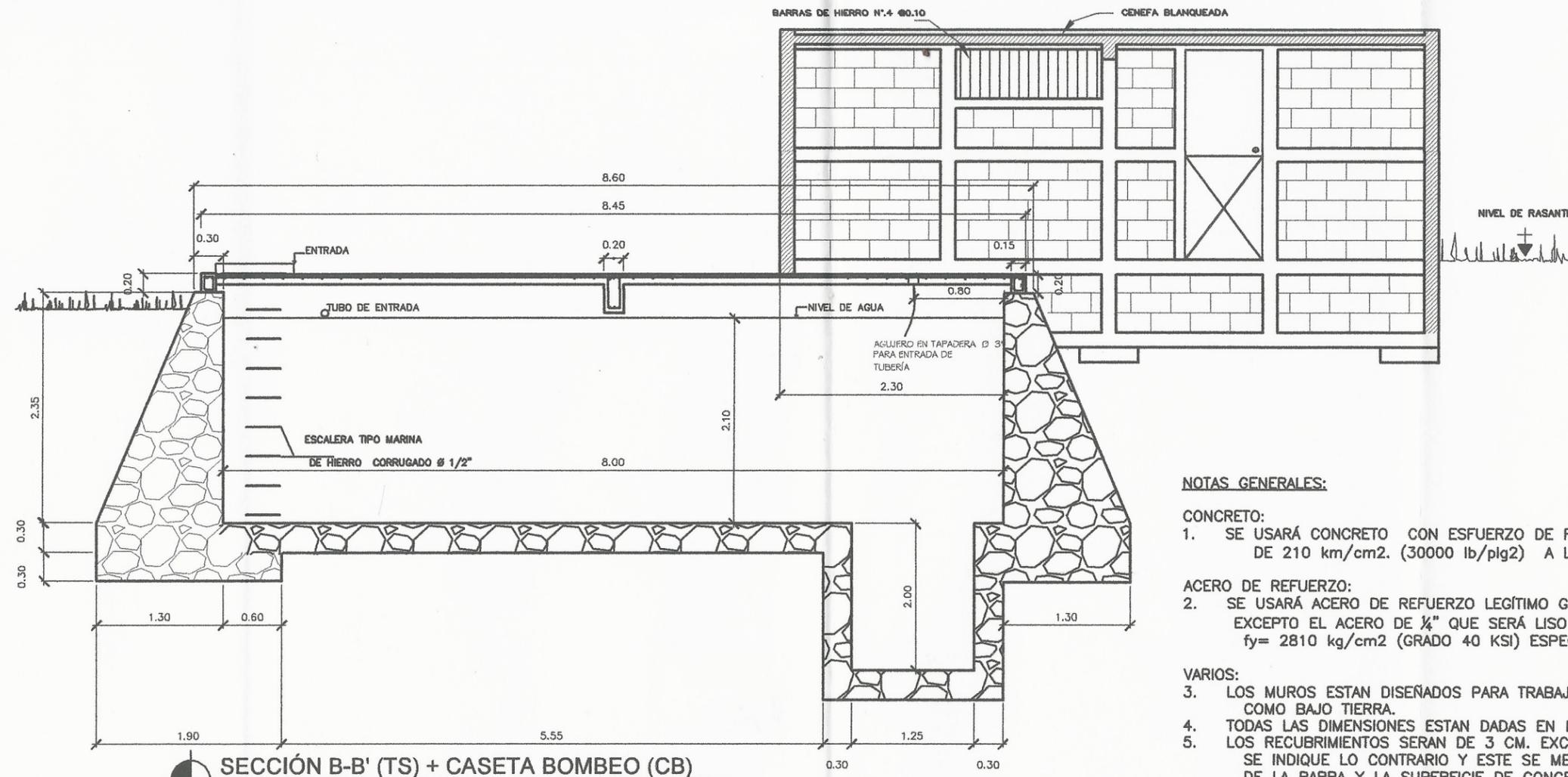
DIMENSIONES (CM)			
Ø (PULG)	A	B	ALTURA MÍNIMA
1/2"	30	40	30
3/4"	30	40	30
2"	35	45	45
2 1/4"	35	45	45
3"	60	60	50

CUADRO DE ACCESORIOS CRP

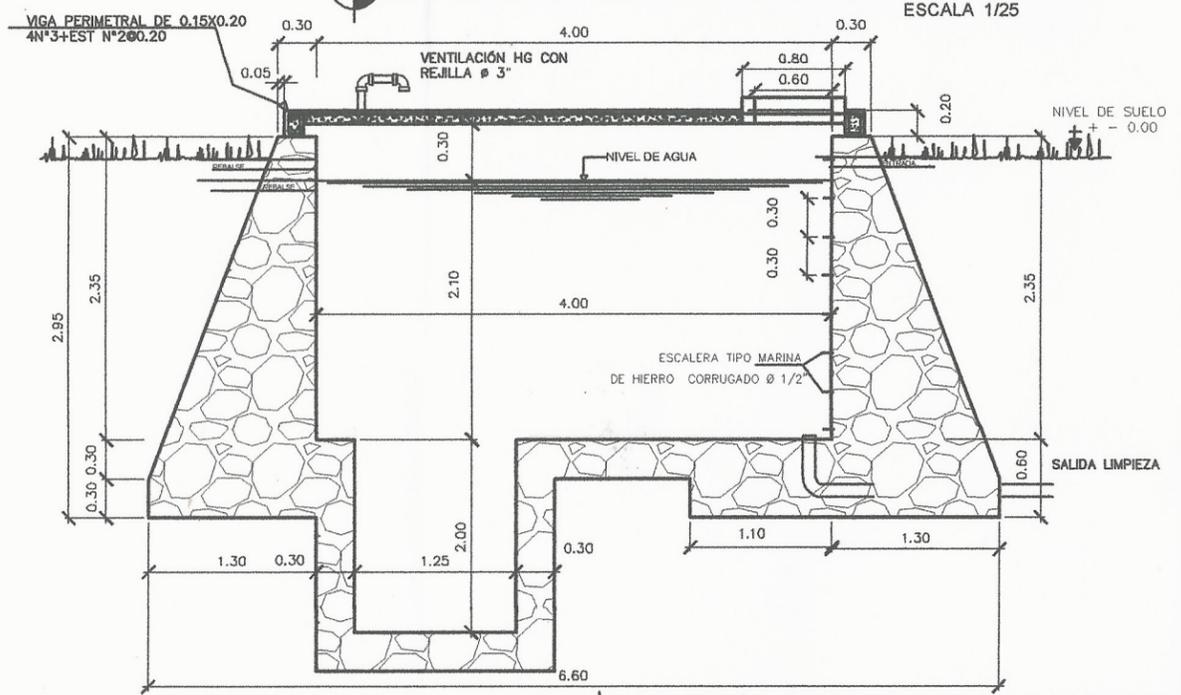
N°	ACCESORIO	CANT
INGRESO		
1	Válvula Flotador Ø Variable"	01
2	Válvula Compuerta Ø Variable"	01
3	Niple PVC Ø Variable"	02
4	Codo PVC 90° Ø Variable"	02
5	Union universal PVC Ø Var.	01
SALIDA		
7	Canastilla PVC Ø Variable"	01
8	Codo PVC 90° Ø Variable"	02
LIMPIEZA Y REBOSE		
9	Cono de Rebose Ø 2"	01
10	Codo PVC 90° Ø 2"	01
11	Tapón PVC perforado Ø 2"	01
VENTILACIÓN		
12	Codo PVC SAL 90° Ø 2"	01
13	Tapón PVC Perforado Ø 2"	01

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO			
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE CON IMPULSIÓN POR BOMBEO, CASERIO CHUARACANJAY, ALDEA PACACAY TECPÁN GUATEMALA		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14°55'36.33"N 90°58'52.32"O		ESCALA: INDICADA FECHA: 10/2019	
CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS TANQUE DE DISTRIBUCIÓN + CAJA ROMPE PRESIÓN		DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ	HOJA: 6 11
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ		FIRMA	

Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



SECCIÓN B-B' (TS) + CASETA BOMBEO (CB)



