



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA EL CASERÍO XEPEC
Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR
GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ,
SOLOLÁ**

José Ricardo Medina Salguero

Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, septiembre de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA EL CASERÍO XEPEC
Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR
GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ,
SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

José Ricardo Medina Salguero

ASESORADO POR EL ING. ÓSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. 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	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Óscar Argueta Hernández
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
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 PARA EL CASERÍO XEPEC Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 15 de octubre del 2018.

José Ricardo Medina Salguero

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 12 de marzo de 2020
Ref.EPS.DOC.242.03.2020

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 **José Ricardo Medina Salguero**, Registro Académico 201404225 y CUI 3080 93623 0606 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA EL CASERÍO XEPEC Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA POLOPÓ. SOLOLÁ.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
OAH/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 6 de mayo de 2020
REF.EPS. D.201.05.2020

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

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA EL CASERÍO XAPEC Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **JOSÉ RICARDO MEDINA SALGUERO, CUI 30809 3623 0606** y **Registro Académico 201404225**, 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 por parte del Asesor-Supervisor, como director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH

Nota: esta carta es una copia de la original, la cual se sustituirá por la original al momento de que se normalicen las actividades en la Universidad.



Guatemala, 08 de mayo de 2020
DEIC-TG-EPS-002-2020/paap

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor-Supervisor de EPS Ingeniero Oscar Argueta Hernández, del revisor del Departamento de Hidráulica Ingeniero Rafael Enrique Morales Ochoa y del Director de la Unidad de EPS Ingeniero Oscar Argueta Hernández al trabajo de graduación correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) del estudiante José Ricardo Medina Salguero **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA EL CASERÍO XEPEC Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela Ingeniería Civil

Interesado
Asesor
Director Unidad EPS
Jefe del Departamento de Hidráulica





Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102

DTG. 258.2020.

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 PARA EL CASERÍO XEPEC Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ**, presentado por el estudiante universitario: **José Ricardo Medina Salguero**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, septiembre de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Porque Él es el único digno de toda gloria, honra y es quien me dio la sabiduría y la oportunidad para triunfar.
Mi padre	Anibal Medina. Por esforzarse todos los días para darme a mí y a mis hermanos la mejor herencia que es el estudio. Sin duda alguna, este logro no lo hubiese alcanzado sin su ayuda.
Mi madre	Floriselda Salguero. Por ser mi apoyo en todo momento, mi mejor amiga y mi consejera de vida.
Mis hermanos	Raldy y Heidy Medina. Por ser el ejemplo claro de superación, constancia y esfuerzo. Por siempre estar al pendiente de mí, dándome el consejo necesario en el momento preciso.
María Fernanda	Por su gran corazón para brindar amor, por su amistad, apoyo y consejos.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios donde me formé como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme las herramientas técnicas para desarrollarme en el ámbito laboral.
Mis amigos de la Facultad	André Martínez, Gabriela Hernández y Sergio García, por la ayuda brindada durante la carrera y el Ejercicio Profesional Supervisado.
Ingeniero Oscar Argueta Hernández	Por su paciencia, asesoría y colaboración para la realización del trabajo de graduación.
Municipalidad de Santa Catarina Palopó	Por abrirme las puertas para realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. MONOGRAFÍA DEL CASERÍO XEPEC Y EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.....	1
1.1. Origen de la comunidad.....	1
1.2. Ubicación y localización.....	1
1.3. Límites	2
1.4. Clima	2
1.5. Población.....	3
1.6. Organización comunitaria	4
1.7. Investigación diagnóstica.....	4
1.7.1. Descripción de las necesidades	4
2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA, PALOPÓ.....	7
2.1. Descripción del proyecto	7
2.2. Topografía	7

2.3.	Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable	8
2.3.1.	Fuente	8
2.3.2.	Línea de conducción	9
2.3.3.	Almacenamiento.....	9
2.3.4.	Red de distribución.....	10
2.4.	Información básica para el diseño.....	11
2.4.1.	Aforo.....	11
2.4.2.	Caudal de aforo	12
2.4.3.	Calidad del agua	14
2.4.3.1.	Examen bacteriológico	14
2.4.3.2.	Examen físico químico	14
2.5.	Parámetros de diseño	15
2.5.1.	Factores de diseño.....	15
2.5.1.1.	Factor de día máximo (fdm)	15
2.5.1.2.	Factor de hora máximo (fhm)	16
2.5.2.	Período de diseño	16
2.5.3.	Población de diseño	17
2.5.3.1.	Población actual	17
2.5.3.2.	Población futura	17
2.5.3.3.	Estimación de población futura	18
2.5.3.4.	Distribución de habitantes por área.....	18
2.5.3.5.	Dotación	19
2.6.	Diseño del sistema para los diferentes tanques	20
2.6.1.	Caudales de diseño.....	20
2.6.1.1.	Caudal medio diario	21
2.6.1.2.	Caudal de día máximo	21
2.6.1.3.	Caudal máximo horario	22
2.6.1.4.	Caudal de uso simultáneo	23

2.6.1.5.	Caudal unitario.....	24
2.6.2.	Presión estática y dinámica	26
2.6.2.1.	Presión de trabajo.....	26
2.6.3.	Línea de conducción.....	27
2.6.3.1.	Cálculo hidráulico	28
2.6.3.2.	Velocidad mínima y máxima	29
2.6.3.3.	Ejemplo de cálculo (línea de conducción)	30
2.6.4.	Red de distribución	35
2.6.4.1.	Cálculo hidráulico	36
2.6.4.2.	Presión de servicio	37
2.6.4.3.	Velocidad mínima y máxima	38
2.6.4.4.	Caudal por distribuir.....	39
2.6.4.5.	Caudal unitario.....	40
2.6.5.	Ejemplo de cálculo de red de distribución para el tanque Cuaquixaché.....	40
2.6.6.	Ejemplo de cálculo de red de distribución para tanque principal	44
2.6.7.	Ejemplo de cálculo de red de distribución para tanque Vista Hermosa	52
2.7.	Obras de arte.....	52
2.8.	Válvulas.....	52
2.8.1.	Válvula de compuerta.....	53
2.8.2.	Válvula de limpieza.....	53
2.8.3.	Válvula de aire	53
2.9.	Conexión domiciliar	53
2.10.	Propuesta de desinfección	54
2.11.	Operación y mantenimiento del sistema.....	56
2.12.	Propuesta de tarifa	57

2.12.1.	Gastos de operación	58
2.12.2.	Gastos de mantenimiento.....	58
2.12.3.	Gastos de desinfección	58
2.12.4.	Gastos de administración	59
2.13.	Presupuesto del proyecto.....	60
2.13.1.	Costos directos.....	60
2.13.1.1.	Materiales.....	60
2.13.1.2.	Mano de obra	61
2.13.1.3.	Herramienta y equipo	61
2.13.1.4.	Transporte y maquinaria.....	61
2.13.2.	Costos indirectos.....	61
2.14.	Cronograma de ejecución	63
2.15.	Evaluación de impacto ambiental.....	65
3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASERÍO XEPEC, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.....	73
3.1.	Descripción del proyecto	73
3.2.	Levantamiento topográfico	73
3.2.1.	Altimetría	74
3.2.2.	Planimetría	74
3.3.	Componentes del sistema.....	75
3.3.1.	Colector.....	75
3.3.2.	Pozo de visita	75
3.3.3.	Conexiones domiciliarias.....	76
3.3.3.1.	Candela	76
3.3.3.2.	Acometida domiciliar	76
3.4.	Parámetros de diseño	78
3.4.1.	Período de diseño	78

3.4.2.	Población actual	78
3.4.3.	Estimación de población futura.....	79
3.4.4.	Dotación	80
3.4.5.	Factor de retorno al sistema	80
3.5.	Determinación del caudal de diseño.....	80
3.5.1.	Caudal domiciliar	81
3.5.2.	Caudal comercial	81
3.5.3.	Caudal industrial	81
3.5.4.	Caudal de conexiones ilícitas	82
3.5.5.	Caudal por infiltración	82
3.5.6.	Caudal sanitario.....	83
3.5.7.	Factor de caudal medio	83
3.5.8.	Factor de Harmond.....	84
3.5.9.	Caudal de diseño	85
3.6.	Parámetros de diseño hidráulico	85
3.6.1.	Coeficiente de rugosidad	85
3.6.2.	Velocidad a sección llena	86
3.6.3.	Caudal a sección llena.....	86
3.6.4.	Relaciones hidráulicas.....	87
3.6.5.	Velocidad del caudal de diseño	87
3.7.	Cotas invert	88
3.8.	Ancho de zanja.....	89
3.9.	Volumen de excavación.....	90
3.10.	Ejemplo de cálculo	91
3.11.	Tratamiento de aguas residuales	98
3.12.	Presupuesto del proyecto.....	98
3.12.1.	Costos directos	99
3.12.1.1.	Materiales	99
3.12.1.2.	Mano de obra.....	99

3.12.1.3.	Herramienta y equipo	99
3.12.1.4.	Transporte y maquinaria.....	100
3.12.2.	Costos indirectos.....	100
3.13.	Cronograma de ejecución	101
3.14.	Evaluación de impacto ambiental.....	103
CONCLUSIONES.....		111
RECOMENDACIONES		115
BIBLIOGRAFÍA.....		117
APÉNDICES.....		119
ANEXOS.....		185

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de Santa Catarina Palopó.....	2
2.	Ramal abierto abastecido por el tanque Cuaquixaché	41
3.	Circuito A.....	46
4.	Evaluación ambiental inicial	65
5.	Conexión domiciliar	77
6.	Evaluación ambiental inicial	103

TABLAS

I.	Población total del municipio Santa Catarina Palopó	3
II.	Aforo realizado en la fuente Xecajay, Tecpán; tanque Cuaquixaché	12
III.	Aforo realizado en la fuente Pacamán-Xepec; tanque principal	13
IV.	Aforo realizado en la fuente Panasajar 1, finca Santa Victoria; tanque Vista Hermosa.....	13
V.	Habitantes abastecidos por cada uno de los tanques a futuro	19
VI.	Resumen de cálculo de caudales.....	25
VII.	Datos para diseño de línea de conducción del tanque Vista Hermosa a tanque principal.	30
VIII.	Datos para diseño de línea de conducción del tanque Cuaquixaché a tanque principal.	33
IX.	Datos de diseño E-0 a CR (ramal abierto).....	41
X.	Datos de diseño para el circuito A, tramo A1-A2.....	46
XI.	Programa de operación y mantenimiento.....	57

XII.	Presupuesto del proyecto de abastecimiento de agua potable.....	63
XIII.	Cronograma de ejecución físico financiero del proyecto de abastecimiento de agua potable.	64
XIV.	Ancho mínimo de zanja para tubería PVC ASTM F-949.....	90
XV.	Datos para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.....	91
XVI.	Presupuesto del proyecto de alcantarillado sanitario.....	101
XVII.	Cronograma de ejecución físico financiero del proyecto de alcantarillado sanitario.	102

LISTA DE SÍMBOLOS

Q	Caudal
Q_{ci}	Caudal de conexiones ilícitas
Q_{cond}	Caudal de conducción
Q_{com}	Caudal comercial
Q_{dis}	Caudal de diseño
Q_{dist}	Caudal de distribución
Q_{dom}	Caudal domiciliario
Q_{ind}	Caudal industrial
Q_{inf}	Caudal de infiltración
Q_{med}	Caudal medio
Q_{san}	Caudal sanitario
Q_{san act}	Caudal sanitario actual
Q_{san fut}	Caudal sanitario futuro
Ø	Diámetro
E	Estación
fdm	Factor de día máximo
F.H.	Factor de Harmond
fhm	Factor de hora máximo
fqm	Factor caudal medio
°	Grados
°C	Grados centígrados
Hg	Hierro galvanizado
Lb	Libras
PSI	Libras por pulgada cuadrada

l	Litros
l/s	Litros por segundo
l/hab/día	Litros por habitante en un día
L	Longitud
m	Metros
mca	Metros columna agua
m³	metros cúbicos
m/s	Metros por segundo
ml	Mililitros
mm	Milímetros
'	Minutos
S	Pendiente
Hf	Pérdida de carga
P	Población
P_f	Población futura
P_o	Población inicial
%	Porcentaje
Pulg	Pulgadas
R_h	Radio hidráulico
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relaciones hidráulicas de tirante
v/V	Relación hidráulicas de velocidad
“	Segundos
Σ	Sumatoria
t	Tiempo
PVC	Tubería de cloruro de polivinilo
var.	Varillas
v	Velocidad
&	Y

GLOSARIO

Aforo	Medición de caudal de agua de un curso o río.
Agua	Compuesto de hidrógeno y oxígeno.
Agua potable	Es aquella cuyas características de calidad son aptas para consumo humano, es decir, agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
AMSCLAE	Institución gubernamental de alto nivel, secretaría de la vicepresidencia de la república de Guatemala, de carácter técnico-científico con jurisdicción específica sobre la cuenca del lago Atitlán y su ambiente.
ASTM	Por sus siglas en inglés, <i>American Society of Testing Materials</i> .
Bacterias	Microorganismos sencillos que se producen por división.
Candela	Punto donde se reúnen todas las aguas servidas de una vivienda.
Caudal	Volumen de líquido que fluye a través de una sección en determinado tiempo.

Caudal máximo diario	Caudal de agua con mayor consumo por la población en un día durante el transcurso de un año. Se utiliza para diseñar la línea de conducción.
Caudal máximo horario	También llamado caudal de distribución. Este se utiliza para diseñar la red de distribución.
Cavitación	Formación de cavidades llenas de vapor o de gas en el seno de un líquido en movimiento.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.
Coliforme	Grupo de bacterias no patógenas que generalmente habitan en el tracto digestivo humano.
Conexión domiciliar	Tubería y accesorios destinados al servicio exclusivo de una vivienda, que une la tubería externa con la red de distribución del inmueble.
Contaminación	Alteración en la calidad del agua, que la hace inapropiada para consumo humano.
Consumo	Consiste en la satisfacción de necesidades presentes y futuras.
Cota	Altura de un punto en planos topográficos.

Cota de terreno	Punto derivado de la topografía que indica la elevación del terreno con base a un nivel predeterminado.
Cota piezométrica	Representa la altura a la que se elevaría el agua si se conectara un manómetro en ese punto y es igual a la altura de referencia menos las pérdidas de carga de las tuberías al punto en cuestión.
CPD	Cota piezométrica dinámica.
CPE	Cota piezométrica estática.
CT	Cota de terreno.
DH	Distancia horizontal.
Dotación	Es el volumen diario de agua potable que se asigna a cada habitante para uso doméstico.
Dureza	Característica del agua debido a la concentración de carbonatos, nitratos, sulfatos y cloruros.
Efluente	Cualquier líquido de desecho que entra en el ambiente desde algún punto de origen.
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua.
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado.

Estiaje	Nivel más bajo o caudal mínimo de alguna corriente durante una época del año determinada.
Eutrofización	Acumulación de residuos orgánicos en un cuerpo de agua, que causa la proliferación de ciertas algas.
Grifo	Derivación domiciliar de la red de distribución hacia el medidor de cada uno de los inmuebles.
Infiltración	Paso de agua a través de un medio poroso produciéndose en ella cambios físicos, químicos y biológicos.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
<i>In situ</i>	Del latín que significa “en el lugar”.
Línea de conducción	Conjunto de elementos compuesto de tuberías y válvulas que ayudan a conducir el agua del manantial a un tanque de almacenamiento.
Mampostería	Sistema de construcción tradicional, compuesta por rocas, ladrillos o bloques.
Nivel freático	Punto donde la presión del agua es igual a la presión atmosférica.
Nodo	Espacio donde convergen varias redes.

NTG	Norma Técnica Guatemalteca.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
Permeabilidad	Capacidad de suelo de dejar pasar agua a través de sus poros.
Predial	Posesión de inmueble.
Prefactibilidad	Análisis previo por medio de la investigación de factores que afectan al proyecto.
Presión dinámica	Esta se produce cuando hay flujo de agua y la presión estática se disminuye debido a la fricción de las paredes de la tubería.
Presión estática	Esta se produce cuando el agua dentro de la tubería y el recipiente están en reposo y no hay ningún flujo.
Red de distribución	Conjunto de elementos compuestos tuberías, válvulas e interconexiones que contribuyen a conducir y distribuir agua potable a cada conexión domiciliar con calidad, cantidad y presión adecuada.
Sedimentación	Remoción de material suspendido por acción de la gravedad.
UNERPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.

Válvula

Aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se desarrollan el diseño del sistema de alcantarillado sanitario del caserío Xepec y el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad en el casco urbano, Santa Catarina Palopó.

Se hizo la investigación monográfica del municipio de Santa Catarina Palopó. Allí se especifican las características de la comunidad, así mismo, se describen las necesidades de alcantarillado sanitario y de agua potable, respectivamente.

Se realizaron visitas de campo, levantamientos topográficos. Tomando en consideración normas para diseño, se determinaron los parámetros, se hicieron cálculos hidráulicos, se llevaron a cabo análisis de laboratorio (para el diseño de agua potable), presupuesto y cronograma físico – financiero. Ambos diseños fueron desarrollados tomando en cuenta aspectos económicos planteados por la municipalidad de Santa Catarina Palopó, también tomando en cuenta aspectos técnicos, de acuerdo con criterio propio, guías de diseño, normas y asesoría profesional.

Por último, se agregan las conclusiones y recomendaciones para el correcto funcionamiento de los diseños. Así mismo, tengan el mantenimiento adecuado en el proceso constructivo y en el período de operación. En la sección de apéndices se incluye para cada diseño; memoria de cálculo, juego de planos, resultados de laboratorio, y otros.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de alcantarillado del caserío Xepec; y el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad en el casco urbano, del municipio de Santa Catarina Palopó, del departamento de Sololá.

Específicos

1. Realizar el levantamiento topográfico del área donde se llevará a cabo el proyecto de alcantarillado sanitario y agua potable.
2. Realizar las pruebas de laboratorio para determinar las características del agua.
3. Elaborar presupuestos y planos constructivos para los proyectos de alcantarillado sanitario y agua potable.

INTRODUCCIÓN

La prioridad fundamental en cualquier desarrollo urbano es el abastecimiento de agua potable. Pero una vez satisfecha esa necesidad se presenta el problema del desalojo de las aguas residuales. Por lo tanto, se requiere la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para eliminar las aguas residuales que producen los habitantes de una zona.

El capítulo uno muestra las necesidades principales del municipio de Santa Catarina Palopó; de las cuales resaltaron dos en especial. El casco urbano no posee un sistema de abastecimiento de agua potable efectivo; y el caserío Xepec no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario.

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) busca satisfacer las necesidades de las comunidades en aspectos tales como, saneamiento básico e infraestructura, proporcionando soluciones por medio de diseños profesionales. Por tal razón en el capítulo dos y tres, se diseñó el sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Xepec y el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el casco urbano de Santa Catarina Palopó.

El diseño de abastecimiento de agua potable del casco urbano en el municipio de Santa Catarina Palopó, Sololá; consta de tres tanques de distribución ubicados de forma estratégica, con tres redes de distribución, un ramal abierto y dos circuitos cerrados. El sistema de alcantarillado sanitario consta de un colector de un solo diámetro, 28 pozos de visita y un desfogue hacia la futura planta de tratamiento de aguas residuales. Los dos proyectos fueron diseñados de acuerdo con las guías de diseño del Instituto de Fomento Municipal

(INFOM) y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Proporcionando, de esta manera, el mejoramiento de la calidad de vida, salud y desarrollo de la población.

1. MONOGRAFÍA DEL CASERÍO XEPEC Y EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

1.1. Origen de la comunidad

La historia del municipio se origina durante el período colonial, en el cual Santa Catarina Palopó perteneció primero al corregimiento de Tecpán Atitlán, el que, a partir de 1730, se convirtió, junto con el corregimiento de Atitlán, en la Alcaldía Mayor de Sololá. En 1872, al ser creado el departamento de Quiché, Santa Catarina Palopó aparece entre los 21 municipios que en ese momento permanecieron en Sololá. En 1934, se hizo una nueva reforma geográfica al departamento y Santa Catarina Palopó quedó dentro de los 19 municipios que actualmente forman el departamento de Sololá.

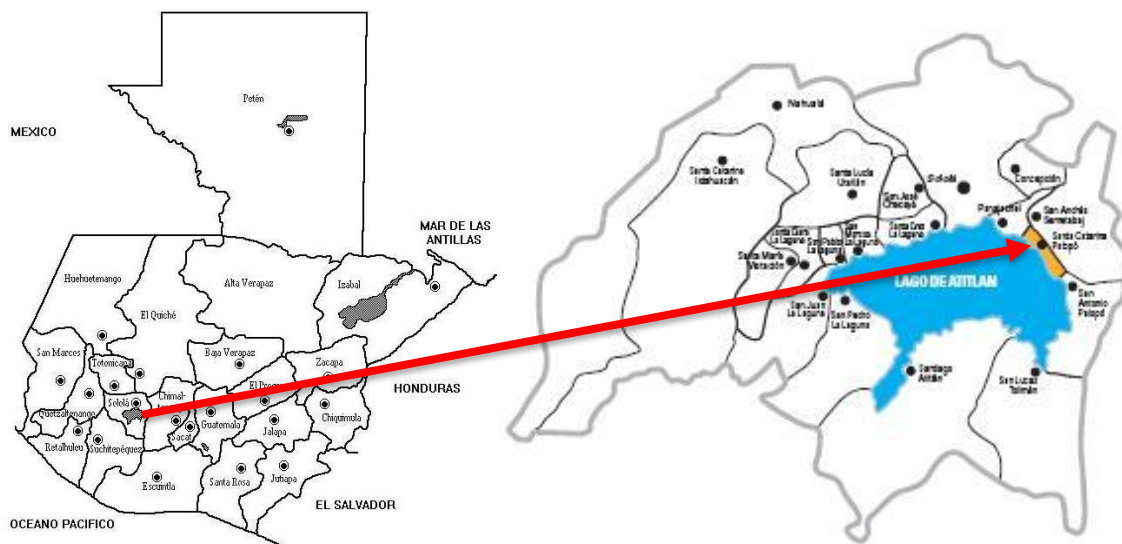
El origen del nombre 'Palopó' que forma parte del nombre de este municipio se origina del cruce de dos palabras de diferente idioma, español y kaqchikel; palo que es de árbol y *pó*, apocope de *poj*, que significa árbol de amate. En conjunto se podría interpretar como 'árbol de amate' el significado de Palopó. Existen pocos datos históricos para reconstruir el pasado del período prehispánico (anterior a 1492) de Santa Catarina Palopó, cuyo territorio fue dominado por el grupo kaqchikel durante el período post clásico.

1.2. Ubicación y localización

El municipio de Santa Catarina Palopó se encuentra situado en la parte este del departamento de Sololá, en la Región VI o Región suroccidental. Se localiza

en la latitud 14° 32' 22" y en la longitud 91° 08' 06". Cuenta con una extensión territorial de 8 km². La distancia desde esta cabecera municipal a la cabecera departamental de Sololá es de 13 kilómetro ver figura 1.

Figura 1. **Ubicación del municipio de Santa Catarina Palopó**



Fuente: Dirección Municipal de Planificación, municipalidad de Santa Catarina Palopó.

1.3. Límites

Limita al norte con el municipio de San Andrés Semetabaj Sololá; al sur con el municipio de San Antonio Palopó y el lago de Atitlán Sololá; al este, con el municipio de San Antonio Palopó Sololá; y al oeste, con el municipio de Panajachel Sololá.

1.4. Clima

La estación meteorológica más cercana es del municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá, dicta lo siguiente:

- Temperatura mínima: 20,94 °C
- Humedad real: 60,48 %
- Punto de rocío: 12,96 °C
- Radiación global: 150,7 W/m²
- Evaporación: 0 mm
- Lluvia: 0 mm
- Batería: 13,71 V

Datos tomados el 13 de marzo de 2020 a las 16:00 horas.

1.5. Población

Datos demográficos del municipio Santa Catarina Palopó. Censo poblacional 2017 realizado por puesto de salud del municipio. La población urbana está distribuida en la cabecera municipal, mientras que la población rural está distribuida en dos caseríos, que son, Xepec y Pacamán.

Tabla I. **Población total del municipio Santa Catarina Palopó**

Población urbana	3 477 habitantes	78,01 %
Población rural	980 habitantes	21,99 %
Total	4 457 habitantes	100,00 %

Fuente: puesto de salud del municipio de Santa Catarina Palopó.

1.6. Organización comunitaria

En el municipio de Santa Catarina Palopó, las comunidades pertenecen a Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE), definidos por ubicación. Estos poseen carácter jurídico y, por lo tanto, pueden ejercer solicitudes a la municipalidad para informar de problemáticas acerca de cualquier índole. Todos los COCODE del municipio se reúnen una vez al mes para tratar todos los temas relacionados al municipio. Este sistema es útil debido a que aporta un orden para los procesos municipales.

1.7. Investigación diagnóstica

A continuación, se detallan las principales necesidades de la población del municipio de Santa Catarina Palopó.

1.7.1. Descripción de las necesidades

La comunidad del casco urbano del Santa Catarina Palopó tiene una población de 4 457 habitantes. El sistema que abastece los vecinos ya no se da abasto para cubrir todas las familias de la cabecera municipal, principalmente en época de verano. Actualmente el sistema se abastece de tres tanques que están ubicados en las partes altas del municipio, sin embargo, varias familias se ven afectadas puesto que no tienen el servicio de agua potable en sus casas y esto obliga a los encargados del hogar a salir a buscar agua en otros sectores del municipio o acarrear de la orilla del lago de Atitlán. Como resultado de esto es el aumento de enfermedades gastrointestinales, por consumir agua que no está clorada.

Uno de sus caseríos, Xepec, ya cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, sin embargo, no posee un sistema de alcantarillado sanitario. La población rural representa el 21,99 % de la población total, de los cuales el 12,56 %, es decir 560 personas, viven en el caserío Xepec. La comunidad tiene el servicio de agua potable, sin embargo, la evacuación de las excretas lo están haciendo de manera inadecuada, puesto que las letrinas y fosas sépticas están mal hechas, provocando que la población contraiga enfermedades gastrointestinales debido al mal olor y a las moscas que las excretas generan, por ende, afectando la integridad y salud de las personas.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA, PALOPÓ

2.1. Descripción del proyecto

La necesidad de un proyecto de abastecimiento de agua potable para el casco urbano de Santa Catarina Palopó es de total urgencia. Para realizar dicho proyecto se cuenta con tres fuentes de agua capaces de abastecer a la población actual y futura, en un período de diseño de 21 años.

El proyecto consiste en el diseño de la línea de conducción por gravedad desde los tres tanques del municipio, para abastecer 5 698 habitantes a futuro. El casco urbano será dividido en 3 áreas, las cuales estarán cubiertas por cada uno de los tanques, para abastecer la demanda de todas las viviendas de la comunidad. El tanque Cuaquixaché abastecerá 1 100 personas con una línea central y ramales abiertos; el tanque principal abastecerá 3 668 personas con un circuito combinado; y el tanque Vista Hermosa abastecerá 930 personas con un circuito combinado.

2.2. Topografía

La topografía para un proyecto de agua potable define el diseño del sistema, ya que tiene por objeto, medir las extensiones del terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie del terreno. Dicha topografía se compone de planimetría y nivelación; los cuales se pueden realizar con teodolito y nivel de precisión, respectivamente.

Con ayuda de Amigos del Lago y AMSCLAE se obtuvieron las curvas de nivel del casco urbano, para posteriormente realizar el recorrido de la línea de conducción, utilizando el equipo y métodos apropiados según el caso. En la topografía se incluyó el diseño las posibles rutas del sistema de agua potable, de las cuales se eligió la más eficiente de acuerdo con el diseño.

2.3. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable

Una red de abastecimiento de agua potable es un sistema que permite llevar el líquido vital a la vivienda de los habitantes de una comunidad.

2.3.1. Fuente

Esta provee al sistema el agua en cantidad y calidad suficiente. Las fuentes pueden ser una o varias, de un mismo tipo o distintas. Los tipos de fuente mayormente utilizados son los manantiales, los ríos, los lagos, el agua subterránea. El agua de lluvia o de condensación puede ser utilizada igualmente para abastecer una vivienda o una comunidad. En Santa Catarina Palopó se tienen tres fuentes distintas, las cuales son:

- Fuente del manantial Xecajay, Tecpán; encargada de abastecer el tanque Cuaquixaché.
- Fuente del manantial Pacamán-Xepec; encargada de abastecer el tanque principal.
- Fuente del manantial Panasajar 1, Finca Santa Victoria; encargada de abastecer el tanque Vista Hermosa.

2.3.2. Línea de conducción

Se les llama así a los dispositivos encargados de transportar el agua desde el punto de captación al punto de almacenamiento. Generalmente trabaja a presión, utilizando la fuerza de gravedad. El agua se pretende distribuir a la comunidad.

La línea de conducción diseñada del tanque Vista Hermosa hacia el tanque Principal contiene 427,02 metros lineales, compuesta por diámetros de 1" y 1¼" con presión de trabajo 160 psi; y la línea de conducción diseñada del tanque Cuaquixaché hacia el tanque principal contiene 815,72 metros lineales, compuesta por diámetros de 1" y ¾" con presión de trabajo 160 psi; considerando el cumplimiento de la norma ASTM D-2241. Esto con el objetivo de abastecer todo el circuito del tanque principal.

2.3.3. Almacenamiento

Son los puntos, en un sistema de abastecimiento de agua potable en donde se regula y almacena el agua que va a ser distribuida en una comunidad y depende de la oferta y la demanda de agua en un tiempo determinado.

En el casco urbano de Santa Catarina Palopó se tienen tres tanques de abastecimiento, los cuales se ubicaron y se midieron para determinar la capacidad que cada uno tiene.

- Tanque Cuaquixaché: con una capacidad de 109,48 m³.
- Tanque principal: con una capacidad de 94,50 m³.
- Tanque Vista Hermosa: con una capacidad de 96,00 m³ y con un tanque de reserva con capacidad de 54,19 m³.

Para determinar el volumen necesario de un tanque de distribución, es ideal utilizar los datos de la demanda real. En caso de no tener estos datos se debe considerar para su diseño el 25 % a 40 % del caudal medio diario en el caso de sistemas por gravedad y de 40 % a 65 % en sistemas por bombeo. Como los datos de demanda real no se tienen; para verificar que los tanques cumplen, se utilizó el porcentaje máximo para asegurar que la comunidad será abastecida, este porcentaje es el 40 % del volumen que demanda la población futura con la dotación, por lo tanto:

$$Volumen = \frac{90 \text{ l/hab/día} * 5\,698 \text{ hab} * 40 \%}{1\,000} = 205,13 \text{ m}^3$$

En conjunto, los tres tanques cumplen con los 205,13 m³ de capacidad mínima para abastecer a la comunidad del casco urbano de Santa Catarina Palopó, puesto que la suma de la capacidad total de los tanques de distribución es de 354,17 m³.

2.3.4. Red de distribución

Es el conjunto de dispositivos tal como líneas, redes, válvulas y otros dispositivos de control, que en un sistema de abastecimiento de agua potable cumple con la función de distribuir el agua en la comunidad. El agua puede distribuirse en cada domicilio mediante conexiones domiciliarias o mediante conexiones prediales o comunales.

En el diseño de abastecimiento de agua potable se dividió la población en tres sectores para ser abastecidos por cada uno de los tres tanques de distribución que se tienen. Para ello se utilizaron las siguientes redes de distribución:

- 1 ramal abierto; con longitud total de 1 619,93 metros, abastecida por el tanque de distribución Cuaquixaché.
- 1 circuito cerrado con ramales abiertos; con longitud total de 4 137,91 metros, abastecida por el tanque de distribución principal.
- 1 circuito cerrado con ramales abiertos; con longitud total de 2 268,05 metros, abastecida por el tanque de distribución Vista Hermosa.

2.4. Información básica para el diseño

A continuación, se detalla la información básica que debe tomarse en cuenta para llevar a cabo el diseño.

2.4.1. Aforo

Para aforar corrientes pequeñas y manantiales, se utilizó el método de aforo volumétrico, el cual consiste en recoger en un tiempo específico un volumen específico de agua, midiendo el tiempo utilizado en la recolección de este, el cual se realiza de la siguiente forma:

- Colocar un recipiente de volumen conocido en la fuente
- Tomar el tiempo que tarda en llenarse el recipiente
- Calcular el caudal

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q = caudal de la fuente (litros/segundos)

V = volumen del recipiente (litros)

t = tiempo de llenado (segundos)

2.4.2. Caudal de aforo

Se realizaron los aforos en las tres fuentes, con fecha 5 de diciembre de 2018. Se utilizó un recipiente de 5 galones y se tomó el tiempo en el que fue llenado el recipiente, se realizaron 5 repeticiones para luego sacar un promedio. Caudal producido por las distintas fuentes se obtuvo en la época de estiaje.

Tabla II. **Aforo realizado en la fuente Xecajay, Tecpán; tanque Cuaquixaché**

No.	Tiempo de llenado (segundos)	Volumen del recipiente (litros)
1	11,35	18,945
2	10,71	
3	10,21	
4	11,24	
5	10,57	
Promedio	10,82	18,945

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Utilizando la ecuación de caudal:

$$Q = \frac{18,945 \text{ litros}}{10,82 \text{ segundos}} = 1,75 \text{ litros/segundo}$$

Tabla III. **Aforo realizado en la fuente Pacamán-Xepec; tanque Principal**

No.	Tiempo de llenado (segundos)	Volumen del recipiente (litros)
1	7,05	18,945
2	7,10	
3	7,13	
4	7,11	
5	7,10	
Promedio	7,10	18,945

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

$$Q = \frac{18,945 \text{ litros}}{7,10 \text{ segundos}} = 2,67 \text{ litros/segundos}$$

Tabla IV. **Aforo realizado en la fuente Panasajar 1, Finca Santa Victoria; tanque Vista Hermosa**

No.	Tiempo de llenado (segundos)	Volumen del recipiente (litros)
1	13,80	18,945
2	15,20	
3	13,36	
4	14,25	
5	14,90	
Promedio	14,30	18,945

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

$$Q = \frac{18,945 \text{ litros}}{14,30 \text{ segundos}} = 1,32 \text{ litros/segundos}$$

2.4.3. Calidad del agua

Para cerciorarse de que el agua es potable es necesario hacer los análisis correspondientes, los cuales son:

2.4.3.1. Examen bacteriológico

De acuerdo con el examen bacteriológico que se muestra en el anexo, se concluye que el agua que ingresa a los tres tanques de distribución bacteriológicamente no es potable, debido a la presencia de organismos coliformes. Este resultado demuestra que el agua requiere de tratamiento para su consumo, tal como la desinfección a base de pastillas de tricloruro, que se usa para evitar cualquier contaminación que exista en los accesorios, elementos estructurales, tuberías del sistema y así obtener de calidad sanitaria segura. Ver anexo 1, 3 y 5, respectivamente.

2.4.3.2. Examen físico químico

Para el agua proveniente del tanque Cuaquixaché, desde el punto de vista físico químico sanitario se tiene: nitratos altos, dureza en límites máximos permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los límites aceptables de normalidad, según Norma COGUANOR NTG 29 001. Para el agua proveniente del tanque principal, desde el punto de vista físico químico sanitario, se tiene: color, dureza en límites máximos permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los límites aceptables de normalidad, según Norma COGUANOR NTG 29 001.

Para el agua proveniente del tanque Vista Hermosa, desde el punto de vista físico químico sanitario se tiene: color en límites máximos permisibles. Las demás

determinaciones se encuentran dentro de los límites aceptables de normalidad, según Norma COGUANOR NTG 29 001. Ver anexo 2, 4 y 6, respectivamente.

2.5. Parámetros de diseño

A continuación, se detallan los parámetros de diseño establecidos por la guía de diseño UNEPAR.

2.5.1. Factores de diseño

Hay diversos factores que afectan las bases de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el casco urbano de Santa Catarina Palopó tales como clima, actividad productiva, aspectos socioeconómicos y patrones de consumo de la población, y otros.

2.5.1.1. Factor de día máximo (fdm)

Este factor muestra el incremento que se presenta en el día de mayor consumo respecto al consumo promedio. Generalmente en época seca los habitantes incrementan el consumo de agua. Este va de 1,2 a 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y de 1,2 para mayores de 1 000 habitantes, según la guía de diseño UNEPAR.

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el casco urbano de Santa Catarina Palopó se utilizó un $fdm = 1,5$ debido a que la dotación es de 90 l/hab/día siendo la dotación mínima y la población es relativamente alta, de esta manera se garantiza el abastecimiento de la comunidad.

2.5.1.2. Factor de hora máximo (f_{hm})

Este factor va de 2,0 a 3,0 para poblaciones menores de 1 000 habitantes y de 2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, según la guía de diseño UNEPAR. El consumo de agua en el casco urbano de Santa Catarina Palopó varía considerablemente dependiendo de la hora del día, tal que a la media noche la demanda es mínima, pero a las 6 de la mañana esta es máxima.

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el casco urbano de Santa Catarina Palopó, tomando en cuenta que la población supera los 1 000 habitantes, se utilizó un $f_{hm} = 3,0$ puesto que la mayoría de la población labora allí mismo en la comunidad, incrementando así el uso del recurso hídrico.

2.5.2. Período de diseño

Es el tiempo para el cual se considera que el sistema de agua potable será funcional y cumplirá con eficiencia para abastecer a la comunidad del casco urbano de Santa Catarina Palopó. Para establecer el período de diseño se debe tomar en cuenta los siguientes factores:

- Vida útil de los materiales
- Calidad de los materiales y de las construcciones
- Futuras ampliaciones del sistema
- Población de diseño
- Fuente de agua y caudal
- Gestión económica
- Comportamiento del sistema en sus primeros años de funcionamiento

La guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua potable (obra civil) recomienda un valor de 20 años, más 2 años por gestión administrativa.

Tomando en cuenta los factores antes mencionados, el período de diseño para el proyecto de abastecimiento de agua potable en el casco urbano de Santa Catarina Palopó es de 21 años.

2.5.3. Población de diseño

La población de diseño es uno de los parámetros más importantes en el diseño, puesto que, así se determina la demanda de agua potable a presente y a futuro.

2.5.3.1. Población actual

Según información obtenida en el centro de salud del municipio de Santa Catarina Palopó, la población total de la comunidad es cerca de 3 477 habitantes en el casco urbano distribuidos en 580 familias, tomándose en cuenta todas las viviendas construidas, teniendo un aproximado de 6 integrantes por familia.

2.5.3.2. Población futura

El consumo de agua depende de la dotación y de la población de diseño, por lo que, en el centro de salud de la localidad se obtuvo la tasa de crecimiento poblacional de 2,38 %. Así mismo, se tomó en cuenta el período de diseño de 21 años establecido con anterioridad.

2.5.3.3. Estimación de población futura

Para la proyección de población futura se puede utilizar distintos métodos. El método por utilizar para el cálculo de población futura es el geométrico, con el objetivo de obtener un valor más apegado a la realidad.

$$P_f = P_o * (1 + i)^n$$

Donde:

P_f = población futura a “n” años

P_o = población actual

i = tasa de crecimiento

n = número de años transcurridos

Actualmente el casco urbano de Santa Catarina Palopó cuenta con 3 477 habitantes. La tasa de crecimiento poblacional es de 2,38 %. Datos obtenidos en el centro de salud del municipio de Santa Catarina Palopó.

$$P_{f21} = 3\,477(1+0,0238)^{21}$$

$$P_{f21} = 5\,698 \text{ habitantes}$$

2.5.3.4. Distribución de habitantes por área

La comunidad actualmente es abastecida de agua potable por 3 tanques. El casco urbano se dividió en 3 sectores las cuales estarán cubiertas por cada uno de los tanques, para abastecer la demanda de todas las viviendas de la comunidad.

Tabla V. **Habitantes abastecidos por cada uno de los tanques a futuro**

Tanque	Viviendas	Habitantes	Porcentaje
Tanque Cuaquixaché	183	1 100	19 %
Tanque Principal	611	3 668	65 %
Tanque Vista Hermosa	155	930	16 %
TOTAL	949	5 698	100 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

2.5.3.5. Dotación

Dotación es la cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población. Para determinar la dotación en litros/habitante/día es necesario conocer algunos parámetros que satisfacen las necesidades de los usuarios. Según los criterios de la Unidad Ejecutora de Proyectos para Acueductos Rurales (UNEPAR) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) se tiene:

- Clima
- Calidad y cantidad de agua
- Actividades económicas
- Facilidad de drenaje
- Nivel de vida y características de la población
- Presiones
- Costos de servicio de agua al usuario
- Medición
- Administración del sistema
- Recursos hidrológicos

Además del consumo humano, existen otros usos del vital líquido que aumentan en menor grado; siempre es recomendable considerarlos. Los usos adicionales más comunes del agua son:

- Aseo personal
- Lavado de sanitarios
- Lavado de ropa
- Limpieza de la casa
- Bebida para animales

De acuerdo con las especificaciones de UNEPAR, la dotación para servicio de conexiones intradomiciliarias con opción a varios grifos por vivienda es de 90 a 170 l/hab/día.

Puesto que no existen investigaciones de campo de dotación, se determinó que el diseño tendrá una dotación de 90 l/hab/día, siendo esta la dotación mínima establecida por UNEPAR. De esta manera se garantiza que la fuente propuesta posee la capacidad para producir el caudal requerido.

2.6. Diseño del sistema para los diferentes tanques

A continuación, se muestra el cálculo de caudales para cada uno de los tanques.

2.6.1. Caudales de diseño

Son los consumos considerados para el dimensionamiento de las tuberías y obras hidráulicas en cada componente de un abastecimiento de agua, basados en la información básica, aforo y estudio poblacional.

2.6.1.1. Caudal medio diario

El caudal medio diario es el producto de multiplicar la dotación adoptada por el número de habitantes que se hayan estimado para el final del período de diseño, dividido entre el número de segundos que tiene un día.

$$Q_{md} = \frac{\text{dotación} * \text{población}}{86\ 400}$$

- Tanque 1 - Cuaquixaché

$$Q_{md} = \frac{90 * 1\ 100}{86\ 400} = 1,14 \text{ l/seg}$$

- Tanque 2 – Principal

$$Q_{md} = \frac{90 * 3\ 668}{86\ 400} = 3,82 \text{ l/seg}$$

- Tanque 3 – Vista Hermosa

$$Q_{md} = \frac{90 * 930}{86\ 400} = 0,97 \text{ l/seg}$$

2.6.1.2. Caudal de día máximo

El caudal máximo diario o caudal de conducción es el máximo caudal producido en un día durante un período de observación de un año. Es el resultado de multiplicar el factor de día máximo por el consumo medio diario.

$$Q_{\max \text{ diario}} = f_{dm} * Q_{md}$$

- Tanque 1 - Cuaquixaché

$$Q_{\max \text{ diario}} = 1,5 * 1,14 = 1,72 \text{ l/s}$$

- Tanque 2 – Principal

$$Q_{\max \text{ diario}} = 1,5 * 3,82 = 5,73 \text{ l/s}$$

- Tanque 3 – Vista Hermosa

$$Q_{\max \text{ diario}} = 1,5 * 0,97 = 1,45 \text{ l/s}$$

2.6.1.3. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario o caudal de distribución, es el máximo caudal producido durante una hora en un período de observación de un año y este se calcula multiplicando el factor de hora máximo por el caudal medio.

$$Q_{\max \text{ horario}} = f_{hm} * Q_{md}$$

- Tanque 1 - Cuaquixaché

$$Q_{\max \text{ horario}} = 3 * 1,14 = 3,44 \text{ l/s}$$

- Tanque 2 – Principal

$$Q_{\max \text{ horario}} = 3 * 3,82 = 11,46 \text{ l/s}$$

- Tanque 3 – Vista Hermosa

$$Q_{\text{max horario}} = 3 * 0,97 = 2,91 \text{ l/s}$$

El tanque Cuaquixaché y el tanque Vista Hermosa tienen la capacidad de brindar el caudal máximo horario. Pero el tanque principal no cumple. Para ello se diseñaron 2 líneas de conducción, una que va desde tanque Vista Hermosa hacia el tanque Principal y otra que va desde el tanque Cuaquixaché hacia el tanque principal. Esto con el objetivo de abastecer el tanque Principal.

Como los tres sistemas no pueden funcionar al mismo tiempo, el abastecimiento será un día sí y un día no. Es decir, el ramal abierto abastecido por el tanque Cuaquixaché y el circuito abastecido por el tanque Vista Hermosa funcionarán un día y al día siguiente funcionará solamente el circuito abastecido por el tanque Principal. Luego se repite el abastecimiento.