SECCIÓN A-A' (TS) + CASETA BOMBEO

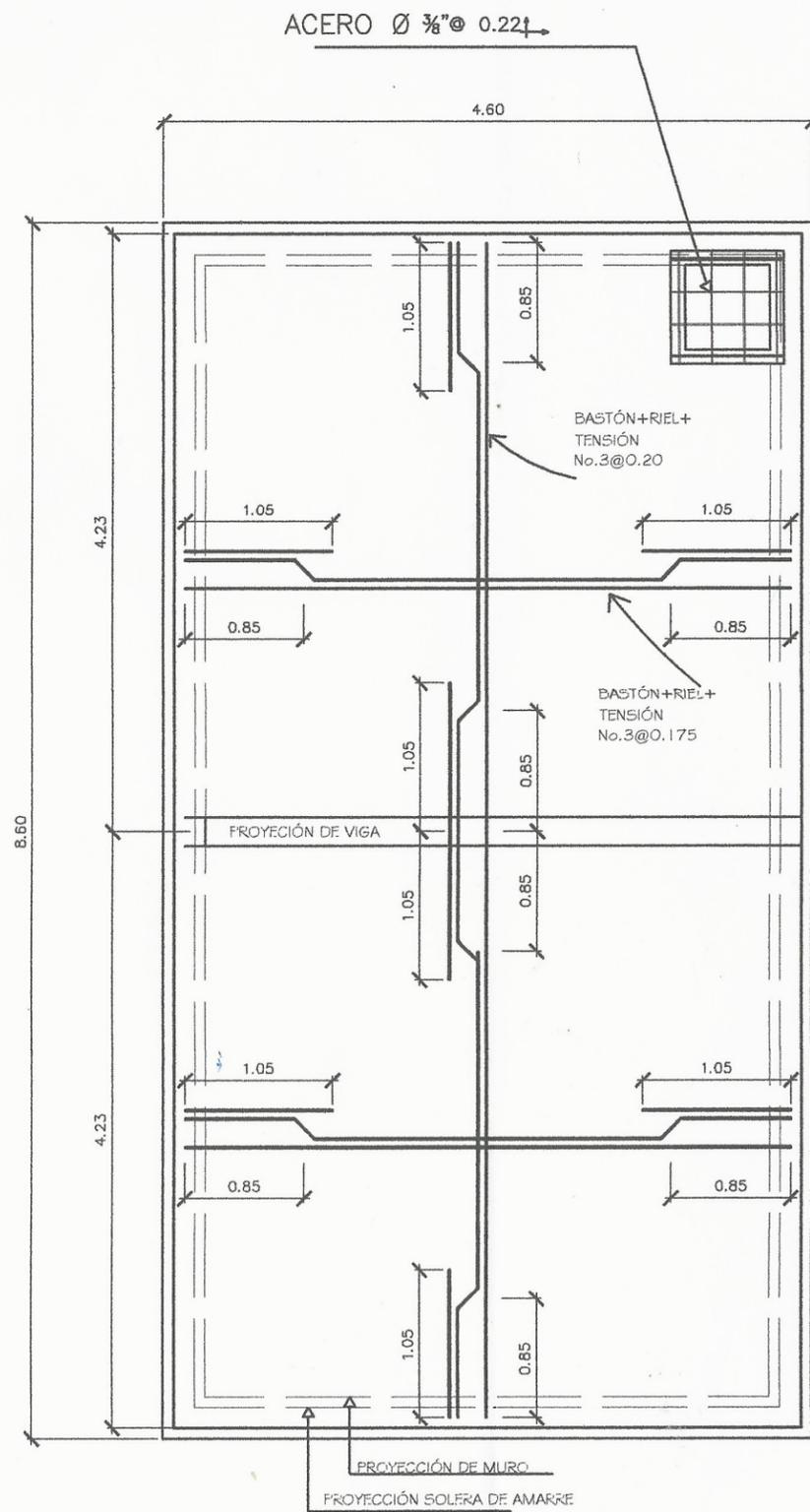
NOTAS GENERALES:

- CONCRETO:**
- SE USARÁ CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESIÓN DE 210 kg/cm². (30000 lb/plg²) A LOS 28 DÍAS.
- ACERO DE REFUERZO:**
- SE USARÁ ACERO DE REFUERZO LEGÍTIMO GRADO 40 CORRUGADO EXCEPTO EL ACERO DE 1/4" QUE SERÁ LISO fy= 2810 kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACIONES ASTM A615
- VARIOS:**
- LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
 - TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
 - LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3 CM. EXCEPTO DONDE SE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRÁ ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
 - LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
 - LOS MUROS DE PIEDRA DEBERÁN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN (1:2), DEBIDAMENTE ALISADAS.
 - LA SUPERFICIE DE AS LOSAS DE CONCRETO DEBERÁN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
 - LOS MUROS DEL TANQUE SERÁN DE MAMPOSTERÍA: 67% DE PIEDRA BOLA 33% SABIETA-CEMENTO-ARENA EN PROPORCIÓN 1:2
 - EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERÁ DE 0.03 m.

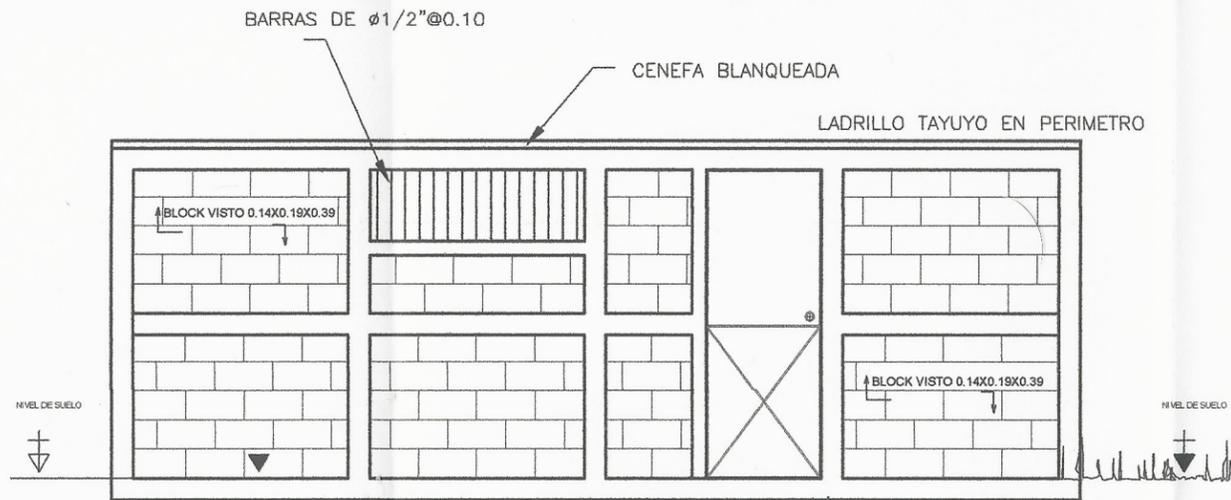
[Handwritten signature]

Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASesor - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

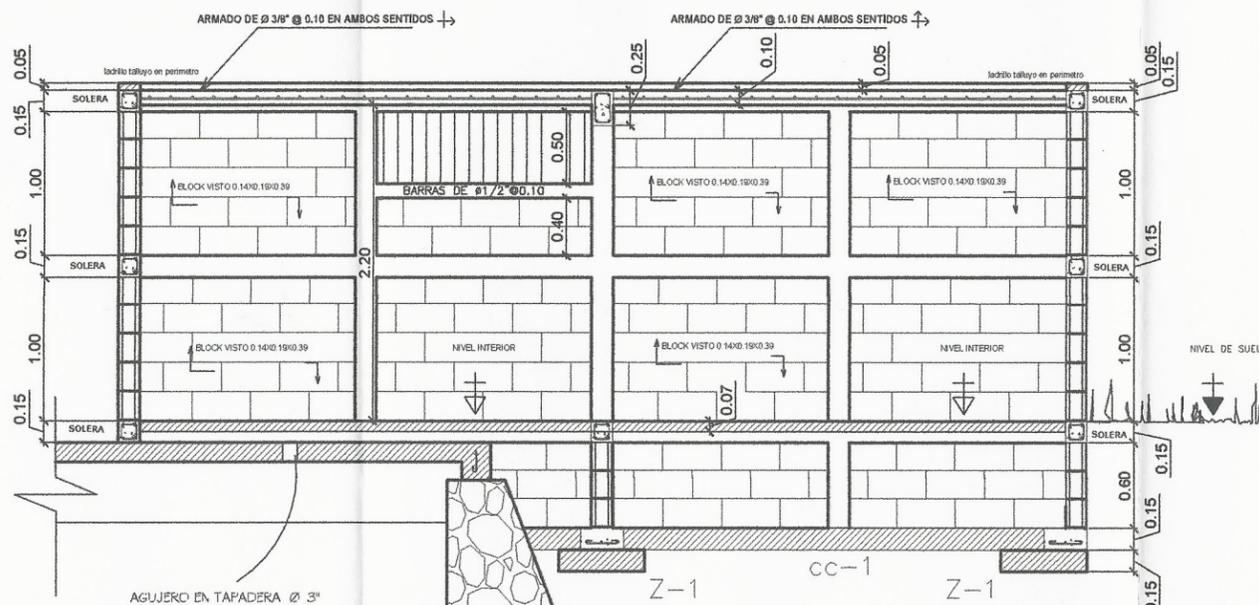
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE CON IMPULSIÓN POR BOMBEO, CASERIO CHUARACANJAY, ALDEA PACACAY TECPÁN GUATEMALA		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14°55'36.33"N 90°58'52.32"O
CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS TANQUE SE SUCCIÓN + CASETA DE BOMBEO		ESCALA: INDICADA FECHA: 10/2019
DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ FIRMA



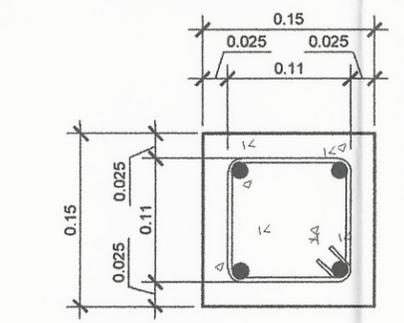
PLANTA ARMADO DE LOSA TANQUE DE SUCCIÓN
ESCALA 1/50



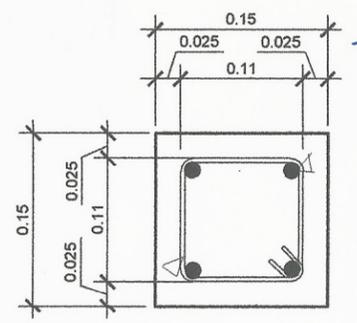
FACHADA FRONTAL
CASETA DE BOMBEO
ESC 1/35



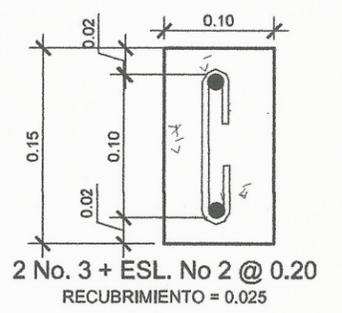
SECCIÓN B-B'
CASETA DE BOMBEO
ESC 1/35



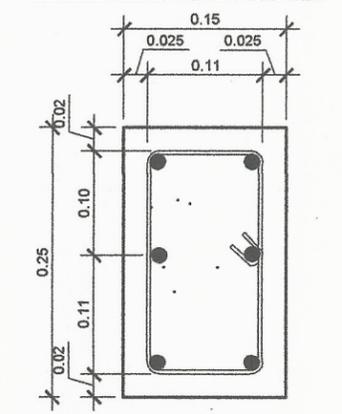
4 No. 3 + EST. No 2 @ 0.20
RECUBRIMIENTO = 0.025
DETALLE DE COLUMNA TIPO C-2
ESCALA 1/10



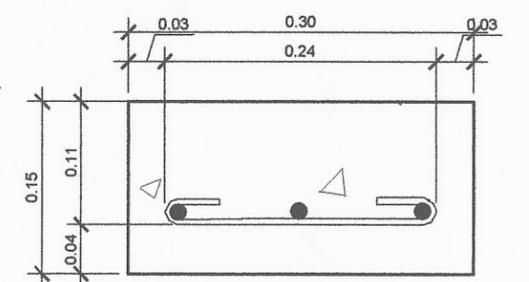
4 No. 3 + EST. No 2 @ 0.20
RECUBRIMIENTO = 0.025
ARMADO TÍPICO DE SOLERA
ESCALA 1/10



DETALLE DE SOLERA DE MOCHETA M1



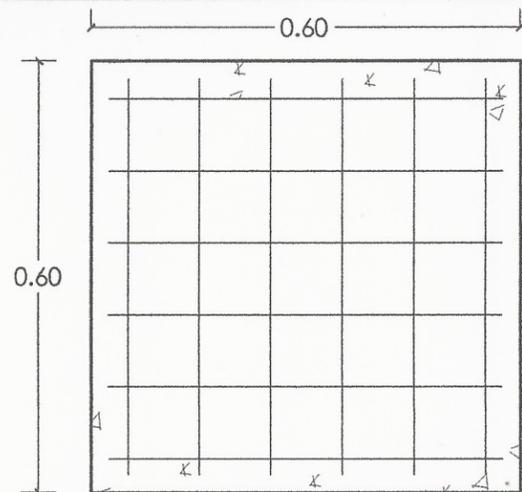
4 No. 2 + 2 No. 3
+ EST. No 2 @ 0.20
RECUBRIMIENTO = 0.025
ARMADO VIGA V-1
ESCALA 1/10



3 No. 3 + EST. No 2 @ 0.20
RECUBRIMIENTO = 0.030
ARMADO TÍPICO DE CC-1
ESCALA 1/10

Ing. Oscar Argueta Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

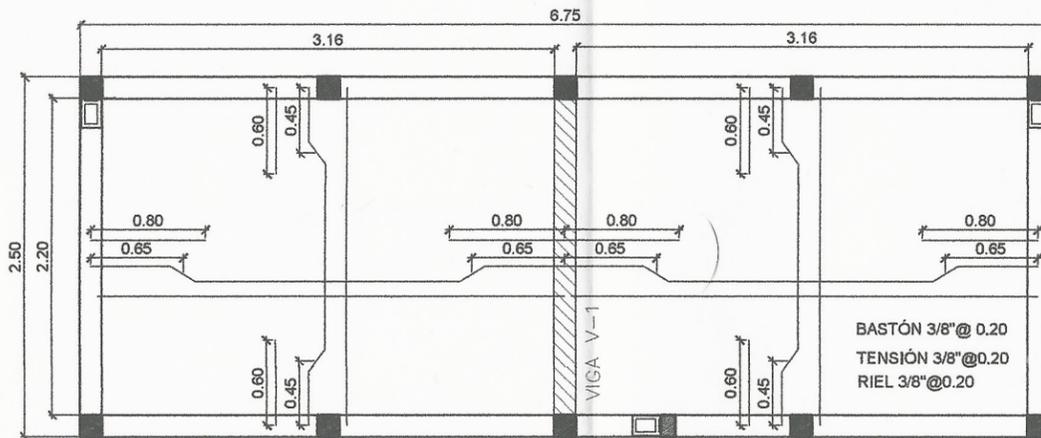
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE CON IMPULSIÓN POR BOMBEO, CASERIO CHUARCANJAY, ALDEA PACACAY TECPÁN GUATEMALA		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14°55'36.33"N 90°58'52.32"O		ESCALA: INDICADA FECHA: 10/2019	
CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS TANQUE SE SUCCIÓN + CASETA DE BOMBEO		DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ	HOJA 8 / 11
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ FIRMA			



5 No. 4 AMBOS SENTIDOS @ 0.10
RECUBRIMIENTO = 0.025

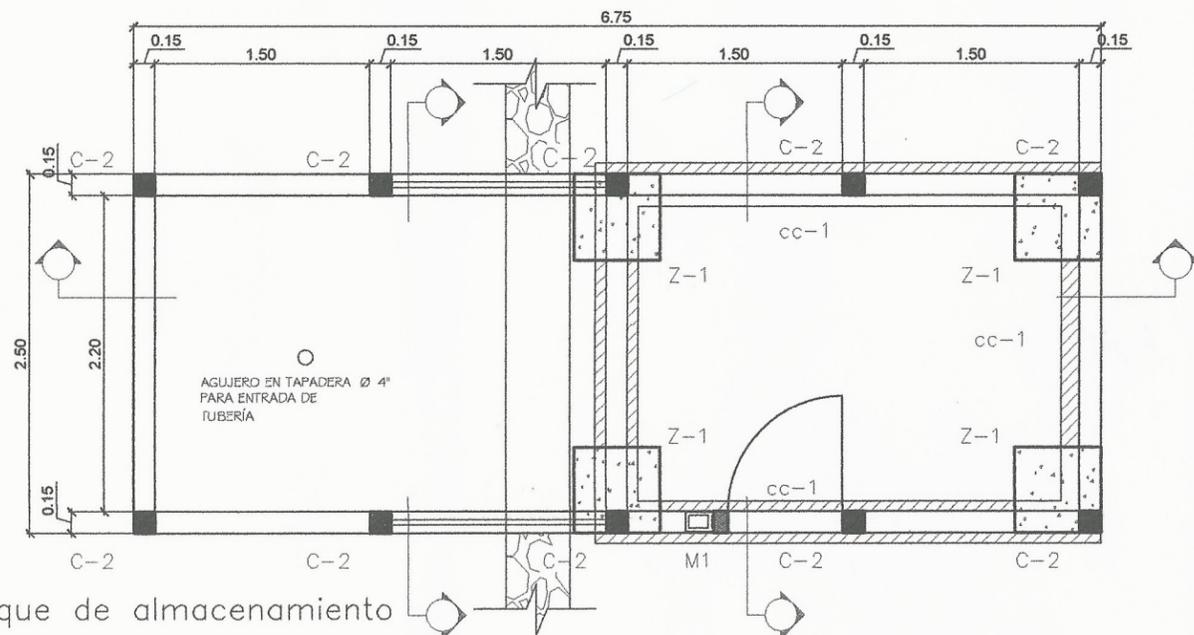
ARMADO ZAPATA Z-1

ESCALA 1/10



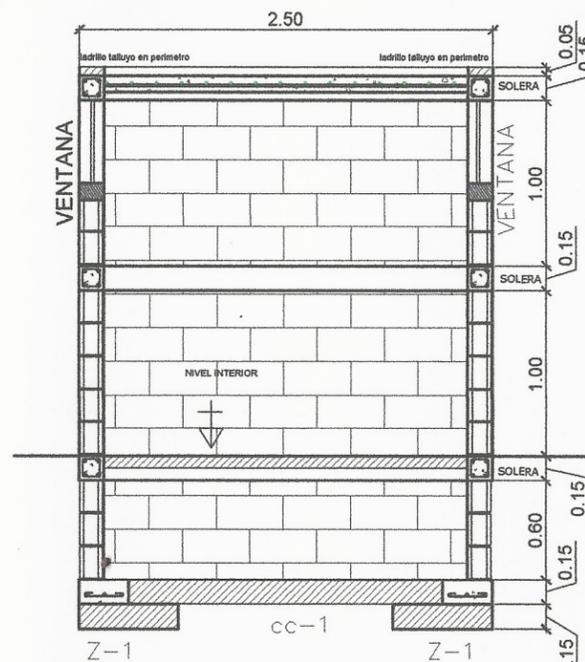
PLANTA ESTRUCTURA DE TECHO

CASETA DE BOMBEO ESC 1/50



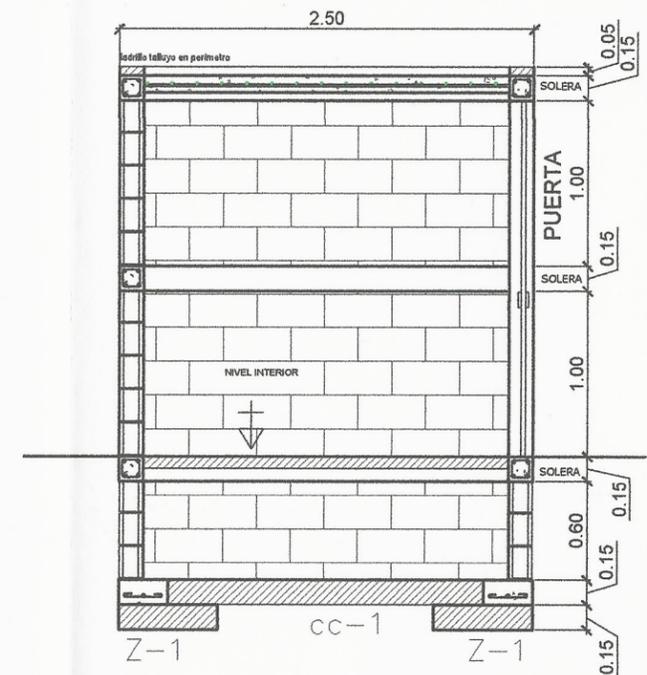
PLANTA DE CIMENTACIÓN (CB)