2.6.1.4. Caudal de uso simultáneo

Para el diseño de los ramales de distribución se deberá hacer una comparación entre los cálculos del caudal obtenidos con el caudal máximo horario y el criterio de caudal de uso simultáneo. Deberá usarse el mayor entre ambos.

$$Q_{us} = k * \sqrt{n - 1}$$

Donde:

Q_{us} = caudal de uso simultáneo no menor de 0,20 l/s

k = coeficiente; 0,20 predial; 0,15 llena cántaros

n = número de conexiones o llena cántaros futuros

- Tanque 1 - Cuaquixaché

$$Q_{us} = 0,20 * \sqrt{183 - 1} = 2,70 \text{ l/s}$$

- Tanque 2 – Principal

$$Q_{us} = 0,20 * \sqrt{611 - 1} = 4,94 \text{ l/s}$$

- Tanque 3 – Vista Hermosa

$$Q_{us} = 0,20 * \sqrt{155 - 1} = 2,48 \text{ l/s}$$

2.6.1.5. Caudal unitario

Es el caudal que corresponde, acorde al diseño, a cada vivienda de la población. Es útil para la distribución del caudal máximo horario en los ramales de la red. Se determina de la siguiente manera:

$$Q_u = \frac{Q_{mh}}{\text{Viviendas}}$$

Donde:

Q_u = caudal unitario (l/s/vivienda)

Q_{mh} = caudal máximo horario (l/s)

- Tanque 1 - Cuaquixaché

$$Q_u = \frac{3,44 \text{ l/s}}{183 \text{ viviendas}} = 0,0188 \text{ l/s/vivienda}$$

- Tanque 2 – Principal

$$Q_u = \frac{11,46 \text{ l/s}}{611 \text{ viviendas}} = 0,0187 \text{ l/s/vivienda}$$

- Tanque 3 – Vista Hermosa

$$Q_u = \frac{2,91 \text{ l/s}}{155 \text{ viviendas}} = 0,0188 \text{ l/s/vivienda}$$

La determinación del caudal unitario se realiza con el fin de abastecer de manera equitativa a las viviendas de la comunidad considerando las variaciones de consumo y demás parámetros.

Tabla VI. **Resumen de cálculo de caudales**

	Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3
Población futura (hab)	1 100	3 668	930
Aforo volumétrico (l/s)	1,19	2,31	1,00
Caudal medio diario (l/s)	1,14	3,82	0,97
Caudal máximo diario (l/s)	1,72	5,73	1,45
Caudal máximo horario (l/s)	3,44	11,46	2,91
Caudal de uso simultáneo (l/s)	2,70	4,94	2,48
Caudal unitario (l/s)	0,0188	0,0187	0,0188

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

2.6.2. Presión estática y dinámica

Se presenta presión estática y dinámica en un fluido que circula dentro de un conducto, es decir, tubería. Generalmente se mide en psi. La presión estática hace referencia a la presión generada por el fluido en estado de reposo; dependiendo del peso específico y de la altura del nivel del fluido respecto de un nivel de referencia. La presión dinámica es la presión que se origina consecuentemente a la velocidad del fluido dentro de la tubería, esta depende de la densidad del fluido y de la velocidad.

La presión estática en ramal Cuaquixaché es de 170,73 m. Dicha presión excede la presión de trabajo de la tubería de 160 psi, que es 112 metros columna agua. Por lo tanto, se colocó una caja rompe presión a los 314,96 metros de longitud desde el E-0, para disminuir la presión estática y así garantizar el funcionamiento de la tubería.

2.6.2.1. Presión de trabajo

La presión de trabajo representa la presión estática máxima que se puede tener en el sistema y esta se selecciona dependiendo de la mayor diferencia entre cotas en la línea de distribución. Esta presión puede ser entre el tanque de abastecimiento o cualquier otra parte del sistema. No puede haber una presión estática mayor a la que soporta la presión de trabajo, si existe una presión mayor, la tubería puede llegar al colapso.

Las tuberías que generalmente se utilizan son las que soportan 160 psi o 250 psi de presión de trabajo, respetando las presiones mínimas y máximas, las cuales son:

- 160 psi = 112 metros columna agua (mca)
- 250 psi = 175 metros columna agua (mca)

Un metro columna de agua es una unidad de presión que equivale a la presión ejercida por una columna de agua a metros de altura sobre la gravedad terrestre. Es una medida con mucha utilidad para dimensionar de manera física el alcance de la presión, principalmente para la red de distribución.

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de Santa Catarina Palopó se seleccionó la tubería de PVC con una presión de trabajo de 160 psi (112 mca), puesto que la mayor diferencia entre altura en el sistema es de 109,50 metros.

2.6.3. Línea de conducción

Se le llama línea de conducción a la tubería que transporta agua desde la captación hasta la planta potabilizadora o hasta el tanque, dependiendo de la configuración del sistema. Esta se conduce el agua por medio de canales o túneles, ya sea mediante bombeo o por gravedad.

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de Santa Catarina Palopó se tienen 2 líneas de conducción, una se dirige desde el tanque Vista Hermosa hasta el tanque Principal; la otra se dirige desde el tanque Cuaquixaché hasta el tanque Principal, ambas funcionan por gravedad. Esto con el objetivo de aumentar el caudal en el tanque Principal, puesto que actualmente no posee el caudal necesario para abastecer a la comunidad cubierta por dicho tanque.

Para el diseño de la línea de conducción por medio de gravedad es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- La mayor diferencia de altura en cualquier parte del recorrido de la tubería
- Capacidad económica de la comunidad o ente que lo desarrolla
- Seleccionar la presión de trabajo adecuada para la tubería
- Obras necesarias en el trayecto de la línea de conducción

La línea de conducción por gravedad diseñada del tanque Vista Hermosa hacia el tanque Principal contiene 427,02 metros lineales, compuesta por diámetros de 1" y 1¼" con presión de trabajo 160 psi; y la línea de conducción por gravedad diseñada del tanque Cuaquixaché hacia el tanque Principal contiene 815,72 metros lineales, compuesta por diámetros de 1" y ¾" con presión de trabajo 160 psi; considerando el cumplimiento de la norma ASTM D-2241.

2.6.3.1. Cálculo hidráulico

Para realizar el cálculo hidráulico de la línea de conducción se utilizó la ecuación Hazen-Williams modificada de acuerdo con las dimensiones usadas en Guatemala. Esta ecuación se utiliza para determinar la velocidad del agua en tuberías circulares llenas, o conductos cerrados, es decir, que trabajan a presión. La pérdida de carga debe ser menor a la diferencia de elevación entre el punto inicial y final del tramo por analizar, tomando en cuenta la presión de la tubería. Para el cálculo hidráulico de la línea de conducción se utilizó la ecuación de Hazen-Williams:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga (m)

L = longitud de tubería + 5 % por inclinación de la tubería (m)

Q = caudal de conducción (l/s)

D = diámetro interno de tubería (pulg)

C = coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

El coeficiente de rugosidad depende directamente del material de la tubería y representa la resistencia que este material presenta al flujo. Para la tubería PVC este tiene un valor de 150.

2.6.3.2. Velocidad mínima y máxima

Para líneas de conducción de agua potable, las guías de normas sanitarias para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, las velocidades mínimas y máximas a la que el agua se debe conducir dentro de la tubería, son las siguientes:

- Velocidad mínima = 0,4 m/s
- Velocidad máxima = 3,0 m/s

La velocidad mínima brinda seguridad de que no se depositará ningún sólido durante la conducción que obstruya la tubería; y la velocidad máxima evita que la tubería o accesorios sean dañados. Para el cálculo de la velocidad se utilizará la siguiente ecuación:

$$V = \frac{1,974 * Q}{D^2}$$

Donde:

V = velocidad del fluido (m/s)

Q = caudal conducido (l/s)

D = diámetro de la tubería (pulg)

En el diseño de las dos líneas de conducción, la velocidad mínima es de 1,21 m/s y la velocidad máxima es de 2,95 m/s. De tal manera que ambos diseños están dentro del parámetro.

2.6.3.3. Ejemplo de cálculo (línea de conducción)

Aquí se muestra el diseño de la línea de conducción. Esta se diseñó desde el tanque Vista Hermosa, hasta el tanque principal. Esto con el objetivo de abastecer el tanque principal, puesto que actualmente el caudal proporcionado por dicho tanque no logra cubrir la demanda requerida por la población a futuro.

Tabla VII. **Datos para diseño de línea de conducción del tanque Vista Hermosa a tanque principal**

Datos generales	
Período de diseño	21 años
Población actual abastecida por tanque Principal	2 238 hab
Tasa de crecimiento poblacional	2,38 %
Dotación	90 l/hab/día
Factor de día máximo	1,5
Elevación inicial de terreno	117,13 m
Elevación de entrada al tanque de abastecimiento	59,19 m
Longitud horizontal total	427,02 m
Coeficiente Hazen-Williams (PVC)	150
Caudal por conducir (caudal máximo diario)	1,45 l/s
Presión de trabajo en tubería	160 psi

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- Pérdida de carga

Luego de calcular el diámetro con la ecuación Hazen & Williams, el cual es de 2" (nominal); 2,199" diámetro interno. Se calcula la pérdida de carga.

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}}$$

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 427,02 * 1,05 * 1,45^{1,85}}{2,199^{4,87} * 150^{1,85}} = 3,16 \text{ m}$$

La cota piezométrica inicial es igual a la cota de terreno inicial debido que desde allí se empezará a conducir el agua. La cota piezométrica final es la cota piezométrica inicial menos la pérdida de carga, es decir:

$$\text{Cota piezométrica final} = 117,13 \text{ m} - 3,16 \text{ m} = 113,97 \text{ m}$$

La cota del tanque Principal es 59,19 m y la cota piezométrica final es 113,97 m, por lo que el agua llegará al tanque con una presión de 54,78 mca. Esta presión es muy elevada por lo que se analizará la conducción con dos diámetros diferentes para perder más carga.

- Pérdida de carga con dos diámetros

Se asumirán dos diámetros con las longitudes correspondientes: 1 ¼" (nominal), 1,537" (interno) con 57,02 m de longitud; y 1" (nominal), 1,218" (interno) con 370,00 m de longitud, completando así los 427,02 m.

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}}$$

$$Hf_{1\frac{1}{4}"} = \frac{1\,743,811 * 57,02 * 1,05 * 1,45^{1,85}}{1,537^{4,87} * 150^{1,85}} = 2,41\,m$$

$$Hf_{1"} = \frac{1\,743,811 * 370,00 * 1,05 * 1,45^{1,85}}{1,218^{4,87} * 150^{1,85}} = 48,59\,m$$

$$Cota\ piezométrica\ final = 117,13\,m - 2,41\,m - 48,59\,m = 66,13\,m$$

La cota del tanque principal es 59,19 m y la cota piezométrica final es 66,13 m, por lo que el agua llegará al tanque con una presión de 6,94 mca. Esta presión es adecuada y cumple con el rango de presión establecido, puesto que debe estar entre 3 y 8 mca.

- Velocidad

$$V = \frac{1,974 * Q}{D^2}$$

$$V_{1\frac{1}{4}"} = \frac{1,974 * 1,45}{1,537^2} = 1,21\,m/s$$

$$V_{1"} = \frac{1,974 * 1,45}{1,218^2} = 1,93\,m/s$$

- Verificación de parámetros

$$Velocidad = (0,40/1,21/ 3,00)\,m/s$$

$$Velocidad = (0,40/ 1,93/ 3,00)\,m/s$$

Tabla VIII. **Datos para diseño de línea de conducción del tanque Cuaquixaché a tanque Principal**

Datos generales	
Período de diseño	21 años
Población actual abastecida por tanque Principal	2 238 hab
Tasa de crecimiento poblacional	2,38 %
Dotación	90 l/hab/día
Factor de día máximo	1,5
Elevación inicial de terreno	228,72 m
Elevación de entrada al tanque de abastecimiento	59,19 m
Longitud horizontal total	815,72 m
Coeficiente Hazen-Williams (PVC)	150
Caudal por conducir (caudal máximo diario)	1,75 l/s
Presión de trabajo en tubería	160 psi

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- Pérdida de carga

Para determinar la pérdida de carga se asumirá un diámetro, el cual será de 2" (nominal); 2,199" diámetro interno.

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}}$$

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 815,72 * 1,05 * 1,75^{1,85}}{2,199^{4,87} * 150^{1,85}} = 8,54 \text{ m}$$

La cota piezométrica inicial es igual a la cota de terreno inicial debido que desde allí se empezará a conducir el agua. La cota piezométrica final es la cota piezométrica inicial menos la pérdida de carga, es decir:

$$Cota\ piezométrica\ final = 228,72\ m - 8,54\ m = 220,18\ m$$

La cota del tanque Principal es 59,19 m y la cota piezométrica final es 220,18 m, por lo que el agua llegará al tanque con una presión de 160,99 mca. Esta presión es muy elevada por lo que se analizará la conducción con dos diámetros diferentes para perder más carga en la trayectoria del fluido.

- Pérdida de carga con dos diámetros

Se asumirán dos diámetros con las longitudes correspondientes: 1" (nominal), 1,218" (interno) con 788,00 m de longitud; y ¾" (nominal), 1,082" (interno) con 515,72 m de longitud, completando así los 815,72 m.

$$Hf = \frac{1\ 743,811 * L * Q^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}}$$

$$Hf_{1''} = \frac{1\ 743,811 * 788,00 * 1,05 * 1,75^{1,85}}{1,218^{4,87} * 150^{1,85}} = 146,54\ m$$

$$Hf_{\frac{3}{4}''} = \frac{1\ 743,811 * 27,72 * 1,05 * 1,75^{1,85}}{0,972^{4,87} * 150^{1,85}} = 15,47\ m$$

$$Cota\ piezométrica\ final = 228,72\ m - 146,54\ m - 15,47\ m = 66,71\ m$$

La cota del tanque Principal es 59,19 m y la cota piezométrica final es 66,71 m, por lo que el agua llegará al tanque con una presión de 7,52 mca. Esta presión es adecuada y cumple con el rango de presión establecido, puesto que debe estar entre 3 y 8 mca.

- Velocidad

$$V = \frac{1,974 * Q}{D^2}$$

$$V_{1''} = \frac{1,974 * 1,75}{1,218^2} = 2,33 \text{ m/s}$$

$$V_{3/4''} = \frac{1,974 * 1,75}{0,972^2} = 2,95 \text{ m/s}$$

- Verificación de parámetros

$$Velocidad = (0,40 / 2,33 / 3,00) \text{ m/s}$$

$$Velocidad = (0,40 / 2,95 / 3,00) \text{ m/s}$$

La velocidad cumple en cada uno de los diámetros, por lo tanto, la tubería en la línea de conducción funcionará de manera correcta, puesto que no será dañada ni tendrá sólidos retenidos en ella.

2.6.4. Red de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías trabajando a presión que permite que el agua llegue desde el tanque de abastecimiento hasta los puntos de consumo, en este caso, las viviendas del casco urbano de Santa Catarina Palopó. La red de distribución puede estar conformada por ramales abiertos, circuitos cerrados o ambos. Para decidir qué tipo de red se deben contemplar algunos factores como:

- Terreno natural
- Existencia de redes de distribución cercanas a la comunidad por abastecer
- Distribución de viviendas o puntos de consumo
- Capacidad económica de la comunidad o ente encargado

La red de distribución para el casco urbano de Santa Catarina Palopó está conformada por tres sistemas, los cuales son:

- Una línea central con 9 ramales abiertos; abastecido por el tanque Cuaquixaché.
- Un circuito cerrado con 30 ramales abiertos; abastecido por el tanque Principal.
- Un circuito cerrado con 14 ramales abiertos; abastecido por el tanque Vista Hermosa.

2.6.4.1. Cálculo hidráulico

El cálculo hidráulico de la red de distribución se realizó al igual que el cálculo de la línea de conducción. Se utilizó la ecuación Hazen-Williams modificada de acuerdo con las dimensiones usadas en Guatemala. Esta ecuación se utiliza para determinar la velocidad del agua en tuberías circulares llenas, o conductos cerrados, es decir, que trabajan a presión. La pérdida de carga debe ser menor a la diferencia de elevación entre el punto inicial y final del tramo por analizar, tomando en cuenta la presión de la tubería. Para el cálculo hidráulico de la red de distribución se utilizó la ecuación de Hazen-Williams:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga (m)

L = longitud de tubería + 5 % por inclinación de la tubería (m)

Q = caudal de conducción (l/s)

D = diámetro interno de tubería (pulg)

C = coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

El coeficiente de rugosidad depende directamente del material de la tubería y representa la resistencia que este material presenta al flujo. Para la tubería PVC este tiene un valor de 150.

2.6.4.2. Presión de servicio

La presión de servicio es la presión dinámica del fluido producida por la velocidad con la cual este se conduce por la tubería, por lo tanto, esta es la presión con la que el agua llegará a las viviendas o puntos de consumo. La presión de servicio se calcula de la siguiente manera:

$$\textit{Presión de servicio} = \textit{Cota piezométrica} - \textit{Cota de terreno}$$

De acuerdo con la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humanos, la presión de servicio mínima y máxima permitidas son:

- Presión de servicio mínima = 10 mca
- Presión de servicio máxima = 60 mca

En la red de distribución la presión mínima obtenida es de 10 mca y la máxima 77,99 mca. La presión mínima cumple con el parámetro, pero la presión máxima no cumple. Por lo tanto, se colocaron válvulas de compuerta en lugares estratégicos dentro del circuito combinado abastecido por el tanque Vista Hermosa, para que se regule el flujo de agua y así mismo la presión de servicio. Esto con el objetivo de garantizar que la tubería soporte las presiones.

2.6.4.3. Velocidad mínima y máxima

Las guías de normas sanitarias para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable establecen que las velocidades mínimas y máximas a la que se debe conducir el agua dentro de la tubería en las redes de distribución son las siguientes:

- Velocidad mínima = 0,6 m/s
- Velocidad máxima = 3,0 m/s

La velocidad mínima brinda la seguridad de que no se depositará ningún sólido durante la conducción que obstruya la tubería; y la velocidad máxima evita que la tubería o accesorios sean dañados. Para el cálculo de la velocidad se utilizará la siguiente ecuación:

$$V = \frac{1,974 * Q}{D^2}$$

Donde:

V = velocidad del fluido (m/s)

Q = caudal conducido (l/s)

D = diámetro de la tubería (pulg)

En la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable se tiene una velocidad mínima de 0,61 m/s y una velocidad máxima de 2,33 m/s, cumpliendo así con los parámetros establecidos.

2.6.4.4. Caudal por distribuir

La red de distribución en el casco urbano de Santa Catarina Palopó cuenta con 3 sistemas diferentes, por lo que el caudal se distribuirá proporcionalmente a la población. El caudal por distribuir es el caudal máximo horario o el caudal de uso simultáneo, se debe tomar el mayor de estos. Estos caudales fueron calculados con anterioridad.

- Caudal máximo horario
 - Tanque 1 - Cuaquixaché = 3,44 l/s
 - Tanque 2 – Principal = 11,46 l/s
 - Tanque 3 - Vista Hermosa = 2,91 l/s

- Caudal de uso simultáneo
 - Tanque 1 - Cuaquixaché = 2,70 l/s
 - Tanque 2 – Principal = 4,94 l/s
 - Tanque 3 - Vista Hermosa = 2,48 l/s

El caudal por distribuir en la red de distribución de los tres sistemas para el casco urbano de Santa Catarina Palopó será el caudal máximo horario, puesto que es mayor al caudal de uso simultáneo.

2.6.4.5. Caudal unitario

Es el caudal que corresponde acorde con el diseño, a cada vivienda de la población. Es útil para la distribución del caudal máximo horario en los ramales de la red. Estos caudales ya fueron calculados con anterioridad.

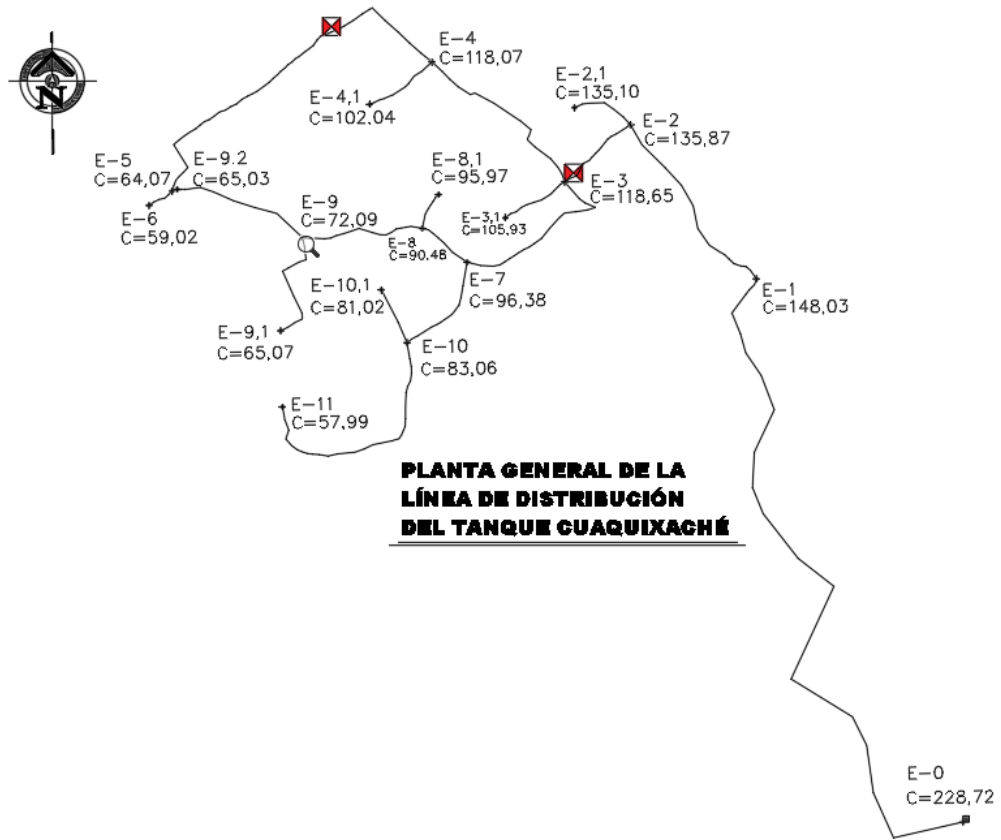
- Tanque 1 - Cuaquixaché = 0,0188 l/s
- Tanque 2 – Principal = 0,0187 l/s
- Tanque 3 - Vista Hermosa = 0,0188 l/s

La determinación de caudal unitario se realiza con el objetivo de abastecer de manera equitativa a las viviendas de la comunidad de Santa Catarina Palopó, considerando las diversas variaciones de consumo y parámetros mencionados anteriormente.

2.6.5. Ejemplo de cálculo de red de distribución para el tanque Cuaquixaché

Aquí se muestra el diseño del sistema de abastecimiento (ramal abierto) perteneciendo a la red de distribución del tanque Cuaquixaché.

Figura 2. Ramal abierto abastecido por el tanque Cuaquixaché



Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3D.

Tabla IX. Datos de diseño E-0 a CR (ramal abierto)

Datos	
Cota piezométrica inicial (ramal)	228,72 m
Cota de terreno inicial.	228,72 m
Cota de terreno final.	167,50 m
Longitud horizontal total	100,00 m
Coef. Hazel-Williams (PVC)	150
Viviendas tributarias al ramal	4
Presión de trabajo (tubería)	160 psi
Caudal máximo horario	3,44 l/s

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- Caudal por distribuir en el ramal

Como es la primera estación el caudal a distribuir es el caudal de entrada, es decir el caudal máximo horario.

$$Q_{\text{maxhorario}} = 3,44 \text{ l/s}$$

- Pérdida de carga

Como ejemplo se asumirá un diámetro para determinar la pérdida de carga con el mismo en la longitud del ramal. Diámetro asumido (nominal) = 2,5" y un diámetro interno = 2,662"

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}}$$

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 100,00 * 1,05 * 3,44^{1,85}}{2,662^{4,87} * 150^{1,85}} = 1,44 \text{ m}$$

Debido a que el agua empieza a distribuirse por la línea central, la cota piezométrica es igual a la cota de terreno inicial del ramal. Por lo tanto, la cota final piezométrica final se determinará de la siguiente manera:

$$\text{Cota piezométrica final} = \text{Cota piezométrica inicial} - \text{Pérdida de carga}$$

$$\text{Cota piezométrica final} = 228,72 - 1,44 = 227,28 \text{ m}$$

- Presión de servicio

La presión de servicio debe cumplir tanto al inicio como al final del ramal, por lo tanto, se tiene que calcular en toda su longitud.

$$\textit{Presión de servicio} = \textit{Cota piezométrica} - \textit{Cota de terreno}$$

$$\textit{Presión de servicio inicial} = 228,72 - 228,72 = 0 \textit{ m}$$

$$\textit{Presión de servicio final} = 227,28 - 167,50 = 59,78 \textit{ m}$$

- Verificación de parámetro

$$\textit{Presión de servicio inicial} = (10/0/60) \textit{ mca}$$

$$\textit{Presión de servicio final} = (10/59,78/60) \textit{ mca}$$

La presión de servicio en todo punto de partida es igual a 0, En este caso, la presión de servicio en el tanque de almacenamiento (tanque Cuaquixaché) es 0. De acuerdo con criterio, esto no tiene ningún inconveniente puesto que la casa más próxima está a 45 metros por debajo de la altura del tanque, es decir, la presión de servicio en las viviendas si se cumple. De esta manera se verifica que la presión de servicio correspondiente al ramal abierto abastecido por el tanque Cuaquixaché cumple con los parámetros establecidos.

- Velocidad

Diámetro asumido (nominal) = 2,5"; diámetro interno = 2,662"

$$V = \frac{1,974 * Q}{D^2}$$

$$V = \frac{1,974 * 3,44}{2,662^2} = 0,96 \text{ m/s}$$

- Verificación de parámetro

$$V = (0,60/0,96/3,00) \text{ m/s}$$

Así mismo, se verifica que la velocidad correspondiente al ramal abierto abastecido por el tanque Cuaquixaché cumple con los parámetros establecidos.

2.6.6. Ejemplo de cálculo de red de distribución para tanque principal

Aquí se muestra el diseño del sistema de abastecimiento (circuito combinado) perteneciente a la red de distribución del tanque principal. El cálculo se realizará por el Método de Cross, puesto que los caudales van en dirección a la pendiente del terreno. Este, mediante iteraciones, compensa los caudales circulantes en la tubería, tomando en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Es conveniente que la dirección de los caudales siga la pendiente del terreno.
- En cada nodo la sumatoria de caudales de entrada debe ser igual a la sumatoria de los caudales de salida.
- El signo de los caudales que circulan a favor de las agujas del reloj es positivo y el de los que van en contra de dicho sentido es negativo.

- Determinar el valor de las correcciones de los caudales mediante la aplicación del binomio de Newton.

$$\Delta = - \frac{\sum Hf}{1,85 * \sum \frac{Hf}{Q}}$$

Donde:

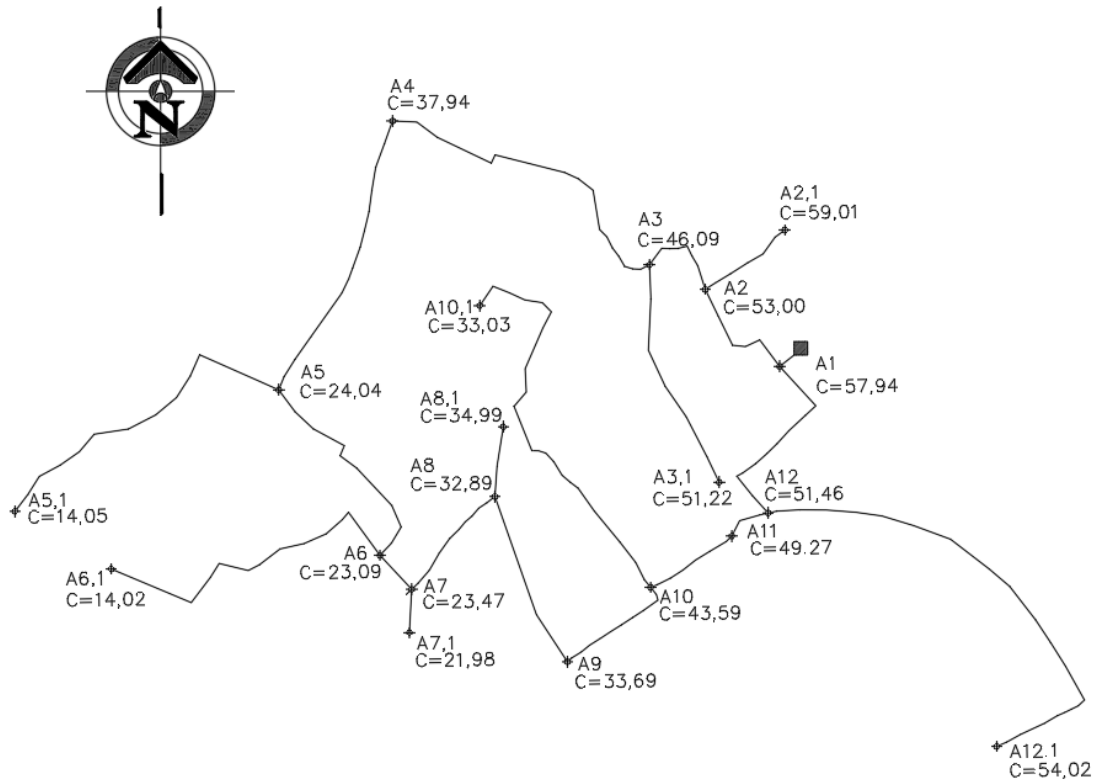
Δ = corrección

H_f = pérdida de carga (m)

Q = caudal (l/s)

- En los tramos comunes a varios circuitos, se aplicarán las correcciones de los otros circuitos, pero con signo cambiado.
- Se consideran compensados los circuitos cuando el valor absoluto de todas las iteraciones sea menor al 1 % del caudal de entrada, procediendo a calcular los caudales finales y sus correspondientes pérdidas de carga.

Figura 3. **Circuito A**



Fuente: elaboración propia, empleando Civil 3D.

Tabla X. **Datos de diseño para el circuito A, tramo A1-A2**

Datos	
Longitud horizontal total	28,48 m
Caudal máximo horario	5,731 l/s
Cota de terreno inicial	57,94 m
Cota de terreno final.	53,00 m
Coef. Hazel-Williams (PVC)	150
Presión de trabajo (tubería)	160 psi
Caudal medio diario	3,82 l/s

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

- Diámetro

$$d = \left(\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{Hf * C^{1,85}} \right)^{1/4,87}$$

$$d = \left(\frac{1\,743,811 * 28,48 * 1,05 * 5,73^{1,85}}{(57,94 - 53,00) * 150^{1,85}} \right)^{1/4,87}$$

$$d = 1,94 \text{ " } \textit{por conveniencia se utilizará } 2 \frac{1}{2} \text{ "}$$

Este mismo procedimiento se repite para calcular el diámetro en cada uno de los tramos correspondientes al circuito. Los resultados obtenidos aparecen en el apéndice 1.

- Pérdidas de carga

$$Hf_{2\frac{1}{2}} = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}}$$

$$Hf_{2\frac{1}{2}} = \frac{1\,743,811 * 28,48 * 1,05 * (-5,73)^{1,85}}{2,662^{4,87} * 150^{1,85}} = -1,06 \text{ m}$$

Este mismo procedimiento se repite para calcular la pérdida de carga en cada uno de los tramos correspondientes al circuito. Los resultados obtenidos aparecen en el apéndice 1.

- Relación pérdida de carga caudal

$$\frac{Hf}{Q} = \frac{-1,06}{-5,73} = 0,184$$

Este mismo procedimiento se repite para calcular la pérdida de carga en cada uno de los tramos correspondientes al circuito. Los resultados obtenidos aparecen en el apéndice 1.

- Sumatoria de relación Hf/Q en cada circuito

- Circuito A = 2,104
- Circuito B = 20,877
- Circuito C = 19,364
- Circuito D = 16,130
- Circuito F = 11,256
- Circuito G = 22,329
- Circuito H = 14,695

- Correcciones Δ

- Circuito A = 0,401

$$\Delta = - \frac{\sum Hf}{1,85 * \sum \frac{Hf}{Q}}$$

$$\Delta = - \frac{-1,563}{1,85 * 2,104} = 0,401$$

- Circuito B = - 0,464
- Circuito C = -0,059
- Circuito D = -0,317
- Circuito F = 0,191
- Circuito G = 0,432

- Circuito H = - 0,254

En los tramos comunes a varios circuitos, se aplicarán las correcciones de los otros circuitos, pero con signo cambiado. Por ejemplo, el tramo A4 – A5 corresponde al circuito A y G, por lo tanto, la corrección en el circuito A se hace de la siguiente manera:

$$\Delta A_{A4-A5} = \Delta A - \Delta G$$

$$\Delta A_{A4-A5} = 0,401 - 0,432 = -0,031$$

Y viceversa para la corrección en el circuito G.

- Compensación de caudales

$$\text{Caudal compensado A1 a A2} = Q + \Delta$$

$$\text{Caudal compensado A1 a A2} = -5,731 + 0,401$$

$$\text{Caudal compensado A1 a A2} = -5,330$$

- Verificación de corrección

Como en este caso, el valor absoluto de las correcciones, seis de los siete circuitos no es menor al 1 % del caudal de entrada, entonces, se requiere continuar con otra iteración.

$$0,01 * 11,463 \text{ l/s} = 0,1146$$

- $|\Delta A| = |0,401| > 0,1146$
- $|\Delta B| = |-0,464| > 0,1146$
- $|\Delta C| = |0,059| < 0,1146$
- $|\Delta D| = |0,317| > 0,1146$
- $|\Delta F| = |0,191| > 0,1146$
- $|\Delta G| = |0,432| > 0,1146$
- $|\Delta H| = |-0,254| > 0,1146$

Se realizó la segunda iteración y el valor absoluto de las correcciones de dos de los circuitos no es menor al 1 % del caudal de entrada, por lo tanto, se realizó la tercera iteración y las correcciones de todos los circuitos están por debajo del 1 % del caudal de entrada, por lo que no se requiere continuar con las iteraciones.

- $|\Delta A| = |-0,0301| < 0,1146$
- $|\Delta B| = |-0,1400| > 0,1146$
- $|\Delta C| = |-0,1245| > 0,1146$
- $|\Delta D| = |-0,1066| < 0,1146$
- $|\Delta F| = |0,0048| < 0,1146$
- $|\Delta G| = |0,0919| < 0,1146$
- $|\Delta H| = |0,0878| < 0,1146$

- Cota piezométrica

Asumiendo una presión en el nodo A1 equivalente a 10 mca, las presiones en la red se calculan de la siguiente manera:

$$Cota\ piezométrica\ A1 = Cota\ de\ terreno + 10\ mca$$

$$Cota\ piezométrica\ A1 = 57,94\ m + 10\ mca = 67,94\ mca$$

$$Cota\ piezométrica\ A2 = Cota\ piezométrica\ anterior - H_f$$

$$Cota\ piezométrica\ A2 = 67,94 - (-0,939) = 68,88\ mca$$

- Presión de servicio

La presión de servicio debe cumplir tanto al inicio como al final del ramal, por lo tanto, se tiene que calcular en toda su longitud.

$$Presión\ de\ servicio = Cota\ piezométrica - Cota\ de\ terreno$$

$$Presión\ de\ servicio\ A1 = 67,94 - 57,94 = 10,00\ mca$$

$$Presión\ de\ servicio\ A2 = 68,88 - 53,00 = 15,88\ mca$$

- Verificación de parámetro

$$Presión\ de\ servicio\ A1 = (10/10,00/60)\ mca$$

$$Presión\ de\ servicio\ A2 = (10/15,88/60)\ mca$$

Claramente se cumple la de presión de servicio, puesto que está dentro del parámetro.

2.6.7. Ejemplo de cálculo de red de distribución para tanque Vista Hermosa

El mismo procedimiento realizado en el cálculo de la red de distribución para el tanque Principal se debe realizar en el cálculo de la red de distribución para el tanque Vista Hermosa, puesto que ambos son circuitos cerrados y deben cumplir con los mismos parámetros.

2.7. Obras de arte

Se le llaman obras de arte a aquellos componentes del sistema elaborados para cumplir con alguna función, ya sea condición, motivos topográficos o algunos componentes no pueden cubrir. Estos se utilizan generalmente cuando algún tramo de la tubería presenta características especiales tales como, mayor presión de trabajo requerida que la de la tubería seleccionada, paso de tubería por río, división de caudal, y otros. Las más utilizadas son:

- Caja para válvula
- Caja distribuidora de caudales
- Caja unificadora de caudales
- Caja rompe presión

2.8. Válvulas

Se le llama válvula al aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de un fluido. Existen varios tipos de válvulas y pueden estar hechas de diferentes materiales, tal como acero, bronce o plástico.

2.8.1. Válvula de compuerta

Esta válvula se utiliza para dar apertura total o cierre total sin estrangulación. Esta válvula de compuerta es de varias vueltas, el cual se cierra el orificio con un disco vertical de cara plana que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento. En el diseño planteado son necesarias 32 válvulas de compuerta.

2.8.2. Válvula de limpieza

Esta válvula se utiliza para la extracción de arena o sedimentos que hayan ingresado a la tubería y que regularmente se acumulan en las partes bajas de la línea de conducción o red de distribución. Como válvula de limpieza se utilizará una válvula de compuerta, de diámetro igual o menor a la tubería anexa. En el diseño planteado son necesarias 46 válvulas de limpieza.

2.8.3. Válvula de aire

Esta válvula se utiliza para expulsar el aire de la tubería. Como bien se sabe que el agua contiene aire disuelto y estos se depositan en las partes altas del sistema. La presencia de dicho aire puede provocar problemas como reducción de la sección efectiva, daños de piezas internas, cavitación, y otros. En el diseño planteado son necesarias 33 válvulas de limpieza.

2.9. Conexión domiciliar

El objetivo principal de la conexión domiciliar es llevar el agua potable desde la línea central o ramal, hasta las viviendas 580 viviendas correspondientes al casco urbano de Santa Catarina Palopó. La conexión domiciliar se compone de

una válvula de paso de ½" de diámetro, grifo de ½" de diámetro, anclaje de concreto fundido *in situ*, contador y caja de válvulas para su protección.

2.10. Propuesta de desinfección

La desinfección de agua es la eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua. Si estos microorganismos no son eliminados el agua no es potable y es susceptible de causar enfermedades. La desinfección se logra mediante desinfectantes químicos o físicos, y estos pueden ser por medio de rayos ultravioleta, ozono o cloro.

El procedimiento más común y económico es el cloro, de uso generalizado en el país. Este procedimiento se utilizará en el sistema. El agua del casco urbano de Santa Catarina Palopó puede ser tratada mediante los métodos habituales de desinfección, es decir, con cloro; este se encuentra en tres estados físicos; gaseoso, sólido y líquido. Dependiendo del estado del cloro, así se selecciona el equipo para distribuirlo.

El tratamiento consiste en un equipo llamado hipoclorador, que utiliza tabletas de hipoclorito de calcio. Estas tabletas agregan una solución de cloro al tanque de abastecimiento para potabilizar el agua. Este equipo se coloca en la entrada al tanque de abastecimiento, con la debida protección, para que sea solo el encargado de mantenimiento quien lo maneje. A continuación, se determinará la cantidad de tabletas necesarias al mes.

$$G = \frac{C * M * D}{Cl}$$

Donde:

G = dosificación de tableta (gramos)

C = miligramos por litro deseado

M = litros de agua a tratarse por día

D = número de días en análisis

Cl = concentración de cloro

Cada una de las tabletas pesa 250 gramos, con un diámetro de 3" y 1" de espesor, que contiene una solución de cloro al 90 %, tomando en cuenta que estos valores varían de acuerdo con el proveedor. La cantidad de miligramos de cloro por litro de agua por utilizar debe estar entre 0,07 % y 0,15 %. En este caso se utilizará 0,13 %, entonces:

- Tanque Cuaquixaché

$$G = \frac{(0,0013 * (1,72 \text{ l/s} * 86\,400 \text{ s/día}) * 30 \text{ días})}{0,90} = 6\,439,68 \text{ gramos}$$

$$\text{Tabletas} = \frac{6\,439,68 \text{ g}}{250 \text{ g/tableta}} = 26 \text{ tabletas}$$

- Tanque Principal

$$G = \frac{(0,0013 * (2,56 \text{ l/s} * 86\,400 \text{ s/día}) * 30 \text{ días})}{0,90} = 9\,584,64 \text{ gramos}$$

$$\text{Tabletas} = \frac{9\,584,64}{250 \text{ g/tableta}} = 38 \text{ tabletas}$$

- Tanque Vista Hermosa

$$G = \frac{(0,0013 * (1,45 \text{ l/s} * 86\,400 \text{ s/día}) * 30 \text{ días})}{0,90} = 5\,428,80 \text{ gramos}$$

$$\text{Tabletas} = \frac{5\,428,80}{250 \text{ g/tableta}} = 22 \text{ tabletas}$$

Para asegurar la calidad del agua para consumo humano, son necesarias 26 tabletas para el tanque Cuaquixaché, 38 tabletas para el tanque Principal y 22 tabletas para el tanque Vista Hermosa. Las tabletas deberán ser colocadas por el encargado de mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable del casco urbano de Santa Catarina Palopó.

Cabe mencionar que esta es una propuesta de desinfección y puede variar por aspectos económicos y prácticos, sin embargo, se puede utilizar cualquier otro método una vez se asegure que el agua sea potable.

2.11. Operación y mantenimiento del sistema

Es sumamente importante mantener en buenas condiciones el equipo y componentes del sistema de abastecimiento de agua potable en el período de diseño, para brindar un servicio de calidad. Para ello se debe tener buenas prácticas de mantenimiento y operación, para ello se recomienda:

Tabla XI. **Programa de operación y mantenimiento**

Operación - Mantenimiento	Período de repitencia
Tanque de abastecimiento	
Realizar el proceso de desinfección del agua.	Mensual
Chequeo de válvulas y grietas del tanque.	Trimestral
Limpieza interior del tanque, para ello se debe accionar la válvula de entrada para restringir el ingreso, luego abrir la válvula de drenaje para vaciar el tanque. El interior será limpiado con cepillos plásticos.	Anual
Línea de conducción.	
Mantener limpia la brecha donde pasa la tubería con el objetivo de facilitar la inspección de la misma.	Semestral
Chequear fugas a través de la tubería. Inspeccionar áreas húmedas para revisar posibles fugas.	Mensual
Examinar posibles refugios de roedores, de ser afirmativo, retirarlos de manera adecuada sin afectar su bienestar.	Semestral
Red de distribución	
Chequear válvulas de red de distribución.	Semestral
Chequear fugas a través de la tubería. Inspeccionar áreas húmedas para revisar posibles fugas, de ser encontradas cerrar válvulas correspondientes al tramo afectado y reparar inmediatamente.	Mensual
Examinar conexiones domiciliarias, chequear contadores y verificar si hay goteos en los grifos.	Trimestral

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

2.12. Propuesta de tarifa

Se le llama tarifa a un precio fijo de forma oficial por un servicio. La tarifa que se propone es por usuario. Para determinarlo se consideran gastos de mantenimiento, operación, desinfección y administración. Actualmente la tarifa en Santa Catarina Palopó es de Q 6,00 al mes.

2.12.1. Gastos de operación

En los gastos de operación se contempla la contratación de 2 operarios o fontaneros. Estos tendrán a cargo la operación del sistema general, desinfección y actividades de mantenimiento. Se recomienda un salario de quinientos quetzales (Q 500,00) mensuales para cada operario. Por lo tanto, los gastos de operación ascienden a mil quetzales (Q 1 000,00).

2.12.2. Gastos de mantenimiento

Los gastos de mantenimiento son los ocasionados por la compra de materiales necesarios para realizar adecuadamente las actividades de mantenimiento con tubos de reparación, pegamento, llaves, accesorios, uniones y otros. El cálculo de estos gastos se realiza definiendo un porcentaje del monto total del proyecto. Esto se hace de esta manera puesto que la compra de materiales es imprevista y depende de factores como accidentes, reparaciones y otros. Se considera un 5 % del monto total del proyecto gastos de mantenimiento, considerando el período de diseño del proyecto. El monto total del proyecto es Q 2 020 461,66 (detallado en la tabla XII). Por lo tanto, el costo mensual es el siguiente:

$$\text{Gastos de mantenimiento} = \frac{Q\ 2\ 020\ 461,66 * 0,05}{21 * 12} = Q400,89$$

2.12.3. Gastos de desinfección

En estos gastos se contempla la compra mensual de las tabletas necesarias para la desinfección del agua potable que será distribuida en las viviendas del casco urbano. Para ello son necesarias 26 tabletas para el tanque Cuaquixaché, 38 tabletas para el tanque principal y 22 tabletas para el tanque Vista Hermosa

(detallado anteriormente), siendo un total de 86 tabletas. Según proveedores el precio por tableta es de Q 14,75, es decir, el costo mensual es:

$$\text{Gastos de desinfección} = Q 14,75 * 86 = Q 1 462,00$$

2.12.4. Gastos de administración

Estos gastos comprenden todas las actividades de oficina, registros de usuarios, ordenamiento, supervisión y papelería. Si en determinado momento un usuario desea incluir una nueva conexión domiciliar, esta debe ser aprobada por el encargado de administración.