CASETA DE BOMBEO ESC 1/50



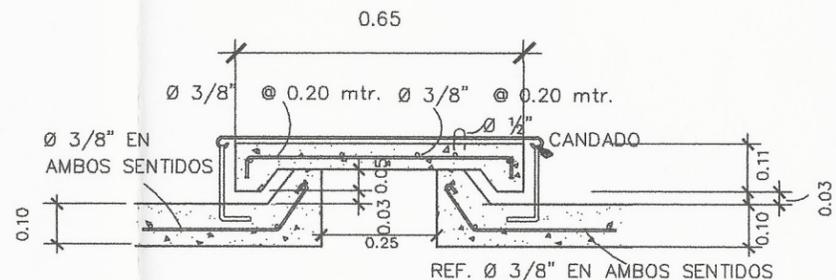
SECCIÓN C-C'

CASETA DE BOMBEO ESC 1/50



SECCION A-A'

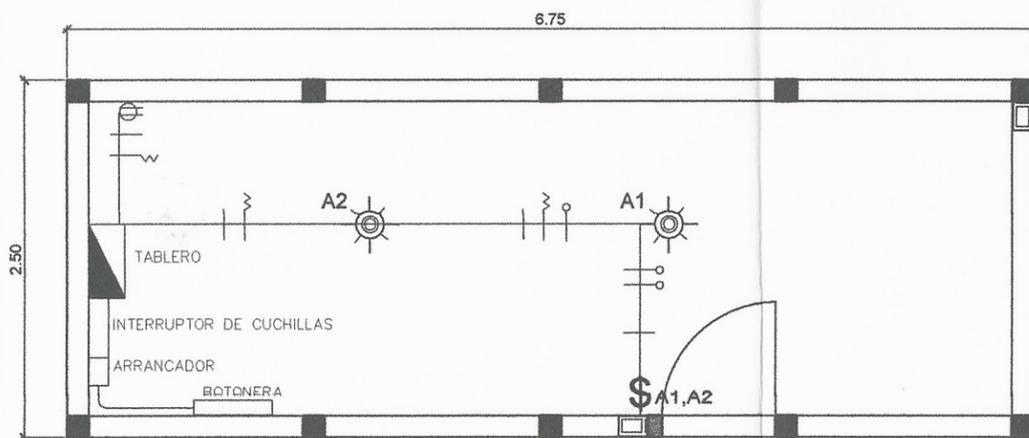
CASETA DE BOMBEO ESC 1/50



DETALLE TAPADERA TECHO

ESC 1/10

tanque de almacenamiento



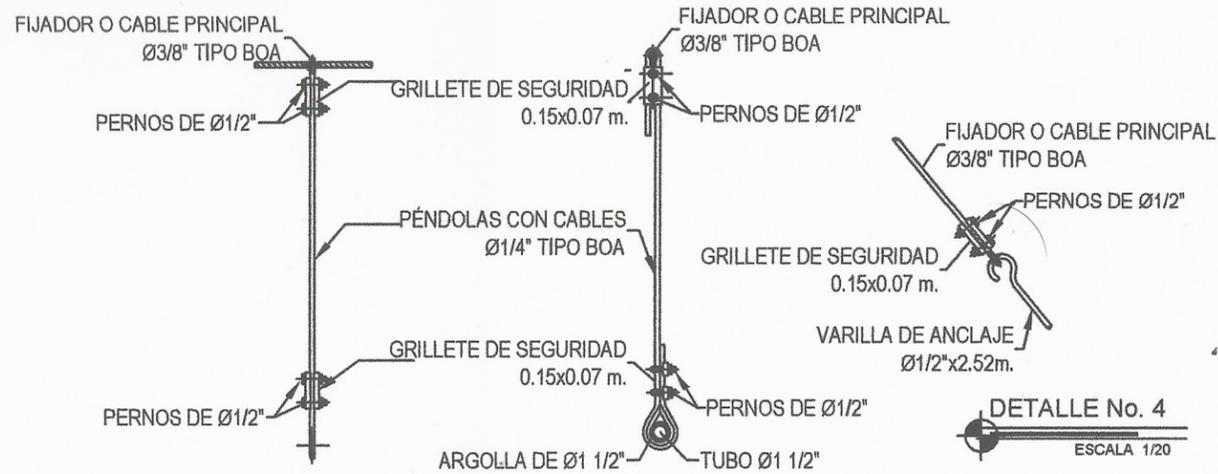
PLANTA INST. ELÉCTRICA

CASETA DE BOMBEO ESC 1/50

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, h. 1.70 Mts. SNPT
	DUCTO DE ACOMETIDA, TUBERÍA PARA ELECTRICIDAD DE POLIDUCTO DE 2" EN PISO Y PARED.
	TUBERÍA PARA ELECTRICIDAD DE POLIDUCTO DE 2" EN CIELO
	NUMERO DE CIRCUITO
	INTERRUPTOR SIMPLE
	TOMACORRIENTE DE 110 VOLTIOS
	TUBERÍA ANCLADA A MURO (FUERZA)
	CIRCUITO CON RETORNO
	CIRCUITO CON CONDUCTOR POSITIVO
	CIRCUITO CON CONDUCTOR NEGATIVO
	BOMBILLA LED DE 12 WATTS

Ing. Oscar Argueta Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

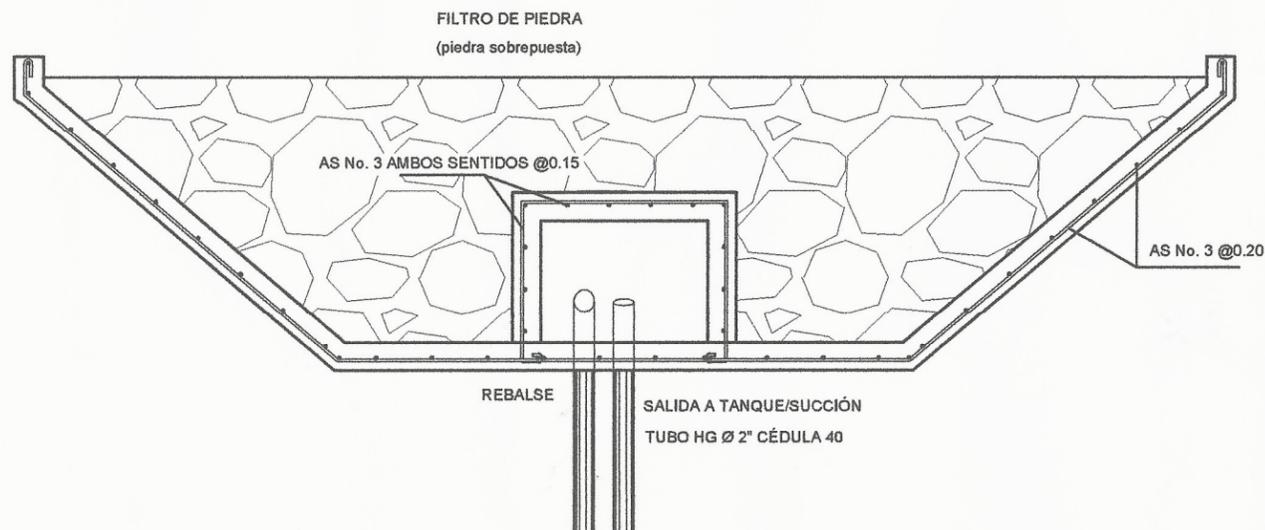
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14°55'36.33"N 90°58'52.32"O	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE CON IMPULSIÓN POR BOMBEO, CASERIO CHUARACANJAY, ALDEA PACACAY TECPÁN GUATEMALA		ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS TANQUE SE SUCCIÓN + CASETA DE BOMBEO		FECHA: 10/ 2019	
DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ	HOJA: 9 / 11
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	
		FIRMA	



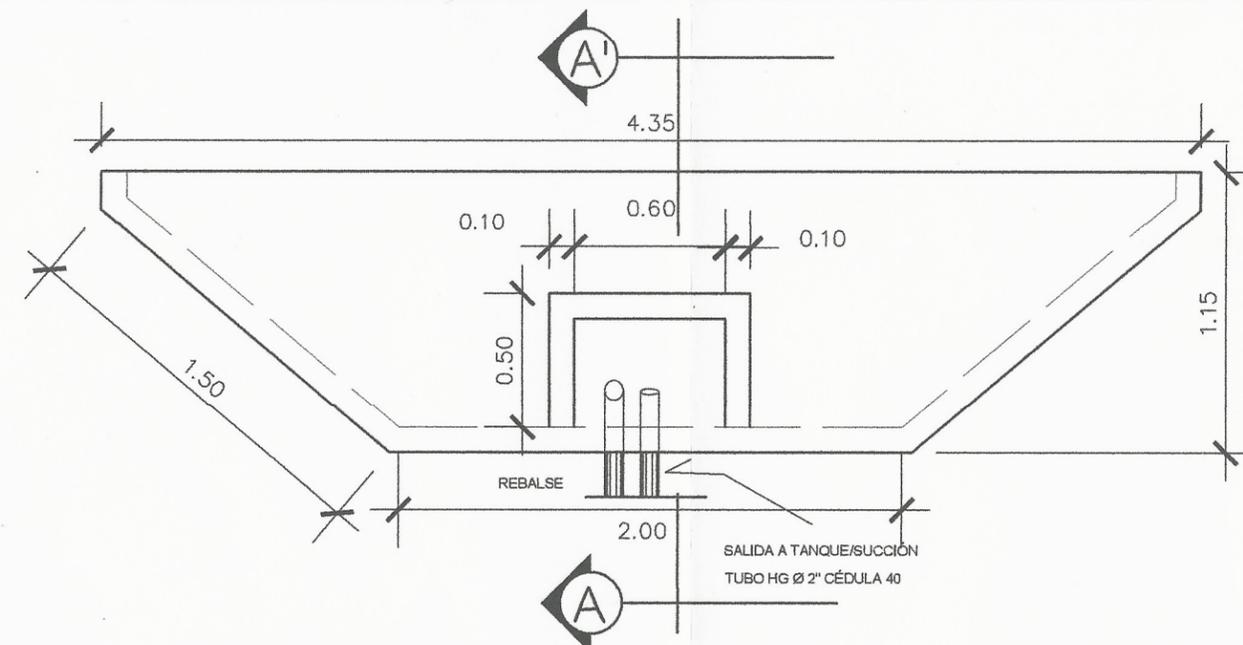
DETALLE No. 1 Y No. 2 DE PÉNDOLAS
ESCALA 1/20

VER HOJA N° 10 (PASE AÉREO)

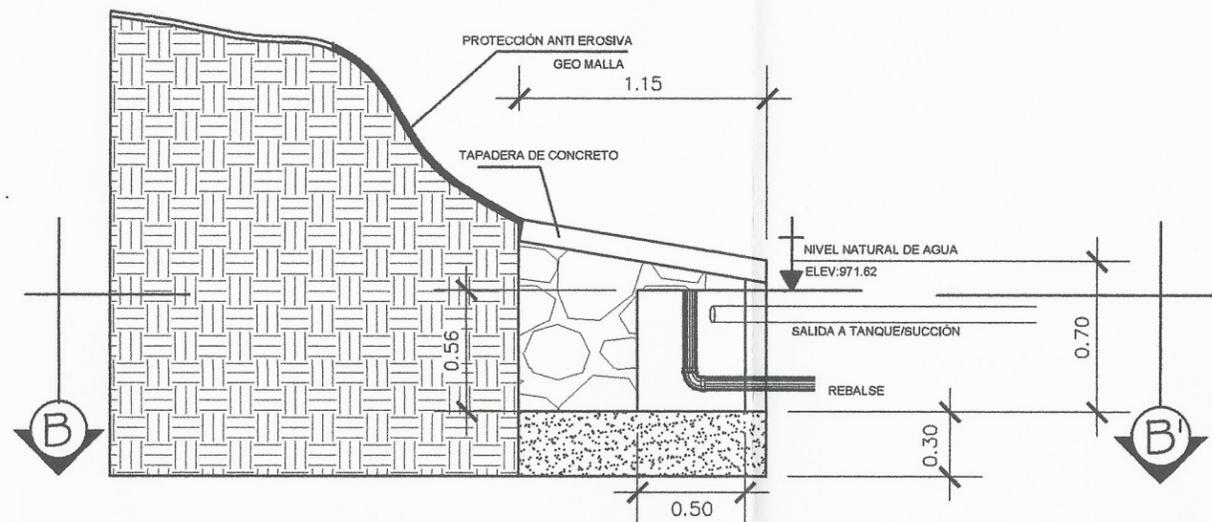
DETALLE No. 4
ESCALA 1/20



SECCIÓN B-B' GALERÍA DE INFILTRACIÓN
ESC 1/35



PLANTA GENERAL GALERÍA DE INFILTRACIÓN
ESC 1/35



SECCIÓN A-A' GALERÍA DE INFILTRACIÓN
ESC 1/35

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Oscar Argueta Hernández
ASESOR SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO	
LUGAR DE E.P.S. MUNICIPALIDAD DE TECPÁN		COORDENADAS GEOGRÁFICAS: 14°55'36.33"N 90°58'52.32"O	
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE CON IMPULSIÓN POR BOMBEO, CASERIO CHUARACANJAY, ALDEA PACACAY TECPÁN GUATEMALA		ESCALA: INDICADA	FECHA: 10/2019
CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS CAPTACIÓN - GALERÍA DE INFILTRACIÓN	DISEÑO: ELMER COJ	DIBUJO: ELMER COJ	CÁLCULO: ELMER COJ
SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	HOJA 11 / 11	
		FIRMA	

ANEXOS

Anexo 1. Boleta AGRIP para análisis de vulnerabilidad y riesgo del sistema de alcantarillado sanitario para la Aldea Paquip

CUADRO No. 9 (según Guía AGRIP)			
REPORTE DEL ANÁLISIS DE GESTIÓN DE RIESGO EN LA INVERSIÓN PÚBLICA			
Sistema Nacional de Inversión Pública, SNIP			Boleta SNIP R-1
Dirección de Gestión de Riesgo			
Boleta de Identificación y Evaluación de Riesgo en Proyectos de Inversión Pública			
DEPARTAMENTO	CHIMALTENANGO	MUNICIPIO	TECPAN GUATEMALA
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región) :	ALDEA PAQUIP	Coordenadas GTM	X: LATITUD: 14°53'33.25"N Y: LONGITUD: 90°58'53.84"O
Nombre del Proyecto	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		
Nombre de la institución responsable del proyecto:	MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA		
Nombre del Formador	ELMER COJ SAJVIN	Fecha:	10/05/2019
VALORACIÓN DE VULNERABILIDADES		CRITERIOS DE CALIFICACIÓN	
EXPOSICIÓN	1.40	Sitio Medianamente Expuesto	
FRAGILIDAD	0.73	Proyecto con Baja Fragilidad	
RESILIENCIA	1.83	Proyecto con mediana Resiliencia	
Amenazas		NIVEL DE AMENAZA EN MEDIANA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION
Naturales	Terremotos (sismos)	3	DE ACUERDO A LAS AMENAZAS Y VULNERABILIDADES QUE PUE DAN AFECTAR AL PROYECTO, EN HOJA ANEXA: DESCRIBA LAS MEDIDAS DE MITIGACION Y SUS COSTOS, MISMOS QUE TENDRAN QUE ESTAR REFLEJADOS EN EL DISEÑO, LOS PLANOS Y EN EL PRESUPUESTO DEL PROYECTO.
	Tsunamis (maremotos)	--	
	Erupciones Volcánicas (ceniza, piroclásticos, lahares, lava, gases, etc.)	--	
	Deslizamientos	--	
	Derrumbes	--	
	Hundimientos	--	
	Inundaciones	3	
	Huracanes y/o depresiones tropicales	--	
	Olas ciclónicas (mareas altas)	--	
	Sequías	--	
	Desertificación	--	
	Heladas (congelación)	--	
	Onda de frío (masas de aire frío)	--	
	Onda de calor (temperaturas altas fuera del promedio normal)	--	
	Radiación solar intensa	--	
Vientos Fuertes	--		
Sedimentación	--		
ESCRIBA EN ESTE ESPACIO OTRA AMENAZA IDENTIFICADA		3	ANALISIS DE RIESGOS :
		NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL ANALISIS DE RIESGO:	ELMER PATRICIO COJ SAJVIN
		CARGO:	EPESISTA DE INGENIARIA CIVIL
		INSTITUCIÓN:	MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA
		FIRMA Y SELLO:	_____
		LUGAR Y FECHA:	TECPAN GUATEMALA 10/05/2019
Socio-Naturales	Incendios forestales	--	
	Erosión (hídrica o eólica)	--	
	Deforestación	--	
	Agotamiento acuíferos	--	
	Desecamientos de ríos	--	

Continuación del anexo 1.

	ESCRIBA EN ESTE ESPACIO OTRA AMENAZA IDENTIFICADA	--		
Antrópicas	Incendios estructurales	--	REVISIÓN / EVALUACIÓN ABNER GAMALIEL XAJIL TOHON	
	Derrames hidrocarburos	--		NOMBRE DEL EVALUADOR:
	Contaminación por uso de agroquímicos	--		CARGO:
	Contaminación del aire	--	DIRECTOR MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
	Contaminación por ruido	--	MUNICIPALIDAD DE TEPAN GUATEMALA	
	Contaminación eléctrica (alta tensión) y electromagnética (antenas telefónicas)	--		INSTITUCIÓN:
	Contaminación por desechos sólidos	--		
	Contaminación por desechos líquidos	--	SE CONSIDERARON LAS MEDIDAS ADECUADAS Y RECOMENDADAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO EN EL PRESENTE PROYECTO	
	Epidemias	--		
	Plagas que afectan a humanos y/o procesos productivos	--	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
	Aglomeraciones	--		
	Explosiones	--	SI LA RESPUESTA ES NO, SE ADJUNTAN LAS RECOMENDACIONES DEL EVALUADOR: (si no es suficiente el espacio, agregar hoja anexa)	
	Hundimientos por colapsos de drenajes y/o acción del hombre.	--		
	Manifestaciones Violentas	--	FIRMA Y SELLO:	
Grupos delincuenciales	3			
Linchamientos	--	LUGAR Y FECHA:		
Conflictos sociales	--			
Accidentes (terrestres, aéreos, marítimos)	--			
ESCRIBA EN ESTE ESPACIO OTRA AMENAZA IDENTIFICADA	--			

CUADRO No. 10 (según Guía AGRIPI)					
ANEXO: ESTRUCTURA DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN					
DEPARTAMENTO	CHIMALTENANGO		MUNICIPIO	TECPAN GUATEMALA	
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región) :	ALDEA PAQUIP		Coordenadas GTM	X _t	LATITUD: 14°53'33.25"N
Nombre del Proyecto	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TEPÁN GUATEMALA			Y _t	LONGITUD: 90°58'53.84"O
Nombre de la institución responsable del proyecto:	MUNICIPALIDAD DE TEPAN GUATEMALA				
Nombre del Formador	ELMER COJ SAVIN		Fecha:	10/05/2019	
RAZÓN DE CONSISTENCIA		0.033796			

	Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo
2.1	Vulnerabilidad por exposición del sitio	1.40	
2.1.1	Componente bioclimático	1	0.11
1	Confort higrotérmico	1	
2	Orientación	1	
3	Viento	1	
4	Precipitación	2	
5	Ruido	1	
6	Calidad del aire	3	0.19
2.1.2	Componente de geología	2	
7	Sismicidad	2	
8	Erosión	2	
9	Deslizamientos	2	
10	Vulcanismo	1	
11	Rangos de pendiente	2	
12	Calidad del suelo	1	
13	Uso del suelo	2	
14	Formación geológica	1	
2.1.3	Componente de ecosistema	1.5	0.09

Continuación del anexo 1.