Para los gastos de administración se recomienda que sea el 15 % de los gastos de operación, mantenimiento y desinfección. Por lo tanto, el gasto mensual de administración es el siguiente:

$$\text{Gastos de administración} = 0,15 * (Q 1 000 + Q 400,89 + Q 1 462) = Q 429,43$$

Teniendo todos los gastos, se procede a calcular el gasto total mensual:

$$\text{Gasto total mensual} = (1 000 * 2 + 400,89 + 1 462 + 429,43) = Q 4 292,32$$

Ya que se tiene el gasto total, ahora se procede a calcular la tarifa para los actuales usuarios del casco urbano de Santa Catarina Palopó:

$$\text{Tarifa mensual} = \frac{Q 4 292,32}{580 \text{ usuarios}} = Q 7,40$$

2.13. Presupuesto del proyecto

El presupuesto de un proyecto es la cantidad total de dinero asignado con el objetivo de cubrir todos los gastos del proyecto durante un período de tiempo especificado. El presupuesto para el proyecto de abastecimiento de agua potable para el casco urbano de Santa Catarina Palopó es de Q 2 020 461,66. Está compuesto por renglones de trabajo. Se le llama renglones de trabajo a la suma del costo directo más el costo indirecto para determinada actividad de construcción. Dichos renglones de trabajo se detallan de manera específica más adelante.

2.13.1. Costos directos

Costos directos son aquellos costos previstos que tienen relación directa con la adquisición de los recursos necesarios, tal como suministros, instalación y rendimiento para la realización del proyecto. Dichos costos se detallarán más adelante.

2.13.1.1. Materiales

Son los costos de todos los materiales que se utilizan para la realización de las diferentes actividades dentro de un renglón de trabajo. Por lo general incluyen los costos de adquisición, traslado y utilización. Este costo puede variar debido a la ubicación y condición del proyecto. El traslado de materiales en el casco urbano de Santa Catarina Palopó es especial, puesto que en las partes altas del pueblo no se tiene acceso vehicular, por lo tanto, los materiales deben ser acarreados desde la calle principal hasta la ubicación donde se necesitan los mismos.

2.13.1.2. Mano de obra

Es el costo directo previsto por la cantidad de trabajadores u operarios de la construcción que deberán ser empleados temporalmente para la realización de determinado renglón de trabajo. El costo de mano de obra puede variar debido a su calidad y la ubicación del proyecto.

2.13.1.3. Herramienta y equipo

Este costo comprende la cantidad y el tipo de herramientas o equipo menor de construcción que debe ser utilizado para la realización de una o más actividades dentro de un determinado renglón de trabajo. Debido a que la mayoría de herramientas es reutilizable, generalmente solo se toma un porcentaje del costo de materiales, esto se hace por concepto de depreciación. Para ello se toma el 5 % del costo de materiales de cada renglón.

2.13.1.4. Transporte y maquinaria

Este costo comprende la cantidad y tipo de transporte o maquinaria necesaria para realizar las actividades de determinado renglón. Generalmente estos costos son por hora de renta, unidad de medida o viaje del transporte o maquinaria.

2.13.2. Costos indirectos

Los costos indirectos son aquellos en los que se debe incurrir de manera general, para llevar a cabo la realización del proyecto en un tiempo estipulado, sin que estos puedan ser aplicados directamente a la ejecución de una actividad específica. Los costos indirectos lo integran costos de contratación, supervisión,

gastos administrativos, utilidad, fianzas, servicios especializados e impuestos. Su integración puede variar en cada proyecto puesto que este puede demandar gastos extraordinarios.

Para el presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable para el casco urbano de Santa Catarina Palopó se tomaron en cuenta tres costos globales, con el objetivo de resumir los costos indirectos. Estos son:

- Imprevisto
- Impuestos
- Fianzas, gastos administrativos, supervisión

Tabla XII. Presupuesto del proyecto de abastecimiento de agua potable

Sistema de abastecimiento de agua potable Casco Urbano, Santa Catarina Palopó, Sololá					
Resumen de Renglones de trabajo					
No.	REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO REGLÓN
1	Trabajos Preliminares				
1,1	Chapeo y limpieza	m2	958,13	Q 36,22	Q 34 706,49
1,2	Nivelación manual	m2	958,13	Q 39,54	Q 37 885,17
1,3	Trazo y replanteo	m.l.	8 025,88	Q 5,48	Q 43 946,45
2	Línea de Conducción				
2,1	Línea de conducción Vista Hermosa $\varnothing=1"$	m.l.	388,50	Q 77,96	Q 30 286,77
2,2	Línea de conducción Vista Hermosa $\varnothing=1\ 1/4"$	m.l.	59,87	Q 77,96	Q 4 667,36
2,3	Línea de conducción Cuaquixaché $\varnothing=1"$	m.l.	827,40	Q 69,76	Q 57 717,70
2,4	Línea de conducción Cuaquixaché $\varnothing=3/4"$	m.l.	541,50	Q 69,76	Q 37 773,91
3	Línea de Distribución				
3,1	Ramal abierto Cuaquixaché	m.l.	1 619,93	Q 67,90	Q 109 993,25
3,2	Caja rompedpresión 1.20x1.20x1.00 m	unidad	1	Q 2 058,95	Q 2 058,95
3,3	Circuito Principal	m.l.	4 137,91	Q 49,96	Q 206 735,34
3,4	Circuito Vista Hermosa	m.l.	2 268,05	Q 49,34	Q 111 909,20
3,5	Bordillo de concreto 0.10x0.10xL	m.l.	7 081,77	Q 107,31	Q 759 973,11
4	Caja de Válvulas				
4,1	Caja de válvula de compuerta 1.00x1.00x0.40 m	unidad	32	Q 1 446,93	Q 46 301,92
4,2	Caja de válvula de aire 1.00x1.00x0.40 m	unidad	33	Q 1 446,93	Q 47 748,85
4,3	Caja de válvula de limpieza 1.00x1.00x0.40 m	unidad	46	Q 1 446,93	Q 66 559,01
5	Acometida				
5,1	Conexión domiciliar	vivienda	580	Q 727,93	Q 422 198,20
TOTAL					Q 2 020 461,66

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Los precios unitarios del sistema de abastecimiento sanitario aparecen en la sección de apéndice 3.

2.14. Cronograma de ejecución

A continuación, se presenta el cronograma de ejecución.

Tabla XIII. **Cronograma de ejecución físico financiero del proyecto de abastecimiento de agua potable**

Sistema de abastecimiento de agua potable Casco Urbano, Santa Catarina Palopo, Sololá											
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICO-FINANCIERO											
No.	DESCRIPCIÓN	TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6			
1	Chapeo y limpieza	Q 34 706,49									
2	Nivelación manual	Q 37 885,17									
3	Trazo y replanteo	Q 43 946,45									
4	Línea de conducción Vista Hermosa $\phi=1"$	Q 30 286,77									
	Línea de conducción Vista Hermosa $\phi=1\ 1/4"$	Q 4 667,36									
5	Línea de conducción Cuaquixaché $\phi=1"$	Q 57 717,70									
	Línea de conducción Cuaquixaché $\phi=3/4"$	Q 37 773,91									
6	Ramal abierto Cuaquixaché	Q 109 993,25									
7	Caja rompedresión 1.20x1.20x1.00 m	Q 2 058,95									
8	Circuito Principal	Q 206 735,34									
9	Circuito Vista Hermosa	Q 111 909,20									
10	Bordillo de concreto 0.10x0.10xL	Q 759 973,11									
11	Caja de válvula de compuerta 1.00x1.00x.40 m	Q 46 301,92									
12	Caja de válvula de aire 1.00x1.00x0.40 m	Q 47 748,85									
13	Caja de válvula de limpieza 1.00x1.00x0.40 m	Q 66 559,01									
14	Conexión domiciliar	Q 422 198,20									
INVERSIÓN			Q.164 853,90	Q. 397 188,72	Q.384 722,20	Q.481 190,98	Q. 391 985,64	Q.200 520,22			
PORCENTAJE DE INVERSIÓN			8%	20%	19%	24%	19%	10%			
PORCENTAJE DE INVERSIÓN ACUMULADA			8%	28%	47%	71%	90%	100%			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

2.15. Evaluación de impacto ambiental

A continuación, se presenta la evaluación de impacto ambiental.

Figura 4. 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)

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: yunica@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>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>

Continuación de la figura 4.

I. INFORMACION LEGAL	
I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (OBLIGATORIAMENTE que tenga relación con la actividad a realizar): Diseño Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable Por Gravedad En El Casco Urbano, Santa Catarina Palopó, Sololá	
1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. El casco urbano será dividido en 3 áreas, las cuales estarán cubiertas por cada uno de los tanques, para abastecer la demanda de todas las viviendas de la comunidad. El tanque Cuaquixaché abastecerá 1,100 personas con una línea central y ramales abiertos; el tanque Principal abastecerá 3,668 personas con un circuito combinado, y el tanque Vista Hermosa abastecerá 930 personas con un circuito combinado.	
I.2. Información legal: A) Persona Individual: No aplica A.1. Representante Legal: No aplica A.2. No. de CUI del Documento Personal de Identificación (DPI): No aplica	
B) De la empresa: Razón social: No aplica Nombre Comercial: No aplica No. De Escritura Constitutiva: No aplica Fecha de constitución: No aplica Patente de Sociedad Registro No. No aplica Folio No. No aplica Libro No. No aplica Patente de Comercio Registro No. No aplica Folio No. No aplica Libro No. No aplica	
C) De la Propiedad: No. De Finca No aplica Folio No. No aplica Libro No. No aplica de dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.	
D) De la Empresa y/o persona individual: Número de Identificación Tributaria (NIT): No aplica	

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN						
I.3 Teléfono _____ Correo electrónico: _____								
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento) Casco urbano del municipio de Santa Catarina Palopó. Limita al Norte con el municipio de San Andrés Semetabaj (Sololá); al Sur con el municipio de San Antonio Palopó y el Lago de Atitlán (Sololá); al Este con el municipio de San Antonio Palopó (Sololá); y al Oeste con el municipio de Panajachel (Sololá).								
Especificar Coordenadas Geográficas FALSO ESTE: 500.000 FALSO NORTE: 0.00 MERIDIANO CENTRAL: -90.50000 FACTOR DE ESCALA: 0.999800 LATITUD DE ORIGEN: 0.00 UNIDAD DE MEDIDA: METROS DATUM: WGS84								
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) Edificio municipal, tercer nivel, calle Sololá 6, Santa Catarina Palopó, Sololá.								
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 No aplica.								
II. INFORMACION GENERAL								
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>II.1 Etapa de Construcción</th> <th>Operación</th> <th>Abandono</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> Línea de conducción Vista Hermosa Ø=1" y Ø=1 1/4" </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Instalación de tubería PVC de 160 PSI, horario de trabajo de 8:00-17:00 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Evacuar el área de trabajo si las condiciones son de riesgo. </td> </tr> </tbody> </table>	II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono	<ul style="list-style-type: none"> Línea de conducción Vista Hermosa Ø=1" y Ø=1 1/4" 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de tubería PVC de 160 PSI, horario de trabajo de 8:00-17:00 	<ul style="list-style-type: none"> Evacuar el área de trabajo si las condiciones son de riesgo. 		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono						
<ul style="list-style-type: none"> Línea de conducción Vista Hermosa Ø=1" y Ø=1 1/4" 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de tubería PVC de 160 PSI, horario de trabajo de 8:00-17:00 	<ul style="list-style-type: none"> Evacuar el área de trabajo si las condiciones son de riesgo. 						
II.3 Área a) Área total de terreno en metros cuadrados: 473,453.55 b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 316,948.99 Área total de construcción en metros cuadrados: 958.13								

Continuación de la figura 4.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN	
II.4 Actividades colindantes al proyecto: NORTE <u>Montaña y vegetación</u> SUR <u>Lago de Atitlán (Sololá):</u> ESTE <u>carretera hacia San Antonio Palopó (Sololá)</u> OESTE <u>carretera hacia Panajachel (Sololá)</u>		
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Viviendas y comercios locales	Norte, Sur, Este, Oeste	Las viviendas se conectan al sistema.
Lago de Atitlán	Sur	52 metros
Iglesias	Norte y sur	25 y 32 metros
Centro educativo	Sur	15 metros
Centro cultural.	Oeste	5 metros
II.5 Dirección del viento: Oeste		
II.6 ¿En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto? a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos (x) d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()		
Detalle la información <u>Las alturas del terreno natural varían mucho entre ellas, provocando que el riesgo de deslizamiento esté presente.</u>		
II.7 Datos laborales a) Jornada de trabajo: Diurna (x) Nocturna () Mixta () Horas Extras <u>no aplica</u> b) Número de empleados por jornada <u>7</u> Total empleados <u>7</u>		
II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO... Uso de agua utilizado para el concreto		

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN						
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	Si	5.74 l/s	Municipalidad			
	Pozo	No	----	----	---		
	Agua especial	No	----	----	---		
	Superficial	No	----	----	---		

Continuación de la figura 4.

Combustible	Otro	No	-----	-----	---		
	Casolina	No	-----	-----	---		
	Diesel	No	-----	-----	---		
	Bunker	No	-----	-----	---		
	Glp	No	-----	-----	---		
	Otro	No	-----	-----	---		
Lubricantes	Solubles	No	-----	-----	---		
	No solubles	No	-----	-----	---		
Refrigerantes		No	-----	-----	---		
Otros	Pegamento para tubería PVC	Si	0.5 galón/mes				

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

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

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

MITIGACION

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?
 Se esparcirá agua en área a excavar para reducir el polvo.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? No	
III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) No aplica	
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? No aplica	
OLORES	
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: El pegamento produce un fuerte olor para quienes lo aplican en la tubería.	
III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? Se utilizarán mascarillas para reducir este impacto en los trabajadores.	

Continuación de la figura 4.

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>Ordinarias</p> <ul style="list-style-type: none"> a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) c) <u>Mezcla</u> de las anteriores d) Otro; <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado Los trabajadores utilizarán sanitarios ubicados en el edificio municipal</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios <u>2</u></p>

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <ul style="list-style-type: none"> a) <u>Sistema de tratamiento</u> b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Etc. 	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior Planta de tratamiento del casco urbano de Santa Catarina Palopó.</p>	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
<p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.) Se descargará en zanjones.</p>	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
<p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día <input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día <input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día <input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día 	
<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.): Restos de tubería de PVC</p>	
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad? 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 Recolectar los residuos de tubería de PVC y depositarlos diariamente en el tren de aseo.</p>	
<p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado Tren de aseo de la localidad.</p>	

Continuación de la figura 4.

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?
 Reutilizar la tubería en excelente estado y con las medidas necesarias.

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)
 Planta de tratamiento de desechos sólidos del caserío Xepec.

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). <u>No aplica</u>	
VI.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público <u>No aplica</u>	
b) Sistema privado <u>No aplica</u>	
c) generación propia <u>No aplica</u>	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <u>x</u>	
VI.4 ¿Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? No aplica.	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques _____	
- Animales _____	
- Otros _____	
Especificar información <u>Bosque y vegetación</u>	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No	
VII.3 ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (x) Por qué? Se evitará colocar la línea de conducción donde haya zona boscosa.	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos <u>1</u>	
b) Tipo de vehículo <u>camión de 3.5 toneladas</u>	
c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>parqueo municipal: 10 m²</u>	
d) Horario de circulación vehicular <u>8:00-17:00</u>	
e) Vías alternas <u>carretera hacia Panajachel y carretera hacia San Antonio Palopó</u>	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál? Kaqchikel	

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RECURSOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES	
IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:	
a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico <u>No afecto ningún recurso</u>	
b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico <u>No</u>	
c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico <u>No</u>	
Ampliar información de la respuesta seleccionada El objetivo del proyecto es trasladar el agua potable hacia cada vivienda de la comunidad, sin afectar ningún recurso natural.	

Continuación de la figura 4.

<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? Ninguna</p> <p>IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? No aplica</p>
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? ¿Explicar por qué?</p> <p>De ninguna manera</p>
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p> <p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serian las actividades riesgosas: No representa riesgo alguno a la salud</p>
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: Ninguna actividad de riesgo</p>
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (x) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Chaleco reflectivo y guates de protección.</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Cumplir con la seguridad debido y así evitar molestias o daños a la salud</p>

Fuente: formato obtenido del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para la evaluación ambiental inicial.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CASERÍO XEPEC, MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PALOPÓ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

3.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, que contiene 28 pozos de visita con alturas que están entre 1,20 metros y 5,02 metros, con 1 088,27 metros lineales de colector en los cuales se utiliza tubería PVC con 6" de diámetro, considerando la norma ASTM F-949 para tubería PVC. El sistema fue diseñado para abastecer 918 habitantes a futuro. Con un período de diseño de 21 años. Para el diseño del sistema se consideraron las normas generales para el diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal, más conocido como INFOM. Así mismo, tomando en cuenta las especificaciones técnicas de los proveedores de la tubería y materiales.

3.2. Levantamiento topográfico

Para realizar cualquier proyecto de ingeniería civil es obligatorio hacer el levantamiento topográfico, puesto que muestra de manera física los puntos de interés en el terreno del caserío Xepec del municipio de Santa Catarina Palopó.

El equipo utilizado para realizar el levantamiento topográfico en el caserío Xepec, fue el siguiente:

- Teodolito marca South
- Estadal

- Trípode
- Plomada
- Cinta métrica
- Libreta
- Pintura blanca

3.2.1. Altimetría

En topografía, la altimetría se encarga de estudiar el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada punto de interés respecto de un nivel de referencia.

Se determinó priorizar la elevación de los puntos a lo largo de la línea central del sistema de alcantarillado sanitario y de los posibles puntos para colocar los pozos de visita, esto se hizo para tener una mayor precisión en el perfil del terreno natural del caserío Xepec.

3.2.2. Planimetría

Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienen como objetivo proyectar sobre un plano horizontal todos los detalles interesantes del terreno.

El realizó el procedimiento orientando el aparato adecuadamente, para luego hacer radiaciones por azimut. Se priorizó la línea central del colector del sistema, la ubicación de las viviendas, así como la posible ubicación de los pozos de visita y desfogue en el caserío Xepec.

3.3. Componentes del sistema

A continuación, se detallarán los componentes del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Xepec, con el objetivo de conocer el funcionamiento de cada uno de ellos.

3.3.1. Colector

Este se compone por las tuberías que reciben y conducen las aguas residuales, con 1 088,27 metros lineales de colector. Dicha tubería debe trabajar como un canal abierto, nunca debe funcionar a sección llena. Esta debe instalarse a cierta profundidad respecto al terreno natural. La profundidad mínima es de 1,20 metros.

3.3.2. Pozo de visita

Los pozos de visita tienen como objetivo chequear el funcionamiento de la red de colectores, así mismo para efectuar operaciones de mantenimiento y limpieza. En el diseño del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Xepec, los pozos de visita serán de sección circular y la parte superior del mismo tiene forma de cono truncado. Para colocar un pozo de visita se debe considerar lo siguiente:

- Cambios de pendiente del colector
- Cambios de diámetro del colector
- Intersecciones de colectores
- Cambios de dirección horizontal para diámetros menores a 24"
- Distancias no mayores de 100 m. en línea recta en diámetros hasta de 24"
- Distancias no mayores de 300 m. en diámetros superiores a 24"

3.3.3. Conexiones domiciliarias

La conexión domiciliar tiene como objetivo llevar las aguas servidas desde la vivienda hacia el colector. El diseño del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Xepec está compuesto por una candela o caja y una acometida domiciliar de PVC. Cada vivienda o edificio debe tener una conexión adecuada de acuerdo con el caudal determinado en el diseño.

3.3.3.1. Candela

Su objetivo principal es reunir en un mismo punto las aguas servidas de cada vivienda del caserío Xepec, para luego dirigirlas al colector mediante la acometida domiciliar. Esta se construye de mampostería de lado no menor de 45 centímetros o un tubo de concreto no menor de 12 pulgadas de diámetro, colocado verticalmente. Se debe instalar una tapadera para su inspección. Para evitar filtraciones se debe impermeabilizar la misma. El fondo de la candela debe poseer concreto alisado, con una pendiente para proporcionar fluidez.

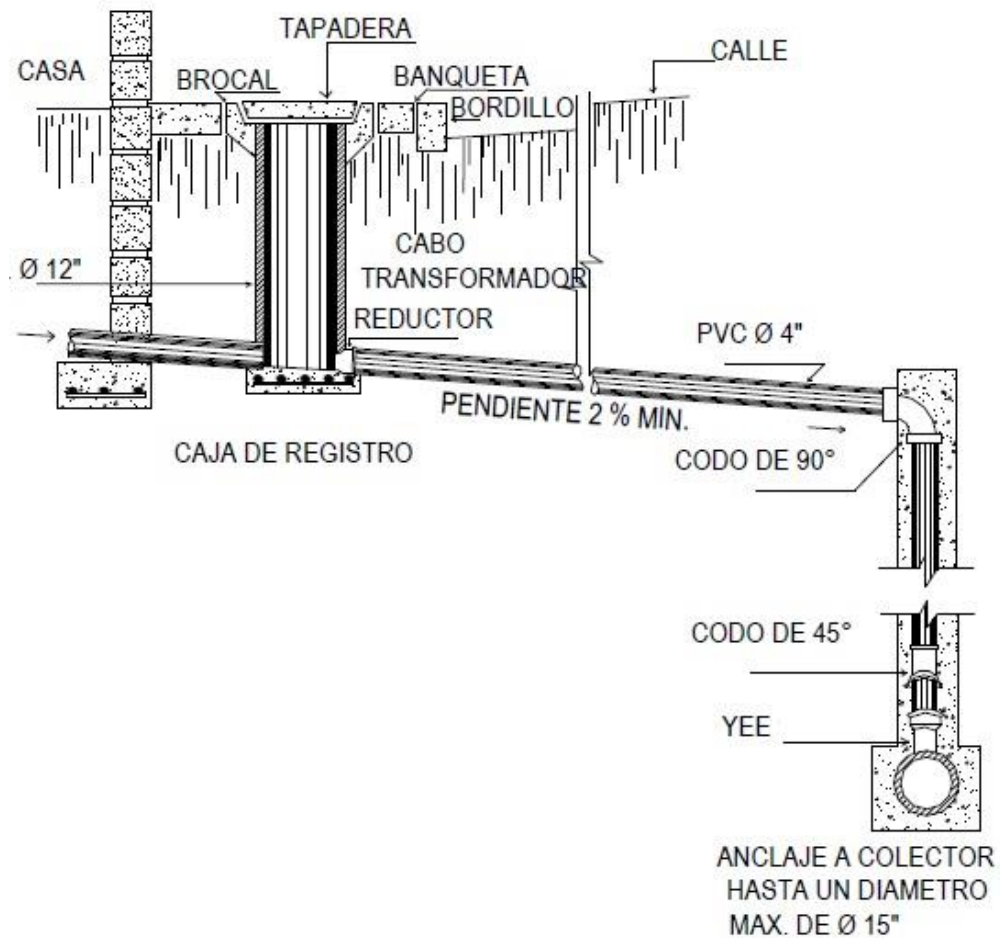
3.3.3.2. Acometida domiciliar

Tiene como objetivo conectar la candela con el colector mediante tubería y accesorio. Al menos debe ser igual o menor al diámetro que posee el colector y debe llevar una pendiente adecuada. El ángulo aguas abajo entre la acometida y el colector debe hacer que el flujo se introduzca sin dificultad, generalmente se coloca a 45 grados.

En la realización del diseño se contempló tubería PVC de 4" para la acometida domiciliar y el colector con un accesorio yee de 6" con reductor a 4" en los puntos necesarios; el accesorio puede variar si las condiciones en campo

lo ameritan. Cuando la altura de coronamiento de la tubería principal tenga una profundidad mayor a 3,00 metros bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar sobre las principales para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente.

Figura 5. **Conexión domiciliar**



Fuente: MARTÍNEZ ROLDÁN, Oscar Rolando. *Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para barrio El Centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio La Tejera, municipio San Juan Ermita, departamento de Chiquimula.* p. 44.

3.4. Parámetros de diseño

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Xepec se realizó tomando en cuenta las normas generales para el diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM). De igual forma se utilizaron manuales técnicos de diseño e instalación por parte de proveedores de materiales. No obstante, el criterio propio puede omitir o modificar ciertos parámetros, dependiendo las condiciones que el proyecto presente.

3.4.1. Período de diseño

Se le llama período de diseño al tiempo para el cual se estima que un sistema va a funcionar satisfactoriamente. Existen varios factores que pueden afectar el valor del período de diseño, por ejemplo:

- Lo acertado de la estadística de la población
- Vida útil de los materiales
- Disponibilidad de ampliación

El período de diseño definido para el sistema de alcantarillado sanitario diseñado es de 21 años. Según INFOM se sugiere un valor de 30 a 40 años, sin embargo, se definió 21 años puesto que la vida útil de muchos de los materiales es menor a 30 años.

3.4.2. Población actual

La oficina de Dirección Municipal de Planificación cuenta con una base de datos poblacionales del casco urbano y sus caseríos. La población rural representa el 21,99 % de la población total del municipio, el 12,56 % vive en el

caserío Xepec, es decir, el diseño de alcantarillado sanitario busca beneficiar a una población de 560 personas en el área.

3.4.3. Estimación de población futura

La precisión en la estimación poblacional es de vital importancia en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, puesto que los componentes del diseño dependen de la población que debe ser abastecida en el período de diseño estimado. Para ello se utilizará el método geométrico, ya que presenta un mayor grado de precisión. Se supone que la población crece a la misma tasa para el último período censal. Considerando lo anterior, el crecimiento obedece la siguiente expresión:

$$P_f = P_o * (1 + i)^n$$

Donde:

P_f = población futura a “n” años

P_o = población actual

i = tasa de crecimiento

n = número de años transcurridos

El caserío Xepec actualmente cuenta con 560 habitantes. El período de diseño es de 21 años. La tasa de crecimiento poblacional para el municipio de Santa Catarina Palopó es de 2,38 %, obtenida en el centro de salud del municipio, por lo tanto:

$$P_f = 560 * (1 + 0,0238)^{21} = 918 \text{ habitantes}$$

3.4.4. Dotación

La cantidad de agua por día asignada para cada habitante de determinada población es expresada por litros/habitante/día. Para estimar dicha dotación es necesario considerar algunos factores como, actividad productiva, abastecimiento, clima, nivel de vida, administración del sistema actual de distribución de agua, entre otros.

La dotación estimada y utilizada en el diseño fue de 90 l/hab/día, puesto que la mayoría de viviendas cuenta con conexiones domiciliarias de agua potable y estas son abastecidas por un tanque elevado dentro de la comunidad que provee la dotación mínima. De acuerdo con las especificaciones de UNEPAR, la dotación para servicio de conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda es de 90 a 170 l/hab/día.

3.4.5. Factor de retorno al sistema

Se le llama factor de retorno al porcentaje de agua proveniente de la distribución que después de ser utilizada es desechada en el sistema de alcantarillado. Este porcentaje oscila entre valores de 70 % a 95 %, este valor varía dependiendo de la educación sanitaria de la población. El factor de retorno utilizado fue de 80 % tomando en cuenta los factores mencionados.

3.5. Determinación del caudal de diseño

A continuación, se detallan los caudales que deben tomarse en cuenta para el diseño.

3.5.1. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua utilizada por cada vivienda en el caserío Xepec por consumo interno que es desechada hacia el colector principal, está relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar. Este es calculado para cada tramo y se determina de la siguiente manera:

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

Donde:

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

Dot = dotación (l/hab/día)

No. Hab = número de habitantes que contribuyen al tramo

F.R. = factor de retorno

3.5.2. Caudal comercial

Este caudal está conformado por los distintos comercios dentro de la comunidad, tales como restaurantes, mercados, comedores, y otros. El caserío Xepec carece de los mismos, por lo tanto, no se contempló caudal comercial alguno.

3.5.3. Caudal industrial

Es el agua proveniente de todas las industrias existentes en el lugar, tales como industria textil, licoreras, procesadoras de alimentos. En el caserío Xepec no hay industrias, por lo cual el caudal industrial no se tomó en cuenta.

3.5.4. Caudal de conexiones ilícitas

Este caudal proviene de los usuarios que conectan las bajadas de agua pluvial de sus viviendas hacia el sistema. Estas no deben pertenecer al sistema de alcantarillado sanitario. Para estimar el caudal de conexiones ilícitas, el INFOM sugiere tomar el 10 % como mínimo, del caudal domiciliar. En este caso se utilizará el 20 % puesto que el caserío Xepec no cuenta con un alcantarillado pluvial, por lo tanto:

$$Q_{ci} = 0,20 * Q_{dom}$$

Donde:

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

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

3.5.5. Caudal por infiltración

Este caudal se infiltra en el sistema, el cual depende del nivel freático del agua, la permeabilidad del terreno, el tipo de tubería, tipo de juntas y calidad de mano de obra. El INFOM sugiere tomar en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías y el tipo de tubería. Para tuberías de PVC y que estarán sobre el nivel freático, tal como es este diseño, el caudal de cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Xepec se diseñó de la siguiente manera:

$$Q_{inf} = \frac{0,01 * L * \emptyset}{1\ 000}$$

Donde:

Q_{inf} = caudal de infiltración (l/s)

L = longitud del colector que contribuye al tramo (km)

\emptyset = diámetro del colector (pulg)

3.5.6. Caudal sanitario

Es el caudal total, es decir, la suma de todos los caudales del caserío Xepéc que aportarán al sistema de alcantarillado sanitario, los cuales fueron descritos anteriormente. Por lo tanto:

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

Donde:

Q_{san} = caudal sanitario (l/s)

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

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

Q_{ind} = caudal industrial (l/s)

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

Q_{inf} = caudal por infiltración (l/s)

3.5.7. Factor de caudal medio

El factor de caudal medio regula la aportación del caudal en la tubería. Este factor según el INFOM debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005. Si el valor es menor, se utilizará 0,002, si fuese mayor se utilizará 0,005. Algunas instituciones utilizan 0,003, como por ejemplo EMPAGUA. Este se determina de la siguiente manera:

$$fqm = \frac{Q_{san}}{No. hab}$$

Donde:

fqm = factor de caudal medio

Q_{san} = caudal sanitario (l/s)

No. Hab = número de habitantes (hab)

3.5.8. Factor de Harmond

Este factor también es conocido como factor de flujo instantáneo que representa la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en el tramo analizado. Estará siempre en función del número de habitantes localizados en el tramo de aporte. Este factor debe calcularse para la población actual y futura del caserío Xepéc. El factor Harmond se determina de la siguiente manera:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}$$

Donde:

F.H. = factor de Harmond

P = población acumulada del tramo en análisis (hab.)

Este factor es adimensional y deber encontrarse entre los valores de 1,5 a 4,5, según sea el tamaño de la población por servir en el tramo.

3.5.9. Caudal de diseño

Con este caudal se procede a diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Xepec, este debe ser calculado para la población actual y futura respectivamente. Este caudal establecerá las condiciones hidráulicas en las cuales se basará el diseño del sistema. El caudal de diseño se determina de la siguiente manera:

$$Q_{dis} = No. hab * fqm * F.H.$$

Donde:

Q_{dis} = caudal de diseño (l/s)

fqm = factor de caudal medio

F.H. = factor Harmond

3.6. Parámetros de diseño hidráulico

A continuación, se detallan los parámetros para el diseño.

3.6.1. Coeficiente de rugosidad

Este coeficiente depende del material del conducto y representa cuán lisa o cuán rugosa es la superficie interna de la tubería. Si el material opone más resistencia al flujo, el valor del coeficiente tendrá un mayor valor numérico. Para tubería de PVC el coeficiente de rugosidad es de 0,009 y para tubería Hg es 0,016. Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Xepec se utilizó tubería de PVC.

3.6.2. Velocidad a sección llena

Se utiliza la ecuación de Manning para determinar la velocidad del fluido a sección llena, ya que esta ecuación modela el comportamiento de canales aplicable a tuberías. Esta se determina de la siguiente manera:

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

Donde:

V = velocidad a sección llena (m/s)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

R_h = radio hidráulico (m)

S = pendiente de la superficie (m)

3.6.3. Caudal a sección llena

El caudal a sección llena muestra la cantidad máxima de aguas servidas que permite transportar la tubería analizada, se utiliza como parámetro para establecer relaciones hidráulicas, para luego calcular el caudal a sección parcial. Este se determina de la siguiente manera:

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

Donde:

Q = caudal a sección llena (l/s)

∅ = diámetro de la tubería (m)

V = velocidad obtenida de la ecuación de Manning (m/s)

3.6.4. Relaciones hidráulicas

Para que el colector funcione adecuadamente, se debe relacionar el caudal a sección llena con el caudal de diseño (q/Q). Esto se calcula con el objetivo de obtener las velocidades y los tirantes, proporcionadas mediante una tabla de cálculo. La tabla de relaciones hidráulicas simplifica en gran manera el procedimiento. Estas relaciones son las siguientes:

- Relación de caudales (q/Q): presenta el porcentaje del caudal de diseño respecto del máximo posible.
- Relación de velocidades (v/V): se obtiene a partir de la relación (q/Q) y modela la velocidad del caudal de diseño respecto del máximo posible. Esta debe estar dentro del rango de (0,6 a 3,0).
- Relación de tirantes (d/D): se obtiene a partir de la relación (q/Q) y presenta la altura del caudal de diseño respecto de la de la tubería. Esta debe estar entre el rango de (0,10 a 0,75) para que el colector funcione como un canal abierto durante el período de diseño.

3.6.5. Velocidad del caudal de diseño

La velocidad del caudal de diseño se obtiene a partir de la relación (v/V) y de la velocidad a sección llena. Esta velocidad debe encontrarse entre 0,60 m/s a 3,00 m/s. Se recomienda este rango debido a que, si la velocidad es menor, los sólidos que transportan las aguas servidas no fluyan de manera adecuada y no existe autolimpieza. Al contrario, si la velocidad excede el rango, esta puede

ocasionar que la tubería se dañe debido al impacto por la alta velocidad. Estos límites pueden variar dependiendo de los materiales o por consideración técnica en ciertas condiciones.

3.7. Cotas invert

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte inferior de la tubería. Así mismo, que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo de alcantarillado.

Existen diversas formas de calcular las cotas invert en un diseño de alcantarillado, dependiendo de las condiciones. En este caso se toma en cuenta mucho el criterio, debido a los factores del suelo, carga viva, material de la tubería y otros. Se sugiere que la diferencia entre las cotas invert de la tubería que entra y la tubería que sale de un pozo de visita sea 3 cm, quedando debajo la cota invert de salida. Para el diseño de alcantarillado sanitario para el caserío Xepéc se utilizó una diferencia de 4 cm entre la cota invert de entrada y cota invert de salida. Si las tuberías son del mismo diámetro y están en línea recta, se colocan según la pendiente del terreno. Deben calcularse de la siguiente manera:

- Para pozo de visita inicial

$$CIS = C.terr - P_{inicial}$$

Donde:

CIS = cota invert de salida (m)

C. terr = cota de terreno (m)

P_{inicial} = profundidad inicial (m)

- Para los siguientes pozos de visita

$$CIE = CIS \text{ ant} - (DR * S)$$

$$CIS = CIE - (CV \text{ ó } DDC)$$

Donde:

CIE = cota invert de entrada (m)

CIS ant = cota invert de salida de pozo anterior (m)

DR = distancia real entre pozos (m)

S = pendiente del diseño (m)

CIS = cota invert de salida (m)

CV = carga de velocidad (m)

DDC = distancia definida a criterio (m)

3.8. Ancho de zanja

Para realizar el trabajo de instalación sin dificultades es necesario realizar excavaciones para llegar a las profundidades mínimas del colector. A medida que la profundidad aumente, el ancho de zanja debe ser mayor. Cabe mencionar que para el diseño de alcantarillado sanitario para el caserío Xepec se tiene una profundidad máxima de 5,02 metros, considerándolo así, como una zona de riesgo por posible derrumbamiento.

Por lo tanto, se recomienda colocar un sistema de entibado en las zanjas profundas, así mismo, restringir el tráfico vehicular y peatonal para evitar posibles desastres. A continuación, se presenta una tabla con los anchos mínimos de zanja para la instalación de la tubería PVC ASTM F-949:

Tabla XIV. **Ancho mínimo de zanja para tubería PVC ASTM F-949**

Diámetro nominal (pulgadas)	Ancho de zanja (metros)
4	0,50
6	0,55
8	0,62
10	0,67
12	0,75
15	0,80
18	0,90

Fuente: AMANCO. *Manual técnico de tubo sistemas*. p. 107.

3.9. Volumen de excavación

Es la cantidad de suelo que se removerá para la instalación del colector y de la tubería en general. Regularmente el volumen removido es mezclado con otro material seleccionado y compactado de manera adecuada. El volumen de excavación se calcula de la siguiente manera:

$$Vol = \frac{(H1 + H2)}{2} * D * A$$

Donde:

Vol = volumen de excavación (m³)

H1 = altura de pozo de visita, principio de tramo (m)

H2 = altura de pozo de visita, final de tramo (m)

D = distancia entre pozos (m)

A = ancho de zanja (m)

3.10. Ejemplo de cálculo

En esta sección se mostrará el diseño del tramo PV1 – PV2.

Tabla XV. **Datos para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario**

Datos Generales	
Período de diseño	21 años
Tasa de crecimiento poblacional	2,38 %
Habitantes por vivienda	8 hab/vivienda
Dotación	90 l/hab/día
Habitantes por servir actual	80 habitantes
Habitantes por servir futuro	132 habitantes
Factor de retorno	0,80
Cota de terreno inicio	500,00 m
Cota de terreno final	499,37 m
Distancia horizontal	27,27 m

Fuente: elaboración propia.

- Población actual

$$P_o = \text{No. de viviendas} * \text{Hab. por vivienda}$$

$$P_o = 10 \text{ viviendas} * \frac{8 \text{ Habitantes}}{\text{vivienda}} = 80 \text{ habitantes}$$

- Población futura

$$P_f = \text{No. hab} * (1 + i)^{\text{período de diseño}}$$

$$P_f = 80 \text{ hab} * (1 + 2,38 \%)^{21 \text{ años}} = 132 \text{ habitantes}$$

- Pendiente del terreno

$$S \text{ del terreno (\%)} = \frac{CT \text{ inicio} - CT \text{ final}}{DH} * 100$$

$$S \text{ del terreno(\%)} = \frac{500,00 - 499,37}{27,27} * 100 = 2,31 \%$$

A la pendiente de la tubería se le aumentará un 1 % para evitar problemas de velocidad mínima, por lo tanto, la pendiente de la tubería en este tramo será de 3,31 %.

- Caudal sanitario

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

$$Q_{san \text{ act}} = \frac{90 * 80 * 0,80}{86 \ 400} + 0 + 0 + \left(0,20 * \frac{90 * 80 * 0,80}{86 \ 400}\right) + \frac{0,01 * 0,027 * 6}{1 \ 000}$$

$$Q_{san \text{ act}} = 0,0800 \text{ l/s}$$

$$Q_{san \text{ fut}} = \frac{90 * 132 * 0,80}{86 \ 400} + 0 + 0 + \left(0,20 * \frac{90 * 132 * 0,80}{86 \ 400}\right) + \frac{0,01 * 0,027 * 6}{1 \ 000}$$

$$Q_{san \text{ fut}} = 0,1320 \text{ l/s}$$

- Factor caudal medio

$$fqm_{act} = \frac{Q_{san \text{ act}}}{No. \text{ hab act}}$$

$$fqm_{act} = \frac{0,0800 \text{ l/s}}{80 \text{ hab}} = 0,001$$

$$fqm_{fut} = \frac{Q_{san \text{ fut}}}{No. \text{ hab fut}}$$

$$fqm_{fut} = \frac{0,1320 \text{ l/s}}{132 \text{ hab}} = 0,001$$

Puesto que el valor de fqm actual y futuro es menor al mínimo, por lo tanto, se utilizará 0,003. En la mayoría de tramos no se cumple con el fqm mínimo, por lo tanto, 0,003 seguirá constante.

- Factor de Harmond

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}$$

$$F.H. \text{ actual} = \frac{18 + \sqrt{\frac{80}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{80}{1\,000}}} = 4,2689$$

$$F.H. \text{ futuro} = \frac{18 + \sqrt{\frac{132}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{132}{1\,000}}} = 4,2086$$

- Caudal de diseño

$$Q_{dis} = No. hab * fqm * F.H.$$

$$Q_{dis act} = 80 * 0,003 * 4,2689 = 1,02 l/s$$

$$Q_{dis fut} = 132 * 0,003 * 4,2086 = 1,67 l/s$$

- Velocidad a sección llena

Para el colector se asumirá el diámetro mínimo de 6 pulgadas, puesto que la población es relativamente pequeña y dicho diámetro cumple con los parámetros establecidos. Se utilizará la norma ASTM F-949 para comprobar si cumple o no con los parámetros de diseño.

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

$$V = 0,03429 * \frac{1}{0,009} * 6^{2/3} * 0,0331^{1/2} = 2,2888 m/s$$

- Caudal a sección llena

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

$$Q = \frac{\pi}{4} * \left(6 * \frac{2,54}{100}\right)^2 * 2,2888 * 1\ 000 = 41,75 l/s$$

- Relación de caudales

$$q/Q_{actual} = \frac{Q_{dis\ act}}{Q} = \frac{1,02}{41,75} = 0,024538$$

$$q/Q_{futuro} = \frac{Q_{dis\ fut}}{Q} = \frac{1,67}{41,75} = 0,039916$$

- Relaciones hidráulicas

Con la tabla de relaciones hidráulicas se determinaron las siguientes relaciones v/V y d/D .

- Actual

$$v/V = 0,421146 \quad ; \quad d/D = 0,108$$

- Futuro

$$v/V = 0,486457 \quad ; \quad d/D = 0,136$$

Por lo tanto:

$$v_{actual} = 0,421146 * 2,2888 = 0,964 \text{ m/s}$$

$$v_{futuro} = 0,486457 * 2,2888 = 1,119 \text{ m/s}$$

- Verificación de parámetros

$$d/D_{actual} = (0,100/0,108/0,750)$$

$$d/D \text{ futuro} = (0,100/0,136/0,750)$$

$$V_{act} = (0,60/0,96/3,00)$$

$$V_{fut} = (0,60/1,11/3,00)$$

La relación de tirantes actual y futuro cumplen con los parámetros establecidos, por lo tanto, la tubería funcionará como un canal abierto durante todo su período de diseño.

Así mismo, la relación de velocidades actual y futura cumple estando entre la mínima y máxima; por lo cual, el colector no será dañado y no se retendrán sólidos en el mismo.

- Cotas invert

La profundidad mínima a la que debe estar la tubería es 1,20 metros.

$$CIS \text{ PV1} = 500,00 - 1,20 = 498,80 \text{ m}$$

$$CIE \text{ PV2} = 498,80 - (27,27 * 3,31 \%) = 497,90 \text{ m}$$

Para la cota invert de salida se le debe restar 0,04 metros (según criterio) a la cota invert de entrada, tomando en cuenta que esta debe ser menor o igual a la cota del terreno menos 1,20 metros (profundidad mínima); si esta condicionante no se cumple, se toma la cota del terreno menos 1,20 m.

La cota invert de salida del pozo de visita 2, no será la cota invert de entrada menos 0,04 m, puesto que la tubería debe cumplir con la pendiente de 5,60 %. Por lo tanto, la CIS PV2 se calculó de la siguiente manera:

$$CIS\ PV2 = S\ \% * DH + (CT\ PV3 - 1,20)$$

$$CIS\ PV2 = 5,60\ \% * 23,82 + (496,13 - 1,20)$$

$$CIS\ PV2 = 496,26\ m$$

Donde:

S% = pendiente de la tubería %

CIS PV2 = cota invert de salida del pozo de visita 2

CT PV3 = cota de terreno del pozo de visita 3

DH = distancia horizontal.

- Volumen de excavación

$$HPx = CTx - CISx$$

$$HP1 = 500,00 - 498,80 = 1,20\ m$$

$$HP2 = 499,37 - 496,26 = 3,11\ m$$

$$Vol = \left(\frac{(HP1 + HP2)}{2} * DH * Ancho \right)$$

$$Vol = \left(\frac{1,20 + 3,11}{2} * 27,27 * 0,62 \right) = 36,40\ m^3$$

Todas las memorias de cálculo hecha para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario aparecen en el apéndice 2.

3.11. Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales tiene como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. De esta manera se reduce la contaminación en los ríos, mantos acuíferos y en especial el lago de Atitlán. Posterior a este diseño de alcantarillado sanitario, se ha planificado el diseño de una planta de tratamiento cumpliendo con lo establecido por el acuerdo Gubernativo No. 236-2006.

El objetivo de este acuerdo es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reutilización de aguas residuales; para la disposición de lodos, esto con la finalidad de proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.