2.1.3	Componente de ecosistema	1.5	0.09
15	Suelos agrícolas	2	
16	Hidrología superficial	3	
17	Hidrología subterránea	2	
18	Lagos	0	
19	Áreas frágiles	1	
20	Sedimentación	0	
2.1.4	Componente de medio construido	1	0.23
21	Radio de acción	1	
22	Accesibilidad	1	
23	Acceso a servicios	2	
24	Consideraciones urbanísticas	1	
25	Usos del suelo y fuentes contaminantes	3	
26	Normas urbanas	1	
27	Áreas comunales	1	
28	Facilidades de tratamiento de desechos	3	
29	Dimensionalidad del proyecto	2	
2.1.5	Componente de contaminación	2.5	0.11
30	Desechos sólidos y líquidos	3	
31	Industrias contaminantes	0	
32	Líneas de alta tensión	3	
33	Peligro de explosiones e incendios	1	
34	Lugares de vicio	2	
35	Servicios de recolección de desechos	3	
2.1.6	Componente institucional y social	1	0.26
36	Conflictos territoriales	1	
37	Seguridad ciudadana	2	
38	Marco legal	1	
39	Participación ciudadana	1	
40	Importancia socioeconómica	2	
41	Calidad de vida	1	
42	conducta local.	2	

CUADRO No. 11 (según Guía AGRIP)																		
ANEXO: ESTRUCTURA DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD																		
DEPARTAMENTO	CHIMALTENANGO	MUNICIPIO	TECPAN GUATEMALA															
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región) :	ALDEA PAQUIP	Coordenadas GTM	Xi LATITUD: 14°53'33.25"															
Nombre del Proyecto	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		Yi LONGITUD: 90°58'53.84"															
Nombre de la institución responsable del proyecto:	MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA																	
Nombre del Formador	ELMER COJ SAVIN	Fecha:	10/05/2019															
	RAZÓN DE CONSISTENCIA	0.490612766																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tema/componente/variable</th> <th>Calificación</th> <th>Peso relativo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.2</td> <td>Vulnerabilidad por fragilidad</td> <td>0.7262</td> </tr> <tr> <td>2.2.1</td> <td>Componente de sistema estructural</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>43</td> <td>Uso de normas estructurales adecuadas</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>44</td> <td>seguridad de los cimientos</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>				Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo	2.2	Vulnerabilidad por fragilidad	0.7262	2.2.1	Componente de sistema estructural	0	43	Uso de normas estructurales adecuadas	1	44	seguridad de los cimientos	1
Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo																
2.2	Vulnerabilidad por fragilidad	0.7262																
2.2.1	Componente de sistema estructural	0																
43	Uso de normas estructurales adecuadas	1																
44	seguridad de los cimientos	1																

Continuación del anexo 1.

45	Distribución en planta	0	0.26	
46	Arriostramiento adecuado	0		
47	Redundancia estructural	0		
48	Forma en planta de la edificación	0		
49	Relación longitud/ancho	0		
50	Forma en elevación	0		
51	Trayectoria de fuerzas verticales	0		
52	Pisos superiores salientes	0		
53	Concentraciones de masa en el piso superior	0		
54	Interacción entre elementos no estructurales	1		
55	Columnas cortas	0		
56	Viga fuerte/columna débil	0		
57	Pisos suaves	0		
58	Proximidad entre edificios	0		
2.2.2	Componente de materiales de construcción	1		
59	Disponibilidad de materiales	3		0.16
60	Renovabilidad de las fuentes	0		
61	Agresividad del proceso	0		
62	Calidad y durabilidad del material	3		
63	Protección/prevención	1		
64	Facilidad de sustitución o reparación	1		
2.2.3	Componente de adaptación del proyecto	3		
65	Adaptación del proyecto al medio	3		
66	Adaptación del proyecto a la cultura local	3		
67	Funcionalidad del proyecto	3		
68	Confort ambiental del proyecto	3	0.17	
69	Mano de obra para la ejecución del proyecto	3		
70	Equipo para la ejecución del proyecto	3		
71	Generación de desechos durante la ejecución	3		
72	Eliminación de desechos del proyecto	3		
73	Control de la ejecución del proyecto	3		
74	Externalidades del proyecto	3		
2.2.4	Componente de seguridad no estructural	0		
75	Seguridad en las instalaciones eléctricas	0		
76	Sistema de iluminación interna y externa	0		
77	Ubicación y seguridad cilindros de gas	0		
78	Abatimiento y ancho adecuado de las puertas	0		
79	Condiciones de seguridad de ventanales	0		
80	Condiciones de seguridad muros de cerramiento	1		
81	Condiciones de seguridad techos y cubiertas	0		
82	Condiciones de seguridad de pisos	0		
83	Condiciones elementos ornamentales	0		
84	Condiciones de seguridad divisiones internas	0		
85	Condiciones de seguridad cielos falsos	0		
86	Condiciones de seguridad sistema de incendios	0		
87	Otros elementos arquitectónicos	0		
88	Condiciones de seguridad circulación horizontal	0		
89	Condiciones de seguridad gradas y rampas	0		
90	Condiciones de seguridad vías de acceso	0		
91	Ancho de corredores	0		
92	Ancho y dimensiones de las gradas	0		
93	Ubicación y capacidad gradas y rampas	0		

Continuación del anexo 1.

CUADRO No. 12 (según Guía AGRIP)				
ANEXO: ESTRUCTURA DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA				
DEPARTAMENTO	CHIMALTENANGO	MUNICIPIO	TECPAN GUATEMALA	
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región) :	ALDEA PAQUIP	Coordenadas GTM	X:	LATITUD: 14°53'33.25"N
Nombre del Proyecto	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA PAQUIP, TECPÁN GUATEMALA		Y:	LONGITUD: 90°58'53.84"O
Nombre de la institución responsable del proyecto:	MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA			
Nombre del Formador	ELMER COJ SAJVIN	Fecha:	10/05/2019	
RAZÓN DE CONSISTENCIA		0.118762794		
	<i>Tema/componente/variable</i>	<i>Calificación</i>	<i>Peso relativo</i>	
2.3	Vulnerabilidad por falta de resiliencia	1.83		
2.3.1	Componente mantenimiento y recuperación	2	0.62	
94	Planes de mantenimiento continuo	2		
95	Planes de mantenimiento preventivo	1		
96	Planes de mantenimiento correctivo	3		
97	Seguros ante catástrofes	0		
98	Tiempo para reparar la infraestructura	2		
2.3.2	Componente de organización para la emergencia	1		
99	Comité formalmente establecido	3		
100	Puntos de reunión protegidos y seguros	2		
101	Procedimientos de activación del plan	2		
102	Procedimientos para evacuación del edificio	0		
103	Rutas de emergencia y salida accesibles	0		
2.3.3	Componente de capacitación e investigación	0		
104	Programas de capacitación	0		
105	Programas de difusión	0		
106	Instrumentos para medición	2		
107	Trabajos de investigación sobre desastres	0		

Fuente: Análisis de Gestión del riesgo en proyectos de inversión pública, AGRIP. *Guía de aplicación para proyectos que forman capital fijo.*

https://www.academia.edu/37911237/_AN%C3%81LISIS_DE_GESTI%C3%93N_DEL_RIESGO_EN_PROYECTOS_DE_INVERSI%C3%93N_P%C3%9ABLICA_-AGRIP-_Guatemala_enero_2013. Consulta: mayo de 2019.

Anexo 2. **Análisis físico, químico y bacteriológico para los nacimientos de agua en el Caserío Chuaracanjay, Tecpán Guatemala**



9ª. Avenida 3-08 zona 2 Colonia Alvarado, Mixco, Guatemala
 E-mail: informacion@ecoquimsa.com.gt
 Página Web: ecoquimsa.com
 PBX: (502) 2322 3600

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

Datos del Cliente

Cliente: Sr. Serapio Ordoñez
 Dirección: Municipalidad de Tecpán Guatemala Chimaltenango

Datos de la muestra

Lugar de muestreo:	Nacimiento caserío Chuaracanjay	Muestra simple o compuesta:	Simple
Referencia cliente:	Nacimiento	Responsable del muestreo:	CLIENTE
Fecha de monitoreo:	06 de enero de 2019	Temperatura de almacenaje:	5 °C
Hora de monitoreo:	07:15	Recipiente utilizado:	Plástico y bolsa estéril
Tipo de muestra:	Agua para consumo humano	Método de preservación:	INS04-MUE
Código de muestra:	19-1885-1		
Lote:	19-1885		

Datos de Laboratorio

Fecha de recepción de la muestra por el laboratorio: 06 de enero de 2019
 Hora de recepción de la muestra por el laboratorio: 12:34
 Fecha de informe: 14 de enero de 2019

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Límite de Detección	Resultados	LMA ⁽²⁾	LMP ⁽²⁾	Método de análisis ⁽³⁾
Cloro Residual	mg/L - Cl ₂	0.05	0.18	0.5	1.0	Spectroquant® Merck 14826
Cloruros ⁽⁴⁾	mg/L - Cl ⁻	1.50	4.50	100	250	Spectroquant® Merck 14897
Color	u Pt-Co	1	81	5.0	35.0	STM 2120 C
Conductividad	uS/cm @ 25°C	0.1	177.1	750	1,500	STM 2510 B
Nitros	mg/L - NO ₂ ⁻	0.9	3.5	---	50.0	Spectroquant® Merck 14773
Nitritos ⁽⁴⁾	mg/L - NO ₂ ⁻	0.030	< 0.030	---	3.0	Spectroquant® Merck 14776
Olor	---	---	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Organoléptico
pH	---	0.01	7.00	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	STM 4500 H ⁺ B
Sulfatos	mg/L - SO ₄ ²⁻	25	< 25	100	250	Spectroquant® Merck 14789
Turbiedad	UNT	0.5	6.0	5.0	15.0	EN ISO 7027
Coliformes totales	UFC/mL	1	1.1	---	< 1	STM 9222 A1B
Escherichia coli	UFC/mL	1	0.4	---	< 1	STM 9222 A1B

(1) mg/L = ppm; u Pt-Co = unidades Platino Cobalto, uS/cm = micro siemens por centímetro; Unt = unidades de turbiedad; UFC: Unidades Formadoras de Colonia.
 (2) LMA: Límite Máximo Aceptable; LMP: Límite Máximo Permisible (Coganor NTG 29 001)
 (3) STM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition 2012.
 (4) Análisis acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13

Los presentes resultados son válidos únicamente para la muestra tomada y recibida en la fecha indicada.
 El agua es apta para consumo humano si los resultados son menores que el LMP de la norma Coganor.

Laboratorio ECOQUIMSA

Ing. Erick López Estrada
 Ingeniero Químico Industrial
 Colegiado No. 2152

Continuación del anexo 2.



ECOQUIMSA
LABORATORIO ECOLÓGICO Y QUÍMICO

9ª. Avenida 3-08 zona 2 Colonia Alvarado, Mixco, Guatemala
E-mail: informacion@ecoquimsa.com.gt
Página Web: ecoquimsa.com
PBX: (502) 2322 3600

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

Datos del Cliente
 Cliente: Sr. Serapio Ordoñez
 Dirección: Municipalidad de Tecpán Guatemala Chimaltenango

Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Nacimiento caserío Chuaracanjay	Muestra simple o compuesta: Simple	Responsable del muestreo: CLIENTE
Referencia cliente: Nacimiento	Temperatura de almacenaje: 5 °C	Recipiente utilizado: Plástico
Fecha de monitoreo: 06 de enero de 2019	Método de preservación: INS04-MUE	
Hora de monitoreo: 07:15		
Tipo de muestra: Agua para consumo humano		
Código de muestra: 19-1885-1		
Lote: 19-1885		

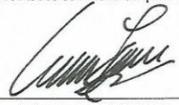
Datos de Laboratorio

Fecha de recepción de la muestra por el laboratorio: 06 de enero de 2019	
Hora de recepción de la muestra por el laboratorio: 12:34	
Fecha de informe: 14 de enero de 2019	

Análisis	Dimensional ⁽¹⁾	Límite de Detección	Resultados	LMA ⁽²⁾	LMP ⁽²⁾	Método de análisis ⁽³⁾
Calcio	mg/L - Ca	0.600	16.47	75	150	STM 3111 B
Hierro	mg/L - Fe	0.070	0.146	0.3	—	STM 3111 B
Magnesio	mg/L - Mg	0.040	3.76	50	100	STM 3111 B
Manganeso	mg/L - Mn	0.020	< 0.020	0.1	0.4	STM 3111 B
Dureza	mg/L - CaCO ₃	3.15	56.60	100	500	STM 2340 B

(1) mg/L = ppm
 (2) LMA: Límite Máximo Aceptable; LMP: Límite Máximo Permisible (Coganor NTG 29 001)
 (3) STM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition 2012.

Los análisis de este informe son acreditados COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13
 Los presentes resultados son válidos únicamente para la muestra tomada y recibida en la fecha indicada.
 El agua es apta para consumo humano si los resultados son menores que el LMP de la norma Coganor.



 Laboratorio ECOQUIMSA

Ing. Erick López Estrada
 Ingeniero Químico Industrial
 Colegiado No. 2152

Fuente: ECOQUIMSA. Informe de resultado de análisis. p. 21.

Anexo 3. **Boleta AGRIP para análisis de vulnerabilidad y riesgo del sistema de agua potable para el Caserío Chuaracanjay**

CUADRO No. 9 (según Guía AGRIP)				
REPORTE DEL ANÁLISIS DE GESTIÓN DE RIESGO EN LA INVERSIÓN PÚBLICA				
Sistema Nacional de Inversión Pública, SNIP			Boleta SNIP R-1	
Dirección de Gestión de Riesgo				
Boleta de Identificación y Evaluación de Riesgo en Proyectos de Inversión Pública				
DEPARTAMENTO	CHIMALTENANGO		MUNICIPIO	TECPAN GUATEMALA
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región) :	CASERÍO CHUARACANJAY		Coordenadas GTM	X ₁ : LATITUD: 14°55'36,33" N Y ₁ : LONGITUD: 90°58'52.3" O
Nombre del Proyecto	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA CON IMPULSIÓN POR BOMBEO CASERÍO CHUARACANJAY ALDEA PACACAY, TECPÁN GUATEMALA			
Nombre de la institución responsable del proyecto:	MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA			
Nombre del Formador	ELMER COJ SAJVIN	Fecha:	10/05/2019	
VALORACIÓN DE VULNERABILIDADES		CRITERIOS DE CALIFICACIÓN		
EXPOSICIÓN	1,53	Sitio Medianamente Expuesto		
FRAGILIDAD	0,73	Proyecto con Baja Fragilidad		
RESILIENCIA	1,83	Proyecto con mediana Resiliencia		
Amenazas		NIVEL DE AMENAZA EN MEDIANA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION	
Naturales	Terremotos (sismos)	3	<p>DE ACUERDO A LAS AMENAZAS Y VULNERABILIDADES QUE PUEдан AFECTAR AL PROYECTO, <u>EN HOJA ANEXA:</u> DESCRIBA LAS MEDIDAS DE MITIGACION Y SUS COSTOS, MISMOS QUE TENDRAN QUE ESTAR REFLEJADOS EN EL DISEÑO, LOS PLANOS Y EN EL PRESUPUESTO DEL PROYECTO.</p> <p><u>ANALISIS DE RIESGOS :</u></p> <p>NOMBRE DEL RESPONSABLE DEL ANALISIS DE RIESGO: ELMER PATRICIO COJ SAJVIN</p> <p>CARGO: EPESISTA DE INGENIARIA CIVIL</p>	
	Tsunamis (maremotos)	--		
	Erupciones Volcánicas (ceniza, piroclásticos, lahares, lava, gases, etc.)	--		
	Deslizamientos	--		
	Derrumbes	--		
	Hundimientos	--		
	Inundaciones	--		
	Huracanes y/o depresiones tropicales	--		
	Olas ciclónicas (mareas altas)	--		
	Sequías	--		
	Desertificación	--		
	Heladas (congelación)	--		
	Onda de frío (masas de aire frío)	--		
	Onda de calor (temperaturas altas fuera del promedio normal)	--		
	Radiación solar intensa	--		
	Vientos Fuertes	--		
Sedimentación	--			
ESCRIBA EN ESTE ESPACIO OTRA AMENAZA IDENTIFICADA	--			

Continuación del anexo 3.

Socio-Naturales	Incendios forestales	--	INSTITUCIÓN:	MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA
	Erosión (hídrica o eólica)	--	FIRMA Y SELLO:	
	Deforestación	3		
	Agotamiento acuíferos	--	LUGAR Y FECHA:	TECPAN GUATEMALA 10/05/2019
	Desecamientos de ríos	--		
	ESCRIBA EN ESTE ESPACIO OTRA AMENAZA IDENTIFICADA	--		
Antrópicas	Incendios estructurales	--	NOMBRE DEL EVALUADOR:	REVISIÓN / EVALUACIÓN ABNER GAMALIEL XAJIL TOHON
	Derrames hidrocarburos	--	CARGO:	DIRECTOR MUNICIPAL DE PLANIFICACION
	Contaminación por uso de agroquímicos	--		
	Contaminación del aire	--	INSTITUCIÓN:	MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA
	Contaminación por ruido	--		
	Contaminación eléctrica (alta tensión) y electromagnética (antenas telefónicas)	--		
	Contaminación por desechos sólidos	--		
	Contaminación por desechos líquidos	--	SE CONSIDERARON LAS MEDIDAS ADECUADAS Y RECOMENDADAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO EN EL PRESENTE PROYECTO	
	Epidemias	--	SI	<input checked="" type="checkbox"/> NO
	Plagas que afectan a humanos y/o procesos productivos	--		
	Aglomeraciones	--	SI LA RESPUESTA ES NO, SE ADJUNTAN LAS RECOMENDACIONES DEL EVALUADOR: (si no es suficiente el espacio, agregar hoja anexa)	
	Explosiones	--		
	Hundimientos por colapso de drenajes y/o acción del hombre.	--	FIRMA Y SELLO:	
	Manifestaciones Violentas	--	LUGAR Y FECHA:	
	Grupos delincuenciales	3		
Linchamientos	--			
Conflictos sociales	--			
Accidentes (terrestres, aéreos, marítimos)	--			
	ESCRIBA EN ESTE ESPACIO OTRA AMENAZA IDENTIFICADA	--		

CUADRO No. 10 (según Guía AGRIP)				
ANEXO: ESTRUCTURA DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR EXPOSICIÓN				
DEPARTAMENTO	CHIMALTENANGO	MUNICIPIO	TECPAN GUATEMALA	
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región):	CASERÍO CHUARACANJAY		Coordenadas GTM	X_i LATITUD: 14°55'36,33" N
Nombre del Proyecto	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA CON IMPULSIÓN POR BOMBEO CASERÍO CHUARACANJAY ALDEA PACACAY, TECPAN GUATEMALA			Y_i LONGITUD: 90°58'52,3" O
Nombre de la institución responsable del proyecto:		MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA		
Nombre del Formador	ELMER COJ SAJVIN		Fecha:	10/05/2019
RAZÓN DE CONSISTENCIA		0,061252		
	Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo	
2,1	Vulnerabilidad por exposición del sitio	1,53		
2.1.1	Componente bioclimático	1	0,17	
1	Confort higrotérmico	1		
2	Orientación	1		
3	Viento	1		
4	Precipitación	2		
5	Ruido	1		
6	Calidad del aire	3		

Continuación del anexo 3.