Así mismo, recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización; de igual forma promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

3.12. Presupuesto del proyecto

El presupuesto de un proyecto es la cantidad total de dinero asignado con el objetivo de cubrir todos los gastos del proyecto durante un período de tiempo especificado. El presupuesto para el proyecto de alcantarillado sanitario para el caserío Xepec es de Q1 807 901,48.

Está compuesto por renglones de trabajo. Se le llama renglones de trabajo a la suma del costo directo más el costo indirecto para determinada actividad de construcción. Dichos renglones de trabajo se detallan de manera específica más adelante.

3.12.1. Costos directos

Costos directos son aquellos costos previstos que tienen relación directa con la adquisición de los recursos necesarios, tal como suministros, instalación y rendimiento para la realización del proyecto. Dichos costos se detallarán más adelante.

3.12.1.1. Materiales

Estos son los costos de todos los materiales que se utilizan para la realización de las diferentes actividades dentro de un renglón de trabajo. Por lo general incluyen los costos de adquisición, traslado y utilización. Este costo puede variar debido a la ubicación y condición del proyecto. En este caso el traslado en el caserío Xepec sí posee acceso vehicular, por lo tanto, no se dificulta el traslado de los materiales.

3.12.1.2. Mano de obra

Es el costo directo previsto por la cantidad de trabajadores u operarios de la construcción que deberán ser empleados temporalmente para la realización de determinado renglón de trabajo. El costo de mano de obra puede variar debido a su calidad y la ubicación del proyecto.

3.12.1.3. Herramienta y equipo

Este costo comprende la cantidad y el tipo de herramientas o equipo menor de construcción que deben ser utilizados para la realización de una o más actividades dentro de un determinado renglón de trabajo. Debido a que la mayoría de herramientas es reutilizable, generalmente solo se toma un

porcentaje del costo de materiales, esto se hace por concepto de depreciación. Para ello se toma el 5 % del costo de materiales de cada renglón.

3.12.1.4. Transporte y maquinaria

Este costo comprende la cantidad y tipo de transporte o maquinaria necesaria para realizar las actividades de determinado renglón. Generalmente estos costos son por hora de renta, unidad de medida o viaje del transporte o maquinaria.

3.12.2. Costos indirectos

Los costos indirectos son aquellos en los que se debe incurrir de manera general, para llevar a cabo la realización del proyecto en un tiempo estipulado, sin que estos puedan ser aplicados directamente a la ejecución de una actividad específica.

Los costos indirectos lo integran costos de contratación, supervisión, gastos administrativos, utilidad, fianzas, servicios especializados e impuestos. La integración puede variar en cada proyecto puesto que este puede demandar gastos extraordinarios.

Para el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Xepec se tomaron en cuenta tres costos globales, con el objetivo de resumir los costos indirectos. Tales como, imprevistos, impuestos, fianzas, supervisión y otros.

Tabla XVI. **Presupuesto del proyecto de alcantarillado sanitario**

Sistema de alcantarillado sanitario Caserío Xepec, Santa Catarina Palopó, Sololá					
Resumen de Renglones de trabajo					
No.	RENLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO RENGLÓN
1	Trabajos Preliminares				
1,3	Trazo y replanteo	m.l.	1 088,62	Q 11,45	Q 12 469,90
2	Colector				
2,1	Colector línea central	m.l.	1 088,62	Q 1 183,12	Q 1 287 964,77
3	Pozos de visita				
3,1	Pozos de visita profundidad 1.20m a 2m	unidad	17	Q 4 339,45	Q 73 770,67
3,2	Pozos de visita profundidad 2m a 3m	unidad	5	Q 6 780,39	Q 33 901,96
3,3	Pozos de visita profundidad 3m a 4m	unidad	3	Q 9 492,55	Q 28 477,65
3,4	Pozos de visita profundidad 4m a 5m	unidad	3	Q 12 204,71	Q 36 614,12
4	Conexiones domiciliars	vivienda	70	Q 4 781,46	Q 334 702,40
TOTAL					Q 1 807 901,48

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Los precios unitarios del sistema de alcantarillado sanitario aparecen en la sección de apéndice 4.

3.13. Cronograma de ejecución

Para facilitar la ejecución del proyecto se provee un cronograma físico financiero.

Tabla XVII. **Cronograma de ejecución físico financiero del proyecto de alcantarillado sanitario**

Sistema de alcantarillado sanitario Caserio Xepec, Santa Catarina Palopó, Sololá											
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICO-FINANCIERO											
No.	DESCRIPCIÓN	TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6			
1	Trazo y replanteo	Q 12 469,90									
2	Colector línea central	Q 1 287 964,77									
3	Pozos de visita profundidad 1.20m a 2m	Q 73 770,67									
4	Pozos de visita profundidad 2m a 3m	Q 33 901,96									
5	Pozos de visita profundidad 3m a 4m	Q 28 477,65									
6	Pozos de visita profundidad 4m a 5m	Q 36 614,12									
7	Conexiones domiciliarias	Q 334 702,40									
INVERSIÓN			Q 334 461,09	Q 447 764,26	Q 529 480,85	Q 249 879,97	Q 150 686,05	Q 95 629,26			
PORCENTAJE DE INVERSIÓN			18%	25%	29%	14%	8%	5%			
PORCENTAJE DE INVERSIÓN ACUMULADA			18%	43%	73%	86%	95%	100%			

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

3.14. Evaluación de impacto ambiental

A continuación, se presenta la evaluación de impacto ambiental.

Figura 6. Evaluación ambiental inicial

		<table border="1"> <tr> <td>FORMATO</td> <td>DVGA-GA-002</td> </tr> </table>	FORMATO	DVGA-GA-002
FORMATO	DVGA-GA-002			
<p>DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-</p>				
<p>EVALUACION AMBIENTAL INICIAL</p>				
<p>ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL</p> <p>(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)</p>				
<p>INSTRUCCIONES</p>	<p>PARA USO INTERNO DEL MARN</p>			
<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 style="text-align: center;">No. Expediente:</p> <p style="text-align: center;">Clasificación del Listado Taxativo</p> <p style="text-align: center;">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): Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del caserío Xepec, municipio de Santa Catarina Palopó, departamento de Sololá</p>				
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. El proyecto consiste en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, que contiene 28 pozos de visita con alturas que están entre 1.20 metros y 5.02 metros, con 1,088.27 metros lineales de colector en los cuales se utiliza tubería PVC con 6" de diámetro</p>				
<p>I.2. Información legal:</p>				
<p>A) Persona Individual: No aplica A.1. Representante Legal: No aplica A.2. No. de CUI del Documento Personal de Identificación (DPI): No aplica</p>				

Continuación de la figura 6.

B) De la empresa:
 Razón social: No aplica
 Nombre Comercial: No aplica
 No. De Escritura Constitutiva: No aplica
 Fecha de constitución: No aplica
 Patente de Sociedad Registro No. No aplica Folio No. No aplica Libro No. No aplica
 Patente de Comercio Registro No. No aplica Folio No. No aplica Libro No. No aplica

C) De la Propiedad:
 No. De Finca No aplica Folio No. No aplica Libro No. No aplica de
 dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

D) De la Empresa y/o persona individual:
 Número de Identificación Tributaria (NIT): No aplica

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN							
<p>I.3 Teléfono <u>No aplica</u> Correo electrónico: <u>No aplica</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>Casco urbano del municipio de Santa Catarina Palopó. Limita al Norte con el municipio de San Andrés Semetabaj (Sololá); al Sur con el municipio de San Antonio Palopó y el Lago de Atitlán (Sololá); al Este con el municipio de San Antonio Palopó (Sololá); y al Oeste con el municipio de Panajachel (Sololá).</p> <p>Especificar Coordenadas Geográficas</p> <p>FALSO ESTE: 500.000 FALSO NORTE: 0.00 MERIDIANO CENTRAL: -90.50000 FACTOR DE ESCALA: 0.999800 LATITUD DE ORIGEN: 0.00 UNIDAD DE MEDIDA: METROS DATUM: WGS84</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>Edificio municipal, tercer nivel, calle Sololá 6, Santa Catarina Palopó, Sololá.</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> <p>No aplica.</p>								
II. INFORMACION 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 style="background-color: #cccccc;"> <th style="text-align: center;">II.1 Etapa de Construcción</th> <th style="text-align: center;">Operación</th> <th style="text-align: center;">Abandono</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> Trazo y nivelación Excavación Limpieza Colocación de tubería Pruebas en tubería Fundir pozos de visita Rellenar </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> Instalación de tubería de PVC de 6", horario de trabajo de 8:00-17:00 </td> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> Evacuar el área de trabajo si las condiciones son de riesgo. </td> </tr> </tbody> </table>	II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono	<ul style="list-style-type: none"> Trazo y nivelación Excavación Limpieza Colocación de tubería Pruebas en tubería Fundir pozos de visita Rellenar 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de tubería de PVC de 6", horario de trabajo de 8:00-17:00 	<ul style="list-style-type: none"> Evacuar el área de trabajo si las condiciones son de riesgo. 		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono						
<ul style="list-style-type: none"> Trazo y nivelación Excavación Limpieza Colocación de tubería Pruebas en tubería Fundir pozos de visita Rellenar 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de tubería de PVC de 6", horario de trabajo de 8:00-17:00 	<ul style="list-style-type: none"> Evacuar el área de trabajo si las condiciones son de riesgo. 						
<p>II.3 Área</p> <p>a) Área total de terreno en metros cuadrados: <u>219,628.35</u></p> <p>b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: <u>75,489.23</u></p> <p>Área total de construcción en metros cuadrados: <u>659.40</u></p>								

Continuación de la figura 6.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN	
II.4 Actividades colindantes al proyecto: NORTE <u>Vegetación</u> SUR <u>Casco urbano de Santa Catarina Palopó</u> ESTE <u>Caserío Pacamán, Santa Catarina Palopó</u> OESTE <u>Carretera hacia San Andrés Semetabaj</u> Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Viviendas	Norte, Sur, Este, Oeste	Las viviendas se conectan al sistema.
Lago de Atitlán	Sur	946 metros
Iglesias	Norte	10 metros
Centro educativo	Este	22 metros
II.5 Dirección del viento: Oeste		
II.6 ¿En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto? a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos (x) d) derrame de combustible (x) e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro () Detalle la información <u>La mayor excavación de zanja es de 5.02m, provocando que el riesgo de deslizamiento esté presente.</u>		
II.7 Datos laborales a) Jornada de trabajo: Diurna (x) Nocturna () Mixta () Horas Extras <u>no aplica</u> b) Número de empleados por jornada <u>10</u> Total empleados <u>10</u>		
II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO... Uso de agua utilizado para el concreto. 5 galones/hora/aceite/diésel para retroexcavadora		

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN						
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	No	----	----	---		
	Pozo	Si	1.75 l/s	Tanque elevado	---		
	Agua especial	No	----	----	---		
	Superficial	No	----	----	---		

Continuación de la figura 6.

Combustible	Otro	No	----	----	---		
	Gasolina	No	----	----	---		
	Diesel	Si	5 g/h	Texaco	---		
	Bunker	No	----	----	---		
	Glp	No	----	----	---		
	Otro	No	----	----	---		
Lubricantes	Solubles	No	----	----	---		
	No solubles	Si	5 g/h	Texaco	---		
Refrigerantes		Si	5 g/h	Texaco	---		
Otros	Pegamento para tubería PVC	Si	1.2 galon/día				

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

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

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

Polvo, al momento de realizar la excavación para instalar la tubería del colector principal.

MITIGACION

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Se esparcirá agua en área a excavar para reducir el polvo.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? Si, utilización de retroexcavadora	
III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) Retroexcavadora, área de excavación, calle central	
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? Tener maquinaria en buenas condiciones y laborando durante el día.	
OLORES	
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: El pegamento produce un fuerte olor para quienes lo aplican en la tubería.	
III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? Se utilizarán mascarillas para reducir este impacto en los trabajadores.	

Continuación de la figura 6.

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? Ordinarias</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) 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 caudal generado por las aguas residuales ordinarias será de 6.63 l/s</p>
<p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios <u>Dos por vivienda</u></p>

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) <u>Sistema de tratamiento</u> b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Etc.</p>	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior Se recomienda que en un futuro la municipalidad tenga en contemplación colocar una planta de tratamiento en el caserío Xepec.</p>	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
<p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.) Se descargará en zanjones.</p>	

V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)
DESECHOS SÓLIDOS
VOLUMEN DE DESECHOS
<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.): Restos de tubería de PVC y ladrillos tayuyos.</p>
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad? No aplica</p>

Continuación de la figura 6.

V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado
 Recolectar los residuos de tubería de PVC y depositarlos diariamente en el tren de aseo.

V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado
 Tren de aseo de la localidad.

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?
 Medir correctamente los cortes de la tubería y analizar donde se puede reducir el desperdicio.

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)
 Planta de tratamiento de desechos sólidos del caserío Xepec.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/h o kW/mes) <u>No aplica</u>	
VI.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público <u>No aplica</u>	
b) Sistema privado <u>No aplica</u>	
c) generación propia <u>No aplica</u>	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <u>x</u>	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? No aplica.	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- <u>Bosques</u>	
- Animales _____	
- Otros _____	
Especificar información <u>Bosque y vegetación</u>	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No	
VII.3 ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (x) Por qué? El colector principal se instalará al centro de calle existente.	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos <u>1</u>	
b) Tipo de vehículo <u>camión de 3.5 toneladas</u>	
c) Sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>parqueo de escuela; 10 m2</u>	
d) Horario de circulación vehicular <u>8:00-17:00</u>	
e) Vías alternas <u>carretera hacia Godínez y carretera hacia San Andrés Semetabaj</u>	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál? <u>Kaqchikel</u>	

Continuación de la figura 6.

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 _____ No afecto ningún recurso _____</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____ No _____</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____ No _____</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada El objetivo del proyecto es trasladar las aguas residuales de cada vivienda hacia una planta de tratamiento sanitario.</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? Ninguna</p> <p>IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? No aplica</p>	
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? ¿Explicar por qué?</p> <p>De ninguna manera</p>	
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p> <p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: No representa riesgo alguno a la salud</p>	
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información: Existe cierto riesgo al momento de excavar las zanjas puesto que la profundidad máxima es de 5.02m.</p>	
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (x) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Chaleco reflectivo, guates de protección y sistema de entibado para reducir el riesgo de derrumbe en zanjas.</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Cumplir con la seguridad debida y así evitar molestias o daños a la salud</p>	

Fuente: Formato obtenido del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para la evaluación ambiental inicial.

CONCLUSIONES

1. Los diseños realizados para el caserío Xepec y el casco urbano de Santa Catarina Palopó brindan una posible solución a la municipalidad para resolver la problemática diagnosticada. Con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la comunidad y reducir tasa de enfermos por problemas gastrointestinales.
2. El diseño del sistema abastecimiento de agua potable para el casco urbano se realizó tomando en consideración las normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Se omitieron algunos parámetros de diseño respecto de la profundidad de zanja en la línea de distribución que es de 80 cm a 70 cm debido a que la ruta de la tubería está ubicada en los pasillos de la comunidad y estos están pavimentados. Por tal razón en el presupuesto se incluyó un bordillo para resguardar la integridad y funcionalidad de la tubería.
3. El precio por metro lineal para el proyecto de abastecimiento de agua potable es de Q 245,45. El valor por metro lineal de sistemas para proyectos de abastecimiento de agua potable, según la municipalidad está entre Q 204,00 a Q 298,00. Este rango se debe a que en algunos proyectos se incluyen sistemas de bombeo, pasos aéreos, corte de pavimento existente, y otros. Por lo tanto, el valor obtenido por metro lineal está dentro del rango y es aceptable.

4. De acuerdo con el examen bacteriológico que se muestra en los anexos, se concluye que el agua que ingresa a los tres tanques de distribución bacteriológicamente no es potable, debido a la presencia de organismos coniformes. Este resultado demuestra que el agua requiere de tratamiento para su consumo, tal como la desinfección a base de pastillas de tricloruro, que se usa para evitar cualquier contaminación que exista en los accesorios, elementos estructurales, tuberías del sistema y así obtener una calidad sanitaria segura.

5. Para el agua proveniente del tanque Cuaquixaché, desde el punto de vista fisicoquímico sanitario se tiene: nitratos altos, dureza en límites máximos permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los límites aceptables de normalidad, según Norma COGUANOR NTG 29 001. Para el agua proveniente del tanque Principal, desde el punto de vista físico químico sanitario se tiene: color, dureza en límites máximos permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los límites aceptables de normalidad, según Norma COGUANOR NTG 29 001. Para el agua proveniente del tanque Vista Hermosa, desde el punto de vista fisicoquímico sanitario se tiene: color en límites máximos permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los límites aceptables de normalidad, según Norma COGUANOR NTG 29 001.

6. Para disminuir la presión estática y así garantizarla en el funcionamiento de la tubería de 160 psi en el ramal Cuaquixaché, se colocó una caja rompe presión a los 314,96 metros de longitud desde el E-0. Puesto que, la presión estática en el ramal Cuaquixaché era de 170,728 m.

7. El diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Xepec se realizó tomando en consideración las normas generales para el diseño de alcantarillados. Se omitieron algunos aspectos, como el período de diseño dictado en el mismo, y se utilizó un valor de 21 años, acordado con la municipalidad.
8. La relación de tirantes actual y futuro en el sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Xepec cumplen con los parámetros establecidos, por lo tanto, la tubería funcionará como un canal abierto durante todo su período de diseño.
9. La relación de velocidades actual y futura cumple, por lo cual el colector del sistema de alcantarillado sanitario no será dañado y no se retendrán sólidos retenidos en el mismo.
10. Con la intención de facilitar el proceso constructivo se realizó un juego de planos, presupuesto y cronograma de ejecución físico financiero para cada uno de los proyectos, siempre tomando en cuenta la disponibilidad de los materiales y la mano de obra.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar el programa de operación y mantenimiento propuesto u otro que se adapte de mejor manera a las necesidades del sistema, esto con el objetivo de asegurar su funcionalidad. Velar por el mantenimiento preventivo y correctivo de la calidad del agua, tanque de distribución, caja rompe presión, válvulas, pozos de visita, entre otros.
2. Mantener un chequeo constante de las válvulas en el circuito combinado abastecido por el tanque Vista Hermosa. Puesto que estas deben regular el flujo de agua y así cumplir con las presiones mínimas y máximas dentro del sistema
3. Realizar las evaluaciones de seguridad industrial en el proceso constructivo del sistema de alcantarillado sanitario, puesto que se tienen excavaciones mayores a los 5 metros, esto con el objetivo de evitar accidentes.
4. Garantizar la calidad de la mano de obra, tanto profesional como no profesional, en la ejecución en cada uno de los proyectos. Esto con el objetivo de cumplir con los parámetros de diseño y así garantizar el funcionamiento de los proyectos.

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. 196 p.
2. AVILA GÓMEZ, Arnoldo. *Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para el parcelamiento el Wiscoyol I, y puente vehicular en la aldea Puerto Viejo, municipio del Puerto de Iztapa, departamento de Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2010. 180 p.
3. CHIQUIN LÓPEZ, Elder Armando. *Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable del área urbana, del municipio de San Pablo Tamahú, departamento de Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2009. 168 p.
4. ESPINOZA ABREU, Adrián Esteban. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para la aldea El Soyate, San Antonio La Paz, El Progreso*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2015. 183 p.
5. GUERRA QUIJADA, Julio David. *Diseño de drenaje sanitario, drenaje pluvial y pavimentación de la colonia Vista Azul-El Ranchito, aldea Cuchilla del Carmen, municipio de Santa Catarina Pinula*.

Guatemala. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2005. 116 p.

6. Instituto de Fomento Municipal. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala: INFOM y Ministerio de Salud Pública, 2011. 64 p.
7. _____. *Normas Generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2009. 22 p.
8. MARROQUÍN PAÍZ, Ricardo Leonel. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Joyitas y sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Linda Vista y la aldea Cerro Gordo, Jutiapa, Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2017. 188 p.
9. MARTÍNEZ JORDÁN, Oscar Rolando. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio El Centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio La Tejera, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011. 169 p.
10. MORALES SOTO, Jorge Enrique. *Estudio y diseño de la red de alcantarillado sanitario del cantón El Copado, municipio de Santo Domingo, departamento de Suchitepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 139 p.

APÉNDICES

- Apéndice 1. **Memoria de cálculo del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el casco urbano de Santa Catarina Palopó**

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

RAMAL ABIERTO ABASTECIDO POR EL TANQUE CUAQUIXACHÉ

TRAMO		Cálculo ∅	Diámetro nominal (pulg.)	Diámetro interno (pulg.)	Casas en ramal	Q (l/s)	Long. (m)	Longitud *5% (m)	Pérdida Hf (m)	Vel. (m/s)	COTA TERRENO (m)		Dif. de cotas	Pendiente del terreno	COTA PIEZOMÉTRICA (m)		Presión de Servicio (m)		Presión Estática (m)		Tipo de tubería PVC	Cte. De Tubería
E	P.O.										Inicial	Final			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
E-0	CR	1,23	2,5	2,66	4	3,44	100,00	105,00	1,44	0,96	228,72	167,50	61,22	61 %	228,72	227,28	0,00	59,78	0,00	61,22	160psi	150
CR	E-1	1,94	2,5	2,66	0	3,36	299,96	314,96	4,15	0,94	167,49	148,03	19,47	6 %	167,49	163,34	0,00	15,31	0,00	19,47	160psi	150
E-1	E-2	1,73	2,5	2,66	2	3,36	108,53	113,96	1,50	0,94	148,03	135,89	12,14	11 %	148,03	146,52	0,00	10,64	19,47	12,14	160psi	150
E-2	E-2.1	0,80	1	1,22	10	0,19	33,83	35,52	0,10	0,75	135,89	135,10	0,78	2 %	146,52	146,42	10,64	11,32	12,14	12,92	160psi	150
	E-3	1,26	1,5	1,76	7	3,14	36,56	38,39	3,35	2,00	135,89	118,65	17,23	47 %	146,52	143,18	10,64	24,52	12,14	29,37	160psi	150
E-3	E-3.1	0,50	1	1,22	12	0,23	38,01	39,91	0,16	0,68	118,65	105,93	12,73	33 %	143,18	143,02	24,52	37,09	29,37	42,10	160psi	150
	E-4	2,23	1,5	1,76	7	1,33	98,30	103,22	1,85	0,85	118,65	118,07	0,58	1 %	143,18	141,33	24,52	23,26	29,37	29,96	160psi	150
E-4	E-4.1	0,45	1	1,22	10	0,19	41,97	44,06	0,13	0,65	118,07	102,04	16,03	38 %	141,33	141,20	23,26	39,17	29,96	45,99	160psi	150
	CR3		1,5	1,76	0	1,02	82,34	86,46	0,93	0,65	118,07	108,47	9,60	12 %	141,33	140,39	23,26	31,92	29,96	39,55	160psi	150
CR3	E-5	0,86	1,5	1,76	43	1,02	119,46	125,43	1,35	0,65	108,47	64,07	44,41	37 %	108,47	107,12	0,00	43,05	0,00	44,41	160psi	150
E-5	E-6	0,48	1	1,22	11	0,21	14,91	15,66	0,05	0,68	64,07	59,02	5,04	34 %	107,12	107,07	43,05	48,04	44,41	49,45	160psi	150
					106																	
E-3	E-7	1,09	1	1,22	6	1,45	98,83	103,77	12,93	1,93	118,65	96,38	22,27	23 %	143,18	130,24	24,52	33,86	29,37	12,09	160psi	150
E-7	E-8	0,87	1	1,22	4	0,75	29,48	30,96	1,15	1,00	96,38	90,48	5,91	20 %	130,24	129,09	33,86	38,62	12,09	18,00	160psi	150
E-8	E-8.1	0,48	1	1,22	10	0,19	20,53	21,56	0,06	0,65	90,48	95,97	5,49	-27 %	129,09	129,03	38,62	33,06	18,00	12,50	160psi	150
	E-9	0,69	1	1,22	5	0,49	65,56	68,84	1,15	0,65	90,48	72,09	18,39	28 %	129,09	127,94	38,62	55,86	18,00	36,39	160psi	150
E-9	E-9.1	0,60	1	1,22	11	0,21	64,66	67,90	0,23	0,68	72,09	65,07	7,02	11 %	127,94	127,71	55,86	55,64	36,39	43,40	160psi	150
	E-9.2	0,59	1	1,22	10	0,19	71,04	74,60	0,21	0,65	72,09	65,03	7,06	10 %	127,94	127,73	55,86	57,70	36,39	43,45	160psi	150
					46																	
E-7	E-10	0,77	1	1,22	8	0,58	57,21	60,07	1,39	0,77	96,38	83,06	13,32	23 %	130,24	128,85	33,86	45,79	12,09	25,41	160psi	150
E-10	E-10.1	0,71	1	1,22	13	0,24	29,87	31,36	0,15	0,68	83,06	81,02	2,04	7 %	128,85	128,71	45,79	47,69	25,41	27,45	160psi	150
	E-11	0,52	0,75	0,97	10	0,19	131,73	138,31	1,18	0,69	83,06	57,99	25,07	19 %	128,85	127,67	45,79	58,68	25,41	50,48	250psi	150
					31																	

CIRCUITO ABASTECIDO POR TANQUE PRINCIPAL

TRAMO		No. Casas	Q (l/s)	COTA TERRENO (m)		Dif. Cotas	Long. (m)	Longitud *5% (m)	C	Diámetros a utilizar (pulg)		Hf ø	ø Interno
E	P.O.			Inicial	Final					d	Ø		
Tanque	A1	0	11,46	59,19	57,94	1,25	4,34	4,56	150	2,27	2,50	0,79	2,66
Circuito "A"		0,000											
A1	A2	6	5,73	57,94	53,00	4,94	28,48	29,90	150	1,94	2,50	1,06	2,66
A2	A2.1	15	0,28	53,00	59,07	6,07	23,48	24,65	150	0,57	1,00	0,39	1,22
	A3	7	5,45	53,00	46,09	6,91	22,33	23,45	150	1,69	2,50	1,02	2,66
A3	A3.1	23	0,43	46,09	51,22	5,13	53,44	56,11	150	0,82	1,00	1,94	1,22
	A4	16	5,02	46,09	37,94	8,15	77,19	81,05	150	2,04	2,50	3,04	2,66
A4	G3	15	1,67	37,94	36,00	1,95	13,71	14,39	150	1,27	1,00	6,13	1,22
	A5	3	3,35	37,94	24,04	13,91	68,42	71,84	150	1,53	3,00	0,52	3,24
A5	A5.1	23	0,43	24,04	14,05	9,98	77,50	81,37	150	0,77	1,00	2,81	1,22
	A6	6	2,92	24,04	23,09	0,95	52,18	54,79	150	2,38	3,00	0,31	3,24
A6	A6.1	24	0,45	23,09	14,02	9,07	76,42	80,24	150	0,80	1,00	3,00	1,22
	A7	2	2,47	23,09	23,47	0,38	10,42	10,94	150	1,94	2,00	0,33	2,20
A7	A7.1	22	0,41	23,47	21,98	1,49	59,43	62,40	150	1,06	1,00	1,98	1,22
	F4	6	1,10	23,47	17,02	6,45	28,00	29,39	150	0,98	1,00	5,76	1,22
	A8	4	0,96	23,47	32,88	9,41	29,98	31,48	150	0,87	2,00	0,16	2,20
A8	A8.1	13	0,24	32,88	35,00	2,12	16,00	16,80	150	0,62	1,00	0,20	1,22
	A9	5	0,71	32,88	33,69	0,81	40,93	42,98	150	1,37	2,00	0,13	2,20
A1	A12	8	5,73	57,94	51,46	6,49	47,69	50,08	150	2,04	2,50	2,40	2,66
A12	A12.1	32	0,60	51,46	54,02	2,57	114,64	120,37	150	1,25	1,25	2,58	1,54
	A11		5,13	51,46	49,27	2,18	10,73	11,26	150	1,80	2,00	1,30	2,20
A11	B1		2,57	49,27	44,94	4,33	64,61	67,84	150	1,74	1,00	63,75	1,22
	A10		2,57	49,27	43,59	5,69	22,49	23,62	150	1,32	2,00	0,76	2,20
A10	A10.1	33	0,62	43,59	33,03	10,56	98,58	103,51	150	0,92	1,00	6,96	1,22
	A9		1,95	43,59	33,69	9,90	29,79	31,28	150	1,13	2,00	0,60	2,20
A9	B10	3	2,66	33,69	21,49	12,19	50,80	53,34	150	1,36	2,00	1,84	2,20
Circuito "B"		0,000	3,46										
B1	B1.1	22	0,41	44,94	32,03	12,91	46,77	49,11	150	0,65	1,00	1,56	1,22
	B2	13	2,16	44,94	44,98	0,04	57,68	60,56	150	4,25	4,00	0,05	4,17
B2	B2.1	13	0,24	44,98	55,99	11,01	54,72	57,46	150	0,57	1,00	0,69	1,22
	B2.2	18	0,34	44,98	32,09	12,89	65,39	68,66	150	0,64	1,00	1,51	1,22
	B3	6	1,58	44,98	43,03	1,94	34,55	36,28	150	1,50	1,25	4,66	1,54

B3	B3.1	19	0,36	43,03	57,86	14,82	61,45	64,53	150	0,63	1,00	1,56	0,22
	B4	2	1,22	43,03	40,98	2,05	12,38	13,00	150	1,09	1,00	3,09	1,22
B4	C1	7	0,80	40,98	40,07	0,91	42,15	44,26	150	1,41	1,00	4,81	1,22
	B5	11	0,42	40,98	28,92	12,06	51,70	54,29	150	0,68	1,00	1,79	1,22
B5	B5.1	14	0,26	28,92	24,07	4,85	32,92	34,57	150	0,62	1,00	0,48	1,22
	B6	15	0,16	28,92	30,52	1,60	53,85	56,54	150	0,71	1,00	0,31	1,22
B10	D3	14	1,00	21,49	18,03	3,46	13,23	13,89	150	0,92	1,00	2,28	1,22
	B9	3	1,66	21,49	24,68	3,19	23,95	25,15	150	1,28	1,00	10,59	1,22
B9	B9.1	19	0,36	24,68	16,04	8,63	39,69	41,67	150	0,64	1,00	1,01	1,22
	B8	1	1,31	24,68	27,01	2,33	23,95	25,15	150	1,25	1,00	6,79	1,22
B8	B8.1	13	0,24	27,01	26,95	0,06	30,46	31,98	150	1,48	1,25	0,13	1,54
	B7	2	1,06	27,01	29,58	2,57	13,81	14,50	150	1,01	1,00	2,68	1,22
B7	B7.1	18	0,34	29,58	21,00	8,58	37,36	39,22	150	0,62	1,00	0,86	1,22
	B6	2	0,73	29,58	30,52	0,94	14,35	15,06	150	1,08	1,00	1,38	1,22
B6	C6	6	0,89	30,52	24,11	6,42	48,44	50,86	150	1,01	1,00	6,69	1,22

Circuito "C" 0,000 2,54

C1	C1.1	13	0,24	40,07	31,87	8,20	19,02	19,97	150	0,48	1,00	0,24	1,22
	C2	7	0,56	40,07	30,05	10,03	189,80	199,29	150	1,02	1,00	11,09	1,22
C2	C2.1	14	0,26	30,05	29,08	0,96	18,28	19,19	150	0,77	1,00	0,26	1,22
	C3	2	0,30	30,05	22,02	8,03	69,84	73,33	150	0,68	1,00	1,26	1,22
C3	C3.1	15	0,28	22,02	21,94	0,09	25,84	27,13	150	1,39	1,25	0,14	1,54
	C4	2	0,01	22,02	15,02	7,00	51,01	53,56	150	0,21	1,00	0,00	1,22
C4	C4.1	16	0,30	15,02	18,89	3,87	35,57	37,35	150	0,70	1,00	0,66	1,22
B6	C6	6	0,89	30,52	24,11	6,42	48,44	50,86	150	1,01	1,00	6,69	1,22
C6	C6.1	23	0,43	24,11	14,99	9,12	66,98	70,33	150	0,76	1,00	2,43	1,22
	C5		0,46	24,11	16,93	7,18	47,09	49,44	150	0,76	1,00	1,90	1,22
C5	C4		0,28	16,93	15,02	1,90	42,49	44,61	150	0,82	1,00	0,72	1,22
	D1		0,17	16,93	14,04	2,88	61,34	64,40	150	0,67	1,00	0,41	1,22

Circuito "D" 0,000 1,51

F1	D2	1	0,08	9,02	9,44	0,42	12,84	13,49	150	0,54	1,00	0,02	1,22
D3	D3.1	37	0,69	18,03	13,92	4,11	60,07	63,07	150	1,05	1,00	5,24	1,22
	D2	24	0,31	18,03	9,44	8,59	76,81	80,65	150	0,70	1,00	1,50	1,22
D2	D1	13	0,39	9,44	14,04	4,61	63,90	67,10	150	0,84	1,00	1,93	1,22
D1	D1.1	30	0,56	14,04	9,13	4,92	46,69	49,03	150	0,89	1,00	2,77	1,22

Circuito "F" 0,000 1,25

F4	F4.1	18	0,34	17,02	14,03	3,00	24,60	25,83	150	0,71	1,00	0,57	1,22
----	------	----	------	-------	-------	------	-------	-------	-----	------	------	------	------

	F3	6	0,76	17,02	10,51	6,52	50,30	52,82	150	0,96	1,00	5,27	1,22
F3	F2	3	1,32	10,51	9,67	0,83	15,60	16,38	150	1,41	1,00	4,48	1,22
F2	F2.1	46	0,86	9,67	2,03	7,65	144,04	151,24	150	1,20	1,25	6,35	1,54
	F1	21	0,46	9,67	9,02	0,65	53,37	56,04	150	1,28	1,00	2,17	1,22
F1	H3	27	0,38	9,02	2,98	6,04	138,19	145,09	150	0,91	1,00	3,91	1,22

Circuito "G" 0,000 1,20

G3	G3.1	15	0,28	36,00	27,04	8,95	42,82	44,96	150	0,59	1,00	0,70	1,22
	G2	14	1,39	36,00	10,03	25,97	140,34	147,36	150	1,12	1,00	44,71	1,22
G2	H1	10	0,39	10,03	9,03	1,00	25,44	26,71	150	0,95	1,00	0,77	1,22
	G1	9	1,00	10,03	10,99	0,96	44,89	47,13	150	1,54	1,00	7,79	1,22
G1	G1.1	24	0,45	10,99	14,04	3,05	24,26	25,48	150	0,79	1,00	0,95	1,22
	F3	4	0,55	10,99	10,51	0,49	19,02	19,97	150	1,18	1,00	1,10	1,22

Circuito "H" -0,001 0,73

H1	H1.1	14	0,26	9,03	3,03	6,00	121,99	128,09	150	0,78	1,00	1,76	1,22
	H2	5	0,13	9,03	0,01	9,02	218,08	228,98	150	0,61	1,00	0,84	1,22
H3	H3.1	12	0,22	2,98	2,15	0,84	10,51	11,04	150	0,66	1,00	0,11	1,22
	H2	1	0,15	2,98	0,01	2,98	45,49	47,77	150	0,60	1,00	0,24	1,22
H2	H2.1	15	0,28	0,01	0,02	0,02	5,57	5,85	150	1,43	1,00	0,09	1,22

931 0,767

TOTAL	4137,91
--------------	----------------

G3	G2	1,00	1,22	147,36	150	-1,39	-17,1	12,3	0,4	-1,0	-8,6	9,0	0,1	-0,9	-7,1	8,2	0,0	-0,9	-17,1	67,11	57,07	
G2	G1	1,00	1,22	47,13	150	-1,00	-3,0	3,0	0,7	-0,3	-0,4	1,1	0,0	-0,3	-0,3	1,1	0,0	-0,3	-3,0	70,09	59,09	
G1	F3	1,00	1,22	19,97	150	-0,55	-0,4	0,8	0,7	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1	-0,4	52,64	42,14	
F3	F4	1,00	1,22	52,82	150	0,76	2,0	2,6	0,2	1,0	3,3	3,3	0,1	1,1	3,9	3,6	0,0	1,1	2,0	50,63	40,12	
F4	A7	1,00	1,22	29,39	150	1,10	2,2	2,0	0,2	1,3	3,2	2,4	0,1	1,4	3,6	2,5	0,0	1,4	2,2	48,42	31,40	
A7	A6	2,00	2,20	10,94	150	2,47	0,2	0,1	0,0	2,5	0,2	0,1	0,1	2,6	0,2	0,1	0,0	2,7	0,2	48,22	24,75	
A6	A5	3,00	3,24	54,79	150	2,92	0,2	0,1	0,0	2,9	0,2	0,1	0,1	3,1	0,2	0,1	0,0	3,1	0,2	48,00	24,92	
A5	A4	3,00	3,24	71,84	150	3,35	0,4	0,1	0,0	3,4	0,4	0,1	0,1	3,5	0,4	0,1	0,0	3,5	0,4	47,65	23,61	
SUMATORIA							-17,9	22,3	0,4		-3,0	17,4	0,1		-0,3	16,9	0,0					

311,061

Tramo H	∅	Diámetro (pulg)	Longitud (m)	C PVC	Caudal (l/s)	Hf 1 (m)	Hf 1/Q	Δ1	Q1 Q+Δ1	Hf 2 (m)	Hf 2 /Q1	Δ2	Q2 Q1+Δ2	Hf 3 (m)	Hf 3/Q2	Δ3	Q3 Q2+Δ3	Hf 4	Cota Piezometr	Presión de servicio				
G2	H1	1,00	1,22	26,71	150	-0,39	-0,29	0,75	-0,25	-0,64	-0,75	1,16	0,09	-0,56	-0,57	1,02	0,01	-0,54	-0,29	44,45	35,42			
H1	H2	1,00	1,22	228,98	150	-0,13	-0,32	2,51	-0,25	-0,38	-2,44	6,37	0,09	-0,29	-1,50	5,10	0,01	-0,28	-0,32	44,77	44,76			
H2	H3	1,00	1,22	47,77	150	0,15	0,09	0,60	-0,25	-0,10	-0,04	0,43	0,09	-0,02	0,00	0,08	0,01	0,00	0,09	44,68	44,67			
H3	F1	1,00	1,22	145,09	150	0,38	1,49	3,97	-0,25	0,12	0,19	1,52	0,09	0,21	0,51	2,42	0,01	0,22	1,49	50,10	47,12			
F1	F2	1,00	1,22	56,04	150	0,46	0,83	1,81	-0,45	0,01	0,00	0,08	0,08	0,09	0,04	0,47	0,02	0,11	0,83	49,27	40,25			
F2	F3	1,00	1,22	16,38	150	1,32	1,72	1,30	-0,45	0,87	0,80	0,92	0,08	0,95	0,95	0,99	0,02	0,97	1,72	47,55	37,88			
F3	G1	1,00	1,22	19,97	150	0,55	0,42	0,76	-0,69	-0,13	-0,03	0,23	0,00	-0,14	-0,03	0,23	0,00	-0,13	0,42	47,13	36,63			
G1	G2	1,00	1,22	47,13	150	1,00	2,98	2,97	-0,69	0,32	0,35	1,11	0,00	0,31	0,34	1,10	0,00	0,32	2,98	44,15	33,16			
SUMATORIA							6,92	14,69	-0,25		-1,92	11,81	0,09		-0,27	11,42	0,01							

CIRCUITO ABASTECIDO POR EL TANQUE VISTA HERMOSA

TRAMO		No. Casas	Q (l/s)	COTA TERRENO (m)		Dif. Cotas	Long. (m)	Longitud *5% (m)	C	Diámetros a utilizar (pulg)		Hf ϕ	ϕ Interno
E	P.O.			Inicial	Final					d	ϕ		
Circuito "P"		0,00											
JO	J1		1,46	117,13	102,15	14,98	108,70	114,13	150	1,21	1,00	37,53	1,22
J1	J1.1	7,00	0,13	102,15	118,10	15,95	35,69	37,47	150	0,38	1,00	0,14	1,22
	J2		1,32	102,15	89,08	13,07	28,17	29,58	150	0,91	0,75	33,14	0,95
J2	J2.1	16,00	0,30	89,08	77,95	11,14	47,02	49,37	150	0,59	1,00	0,88	1,22
	J3		0,50	89,08	59,31	29,78	124,06	130,27	150	0,72	0,75	24,11	0,95
	J4		0,52	89,08	43,84	45,25	108,20	113,61	150	0,65	0,75	22,89	0,95
J4	4,1	9,00	0,17	43,84	34,10	9,74	23,12	24,28	150	0,42	1,00	0,15	1,22
	K1		0,61	43,84	42,82	1,02	33,70	35,38	150	1,19	0,75	9,48	0,95
J0	K3		1,46	117,13	61,53	55,60	139,30	146,27	150	0,97	1,00	48,10	1,22
K3	K4		0,73	61,53	57,91	3,62	21,13	22,18	152	0,88	0,75	8,02	0,95
	K2		0,73	61,53	45,01	16,52	78,50	82,43	151	0,85	0,75	30,15	0,95
K2	K2.1	12,00	0,23	45,01	39,01	5,99	15,29	16,06	150	0,48	1,00	0,17	1,22
	K1		0,50	45,01	42,82	2,19	19,70	20,69	151	0,84	0,75	3,82	0,95
K1	K1.1	14,00	0,26	42,82	51,87	9,04	27,46	28,83	150	0,53	1,00	0,40	1,22
	K10		0,85	42,82	32,16	10,66	32,14	33,74	150	0,82	0,75	16,68	0,95
Circuito "J"		0,00	1,09										
J3	J3.1	13,00	0,24	59,31	64,78	5,48	32,67	34,30	150	0,59	1,00	0,41	1,22
	J4		0,26	59,31	43,84	15,47	108,94	114,38	150	0,62	0,75	6,14	0,97
Circuito "K"		0,00	0,24										
K4	K4.1	10,00	0,19	57,91	66,90	8,99	34,48	36,20	150	0,49	1,00	0,27	1,22
	K5		0,54	57,91	43,97	13,94	67,82	71,21	150	0,76	0,75	15,19	0,95
K5	L1		0,27	43,97	42,05	1,92	41,28	43,34	150	0,80	0,75	2,56	0,95
	K6		0,27	43,97	29,17	14,79	62,86	66,00	150	0,57	0,75	3,90	0,95
K6	K6.1	10,00	0,19	29,17	24,09	5,08	59,12	62,08	150	0,61	1,00	0,46	1,22
	K7		0,08	29,17	20,71	8,46	30,52	32,05	151	0,35	0,75	0,21	0,95
K10	N2		0,28	32,16	25,03	7,12	25,06	26,32	150	0,56	0,75	1,70	0,95
	K9		0,57	32,16	28,03	4,13	21,03	22,08	150	0,78	0,75	5,16	0,95
K9	M1		0,28	28,03	20,50	7,52	38,70	40,63	150	0,60	0,75	2,63	0,95
	K8		0,28	28,03	27,95	0,08	50,95	53,50	150	1,63	0,75	3,47	0,95
K8	K8.1	10,00	0,19	27,95	19,01	8,94	20,88	21,92	150	0,44	1,00	0,16	1,22
	K7		0,10	27,95	20,71	7,23	71,54	75,11	150	0,46	0,75	0,66	0,95
K7	L3		0,18	20,71	19,57	1,15	11,48	12,05	150	0,58	0,75	0,33	0,95

Circuito "L"		0,00	0,56										
L1	L1.1	10,00	0,19	42,05	34,55	7,50	30,87	32,41	150	0,49	1,00	0,24	1,22
	L2		0,08	42,05	11,80	30,25	234,07	245,77	150	0,41	0,75	1,62	0,95
L2	L2.1	11,00	0,21	11,80	9,01	2,79	41,23	43,29	150	0,67	1,00	0,38	1,22
L3	L2		0,12	19,57	11,80	7,77	46,18	48,48	150	0,45	0,75	0,68	0,95
Circuito "M"		0,00	0,39										
M1	M1.1	13,00	0,24	20,50	22,93	2,43	19,79	20,78	150	0,63	1,00	0,25	1,22
	M2		0,04	20,50	13,08	7,43	20,25	21,27	150	0,25	0,75	0,04	0,95
L3	M2		0,05	19,57	13,08	6,49	85,27	89,53	150	0,39	0,75	0,27	0,95
M2	N1		0,09	13,08	13,02	0,06	12,82	13,46	151	0,85	0,75	0,11	0,95
Circuito "N"		0,00	0,24										
N2	N2.1	10,00	0,19	25,03	26,10	1,07	29,00	30,45	150	0,73	1,00	0,23	1,22
	N1		0,10	25,03	13,02	12,02	90,12	94,63	150	0,43	0,75	0,83	0,95
N1	N1.1	10,00	0,19	13,02	13,00	0,02	30,97	32,52	150	1,73	1,50	0,03	1,76
		155,00	0,38										

TOTAL	2268,05
--------------	---------

Apéndice 2: **Apéndice Memoria de cálculo del sistema del alcantarillado sanitario para el caserío Xepec, Santa Catarina Palopó**