2.1.2	Componente de geología	1,5	0,18
7	Sismicidad	2	
8	Erosión	2	
9	Deslizamientos	1	
10	Vulcanismo	1	
11	Rangos de pendiente	3	
12	Calidad del suelo	1	
13	Uso del suelo	2	
14	Formación geológica	1	
2.1.3	Componente de ecosistema	1,5	0,07
15	Suelos agrícolas	2	
16	Hidrología superficial	4	
17	Hidrología subterránea	4	
18	Lagos	0	
19	Áreas frágiles	1	
20	Sedimentación	0	
2.1.4	Componente de medio construido	1	0,17
21	Radio de acción	1	
22	Accesibilidad	1	
23	Acceso a servicios	3	
24	Consideraciones urbanísticas	1	
25	Usos del suelo y fuentes contaminantes	3	
26	Normas urbanas	1	
27	Áreas comunales	1	
28	Facilidades de tratamiento de desechos	3	
29	Dimensionalidad del proyecto	2	
2.1.5	Componente de contaminación	2	0,13
30	Desechos sólidos y líquidos	3	
31	Industrias contaminantes	0	
32	Líneas de alta tensión	3	
33	Peligro de explosiones e incendios	1	
34	Lugares de vicio	1	
35	Servicios de recolección de desechos	4	
2.1.6	Componente Institucional y social	2	0,27
36	Conflictos territoriales	2	
37	Seguridad ciudadana	2	
38	Marco legal	1	
39	Participación ciudadana	1	
40	Importancia socioeconómica	2	
41	Calidad de vida	1	
42	conducta local.	2	

Continuación del anexo 3.

CUADRO No. 11 (según Guía AGRIP)			
ANEXO: ESTRUCTURA DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD			
DEPARTAMENTO	CHIMALTENANGO	MUNICIPIO	TECPAN GUATEMALA
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región) :	CASERÍO CHUARACANJAY	Coordenadas GTM	X ₁ LATITUD: 14°55'36,33"
Nombre del Proyecto	DSIÑO DEL SISTEMA DE AGUA CON IMPULSIÓN POR BOMBEO CASERÍO CHUARACANJAY ALDEA PACACAY, TECPÁN GUATEMALA		Y ₁ LONGITUD: 90°58'52.3
Nombre de la institución responsable del proyecto:	MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA		
Nombre del Formulador	ELMER COJ SAJVIN	Fecha:	10/05/2019
RAZÓN DE CONSISTENCIA		0,490612766	
Tema/componente/variable		Calificación	Peso relativo
2.2	Vulnerabilidad por fragilidad	0,7262	
2.2.1	Componente de sistema estructural	0	0,41
43	Uso de normas estructurales adecuadas	1	
44	seguridad de los cimientos	1	
45	Distribución en planta	0	
46	Arriostamiento adecuado	0	
47	Redundancia estructural	0	
48	Forma en planta de la edificación	0	
49	Relación longitud/ancho	0	
50	Forma en elevación	0	
51	Trayectoria de fuerzas verticales	0	
52	Pisos superiores salientes	0	
53	Concentraciones de masa en el piso superior	0	
54	Interacción entre elementos no estructurales	1	
55	Columnas cortas	0	
56	Viga fuerte/columna débil	0	
57	Pisos suaves	0	
58	Proximidad entre edificios	0	
2.2.2	Componente de materiales de construcción	1	0,26
59	Disponibilidad de materiales	3	
60	Renovabilidad de las fuentes	0	
61	Agresividad del proceso	0	
62	Calidad y durabilidad del material	3	
63	Protección/prevencción	1	
64	Facilidad de sustitución o reparación	1	
2.2.3	Componente de adaptación del proyecto	3	0,16
65	Adaptación del proyecto al medio	3	
66	Adaptación del proyecto a la cultura local	3	
67	Funcionalidad del proyecto	3	
68	Confort ambiental del proyecto	3	
69	Mano de obra para la ejecución del proyecto	3	
70	Equipo para la ejecución del proyecto	3	
71	Generación de desechos durante la ejecución	3	
72	Eliminación de desechos del proyecto	3	
73	Control de la ejecución del proyecto	3	
74	Externalidades del proyecto	2	

Continuación del anexo 3.

74	Externalidades del proyecto	3	
2.2.4	Componente de seguridad no estructural	0	0,17
75	Seguridad en las instalaciones eléctricas	0	
76	Sistema de iluminación interna y externa	0	
77	Ubicación y seguridad cilindros de gas	0	
78	Abatimiento y ancho adecuado de las puertas	0	
79	Condiciones de seguridad de ventanales	0	
80	Condiciones de seguridad muros de cerramiento	1	
81	Condiciones de seguridad techos y cubiertas	0	
82	Condiciones de seguridad de pisos	0	
83	Condiciones elementos ornamentales	0	
84	Condiciones de seguridad divisiones internas	0	
85	Condiciones de seguridad cielos falsos	0	
86	Condiciones de seguridad sistema de incendios	0	
87	Otros elementos arquitectónicos	0	
88	Condiciones de seguridad circulación horizontal	0	
89	Condiciones de seguridad gradas y rampas	0	
90	Condiciones de seguridad vías de acceso	0	
91	Ancho de corredores	0	
92	Ancho y dimensiones de las gradas	0	
93	Ubicación y capacidad gradas y rampas	0	

CUADRO No. 12 (según Guía AGRIP)			
ANEXO: ESTRUCTURA DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA			
DEPARTAMENTO	CHIMALTENANGO	MUNICIPIO	TECPAN GUATEMALA
ZONA (comunidad, aldea, municipio, región) :	CASERÍO CHUARACANJAY	Coordenadas GTM	Xi LATITUD: 14°55'36,33" N
Nombre del Proyecto	DISERVO DEL SISTEMA DE AGUA CON IMPULSION POR BOMBEO CASERÍO CHUARACANJAY ALDEA PACACAY, TECPAN GUATEMALA		Yi LONGITUD: 90°58'52,3" O
Nombre de la institución responsable del proyecto:	MUNICIPALIDAD DE TECPAN GUATEMALA		
Nombre del Formador	ELMER COJ SAJVIN	Fecha:	10/05/2019
RAZÓN DE CONSISTENCIA		0,118762794	
	Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo
2,3	Vulnerabilidad por falta de resiliencia	1,83	
2.3.1	Componente mantenimiento y recuperación	2	0,82
94	Planes de mantenimiento continuo	2	
95	Planes de mantenimiento preventivo	1	
96	Planes de mantenimiento correctivo	3	
97	Seguros ante catástrofes	0	
98	Tiempo para reparar la infraestructura	2	
2.3.2	Componente de organización para la emergencia	1	0,30
99	Comité formalmente establecido	3	
100	Puntos de reunión protegidos y seguros	2	
101	Procedimientos de activación del plan	2	
102	Procedimientos para evacuación del edificio	0	
103	Rutas de emergencia y salida accesibles	0	
2.3.3	Componente de capacitación e investigación	0	0,09
104	Programas de capacitación	0	
105	Programas de difusión	0	
106	Instrumentos para medición	2	
107	Trabajos de investigación sobre desastres	0	

Fuente: Análisis de Gestión del riesgo en proyectos de inversión pública, AGRIP. *Guía de aplicación para proyectos que forman capital fijo.*

https://www.academia.edu/37911237/_AN%C3%81LISIS_DE_GESTI%C3%93N_DEL_RIESGO_EN_PROYECTOS_DE_INVERSI%C3%93N_P%C3%9ABLICA_-AGRIP-Guatemala_enero_2013. Consulta: mayo de 2019.

Anexo 4. **Informe técnico de aforos de nacimientos del caserío Chuaracanjay**



Municipalidad de Tecpán Guatemala
Departamento de Chimaltenango

1a. Calle 1-13, Zona 4
 Tels.: 7840-4431 * 7840-4432 / Telefax: 7840-3030

INFORME TECNICO DE AFOROS

Proyecto	Sistema de agua potable caserío Chuaracanjay, Tecpán Guatemala	
Comunidad	Caserío Chuaracanjay	
Fecha de Aforo	16-02-2018	
Tipo de fuente	Brote definido	
Operador	Elmer Coj Sajvín	

DETALLES DE LAS MEDICIONES

FUENTE	VOLUMEN BASE (lt)	TIEMPO (seg)					TIEMPO PROMEDIO	CAUDAL (l/seg)	SUB TOTAL	TOTAL	OBSERVACION
		1	2	3	4	5					
1	18,85	32	32,1	32	32,6	32,5	32,24	0,58	0,58		captacion 1
2	18,85	23,04	23,56	23,04	23,6	23,4	23,33	0,81			
3									0,81		captacion 2
										1,39	



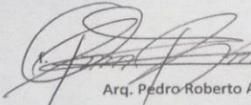
Ilustración 1 Fuente No 1



Ilustración 2 Fuente No 2



Ilustración 3 Personal técnico municipalidad y autoridades de la comunidad



Arq. Pedro Roberto Ajín
 Dirección Municipal de Planificación



Tecpán Quauhitmallán cuna de la cultura Maya Kaqchikel y primera capital de Guatemala

Fuente: Municipalidad de Tecpán Guatemala.