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Apéndice 3. **Precios unitarios del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el casco urbano de Santa Catarina Palopó**

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Abastecimiento de agua potable, casco urbano Santa Catarina Palopó	FECHA OFERTA:	Diciembre 02, 2019	
UBICACIÓN:	Casco urbano, Santa Catarina Palopó			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Chapeo y limpieza	m2	1	Q 36,22	Q 36,22
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Materiales y herramientas	m2	1	Q 10,00	Q 10,00
Total de materiales con IVA				Q 10,00
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 8,93
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Mano de obra chapeo y limpieza	m2	1	Q 7,00	Q 7,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 7,00
			AYUDANTE	43% Q 3,00
			PRESTACIONES	85% Q 5,95
TOTAL MANO DE OBRA				Q 15,95
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 24,88
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				30% Q 7,46
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 32,34
IVA				12% Q 3,88
TOTAL				Q 36,22

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Nivelación manual	m2	1	Q 39,54	Q 39,54
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Herramientas de nivelación	m2	1	Q 10,00	Q 10,00
Total de materiales con IVA				Q 10,00
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 8,93
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Albañiles	m2	1	Q 8,00	Q 8,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 8,00
			AYUDANTE	43% Q 3,43
			PRESTACIONES	85% Q 6,80
TOTAL MANO DE OBRA				Q 18,23
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros):				Q 27,16
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				30% Q 8,15
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 35,30
IVA				12% Q 4,24
TOTAL				Q 39,54

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Trazo y replanteo	m.l.	1	Q 5,48	Q 5,48
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Material para trazo y estaqueado	m.l.	1	Q 1,66	Q 1,66
Total de materiales con IVA				Q 1,66
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 1,48
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Mano de obra trazo y estaqueado	m.l.	1	Q 1,00	Q 1,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 1,00
		AYUDANTE	43%	Q 0,43
		PRESTACIONES	85%	Q 0,85
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,28
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros)				Q 3,76
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):			30%	Q 1,13
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 4,89
IVA			12%	Q 0,59
TOTAL				Q 5,48

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Línea de conducción Vista Hermosa	m.l.	1	Q 77,96	Q 77,96	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Tubería PVC de 1"	TUBO	0,1450	Q 53,20	Q 7,71	
Codo de 45° PVC 1" campana	UNIDAD	0,0022	Q 6,60	Q 0,01	
Tubería PVC de 1 1/4"	TUBO	0,0223	Q 103,80	Q 2,32	
Codo de 45° PVC 1 1/4" campana	UNIDAD	0,0067	Q 8,80	Q 0,06	
Válvula de compuerta 1"	UNIDAD	0,0022	Q 120,00	Q 0,27	
Válvula de compuerta 1 1/4"	UNIDAD	0,0022	Q 150,00	Q 0,33	
Pegamento	GALON	0,0004	Q 475,00	Q 0,17	
Total de materiales con IVA				Q 10,87	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 9,71	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavación	M3	0,0667	Q 105,25	Q 7,02	
Instalación de tubería PVC 1"	M.L.	0,8676	Q 3,00	Q 2,60	
Instalación de tubería PVC 1 1/4"	M.L.	0,1338	Q 3,25	Q 0,43	
Instalaciones de válvulas	UNIDAD	0,0045	Q 20,00	Q 0,09	
Acarreo de tubería	Global	0,0022	Q 300,00	Q 0,67	
Relleno y compactación de zanja	M3	0,0667	Q 126,38	Q 8,43	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 19,24	
			AYUDANTE	43%	Q 8,24
			PRESTACIONES	85%	Q 16,35
TOTAL MANO DE OBRA				Q 43,84	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot				Q 53,54	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				30%	Q 16,06
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 69,61	
IVA				12%	Q 8,35
TOTAL				Q 77,96	

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Línea de conducción Cuaquixaché	m.l.	1	Q 69,76	Q 69,76
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC de 3/4"	TUBO	0,0058	Q 42,40	Q 0,25
Tubería PVC de 1"	TUBO	0,1611	Q 53,20	Q 8,57
Codo de 90° PVC 1" campana	UNIDAD	0,0035	Q 5,50	Q 0,02
Codo de 45° PVC 1" campana	UNIDAD	0,0093	Q 6,60	Q 0,06
Válvula de compuerta 1"	UNIDAD	0,0012	Q 120,00	Q 0,14
Válvula de compuerta 3/4"	UNIDAD	0,0012	Q 80,00	Q 0,09
Pegamento	GALON	0,0007	Q 475,00	Q 0,33
Total de materiales con IVA				Q 9,47
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 8,45
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación	M3	0,06	Q 105,25	Q 6,31
Instalación de tubería PVC 1"	M.L.	0,966713757	Q 3,00	Q 2,90
Instalación de tubería PVC 3/4"	M.L.	0,035025861	Q 3,50	Q 0,12
Instalaciones de válvulas	UNIDAD	0,002335057	Q 20,00	Q 0,05
Acarreo de tubería	GLOBAL	0,001167529	Q 300,00	Q 0,35
Relleno y compactación de zanja	M3	0,06	Q 126,38	Q 7,58
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 17,32
		AYUDANTE	43%	Q 7,42
		PRESTACIONES	85%	Q 14,72
TOTAL MANO DE OBRA				Q 39,46
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot				Q 47,91
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				30% Q 14,37
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 62,28
IVA				12% Q 7,47
TOTAL				Q 69,76

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Ramal Abierto Cuaquixaché	m.l.	1	Q 67,90	Q 67,90	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Tubería PVC de 1"	TUBO	0,0790	Q 53,20	Q 4,20	
Codo de 90° PVC 1" campana	UNIDAD	0,0031	Q 5,50	Q 0,02	
Codo de 45° PVC 1" campana	UNIDAD	0,0043	Q 6,60	Q 0,03	
TEE PVC 1" campana	UNIDAD	0,0019	Q 5,50	Q 0,01	
Tubería PVC de 1 1/2"	TUBO	0,0364	Q 94,20	Q 3,43	
Codo de 90° PVC 1 1/2" campana	UNIDAD	0,0043	Q 7,70	Q 0,03	
TEE PVC 1 1/2" campana	UNIDAD	0,0006	Q 15,20	Q 0,01	
Tubería PVC de 2 1/2"	TUBO	0,0549	Q 210,00	Q 11,54	
Codo de 90° PVC 2 1/2" campana	UNIDAD	0,0031	Q 60,50	Q 0,19	
Codo de 45° PVC 2 1/2" campana	UNIDAD	0,0031	Q 57,90	Q 0,18	
TEE PVC 2 1/2" campana	TUBO	0,0012	Q 56,10	Q 0,07	
Válvula de compuerta 1"	UNIDAD	0,0049	Q 120,00	Q 0,59	
Válvula de aire	UNIDAD	0,0019	Q 74,00	Q 0,14	
Válvula de limpieza	UNIDAD	0,0025	Q 120,00	Q 0,30	
Pegamento	GALON	0,0012	Q 475,00	Q 0,59	
Total de materiales con IVA				Q 21,32	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 19,03	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavación	m3	0,0258	Q 105,25	Q 2,71	
Instalación de tubería PVC 1"	m.l.	0,4522	Q 3,00	Q 1,36	
Instalación de tubería PVC 1 1/2"	m.l.	0,2182	Q 3,50	Q 0,76	
Instalación de tubería PVC 2 1/2"	m.l.	0,3296	Q 4,25	Q 1,40	
Acabados en instalaciones	m.l.	1,0000	Q 5,00	Q 5,00	
Relleno y compactación de zanja	m3	0,0258	Q 126,38	Q 3,26	
Acarreo de tubería	Tubo	0,1667	Q 2,00	Q 0,33	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 12,11	
			AYUDANTE	43%	Q 5,19
			PRESTACIONES	85%	Q 10,30
TOTAL MANO DE OBRA				Q 27,60	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot				Q 46,63	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				30%	Q 13,99
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 60,63	
IVA				12%	Q 7,28
TOTAL				Q 67,90	

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Caja rompedpresión Cuaquixaché 1.20x1.20x1.00 m	UNIDAD	1	Q 2 058,95	Q 2 058,95
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	SACO	4	Q 76,63	Q 306,52
Arena	M3	0,2	Q 117,51	Q 23,50
Piedrín	M3	0,1	Q 207,54	Q 20,75
Hierro No. 3	VARILLA	6	Q 22,00	Q 132,00
Block	UNIDAD	33	Q 3,75	Q 123,75
Tapa metálica Sanitaria	UNIDAD	1	Q 375,00	Q 375,00
Tubo de ventilación de 1"	UNIDAD	1	Q 65,60	Q 65,60
Válvula de control de 3/4"	UNIDAD	1	Q 80,00	Q 80,00
Total de materiales con IVA				Q 1 127,13
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 1 006,36
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Fundicion de pines	M.L.	4	Q 4,30	Q 17,20
Acarreo de material	M3	1	Q 85,50	Q 85,50
Levantado de block	m2	1,5	Q 37,50	Q 56,25
Instalación tubería	Global	1	Q 20,00	Q 20,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 178,95
		AYUDANTE	43%	Q 76,69
		PRESTACIONES	85%	Q 152,11
TOTAL MANO DE OBRA				Q 407,75
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot				Q 1 414,11
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				30% Q 424,23
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 1 838,35
IVA				12% Q 220,60
TOTAL				Q 2 058,95

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Circuito Principal	m.l.	1	Q 49,96	Q 49,96
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC de 1"	TUBO	0,1286	Q 53,20	Q 6,84
Codo de 90° PVC 1" campana	UNIDAD	0,0089	Q 5,50	Q 0,05
Codo de 45° PVC 1" campana	UNIDAD	0,0111	Q 6,60	Q 0,07
TEE PVC 1" campana	UNIDAD	0,0070	Q 5,50	Q 0,04
Tubería PVC de 1 1/4"	TUBO	0,0150	Q 103,80	Q 1,56
Codo de 90° PVC 1 1/4" campana	UNIDAD	0,0002	Q 7,00	Q 0,00
Codo de 45° PVC 1 1/4" campana	UNIDAD	0,0010	Q 8,80	Q 0,01
TEE PVC 1 1/4" campana	UNIDAD	0,0002	Q 30,80	Q 0,01
CRUZ PVC de 1 1/4"	UNIDAD	0,0002	Q 31,70	Q 0,01
Tubería PVC de 2"	TUBO	0,0082	Q 208,80	Q 1,72
Codo de 90° PVC 2" campana	UNIDAD	0,0005	Q 12,00	Q 0,01
Codo de 45° PVC 2" campana	UNIDAD	0,0007	Q 13,50	Q 0,01
TEE PVC 2" campana	UNIDAD	0,0012	Q 47,00	Q 0,06
Tubería PVC de 2 1/2"	TUBO	0,0077	Q 210,00	Q 1,62
Codo de 90° PVC 2 1/2" campana	UNIDAD	0,0019	Q 60,50	Q 0,12
Codo de 45° PVC 2 1/2" campana	UNIDAD	0,0007	Q 57,90	Q 0,04
TEE PVC 2 1/2" campana	UNIDAD	0,0007	Q 56,10	Q 0,04
Tubería PVC de 3"	TUBO	0,0053	Q 462,30	Q 2,46
Codo de 90° PVC 3" campana	UNIDAD	0,0007	Q 60,00	Q 0,04
TEE PVC 3" campana	UNIDAD	0,0002	Q 68,50	Q 0,02
Tubería PVC 4"	UNIDAD	0,0027	Q 113,80	Q 0,30
TEE PVC 4" campana	UNIDAD	0,0002	Q 60,00	Q 0,01
Válvula de compuerta 1"	UNIDAD	0,0031	Q 120,00	Q 0,38
Válvula de aire	UNIDAD	0,0039	Q 74,00	Q 0,29
Válvula de limpieza	UNIDAD	0,0051	Q 120,00	Q 0,61
Pegamento	GALON	0,0007	Q 475,00	Q 0,34
Total de materiales con IVA				Q 16,64
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 14,86

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Instalación de tubería PVC 1"	m.l.	0,7709	Q 3,00	Q 2,31
Instalación de tubería PVC 1 1/4"	m.l.	0,0887	Q 3,25	Q 0,29
Instalación de tubería PVC 2"	m.l.	0,0495	Q 4,00	Q 0,20
Instalación de tubería PVC 2 1/2"	m.l.	0,0457	Q 4,25	Q 0,19
Instalación de tubería PVC 3"	m.l.	0,0306	Q 4,50	Q 0,14
Instalación de tubería PVC 4"	m.l.	0,0146	Q 5,00	Q 0,07
Acabados en instalaciones	m.l.	1,0000	Q 5,00	Q 5,00
Acarreo de tubería	tubo	0,1667	Q 2,00	Q 0,33
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 8,54
		AYUDANTE	43%	Q 3,66
		PRESTACIONES	85%	Q 7,26
TOTAL MANO DE OBRA				Q 19,45
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + otros)				Q 34,31
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):			30%	Q 10,29
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 44,61
IVA			12%	Q 5,35
TOTAL				Q 49,96

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Circuito Vista Hermosa	m.l.	1	Q 49,34	Q 49,34	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Tubería PVC de 3/4"	TUBO	0,1129	Q 42,40	Q 4,79	
Codo de 90° PVC 3/4" campana	UNIDAD	0,0128	Q 2,50	Q 0,03	
Codo de 45° PVC 3/4" campana	UNIDAD	0,0106	Q 5,10	Q 0,05	
TEE PVC 3/4" campana	UNIDAD	0,0071	Q 3,00	Q 0,02	
CRUZ PVC de 3/4"	UNIDAD	0,0013	Q 24,20	Q 0,03	
Tubería PVC de 1"	TUBO	0,0511	Q 53,20	Q 2,72	
Codo de 90° PVC 1" campana	UNIDAD	0,0022	Q 5,50	Q 0,01	
Codo de 45° PVC 1" campana	UNIDAD	0,0009	Q 6,60	Q 0,01	
TEE PVC 1" campana	UNIDAD	0,0013	Q 5,50	Q 0,01	
Tubería PVC de 1 1/2"	TUBO	0,0026	Q 94,20	Q 0,25	
TEE PVC 1 1/2" campana	UNIDAD	0,0009	Q 15,20	Q 0,01	
Válvula de compuerta 1/2"	UNIDAD	0,0048	Q 60,00	Q 0,29	
Válvula de aire	UNIDAD	0,0062	Q 74,00	Q 0,46	
Válvula de limpieza	UNIDAD	0,0093	Q 120,00	Q 1,11	
Pegamento	GALON	0,0004	Q 475,00	Q 0,21	
Total de materiales con IVA				Q 10,00	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 8,93	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavación	M3	0,018	Q 105,25	Q 1,89	
Instalación de tubería PVC 3/4"	M.L.	0,678	Q 3,50	Q 2,37	
Instalación de tubería PVC 1"	M.L.	0,308	Q 3,00	Q 0,92	
Instalación de tubería PVC 1 1/2"	M.L.	0,014	Q 3,50	Q 0,05	
Acabados en instalaciones	M.L.	1,000	Q 5,00	Q 5,00	
Acarreo de tubería	tubo	0,167	Q 2,00	Q 0,33	
Relleno y compactación de zanja	M3	0,018	Q 126,38	Q 2,27	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 10,95	
			AYUDANTE	43%	Q 4,69
			PRESTACIONES	85%	Q 9,31
TOTAL MANO DE OBRA				Q 24,96	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot				Q 33,89	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				30%	Q 10,17
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 44,05	
IVA				12%	Q 5,29
TOTAL				Q 49,34	

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Bordillo de concreto	m.l	1	Q 107,31	Q 107,31
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	0,049	Q 76,63	Q 3,79
Arena	m3	0,005	Q 117,51	Q 0,59
Piedrín	m3	0,010	Q 207,54	Q 2,08
Madera pino curado 1"x4"x3.28'	pie tablar	0,182	Q 8,00	Q 1,46
Total de materiales con IVA				Q 7,91
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 7,06
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Formaleta	m.l.	1	Q 8,00	Q 8,00
Fundición de bordillo 0.15x0.15xL	m.l.	1	Q 16,00	Q 16,00
Acarreo de cemento	Saco	0,049	Q 11,00	Q 0,54
Acarreo de arena	m3	0,005	Q 51,00	Q 0,26
Acarreo de piedrín	m3	0,010	Q 45,00	Q 0,45
Desencofrado	m.l.	1	Q 4,00	Q 4,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 29,25
			AYUDANTE 43%	Q 12,54
			PRESTACIONES 85%	Q 24,86
TOTAL MANO DE OBRA				Q 66,64
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot				Q 73,70
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):			30%	Q 22,11
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 95,82
IVA			12%	Q 11,50
TOTAL				Q 107,31

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
CAJA DE VÁLVULA DE COMPUERTA 1.00x1.00x.40 m	UNIDAD	1	Q 1 446,93	Q 1 446,93	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Cemento	Saco	1,94	Q 76,63	Q 148,93	
Arena	m3	0,13	Q 117,51	Q 15,53	
Piedrín	m3	0,20	Q 207,54	Q 41,14	
Hierro No. 3	Varilla	2	Q 22,00	Q 44,00	
Block	unidad	18	Q 3,75	Q 67,50	
Tapa metálica Sanitaria	unidad	1	Q 135,00	Q 135,00	
Tubo de ventilación de 1"	unidad	1	Q 65,60	Q 65,60	
Válvula de control de 3/4"	unidad	1	Q 80,00	Q 80,00	
Madera pino curado 1"x4"10'	pie tablar	0,587	Q 8,00	Q 4,69	
Total de materiales con IVA				Q 602,40	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 537,86	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Formaleta	m.l.	5,600	Q 8,00	Q 44,80	
Fundición	m.l.	1,000	Q 16,00	Q 16,00	
Acarreo de cemento	Saco	1,944	Q 11,00	Q 21,38	
Acarreo de arena	m3	0,132	Q 51,00	Q 6,74	
Acarreo de piedrín	m3	0,198	Q 45,00	Q 8,92	
Acarreo de hierro	varilla	2,000	Q 2,00	Q 4,00	
Acarreo de block	unidad	18,000	Q 1,00	Q 18,00	
Levantado de block	m2	1,500	Q 37,50	Q 56,25	
Instalación tubería	Global	1,000	Q 20,00	Q 20,00	
Desencofrado	m.l.	1,000	Q 4,00	Q 4,00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 200,09	
			AYUDANTE	43%	Q 85,75
			PRESTACIONES	85%	Q 170,08
TOTAL MANO DE OBRA				Q 455,92	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot)				Q 993,77	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				30%	Q 298,13
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 1 291,91	
IVA				12%	Q 155,03
TOTAL				Q 1 446,93	

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CAJA DE VÁLVULA DE AIRE 1.00x1.00x.40 m	UNIDAD	1	Q 1 446,93	Q 1 446,93
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	Saco	1,94	Q 76,63	Q 148,93
Arena	m3	0,13	Q 117,51	Q 15,53
Piedrín	m3	0,20	Q 207,54	Q 41,14
Hierro No. 3	Varilla	2	Q 22,00	Q 44,00
Block	unidad	18	Q 3,75	Q 67,50
Tapa metálica Sanitaria	unidad	1	Q 135,00	Q 135,00
Tubo de ventilación de 1"	unidad	1	Q 65,60	Q 65,60
Válvula de control de 3/4"	unidad	1	Q 80,00	Q 80,00
Madera pino curado 1"x4"10'	pie tablar	0,587	Q 8,00	Q 4,69
Total de materiales con IVA				Q 602,40
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 537,86
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Formaleta	m.l.	5,600	Q 8,00	Q 44,80
Fundición	m.l.	1,000	Q 16,00	Q 16,00
Acarreo de cemento	Saco	1,944	Q 11,00	Q 21,38
Acarreo de arena	m3	0,132	Q 51,00	Q 6,74
Acarreo de piedrín	m3	0,198	Q 45,00	Q 8,92
Acarreo de hierro	varilla	2,000	Q 2,00	Q 4,00
Acarreo de block	unidad	18,000	Q 1,00	Q 18,00
Levantado de block	m2	1,500	Q 37,50	Q 56,25
Instalación tubería	Global	1,000	Q 20,00	Q 20,00
Desencofrado	m.l.	1,000	Q 4,00	Q 4,00
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 200,09
		AYUDANTE	43%	Q 85,75
		PRESTACIONES	85%	Q 170,08
TOTAL MANO DE OBRA				Q 455,92
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot				Q 993,77
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):			30%	Q 298,13
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 1 291,91
IVA			12%	Q 155,03
TOTAL				Q 1 446,93

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
CAJA DE VÁLVULA DE LIMPIEZA 1.00x1.00x.40 m	UNIDAD	1	Q 1 446,93	Q 1 446,93	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Cemento	Saco	1,94	Q 76,63	Q 148,93	
Arena	m3	0,13	Q 117,51	Q 15,53	
Piedrín	m3	0,20	Q 207,54	Q 41,14	
Hierro No. 3	Varilla	2	Q 22,00	Q 44,00	
Block	unidad	18	Q 3,75	Q 67,50	
Tapa metálica Sanitaria	unidad	1	Q 135,00	Q 135,00	
Tubo de ventilación de 1"	unidad	1	Q 65,60	Q 65,60	
Válvula de control de 3/4"	unidad	1	Q 80,00	Q 80,00	
Madera pino curado 1"x4"10'	pie tablar	0,587	Q 8,00	Q 4,69	
Total de materiales con IVA				Q 602,40	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 537,86	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Formaleta	m.l.	5,600	Q 8,00	Q 44,80	
Fundición	m.l.	1,000	Q 16,00	Q 16,00	
Acarreo de cemento	Saco	1,944	Q 11,00	Q 21,38	
Acarreo de arena	m3	0,132	Q 51,00	Q 6,74	
Acarreo de piedrín	m3	0,198	Q 45,00	Q 8,92	
Acarreo de hierro	varilla	2,000	Q 2,00	Q 4,00	
Acarreo de block	unidad	18,000	Q 1,00	Q 18,00	
Levantado de block	m2	1,500	Q 37,50	Q 56,25	
Instalación tubería	Global	1,000	Q 20,00	Q 20,00	
Desencofrado	m.l.	1,000	Q 4,00	Q 4,00	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 200,09	
			AYUDANTE	43%	Q 85,75
			PRESTACIONES	85%	Q 170,08
TOTAL MANO DE OBRA				Q 455,92	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot)				Q 993,77	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				30%	Q 298,13
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 1 291,91	
IVA				12%	Q 155,03
TOTAL				Q 1 446,93	

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
SUMINISTRO E INSTALACION DE CONEXIÓN DOMICILIAR	VIVIENDA	1	Q 727,93	Q 727,93
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubería PVC de 1"	TUBO	0,5	Q 53,20	Q 26,60
Codo de 90° PVC 1" campana	UNIDAD	2	Q 5,50	Q 11,00
TEE PVC 1" campana	UNIDAD	1	Q 5,50	Q 5,50
Adaptador macho de 1"	UNIDAD	2	Q 18,00	Q 36,00
Caja de registro para agua potable	UNIDAD	1	Q 65,00	Q 65,00
Llave para chorro 1/2"	UNIDAD	1	Q 50,00	Q 50,00
Válvula de paso de 1/2"	UNIDAD	1	Q 130,00	Q 130,00
Pegamento	GALON	0,03	Q 475,00	Q 14,84
Cinta teflón	UNIDAD	1	Q 5,00	Q 5,00
Total de materiales con IVA				Q 343,94
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 307,09
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Instalación de conexión domiciliar	VIVIENDA	1,00	Q 84,64	Q 84,64
				Q -
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 84,64
		AYUDANTE	43%	Q 36,27
		PRESTACIONES	85%	Q 71,94
TOTAL MANO DE OBRA				Q 192,86
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot				Q 499,95
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				30% Q 149,99
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 649,94
IVA				12% Q 77,99
TOTAL				Q 727,93

Apéndice 4. **Precios unitarios del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Xepec, Santa Catarina Palopó**

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Alcantarillado sanitario para el caserío Xepec, municipio de Santa Catarina Palopó	FECHA OFERTA:	Enero 25, 2020	
UBICACIÓN:	Santa Catarina Palopó, Sololá			
DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Trazo y replanteo topográfico	m.l.	1	Q 11,45	Q 11,45
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Madera, reglas	unidad	0,115	Q 32,00	Q 3,67
Clavo de 2 1/2" y 3"	lb	0,055	Q 3,75	Q 0,21
Pintura de aceite	galón	0,005	Q 240,00	Q 1,10
Total de materiales con IVA				Q 4,98
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 4,45
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Mano de obra trazo y replanteo	m.l.	1	Q 1,50	Q 1,50
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 1,50
		AYUDANTE	43%	Q 0,64
		PRESTACIONES	85%	Q 1,27
TOTAL MANO DE OBRA				Q 3,42
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot				Q 7,87
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):			30%	Q 2,36
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 10,23
IVA			12%	Q 1,23
TOTAL				Q 11,45

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Colector línea central	M.L.	1	Q 1 183,12	Q 1 183,12	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Tubo PVC 6" ASTM F-949 NOVAFORT	Tubo	0,1750	Q 665,30	Q 116,43	
Pegamento para PVC	Galón	0,0044	Q 475,00	Q 2,08	
Arena amarilla	M3	0,0184	Q 125,63	Q 2,31	
Pala redonda con cabo	Unidad	0,0064	Q 85,00	Q 0,55	
Piocha con mango	Unidad	0,0028	Q 110,00	Q 0,30	
Manguera de 15m x 1/2"	Unidad	0,0018	Q 199,99	Q 0,37	
Cabo para pala	Unidad	0,0064	Q 14,00	Q 0,09	
Cabo para piocha	Unidad	0,0037	Q 25,00	Q 0,09	
Barreta 1.75m x 1 plg	Unidad	0,0018	Q 259,99	Q 0,48	
Tenaza 12 plg	Unidad	0,0028	Q 64,00	Q 0,18	
Hilo de nylon #24 1/4Lb	Cono	0,0092	Q 10,00	Q 0,09	
Sierra de acero 24 dientes	Unidad	0,0230	Q 12,00	Q 0,28	
SERRUCHO LUCTADOR 18	Unidad	0,0073	Q 50,00	Q 0,37	
Cinta métrica de 8m	Unidad	0,0018	Q 100,00	Q 0,18	
Cinta métrica de 50m	Unidad	0,0009	Q 210,00	Q 0,19	
Azadón de 2 Lb	Unidad	0,0028	Q 110,00	Q 0,30	
Total de materiales con IVA				Q 124,28	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 110,97	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavación	M3	1,290000184	Q 105,25	Q 135,77	
Relleno	M3	1,26	Q 126,38	Q 159,77	
Retiro de sobrante	M3	0,03	Q 56,87	Q 1,47	
Instalación de tubería	M.L.	1	Q 10,91	Q 10,91	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 307,92	
			AYUDANTE	43%	Q 131,97
			PRESTACIONES	85%	Q 261,73
TOTAL MANO DE OBRA				Q 701,61	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot)				Q 812,58	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				30%	Q 243,77
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 1 056,35	
IVA				12%	Q 126,76
TOTAL				Q 1 183,12	

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Pozos de visita	Unidad	1	Q 5 906,69	Q 5 906,69
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Ladrillo tayuyo de 6.5x11x23 cm	Millar	0,96	Q 176,65	Q 170,34
Cemento	Saco	11,04	Q 76,63	Q 845,67
Arena	M3	0,95	Q 117,51	Q 111,21
Piedrín	M3	0,63	Q 207,54	Q 129,71
Hierro de 1/4"	Varilla	3,86	Q 11,00	Q 42,43
Hierro de 3/8"	Quintal	0,30	Q 297,73	Q 90,38
Hierro de 1/2"	Quintal	0,36	Q 295,35	Q 105,48
Alambre de amarre	Libra	3,29	Q 5,20	Q 17,09
Total de materiales con IVA				Q 2 392,31
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 2 135,99
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación	M3	2,89	Q 105,25	Q 304,02
Relleno	M3	2,83	Q 126,38	Q 357,76
Retiro de sobrante	M3	0,06	Q 56,87	Q 3,29
Levantado ladrillo	M2	17,23	Q 40,00	Q 689,27
Alisado	M2	9,40	Q 16,00	Q 150,43
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 842,99
		AYUDANTE	43%	Q 361,28
		PRESTACIONES	85%	Q 716,53
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 920,80
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot				Q 4 056,79
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):			30%	Q 1 217,04
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 5 273,83
IVA			12%	Q 632,86
TOTAL				Q 5 906,69

DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Conexiones domiciliarias	Vivienda	1	Q 4 781,46	Q 4 781,46	
MATERIAL Y HERRAMIENTA					
DESCRIPCIÓN INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Tubo PVC 4" ASTM F-949 NOVAFORT	Tubo	1,61	Q 318,00	Q 513,34	
Silleta "Y" o "T" 6" x 4"NOVAFORT	Unidad	1,00	Q 254,10	Q 254,10	
Tubo de concreto de 12" x 1"	Tubo	1,00	Q 52,69	Q 52,69	
Codo a 45° de 4" NOVAFORT	Unidad	0,57	Q 208,90	Q 119,37	
Codo a 90° de 4" NOVAFORT	Unidad	0,43	Q 254,10	Q 108,90	
Pegamento para PVC	Galón	0,06	Q 475,00	Q 27,14	
Cemento	Saco	0,97	Q 76,63	Q 74,44	
Arena	M3	0,07	Q 117,51	Q 7,82	
Piedrín	M3	0,10	Q 207,54	Q 20,75	
Hierro de 1/4"	Varilla	0,43	Q 11,00	Q 4,71	
Alambre de amarre	Libra	0,13	Q 5,20	Q 0,67	
Total de materiales con IVA				Q 1 183,95	
TOTAL DE MATERIAL SIN IVA				Q 1 057,10	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Excavación	M3	6,97	Q 105,25	Q 733,98	
Relleno	M3	6,83	Q 126,38	Q 863,71	
Retiro de sobrante	M3	0,14	Q 56,87	Q 7,93	
Instalación de tubería	M.L.	9,69	Q 10,91	Q 105,67	
SUB-TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 977,31	
			AYUDANTE	43%	Q 418,85
			PRESTACIONES	85%	Q 830,71
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2 226,88	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra + ot				Q 3 283,97	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				30%	Q 985,19
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				Q 4 269,16	
IVA			12%	Q 512,30	
TOTAL				Q 4 781,46	


Apéndice 5. **Juego de planos del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el casco urbano de Santa Catarina Palopó**

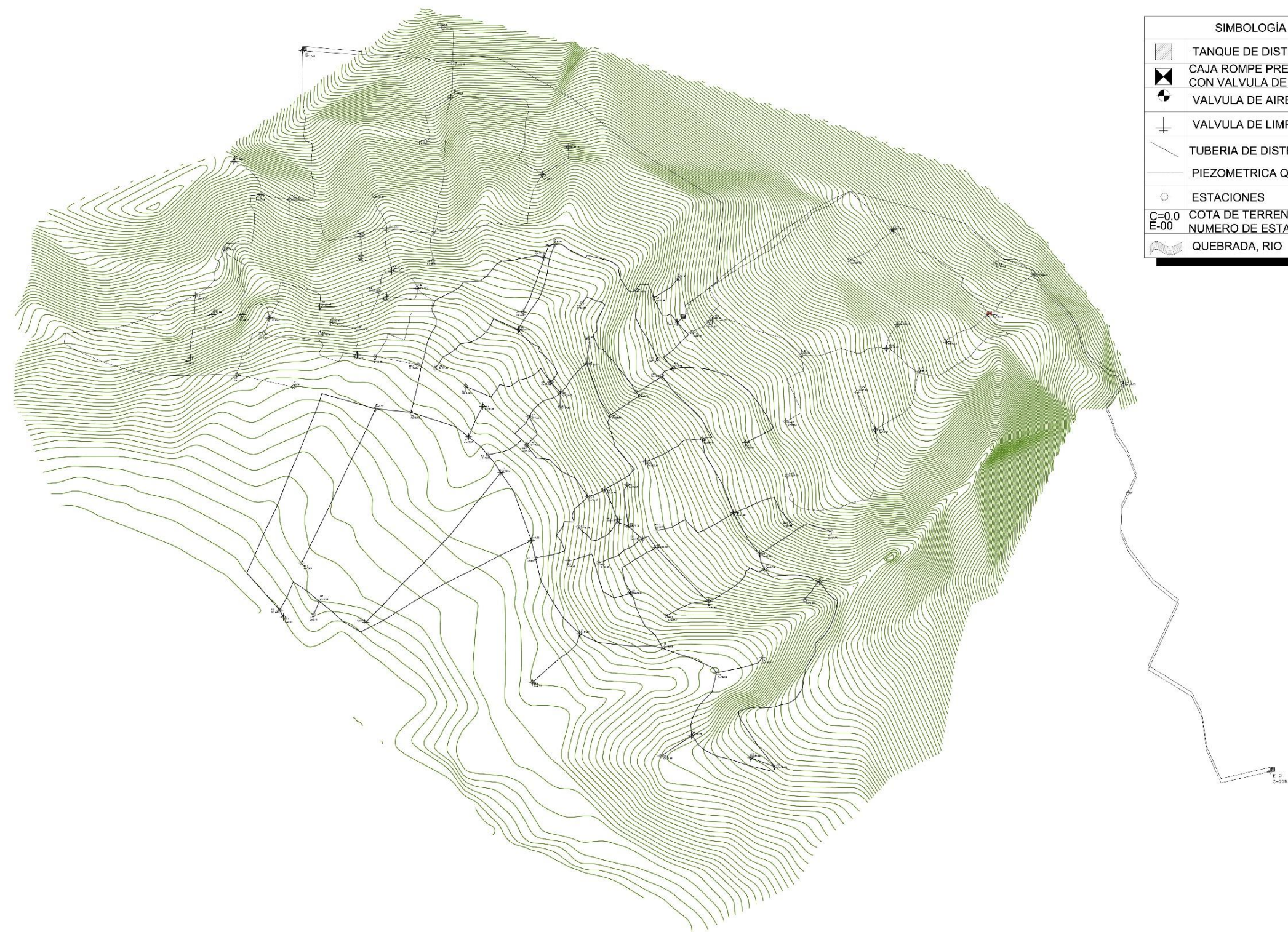
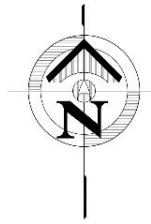
Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD Civil 3D.



PLANTA GENERAL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DEL CASCO URBANO DE SANTA CATARINA PALOPÓ

ESCALA: 1/1,250

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLA.		
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO		
REALIZADO POR: JOSÉ MEDINA - EPESISTA	FECHA: 2020	F.O.J. No. 1/8
ING. OSCAR ARGUETA - ASesor		

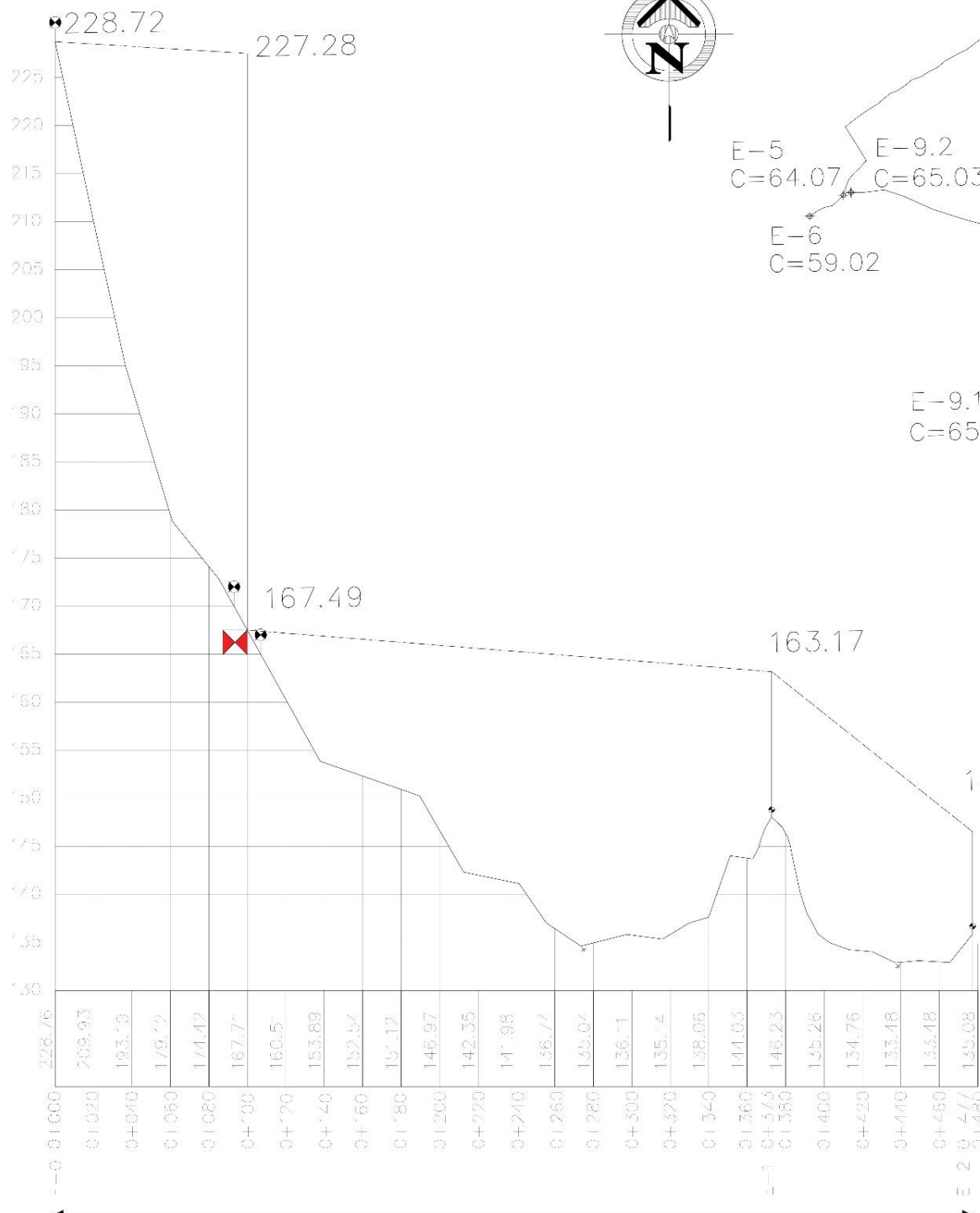


SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	C=0.0 E=00
	QUEBRADA, RIO

CURVAS DE NIVEL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD DEL CASCO URBANO DE SANTA CATARINA PALOPÓ

ESCALA: 1/1,250

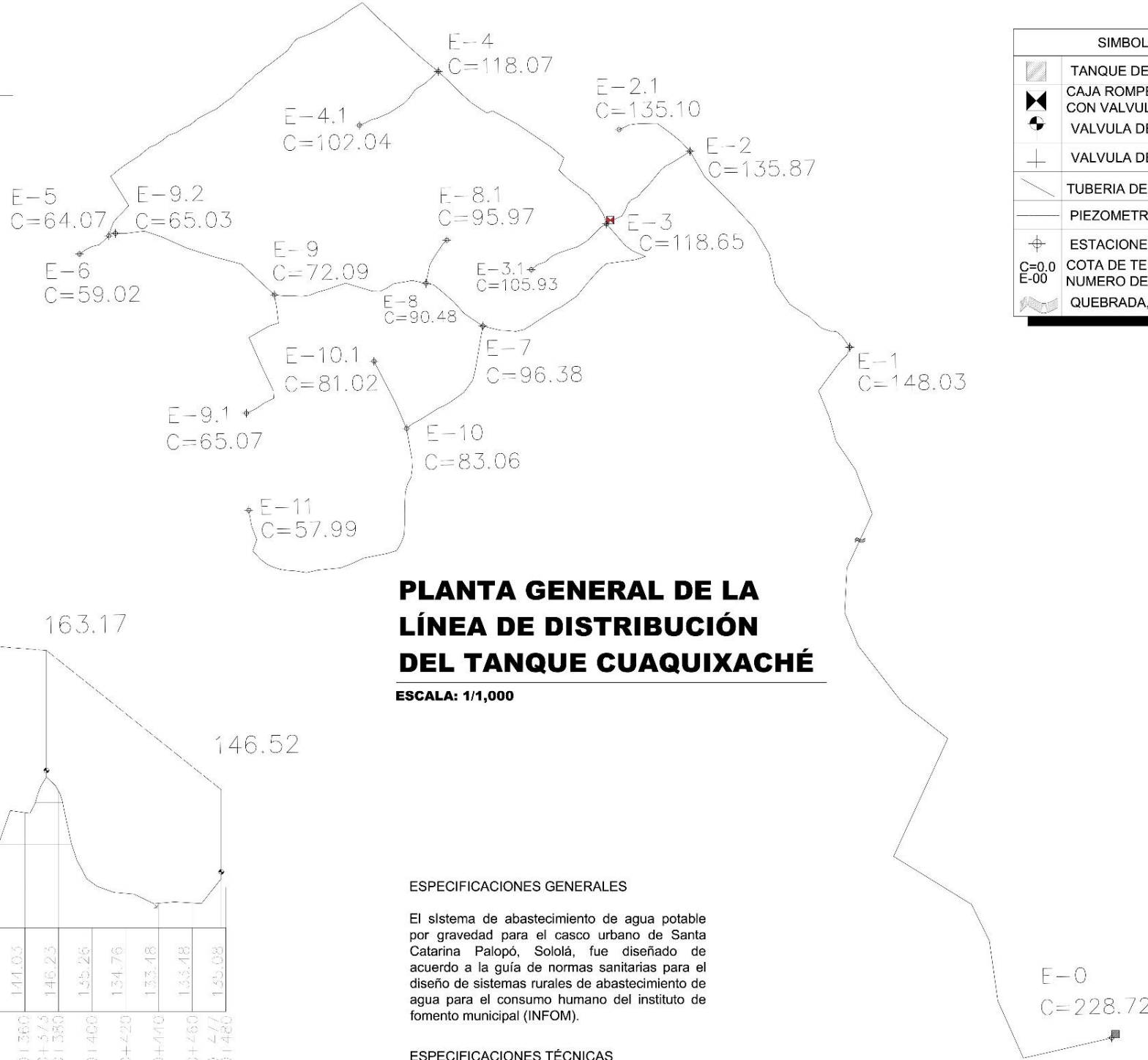
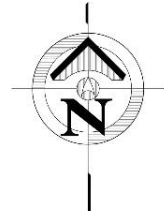
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ.		
CONTENIDO: CURVAS DE NIVEL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO		
REALIZADO POR: JOSÉ MEDINA - EPESISTA	FECHA: 2020	F.O.A. No. 2/18
ING. OSCAR ARGÜETA - ASISOR		



89 TUBOS
PVC Ø 2 1/2"
160 PSI

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN TRAMO E-0 A E-2

ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300



SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	C=0.0 COTA DE TERRENO
	E=00 NUMERO DE ESTACION
	QUEBRADA, RIO

PLANTA GENERAL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL TANQUE CUAQUIXACHÉ

ESCALA: 1/1,000

ESPECIFICACIONES GENERALES

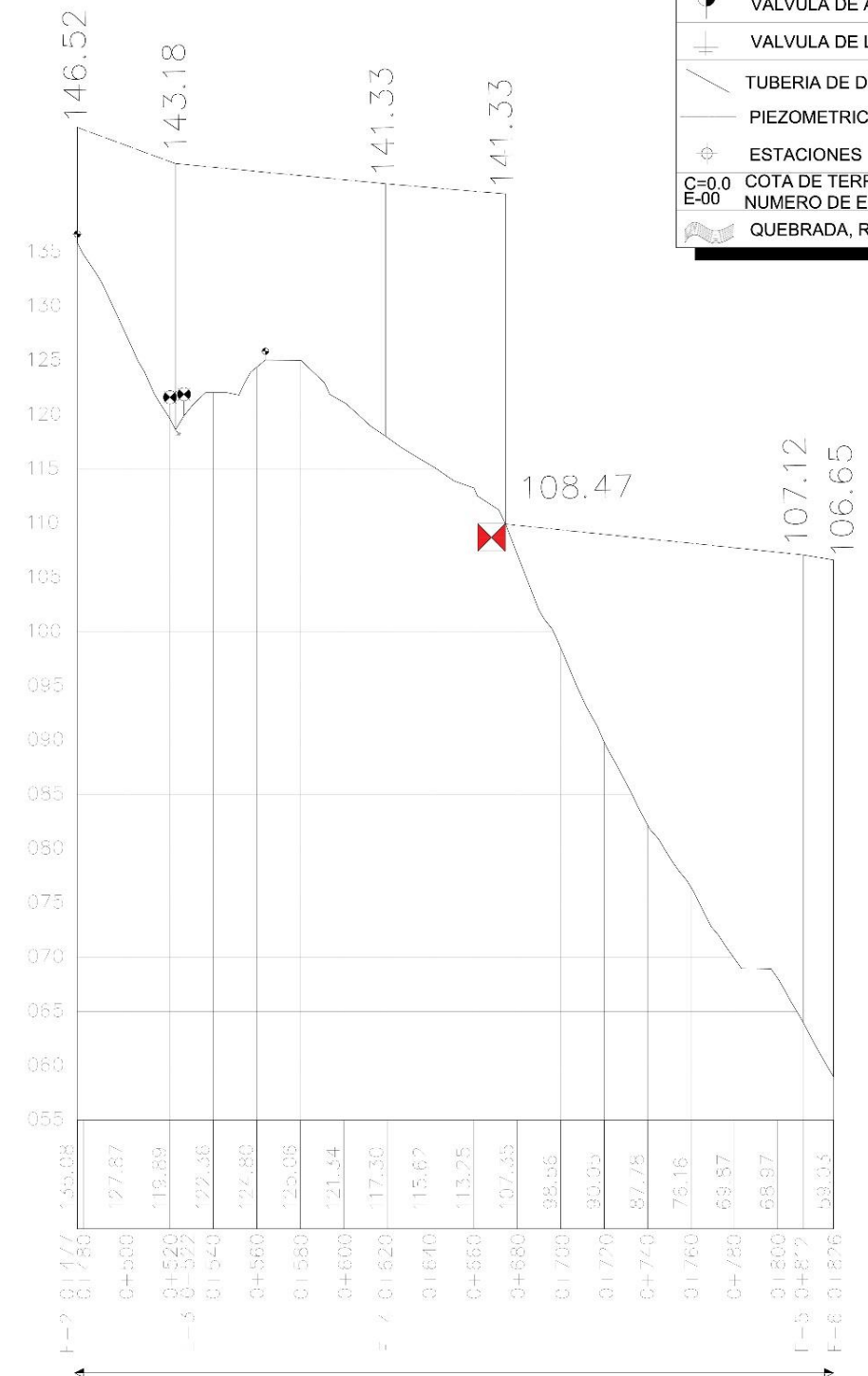
El sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el casco urbano de Santa Catarina Palopó, Sololá, fue diseñado de acuerdo a la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para el consumo humano del instituto de fomento municipal (INFOM).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. La tubería debe ser de PVC y debe cumplir con la norma ASTM D-2241, respetando los diámetros en los planos, evitando que los tubos sean golpeados y arrastrados contra el suelo, utilizando las herramientas correspondientes para su instalación.
2. Los accesorios deben ser de PVC, adecuados para cumplir su función y así mismo que cumpla con la norma ASTM D-2466, cédula 40.
3. Las válvulas deben instalarse de acuerdo a los planos, estas deben estar protegidas por medio de caja para válvulas. La ubicación de las mismas puede variar, si en campo se determina de manera técnica el cambio, siempre verificando que no afecte el funcionamiento del sistema.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ.		
CONTENIDO: PLANTA GENERAL Y PERFI DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL TRAMO E-0 A E-2 TANQUE CUAQUIXACHÉ		
REALIZADO POR: JOSÉ MEDINA EPESISTA	FECHA: 2020	F.O.A No. 3/18
ING. OSCAR ARGÜETA ASesor		

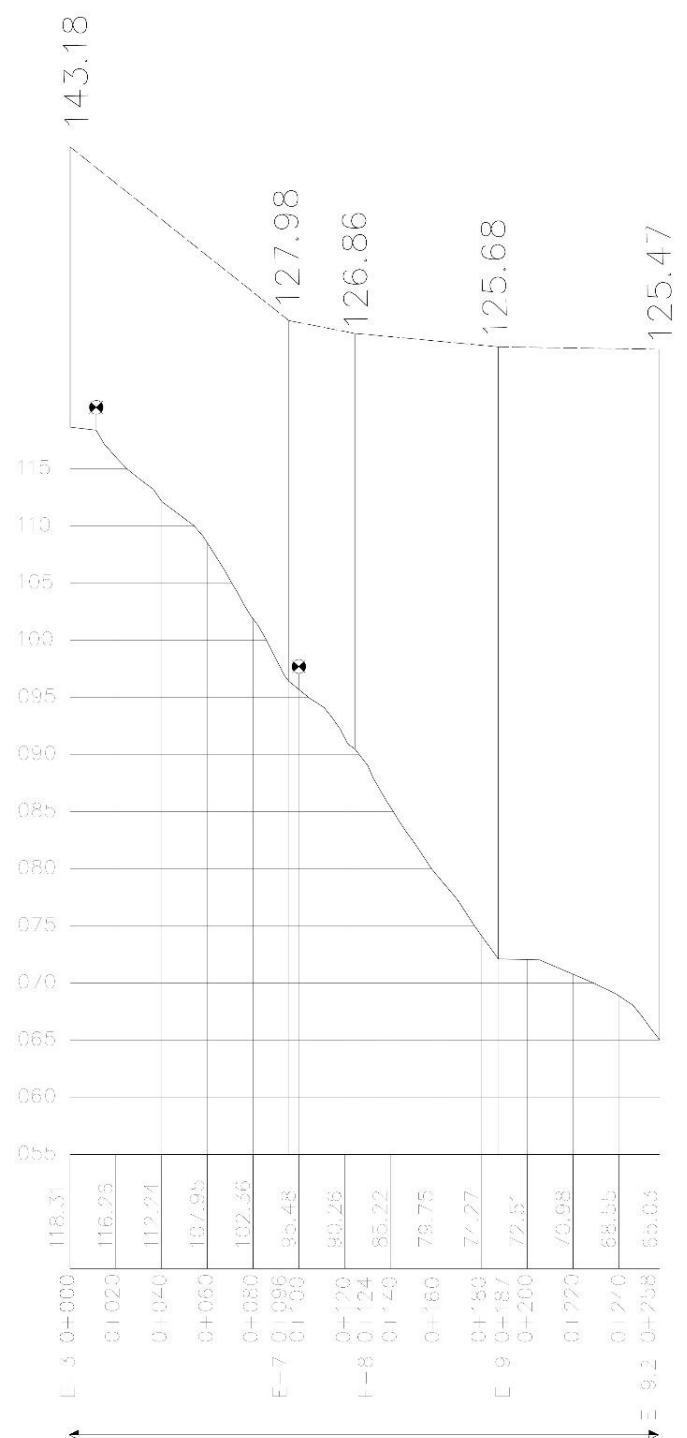
SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
C=0.0	COTA DE TERRENO
E=00	NUMERO DE ESTACION
	QUEBRADA, RIO



62 TUBOS
PVC Ø 1 1/2"
160 PSI

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN TRAMO E-2 A E-6

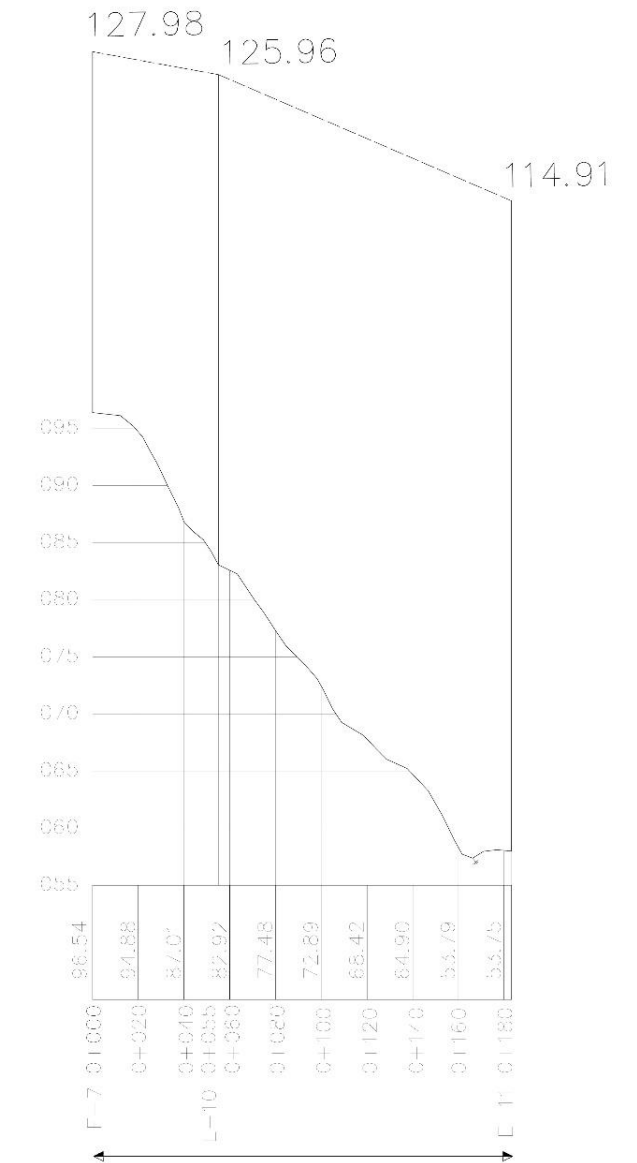
ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300



48 TUBOS
PVC Ø 1"
160 PSI

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN TRAMO E-3 A E-9.2

ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300

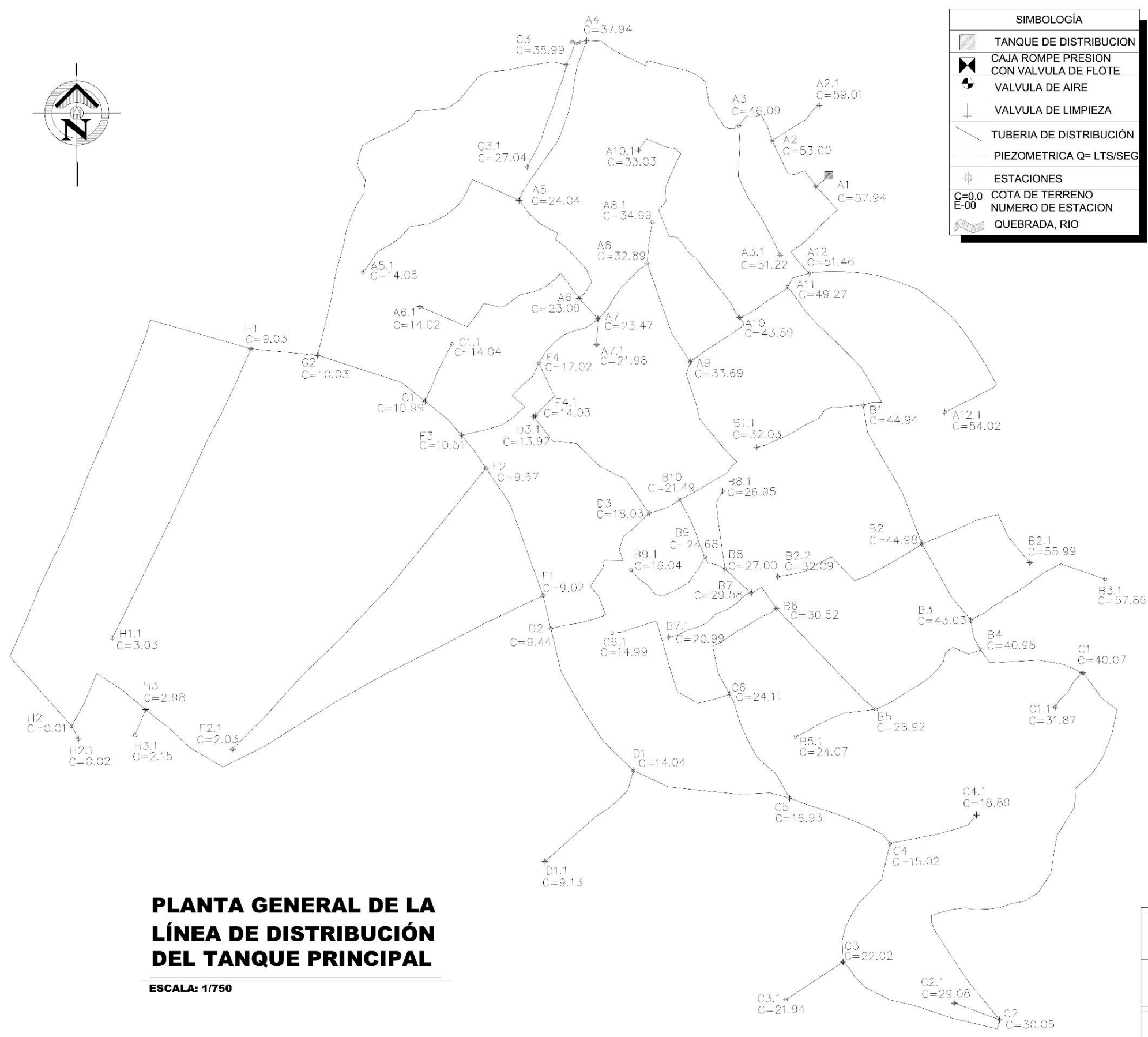
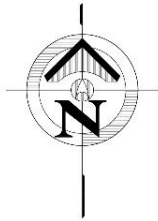


34 TUBOS
PVC Ø 1"
160 PSI

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN TRAMO E-7 A E-11

ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ.		
CONTENIDO: PERFIL DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL TRAMO E-2 A E-6, E-3 A E-9.2 Y E-7 A E-11		
REALIZADO POR: JOSÉ MEDINA - EFESISTA	FECHA: 2020	HOJA No. 4/18
ING. OSCAR ARGUETA - ASESOR		



SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	COTA DE TERRENO
	NUMERO DE ESTACION
	QUEBRADA, RIO

ESPECIFICACIONES GENERALES

El sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el casco urbano de Santa Catarina Palopó, Sololá, fue diseñado de acuerdo a la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para el consumo humano del instituto de fomento municipal (INFOM).

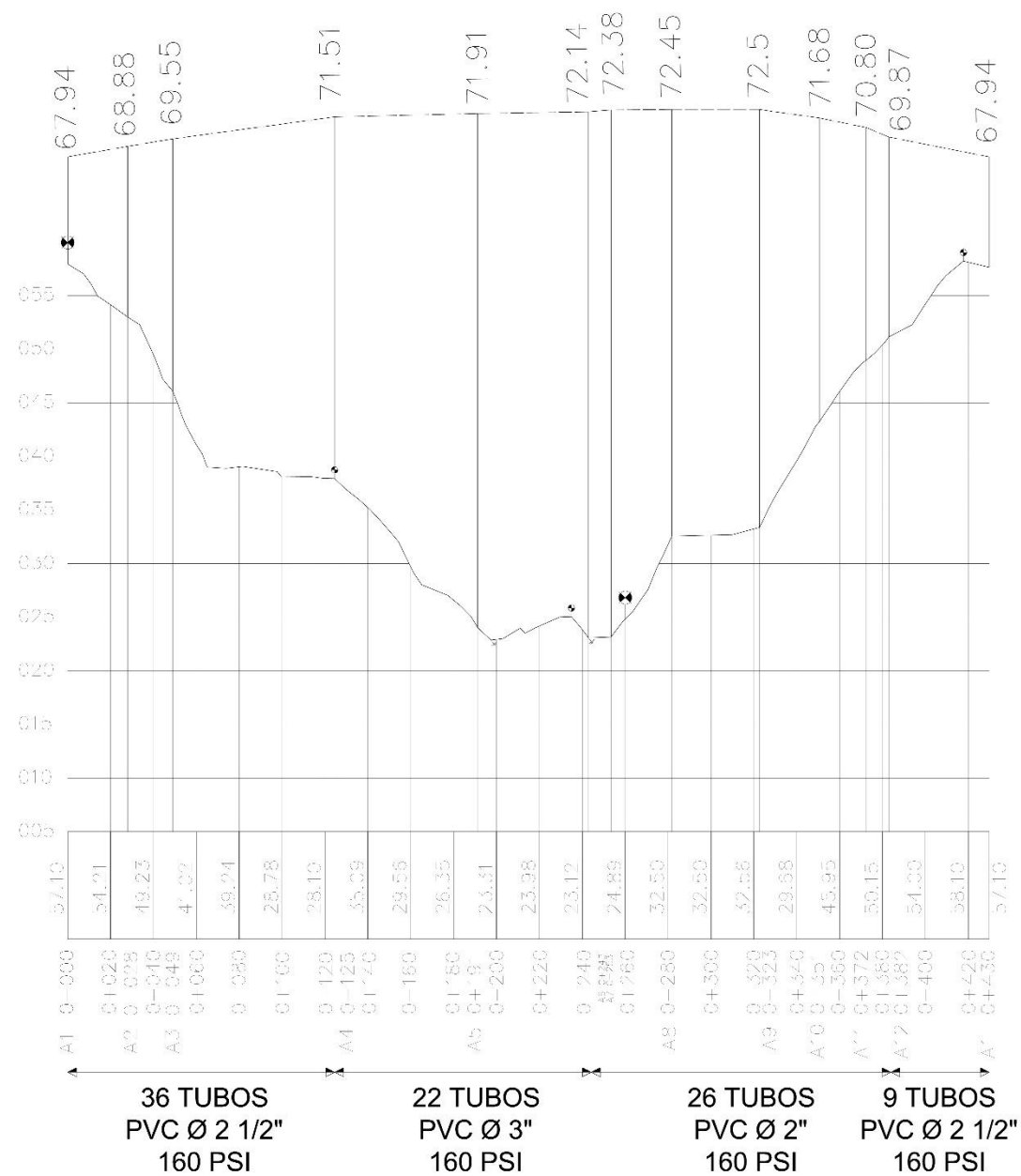
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. La tubería debe ser de PVC y debe cumplir con la norma ASTM D-2241, respetando los diámetros en los planos, evitando que los tubos sean golpeados y arrastrados contra el suelo, utilizando las herramientas correspondientes para su instalación.
2. Los accesorios deben ser de PVC, adecuados para cumplir su función y así mismo que cumpla con la norma ASTM D-2466, cédula 40.
3. Las válvulas deben instalarse de acuerdo a los planos, estas deben estar protegidas por medio de caja para válvulas. La ubicación de las mismas puede variar, si en campo se determina de manera técnica el cambio, siempre verificando que no afecte el funcionamiento del sistema.

PLANTA GENERAL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL TANQUE PRINCIPAL

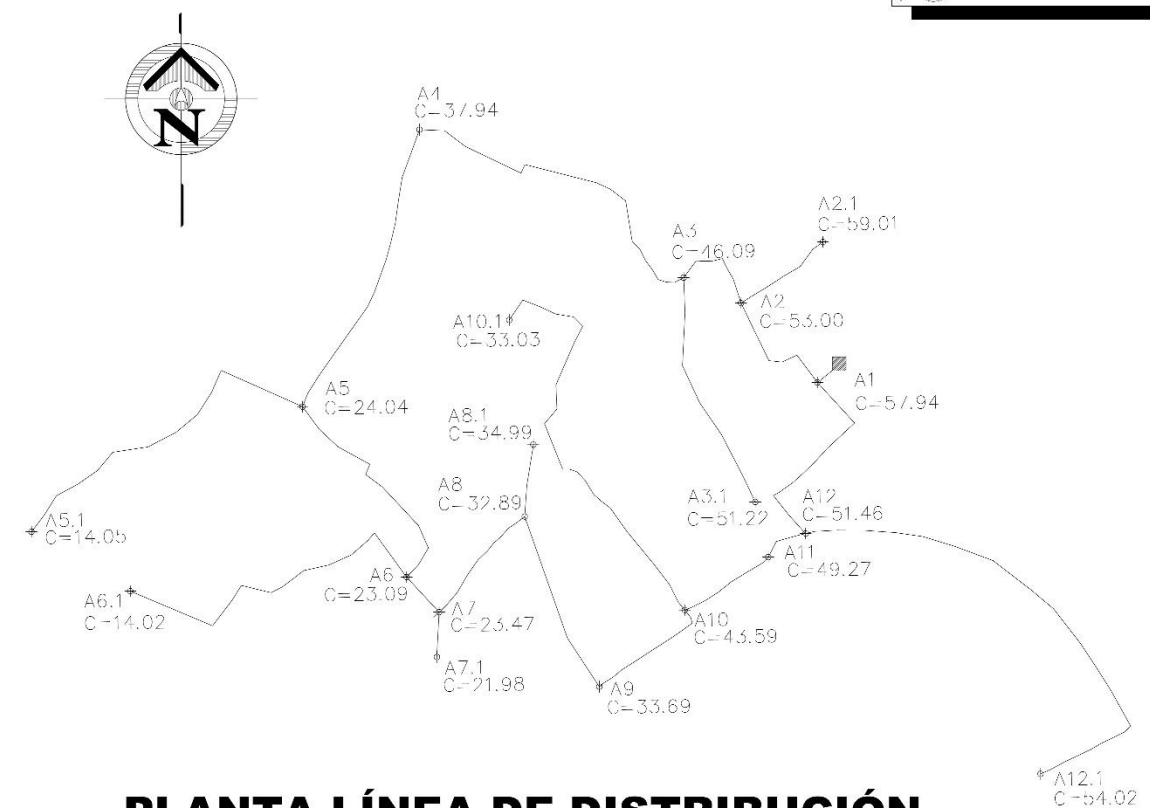
ESCALA: 1/750

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ.		
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN TANQUE PRINCIPAL		
REALIZADO POR: JOSÉ MEDINA - EPIDISTA	FECHA: 2020	F.O.A No. 5/18
ING. OSCAR ARGÜETA - ASESOR		



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "A"

ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300

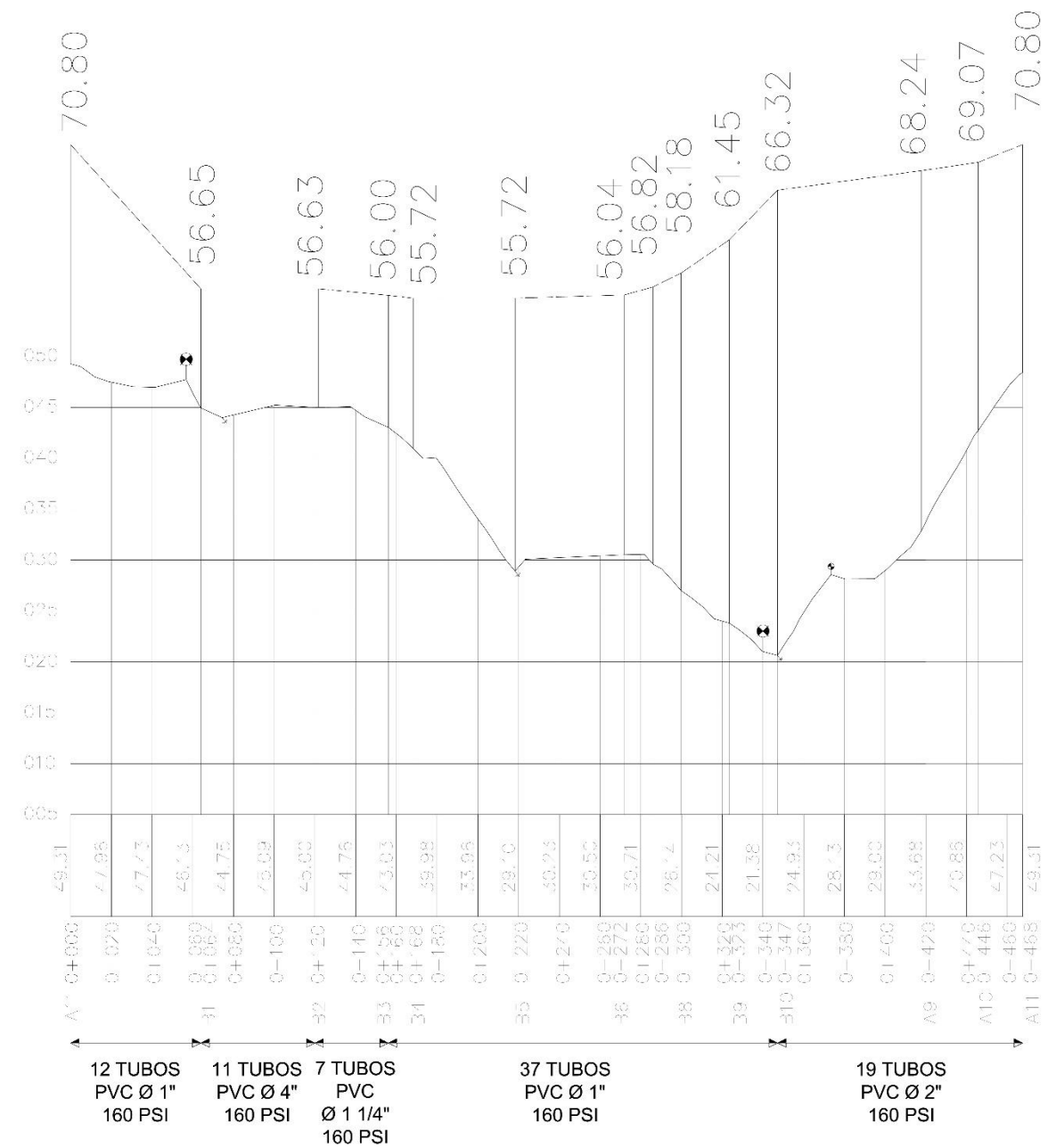


PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "A"

ESCALA 1/750

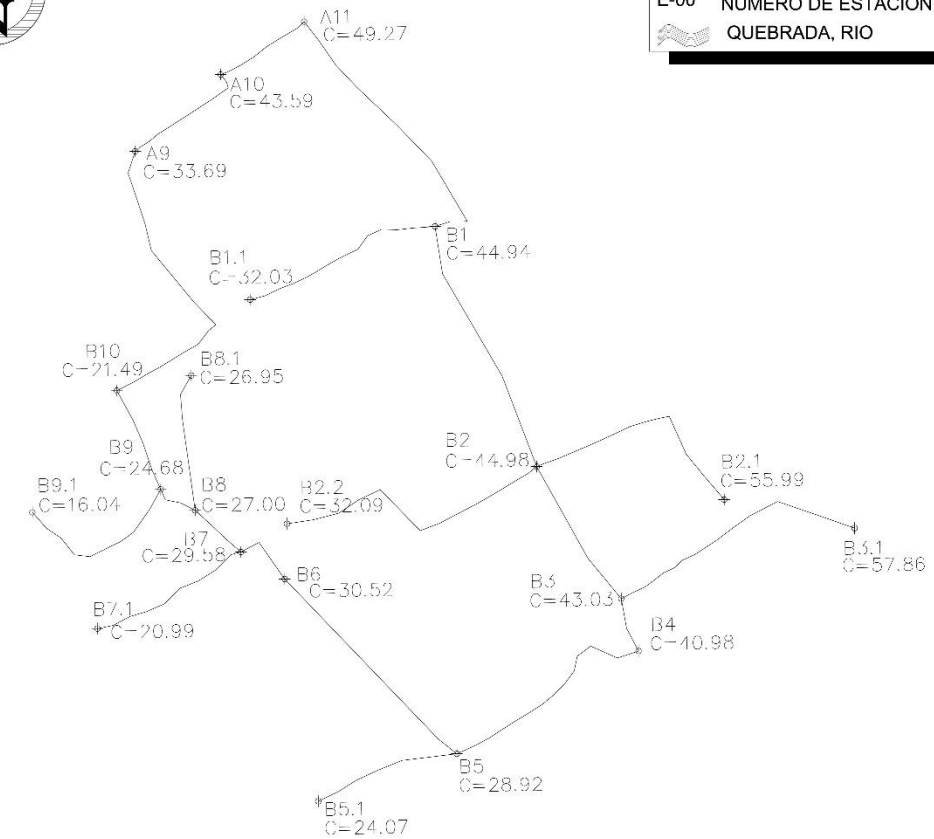
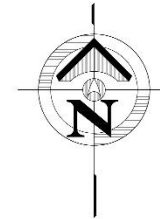
SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	C=0.0 COTA DE TERRENO E-00 NUMERO DE ESTACION
	QUEBRADA, RIO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLA.		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CIRCUITO A DEL TANQUE PRINCIPAL.		
REALIZADO POR: JOSÉ MATEO - INGENIERO	FECHA: 2020	HOJA No. 6/18



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "B"

ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300

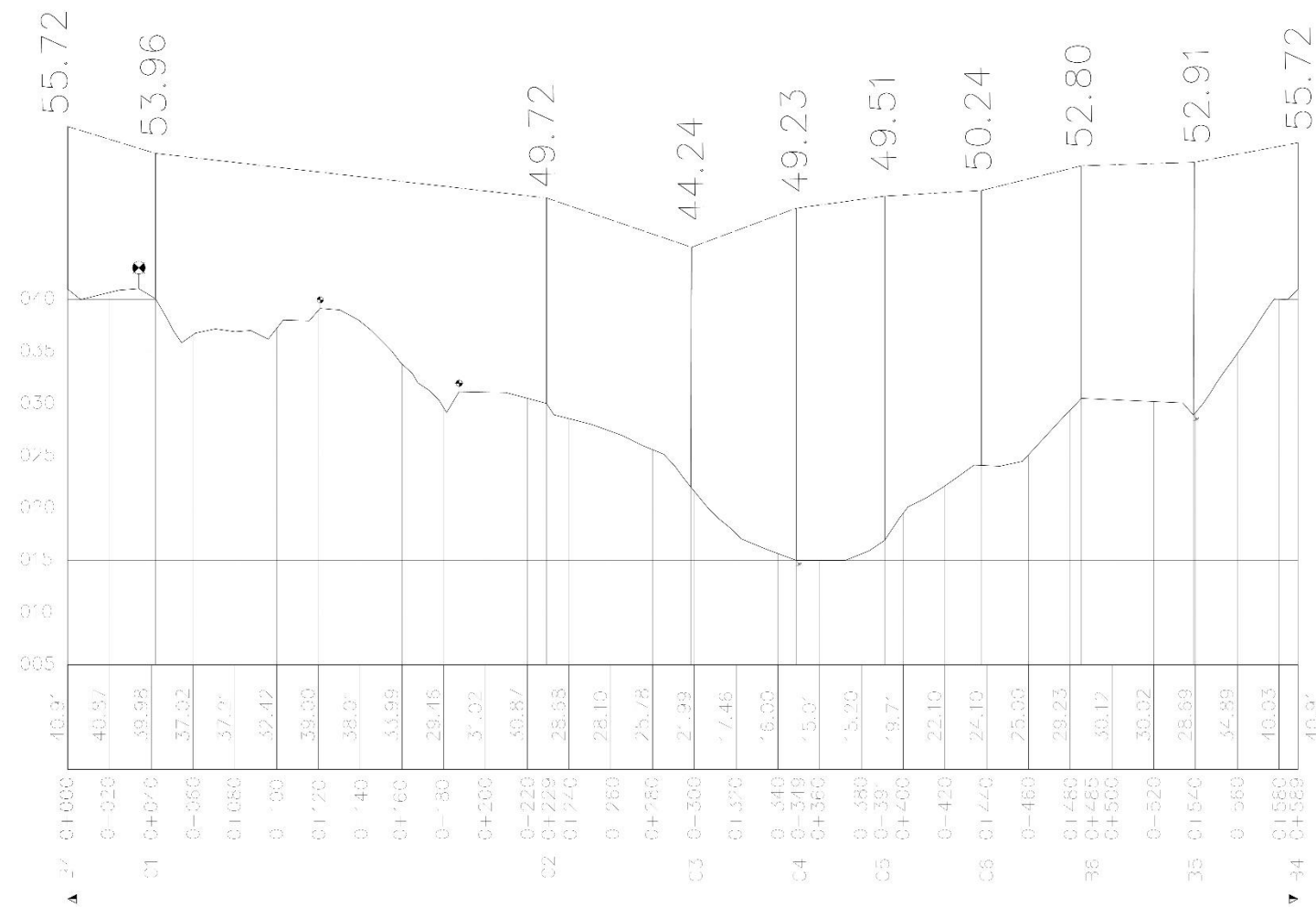


PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "B"

ESCALA 1/750

SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	C=0.0 COTA DE TERRENO
	E=0.0 NUMERO DE ESTACION
	QUEBRADA, RIO

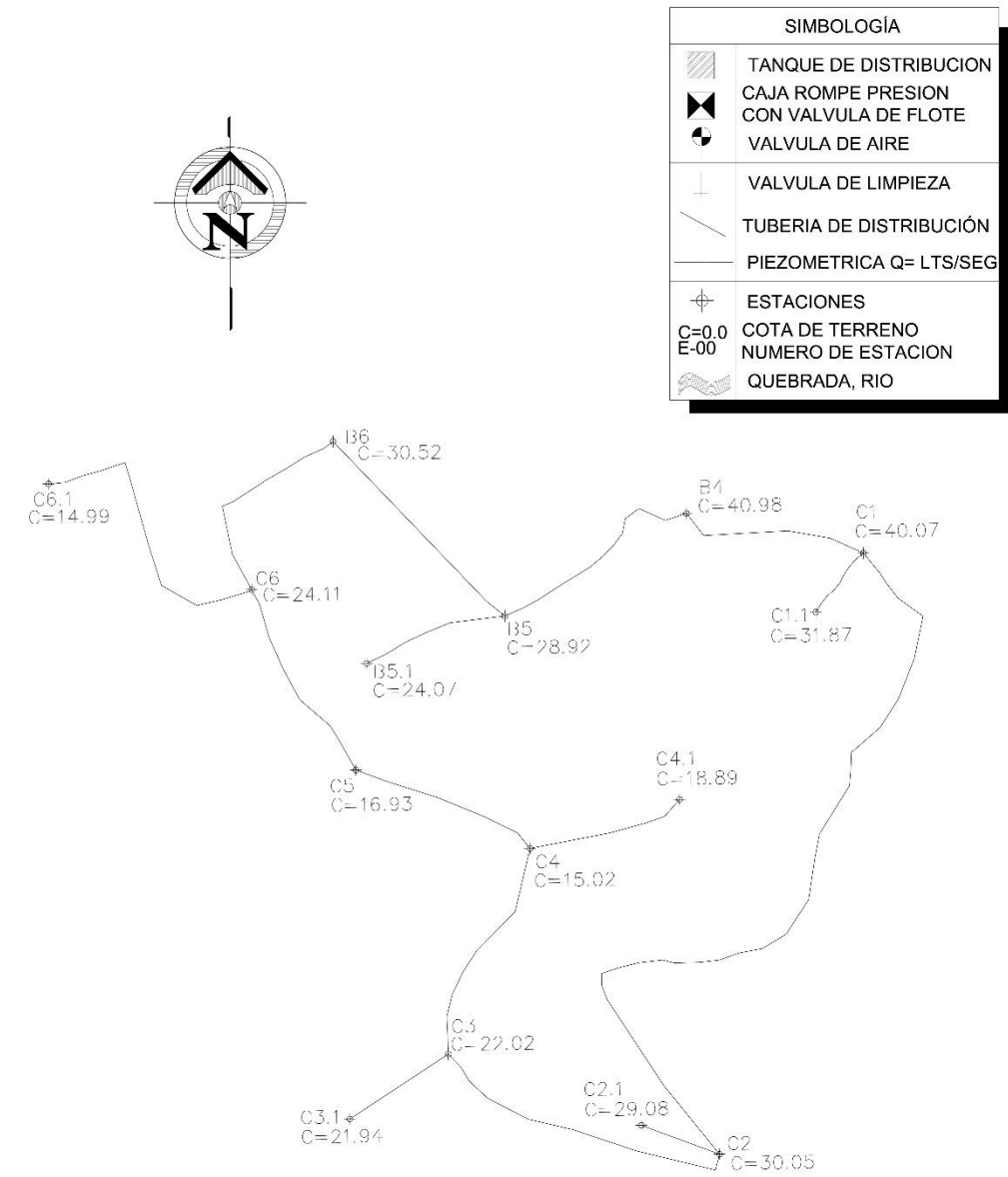
 UNIVERSIDAD DEL SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOP, SOLOLA.		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CIRCUITO B DEL TANQUE PRINCIPAL.		
REALIZADO POR: JOSÉ MEDINA - EPSISA	FECHA: 2020	HOJA No.: 1/18



104 TUBOS
PVC Ø 1"
160 PSI

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "C"

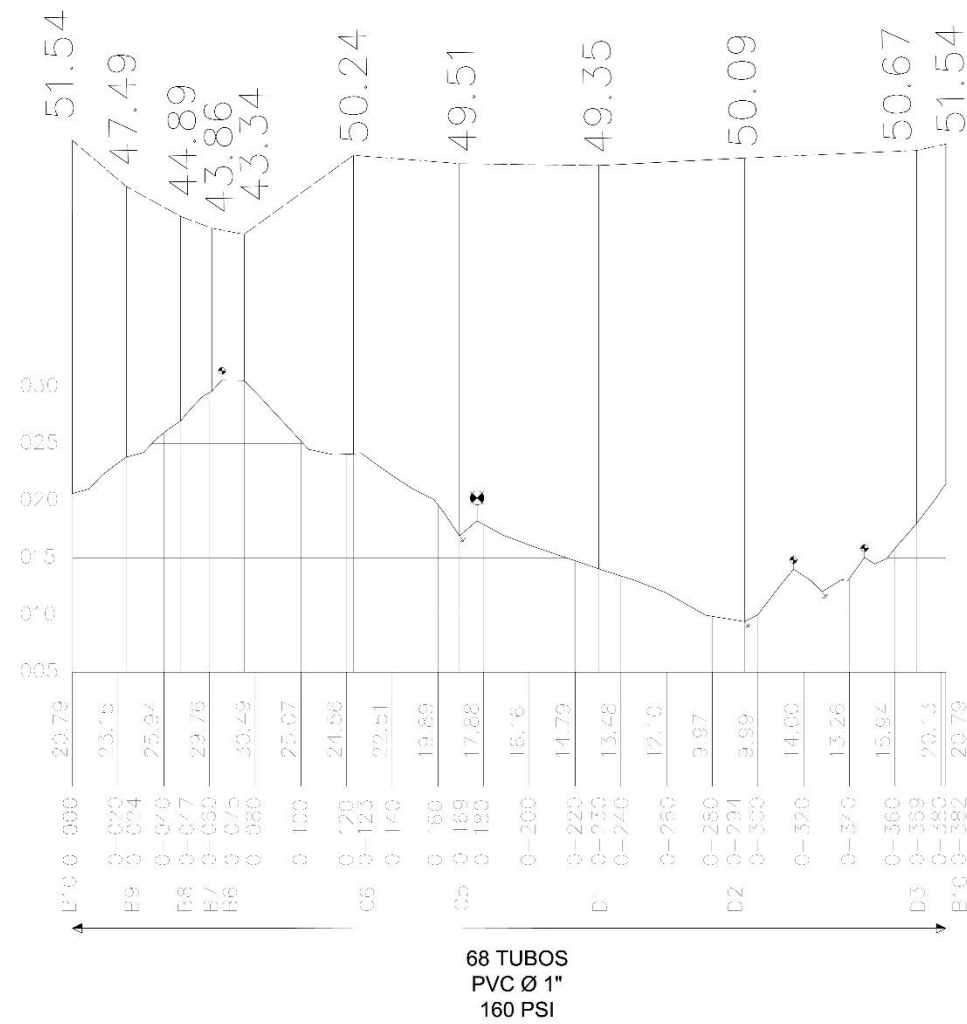
ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "C"

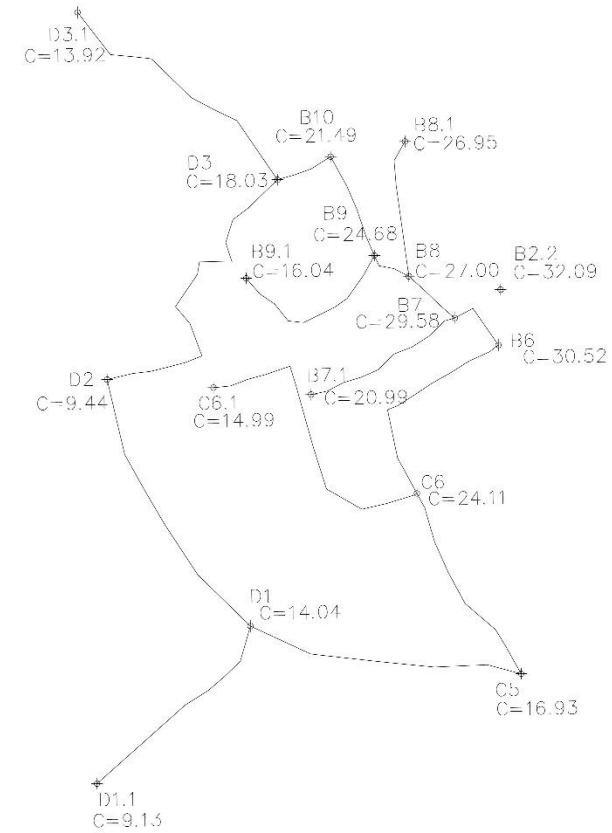
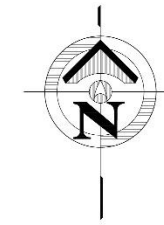
ESCALA 1/750

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÉ, SOLOLA.		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CIRCUITO C DEL TANQUE PRINCIPAL.		
REALIZADO POR: JOSÉ MEDINA HERRERA	FECHA: 2020	HOJA No. 8/18



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "D"

ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300

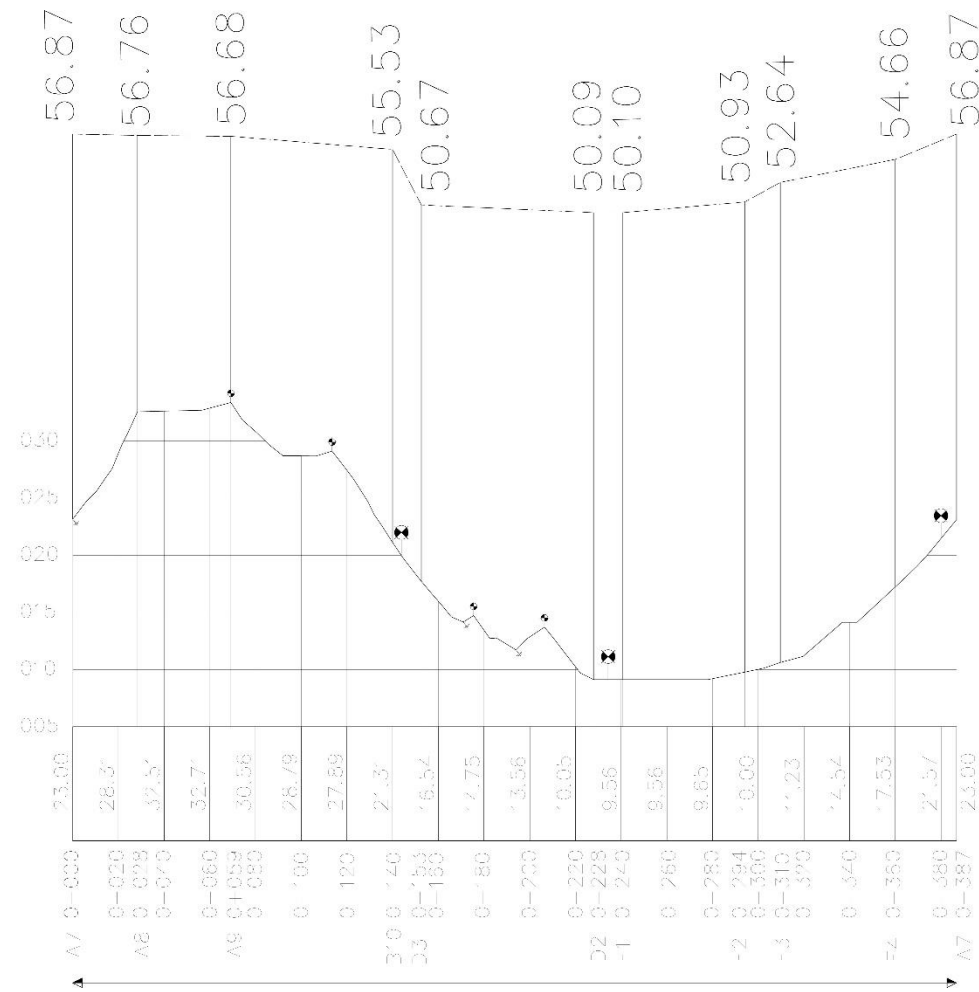


PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "D"

ESCALA 1/750

SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	C=0.0 E=00
	QUEBRADA, RIO

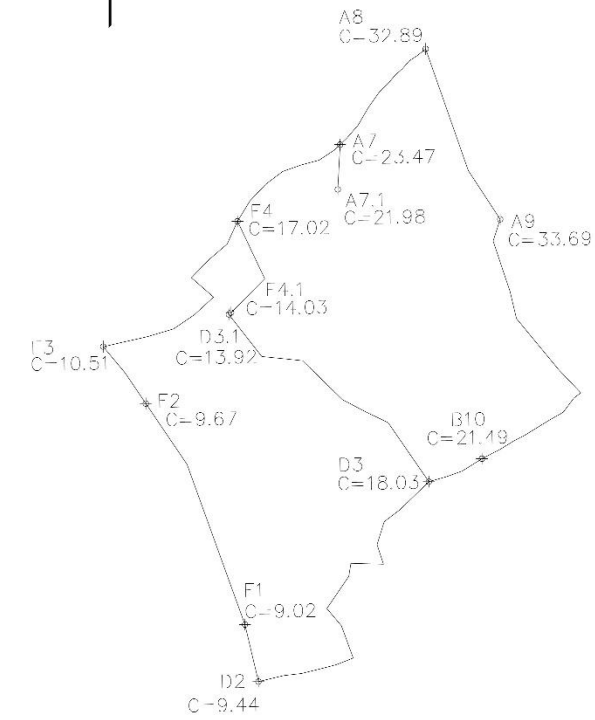
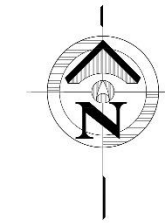
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLA.		
CON TENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CIRCUITO D DEL TANQUE PRINCIPAL.		
REALIZADO POR: JOSÉ MATEO HERNÁNDEZ	FECHA: 2020	HOJA No. 9/18



44 TUBOS
PVC Ø 1"
160 PSI

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "F"

ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300

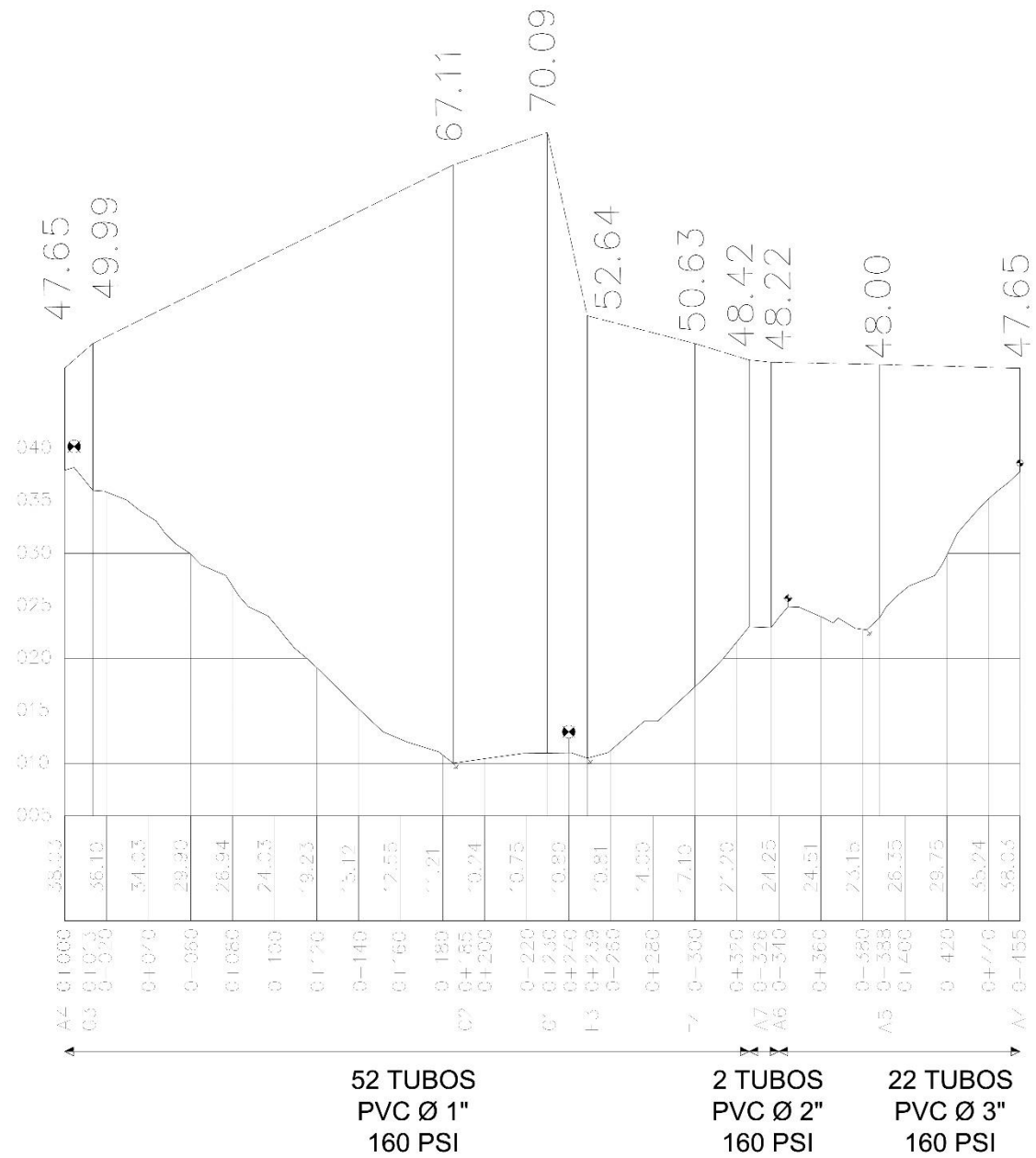


PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "F"

ESCALA 1/750

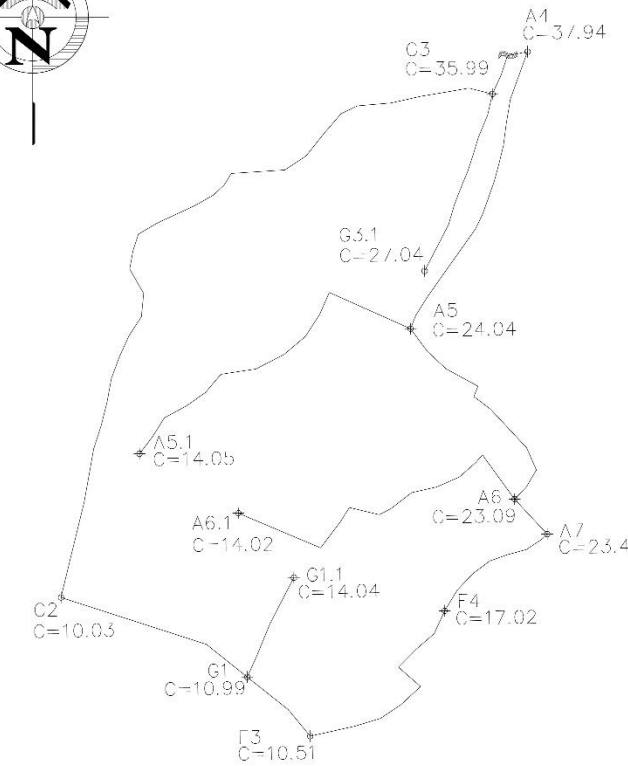
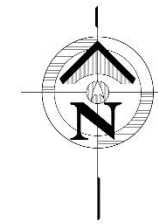
SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	C=0.0 E=0.0
	QUEBRADA, RIO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÉ, SOLOLA		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CIRCUITO F DEL TANQUE PRINCIPAL		
REALIZADO POR: JOSÉ M. JIMÉNEZ - INGENIERIA	FECHA: 2020	HOJA No. 10/18



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "G"

ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300

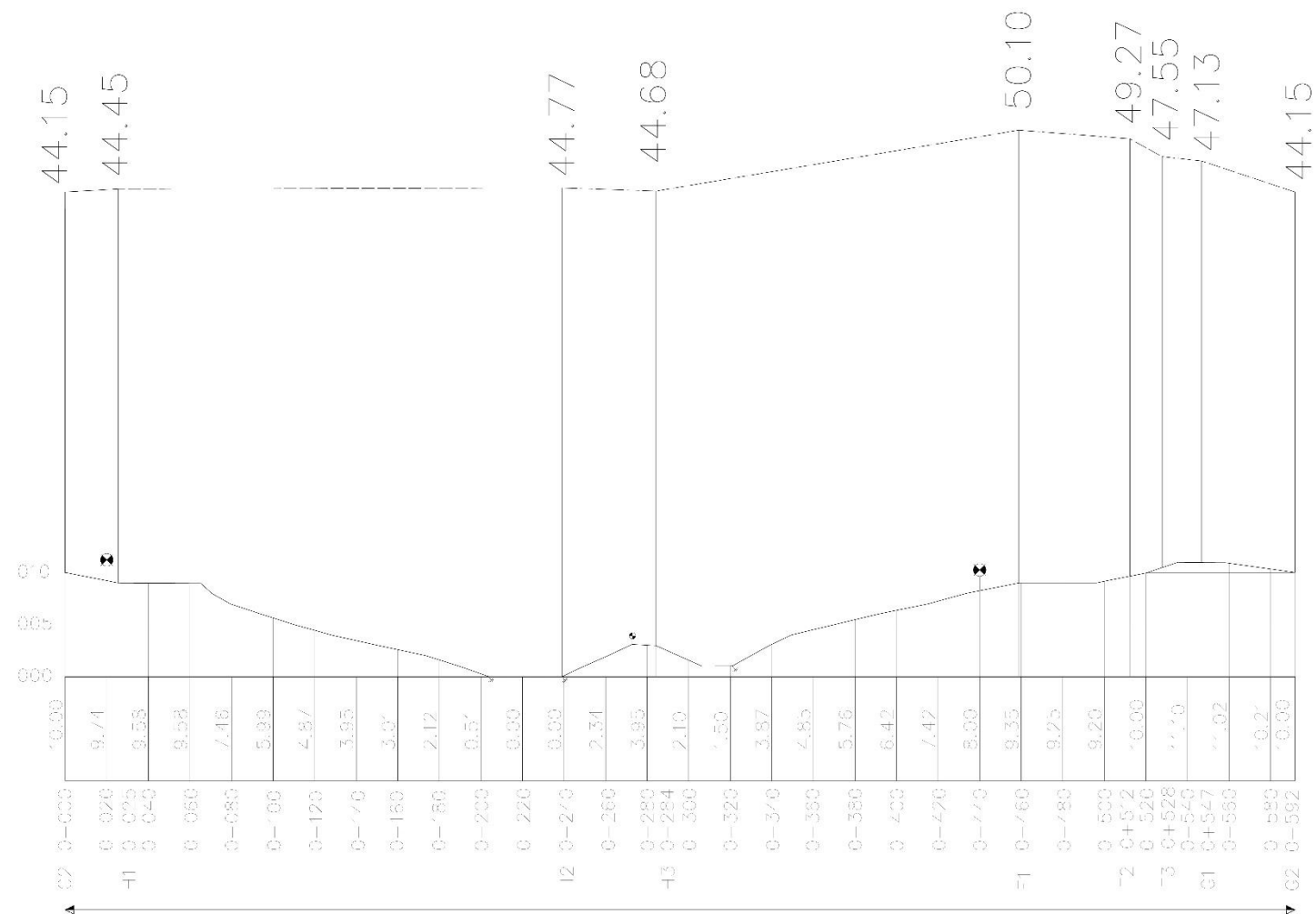


PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "G"

ESCALA 1/750

SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	COTA DE TERRENO
	NUMERO DE ESTACION
	QUEBRADA, RIO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLA.		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CIRCUITO G DEL TANQUE PRINCIPAL		
REALIZADO POR: JOSÉ MEDINA - INGENIERO	FECHA: 2020	HOJA No. 11/18

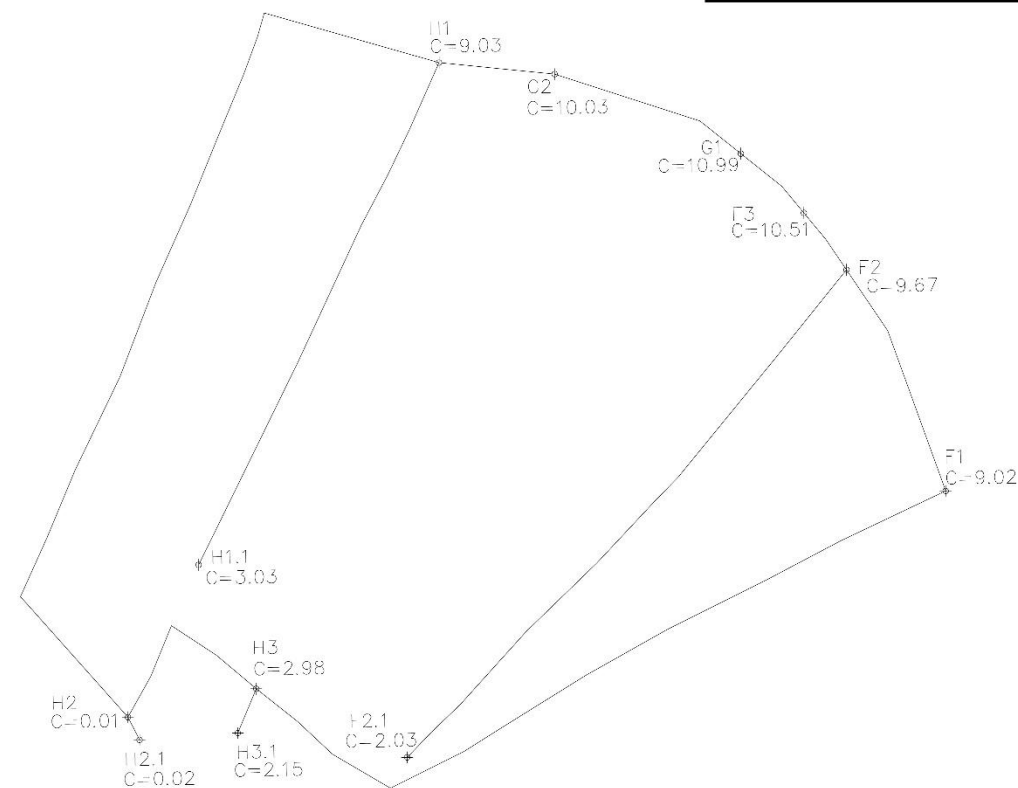
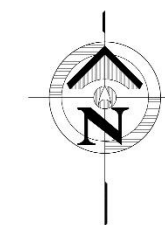


98 TUBOS
PVC Ø 1"
160 PSI

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "H"

ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300

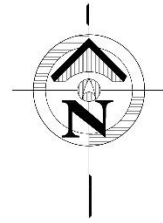
SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	COTA DE TERRENO
	NUMERO DE ESTACION
	QUEBRADA, RIO



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "H"

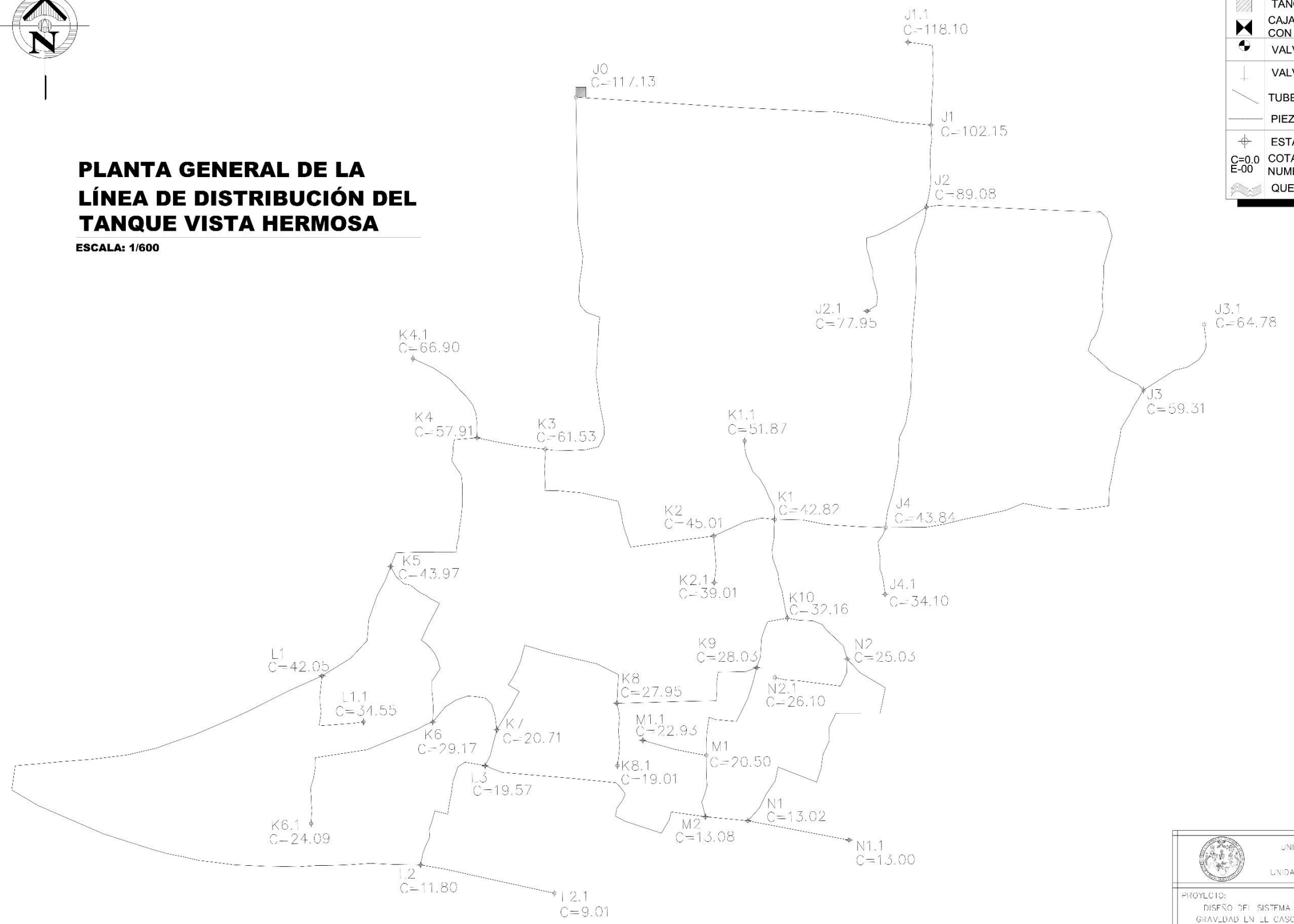
ESCALA 1/750

UNIVERSIDAD DEL SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLA.		
CON FINES: PLANTA Y PERFIL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CIRCUITO I DEL TANQUE PRINCIPAL		
REALIZADO POR: JOSÉ MARÍA PEREIRA	FECHA: 2020	HOJA No. 12/18



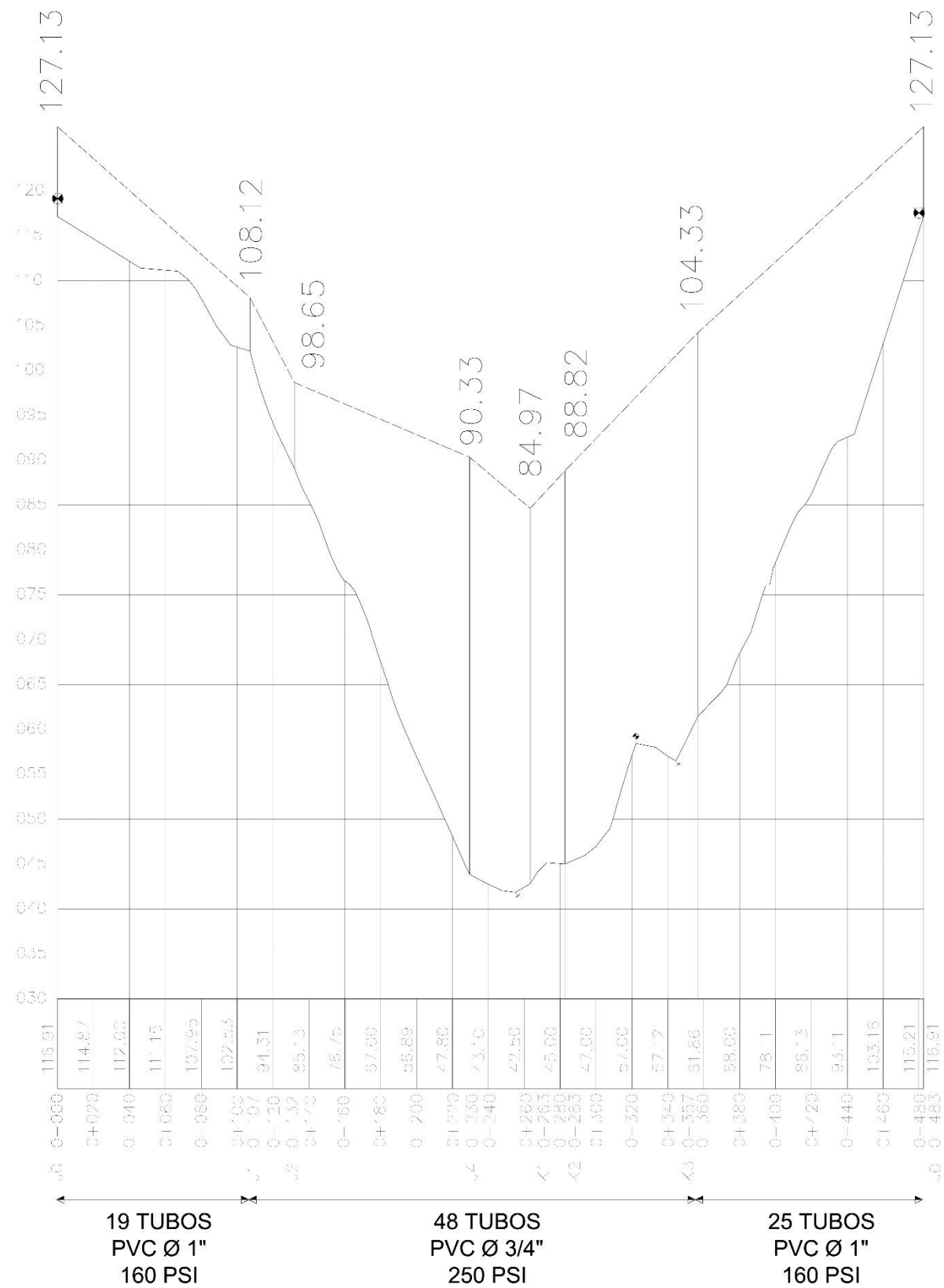
PLANTA GENERAL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL TANQUE VISTA HERMOSA

ESCALA: 1/600



SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	C=0.0 E=00 COTA DE TERRENO
	NUMERO DE ESTACION
	QUEBRADA, RIO

 UNIVERSIDAD DEL SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATERINA PALOPÓ, SOLOLA.		
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN TANQUE VISTA HERMOSA.		
REALIZADO POR: JOSE MORA - INGENIERIA	FECHA: 2020	HOJA No. 15/18



19 TUBOS
PVC Ø 1"
160 PSI

48 TUBOS
PVC Ø 3/4"
250 PSI

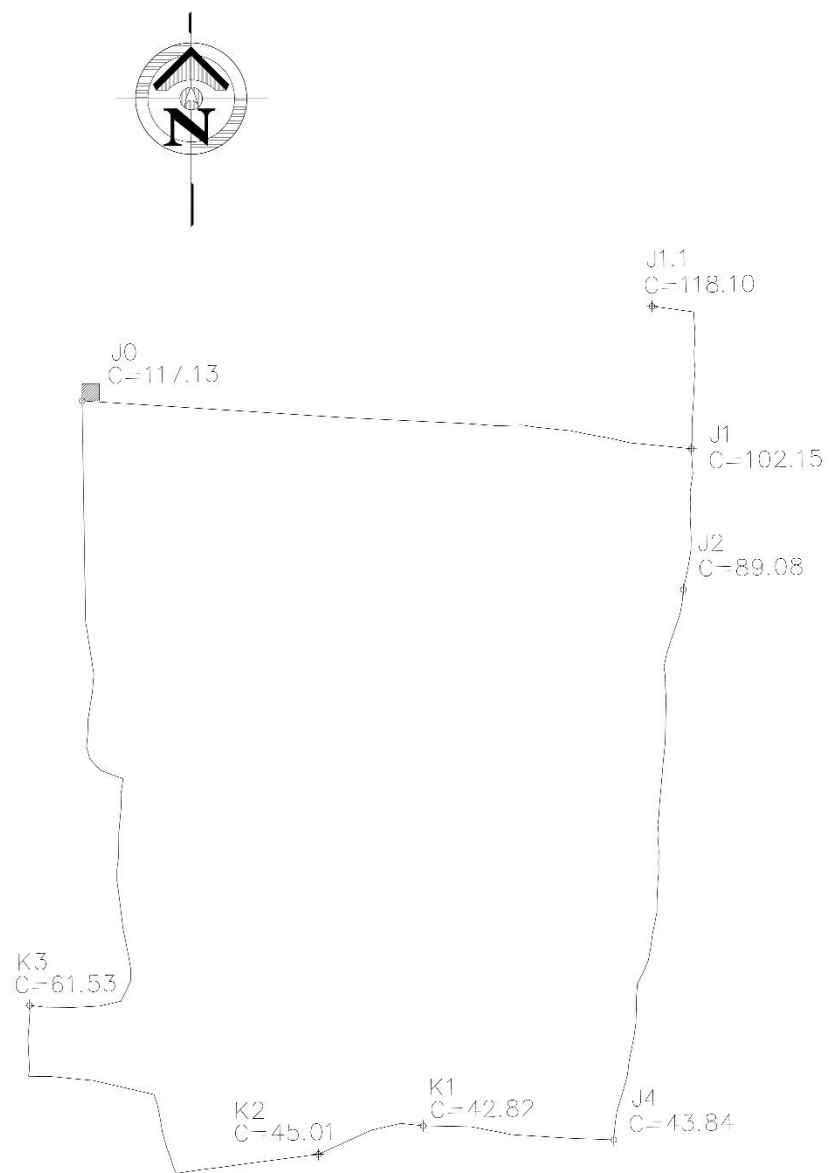
25 TUBOS
PVC Ø 1"
160 PSI

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "P"

ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300

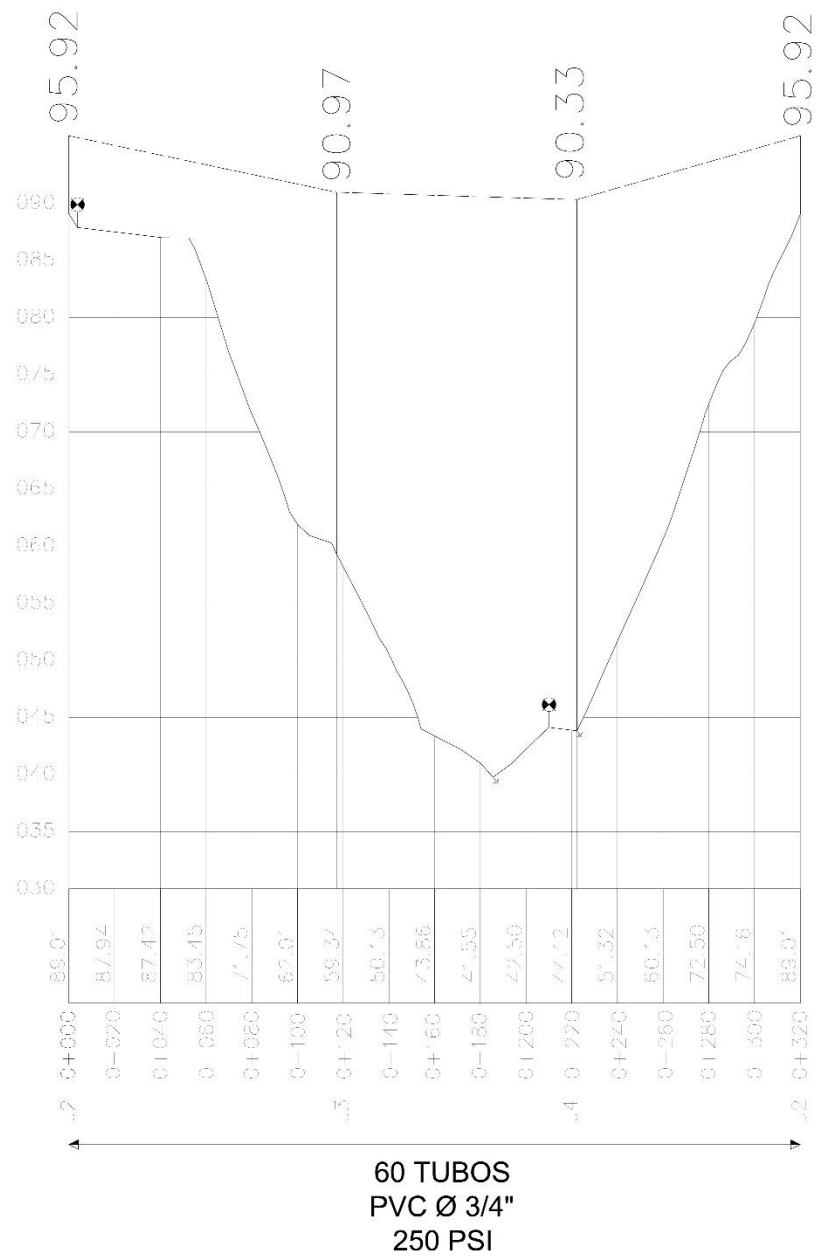
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "P"

ESCALA 1/750



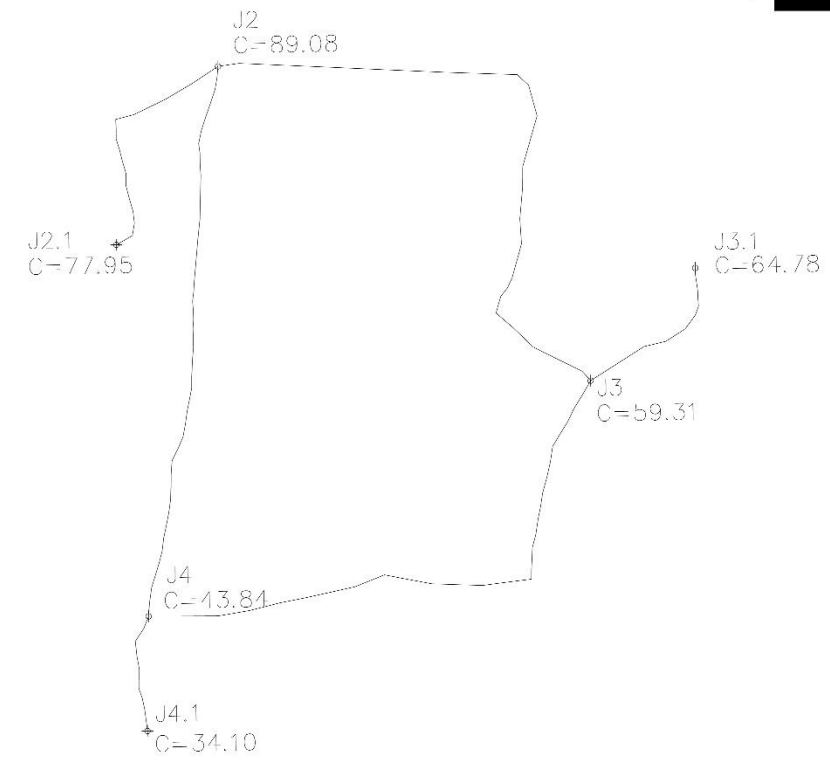
SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	COTA DE TERRENO
	NUMERO DE ESTACION
	QUEBRADA, RIO

UNIVERSIDAD DEL SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ.		
CON ENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CIRCUITO P DEL TANQUE VISTA HERMOSA.		
REALIZADO POR: JOSÉ MEDINA - PEREIRA ING. OSCAR ARGÜETA - AS-SOB	FECHA: 2020	HOJA No. 14 / 8



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "J"

ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300

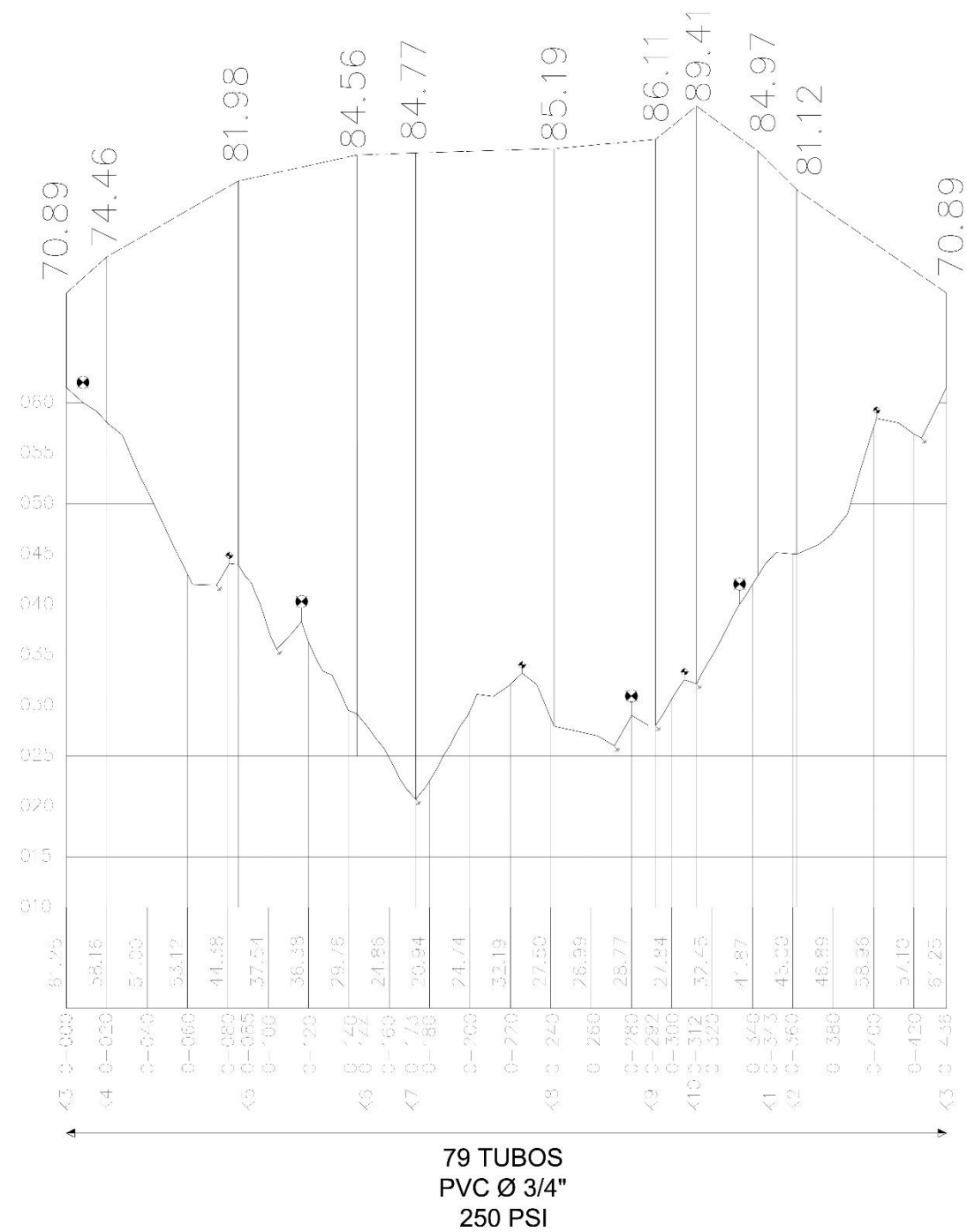


PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "J"

ESCALA 1/750

SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	C=0.0 E=0.0 COTA DE TERRENO
	NUMERO DE ESTACION
	QUEBRADA, RIO

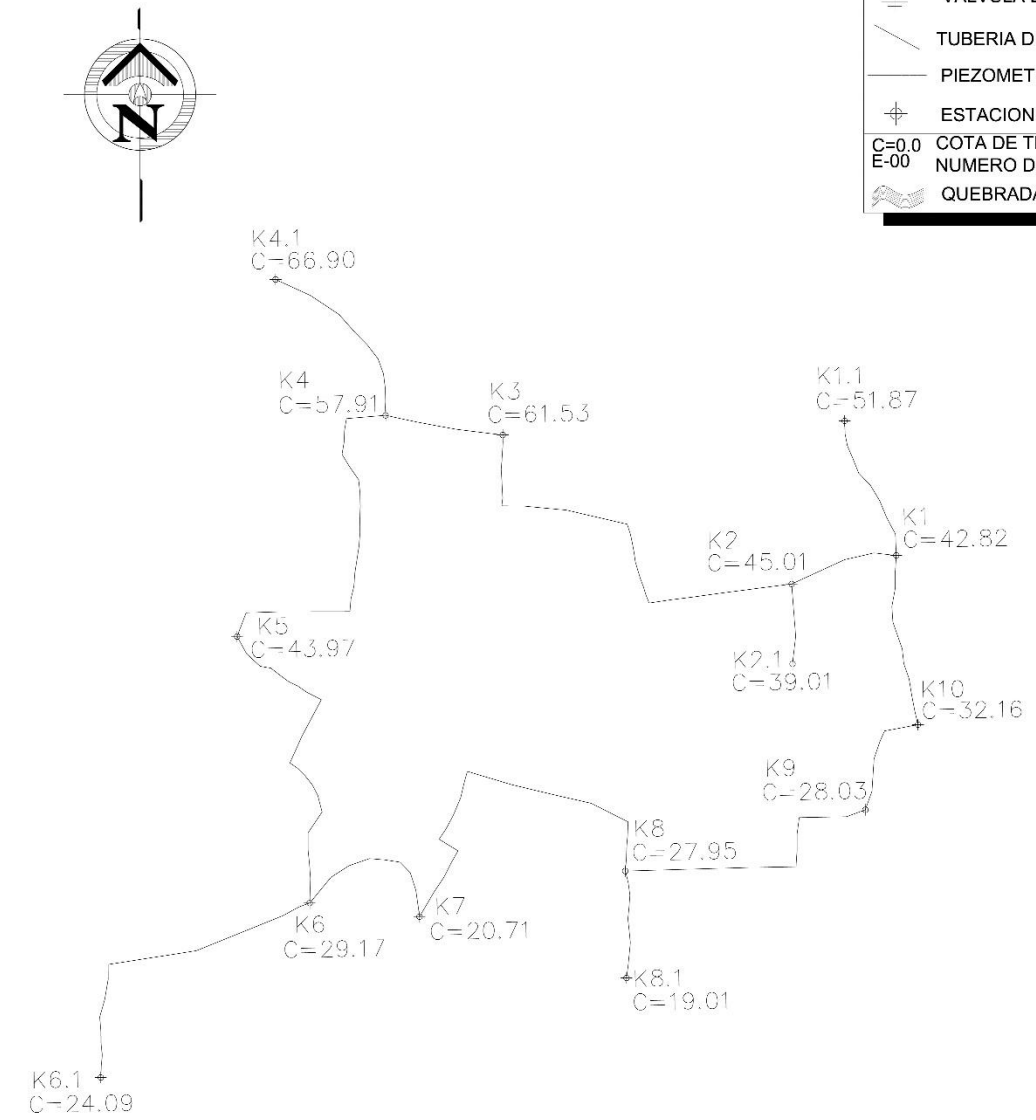
UNIVERSIDAD DEL SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLA		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CIRCUITO J DEL TANQUE VISTA HERVOSA		
REALIZADO POR: JOSE MORALES	FECHA: 2020	HOJA No. 5/18



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "K"


ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300

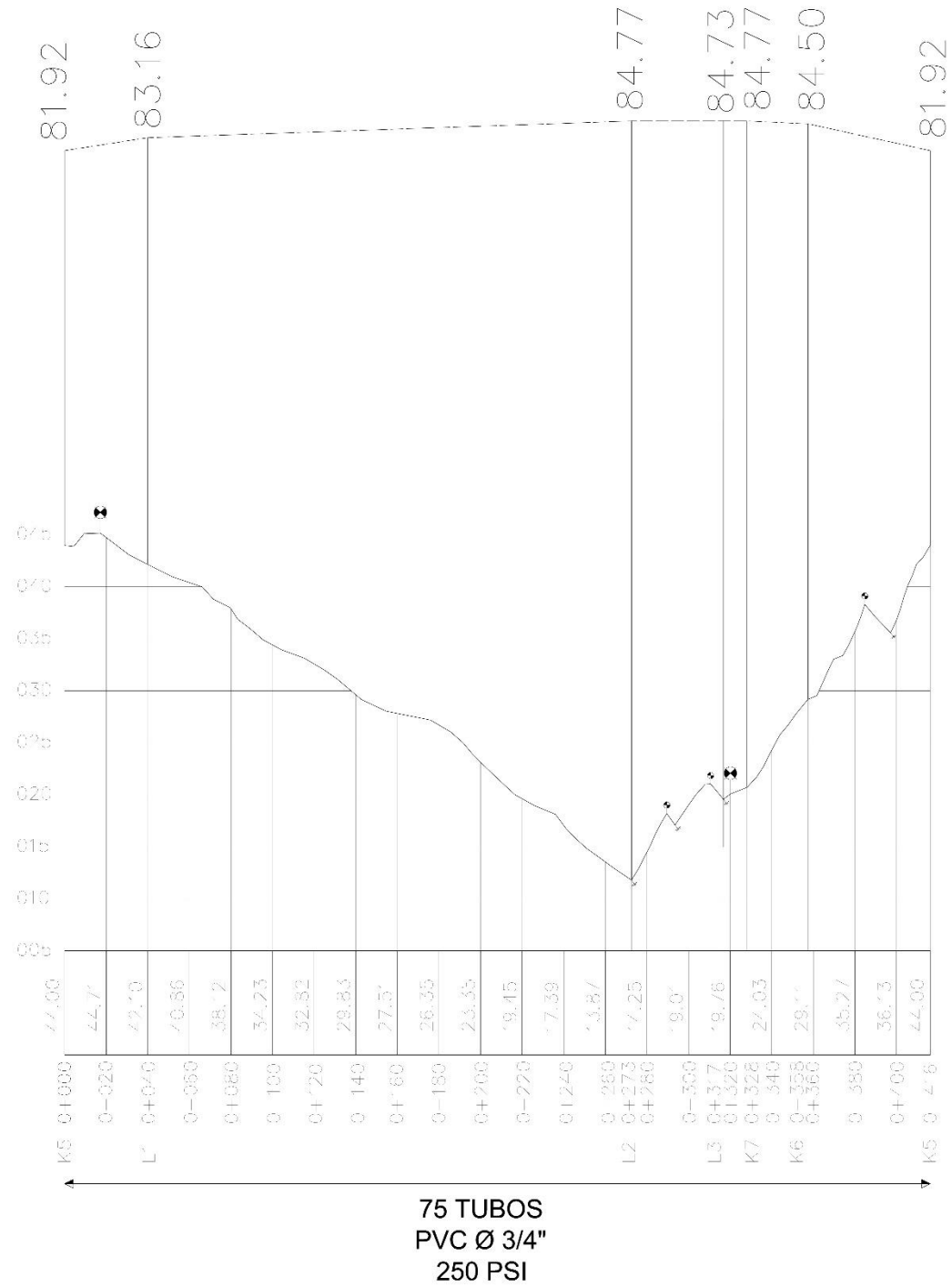
SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	COTA DE TERRENO
	NUMERO DE ESTACION
	QUEBRADA, RIO



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "K"

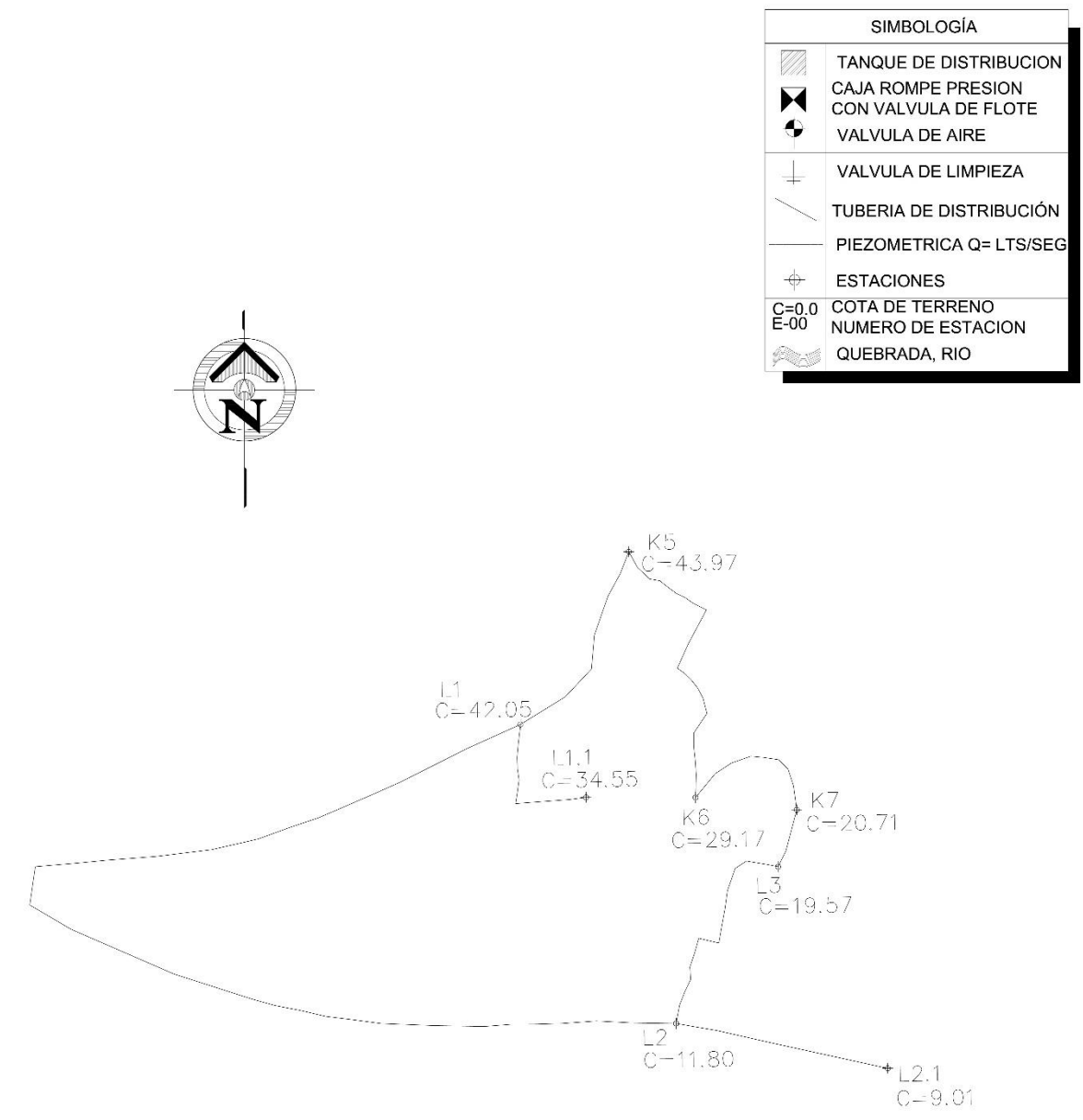
ESCALA 1/750

 UNIVERSIDAD DEL SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUFICIENTE		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATERINA PALOPÓ, SOLOLA.		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CIRCUITO K DEL TANQUE VISTA HERMOSA.		
REALIZADO POR: JOSÉ MORALES HERNÁNDEZ	FECHA: 2020	HOJA No. 16/18



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "L"

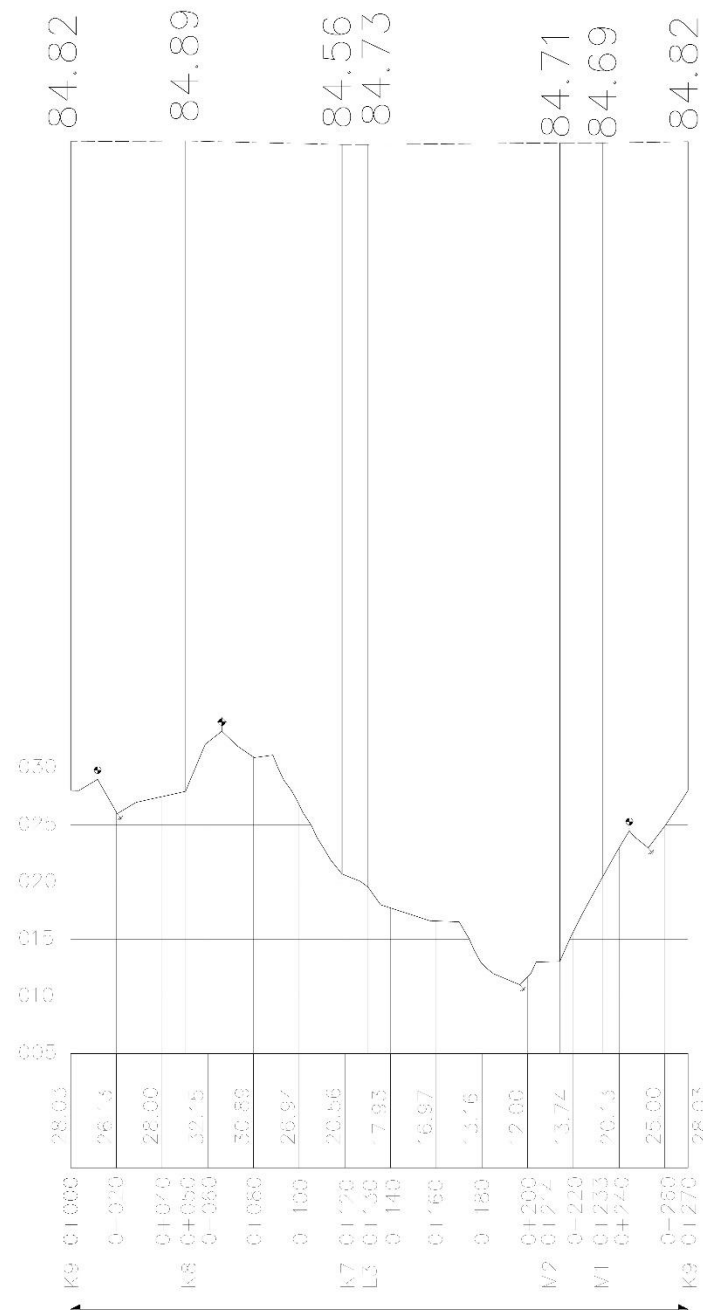
ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "L"

ESCALA 1/750

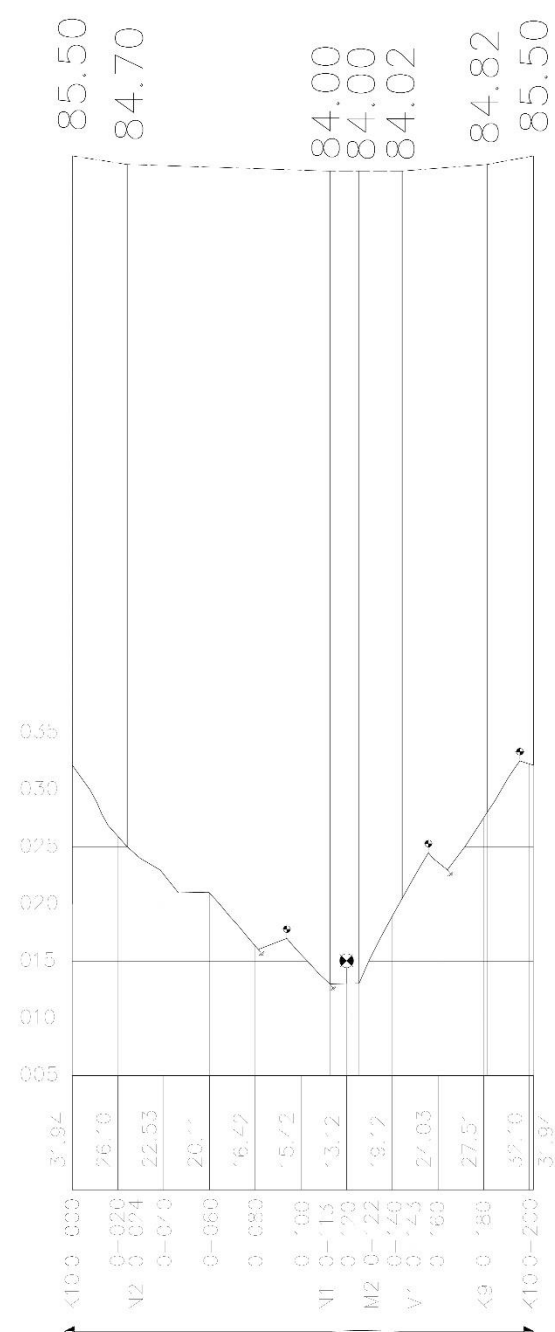
 UNIVERSIDAD DEL SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLA.		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CIRCUITO L DEL TANQUE VISTA HERMOSA		
REALIZADO POR: JOSÉ MORALES PÉREZ	FECHA: 2020	HOJA No. 11/18



49 TUBOS
PVC Ø 3/4"
250 PSI

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "M"

ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300

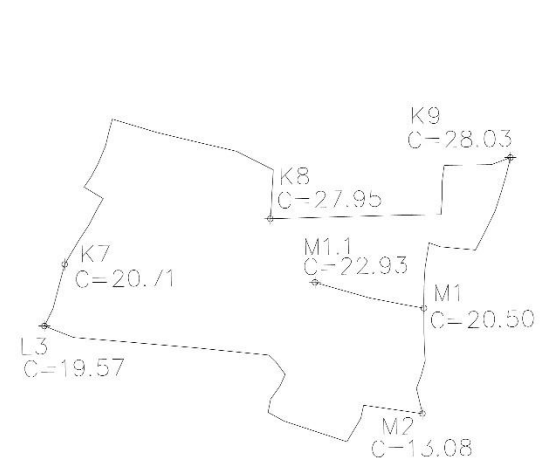
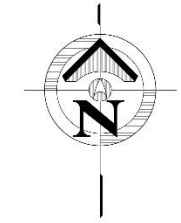


37 TUBOS
PVC Ø 3/4"
250 PSI

PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "N"

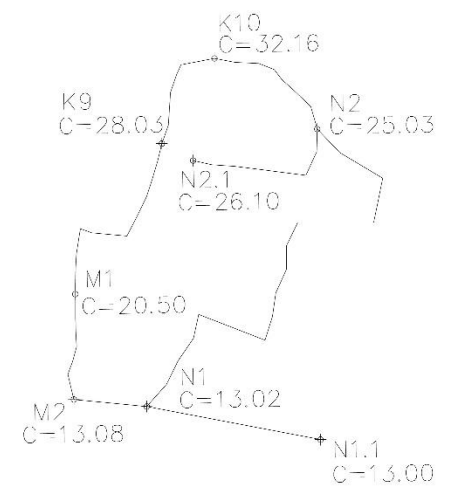
ESCALA HORIZONTAL: 1/1,500
ESCALA VERTICAL: 1/300

SIMBOLOGÍA	
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION CON VALVULA DE FLOTE
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
	PIEZOMETRICA Q= LTS/SEG
	ESTACIONES
	COTA DE TERRENO
	NUMERO DE ESTACION
	QUEBRADA, RIO



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "M"

ESCALA 1/750



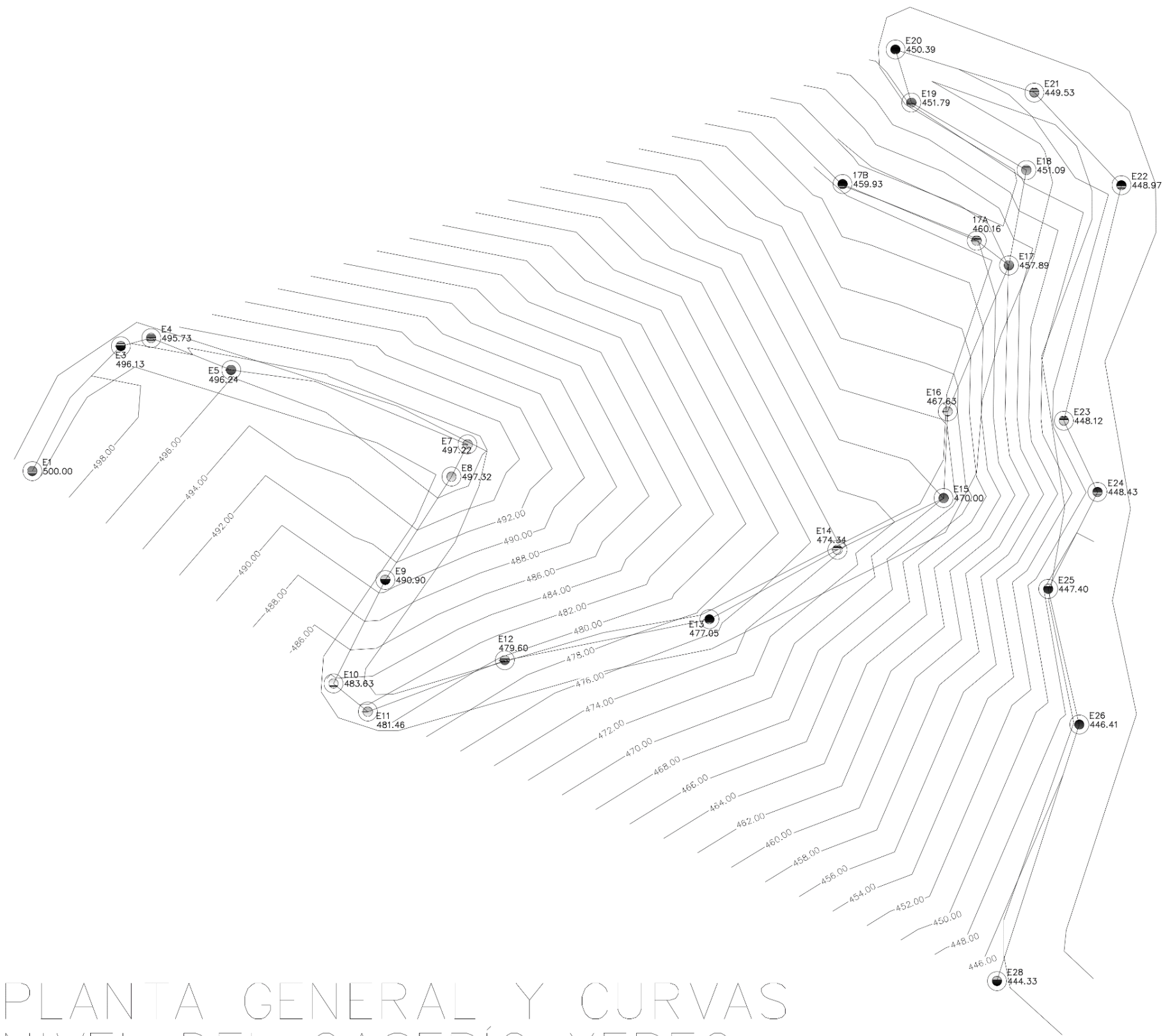
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN CIRCUITO "N"

ESCALA 1/750

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLA.		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DEL CIRCUITO M Y N DEL TANQUE VISTA HERROSA		
REALIZADO POR: JOSÉ MEDINA - INGENIERO	FECHA: 2020	HOJA No. 18/18

Apéndice 6. **Juego de planos del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Xepec, Santa Catarina Palopó**

Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD Civil 3D.

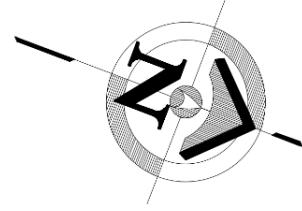


NOMENCLATURA	
	TUBERÍA
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
E15	NÚMERO DE ESTACIÓN
	SENTIDO DE FLUJO
	CALLE PAVIMENTADA
470.00	ELEVACIÓN CURVA DE NIVEL

PLANTA GENERAL Y CURVAS NIVEL DEL CASERÍO XEPEC

ESC 1/750


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO XEPEC, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ.		
CONTENIDO: PLANTA GENERAL Y CURVAS DE NIVEL		
REALIZADO POR: JOSÉ WILSON LÓPEZ	FECHA: 2020	HOJA No. 1/9

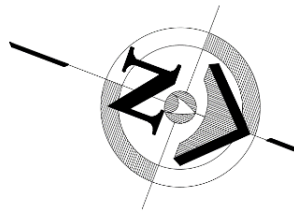


NOMENCLATURA	
	TUBERÍA
	VIVIENDA
E15	NÚMERO DE ESTACIÓN
	SENTIDO DE FLUJO
	CALLE PAVIMENTADA
470.00	ELEVACIÓN CURVA DE NIVEL
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA

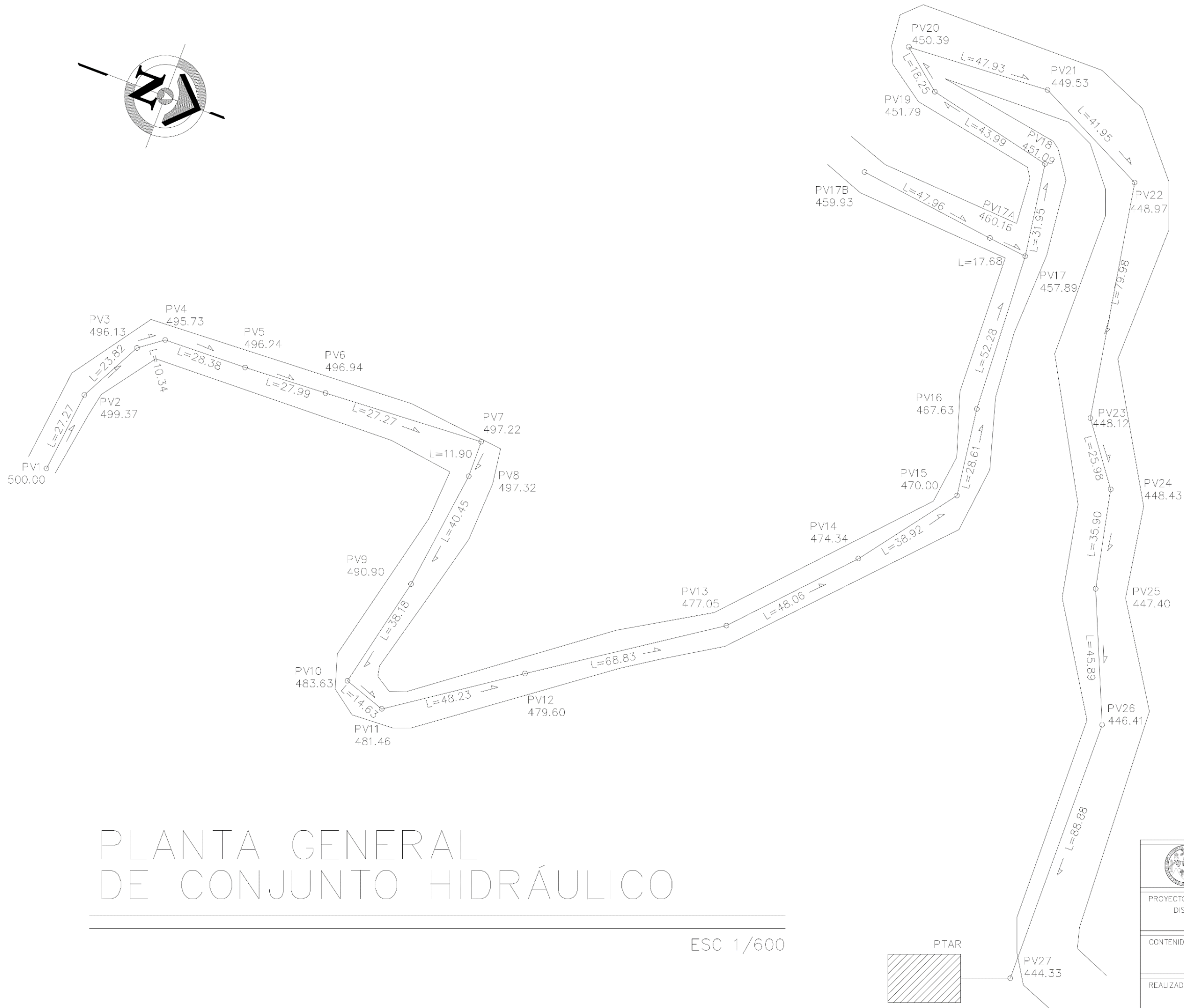
PLANTA GENERAL DE DENSIDAD DE VIVIENDAS

ESC 1/750

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO XEPEC, SANTA CATARINA PALOPO, SOLOLA.		
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE DENSIDAD DE VIVIENDAS		
REALIZADO POR: JOSÉ M. J. L. P. S. I. S. T. A.	INGENIERO: OSCAR ARGÜETA A.S.S.U.T.	FECHA: 2020 HOJA No. 2/9



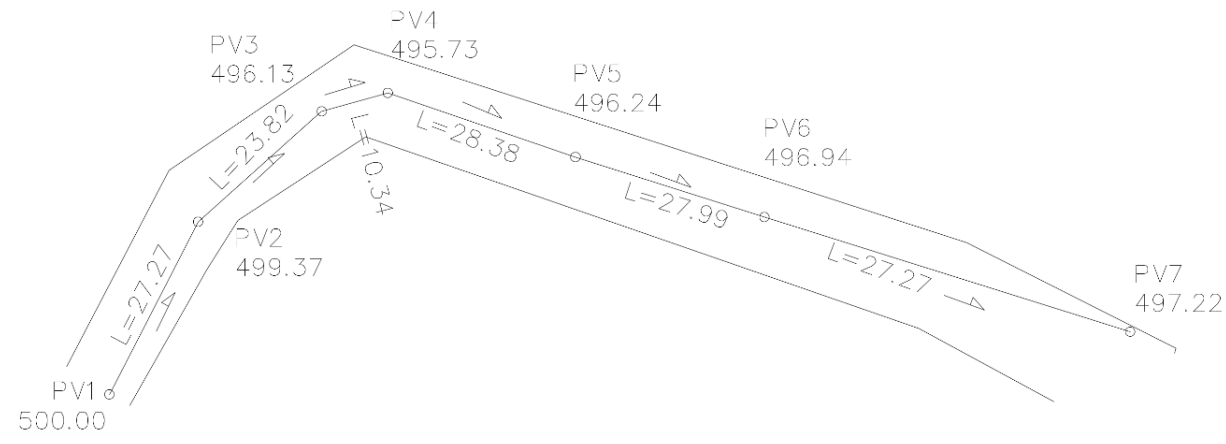
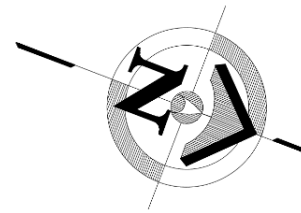
NOMENCLATURA	
	TUBERÍA
	POZO DE VISITA
PV12	NÚMERO DE ESTACIÓN
470.00	ELEVACIÓN CURVA DE NIVEL
L=68.83	LONGITUD HORIZONTAL METROS
	SENTIDO DE FLUJO
	CALLE PAVMENTADA
	PLANTA DE TRATAMIENTO



PLANTA GENERAL DE CONJUNTO HIDRÁULICO

ESC 1/600

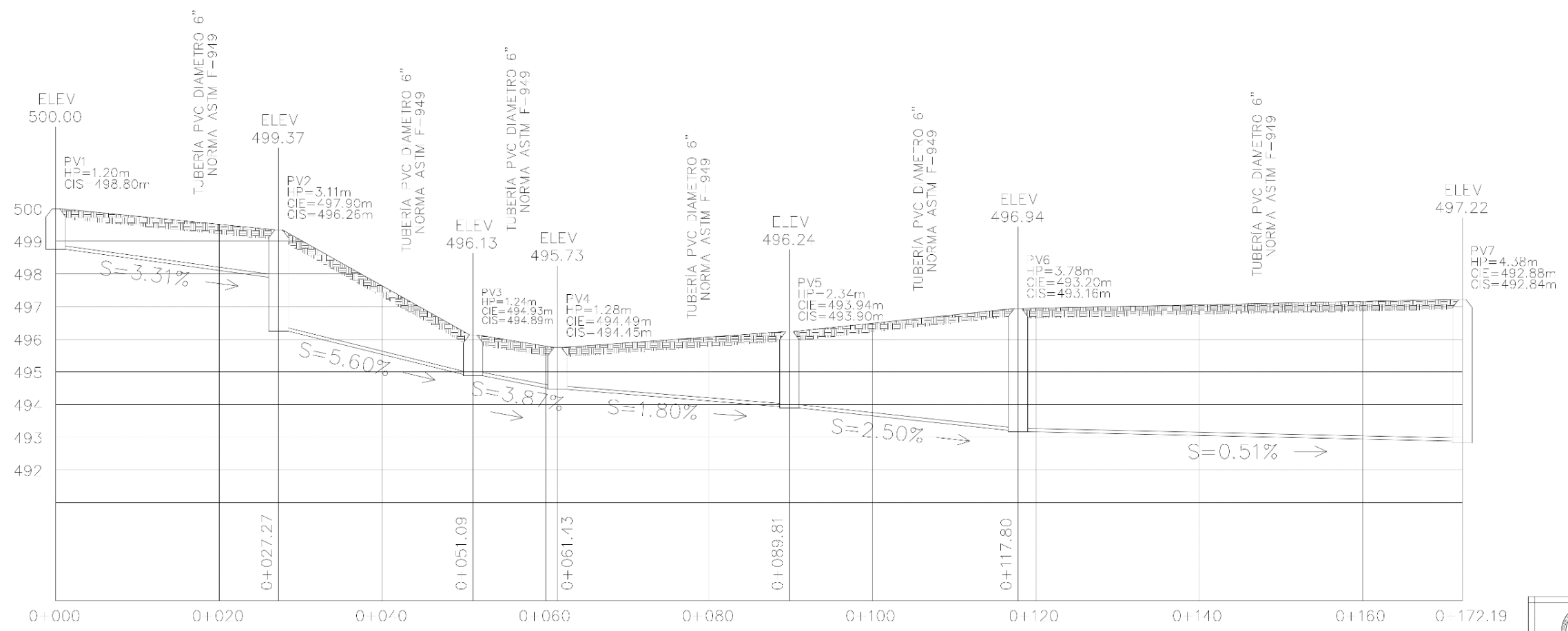
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO XEPEC, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ.		
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE CONJUNTO HIDRÁULICO		
REALIZADO POR: JOSE MUJINA LP-55124	FECHA: 2020	HOJA No. 3/9



PLANTA RAMAL PV1 - PV7


ESC 1/500

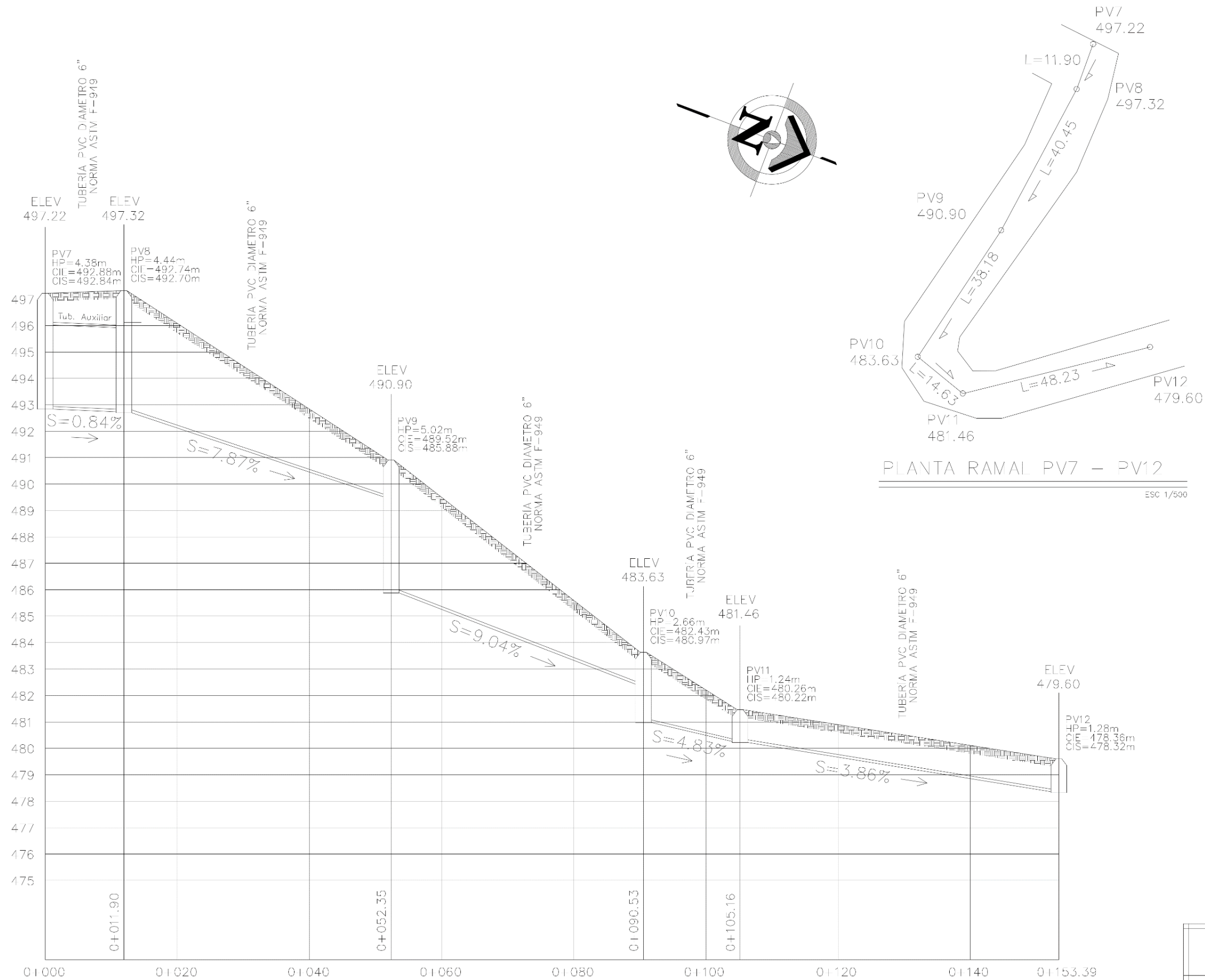
NOMENCLATURA	
—	TUBERÍA
○	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
PV12	NÚMERO DE ESTACIÓN
470.00	ELEVACIÓN CURVA DE NIVEL
L	LONGITUD HORIZONTAL
→	SENTIDO DE FLUJO
▬▬▬	CALLE PAVIMENTADA
□	POZO DE VISITA
ELEV	ELEVACIÓN DE TERRENO
HP	PROFUNDIDAD DE POZO (m)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
∅	DIÁMETRO DE TUBERÍA
S%	PENDIENTE



PERFIL RAMAL PV1-PV7

ESC HORIZONTAL: 1/375
ESC VERTICAL: 1/75

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO XEPEC, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ.		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DEL POZO DE VISITA 1 AL POZO DE VISITA 7 DEL ALCANTARILLADO SANITARIO		
REALIZADO POR: JOSÉ WILSON LÓPEZ SOTO	FECHA: 2020	HOJA No. 4/9




NOMENCLATURA	
—	TUBERÍA
○	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
PV12	NÚMERO DE ESTACIÓN
470.00	ELEVACIÓN CURVA DE NIVEL
L	LONGITUD HORIZONTAL
↔	SENTIDO DE FLUJO
▬▬▬	CALLE PAVIMENTADA
□	POZO DE VISITA
ELEV	ELEVACIÓN DE TERRENO
IIP	PROFUNDIDAD DE POZO (m)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
∅	DIÁMETRO DE TUBERÍA
S%	PENDIENTE

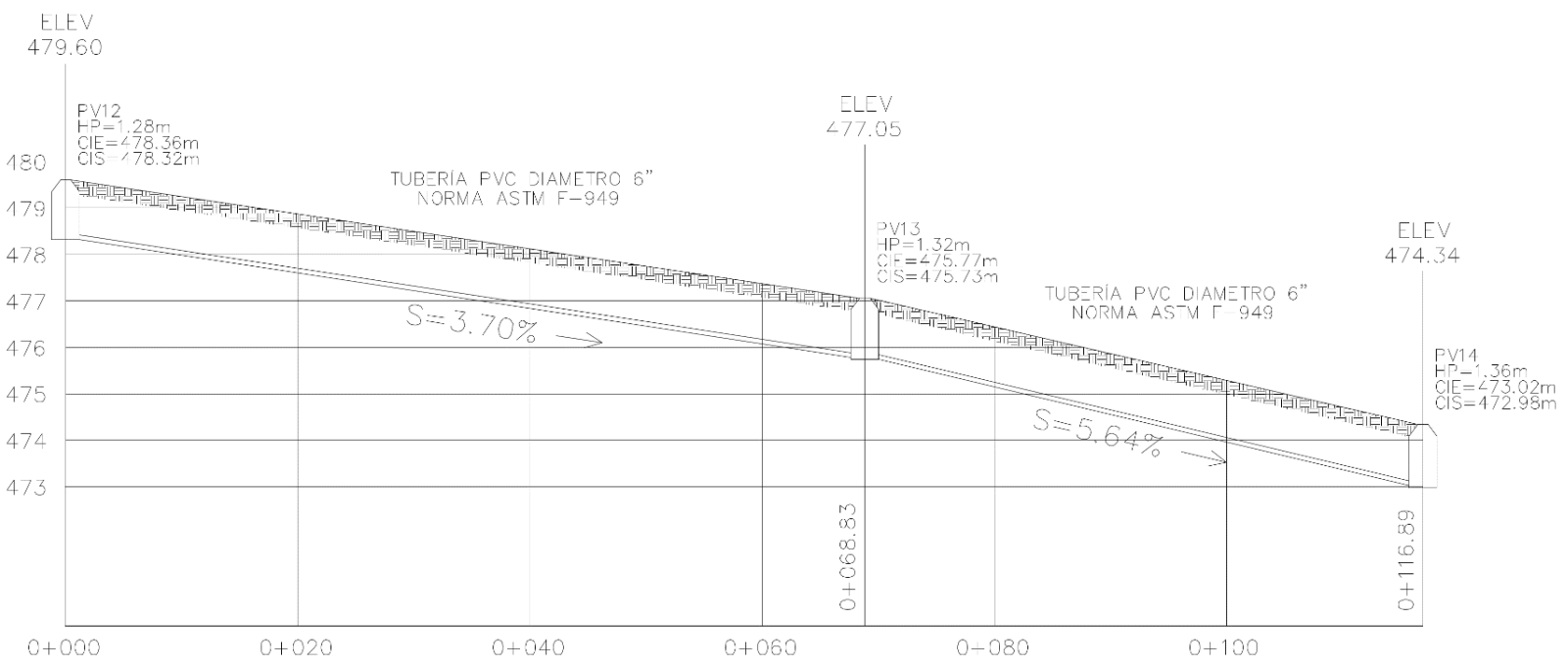
PLANTA RAMAL PV7 – PV12

ESC 1/500

PERFIL RAMAL PV7 – PV12

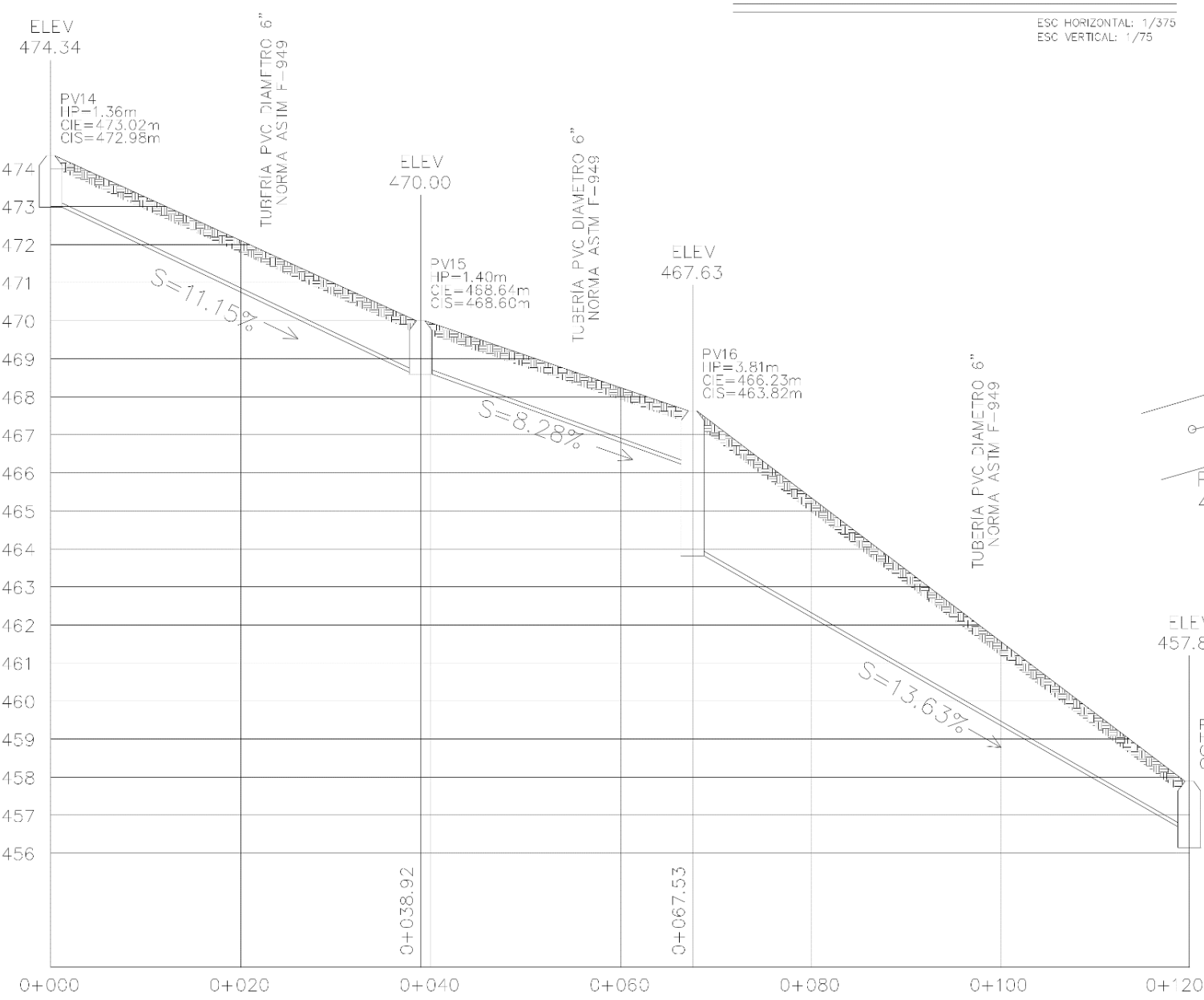
ESC HORIZONTAL: 1/375
ESC VERTICAL: 1/75

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO XEPEC, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ.		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DEL POZO DE VISITA 7 AL POZO DE VISITA 12 DEL ALCANTARILLADO SANITARIO		
REALIZADO POR: JOSÉ NUJUNA LP-SISTA	FECHA: 2020	HOJA No. 5/9



PERFIL RAMAL PV12 – PV14

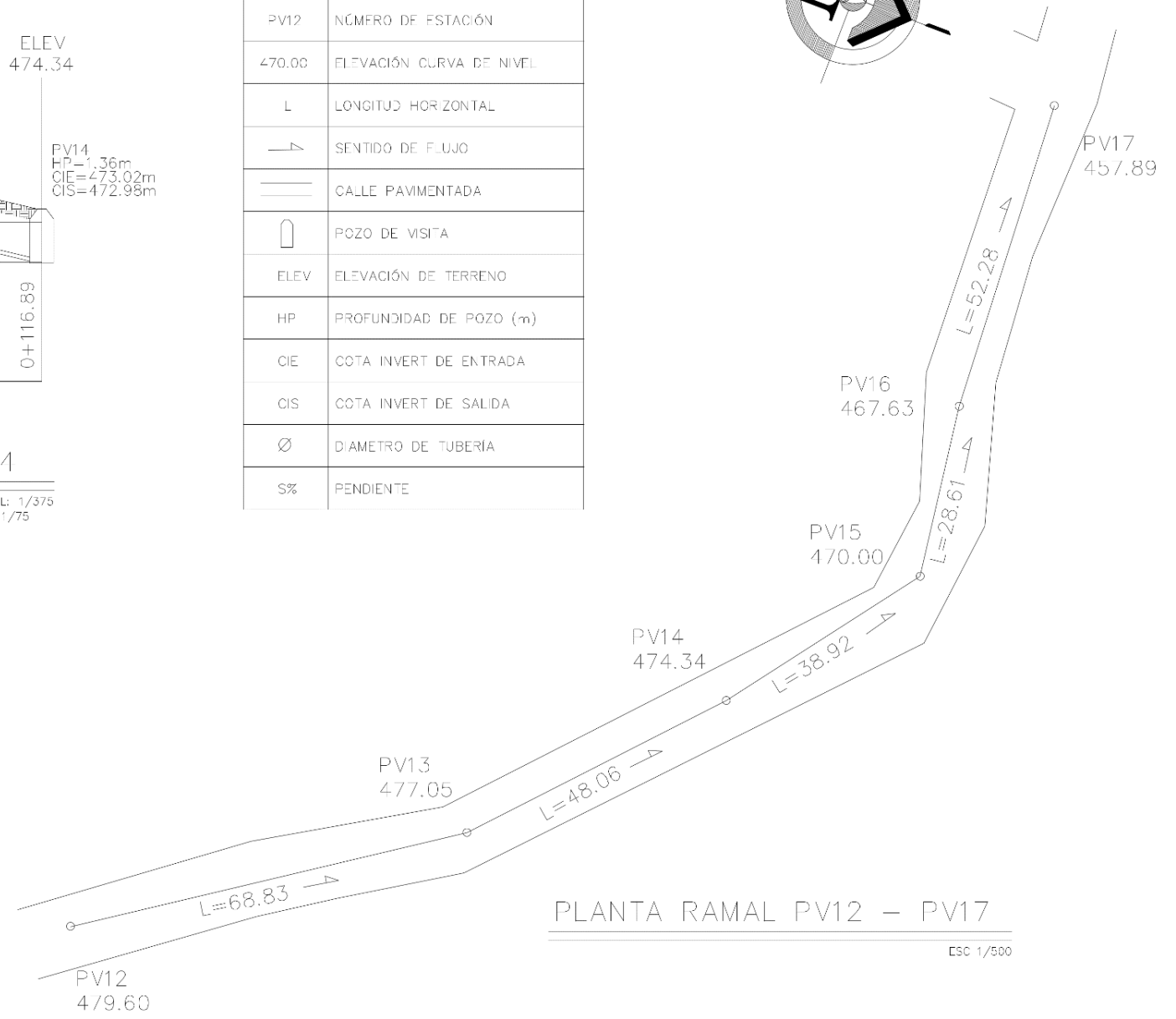
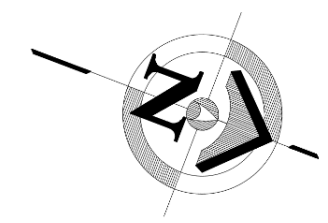
ESC HORIZONTAL: 1/375
ESC VERTICAL: 1/75



PERFIL RAMAL PV14 – PV17

ESC HORIZONTAL: 1/375
ESC VERTICAL: 1/75

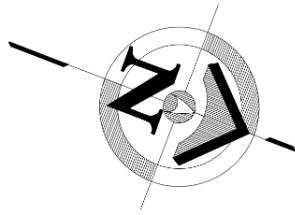
NOMENCLATURA	
	TUBERÍA
	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
PV12	NÚMERO DE ESTACIÓN
470.00	ELEVACIÓN CURVA DE NIVEL
L	LONGITUD HORIZONTAL
	SENTIDO DE FLUJO
	CALLE PAVIMENTADA
	POZO DE VISITA
ELEV	ELEVACIÓN DE TERRENO
HP	PROFUNDIDAD DE POZO (m)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
S%	PENDIENTE



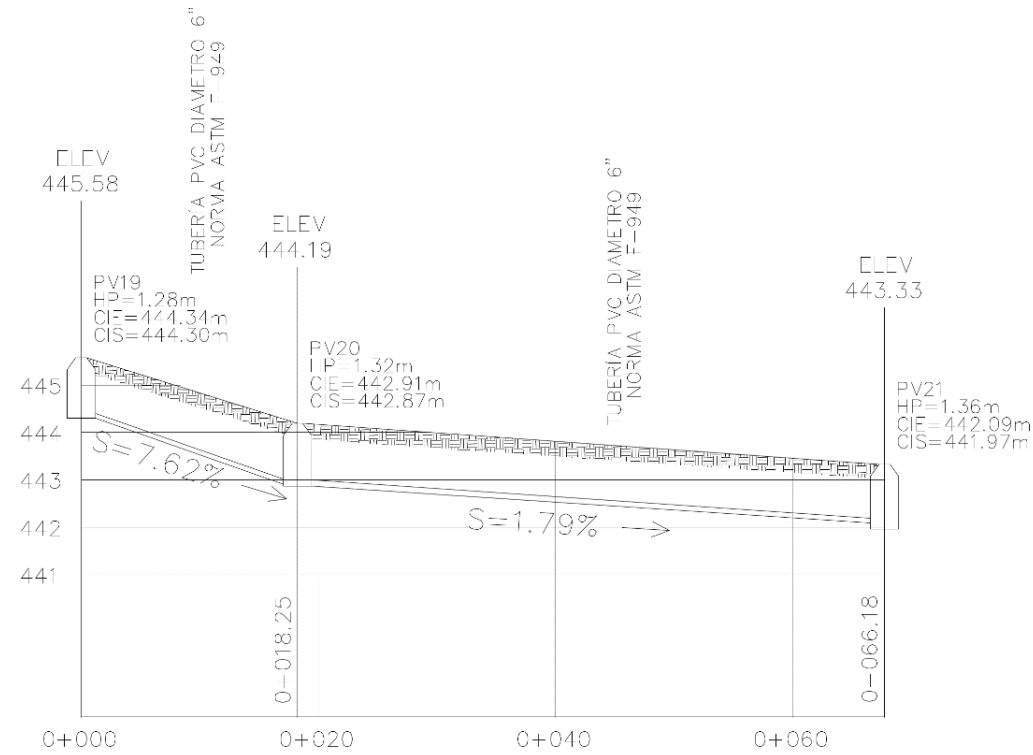
PLANTA RAMAL PV12 – PV17

ESC 1/500

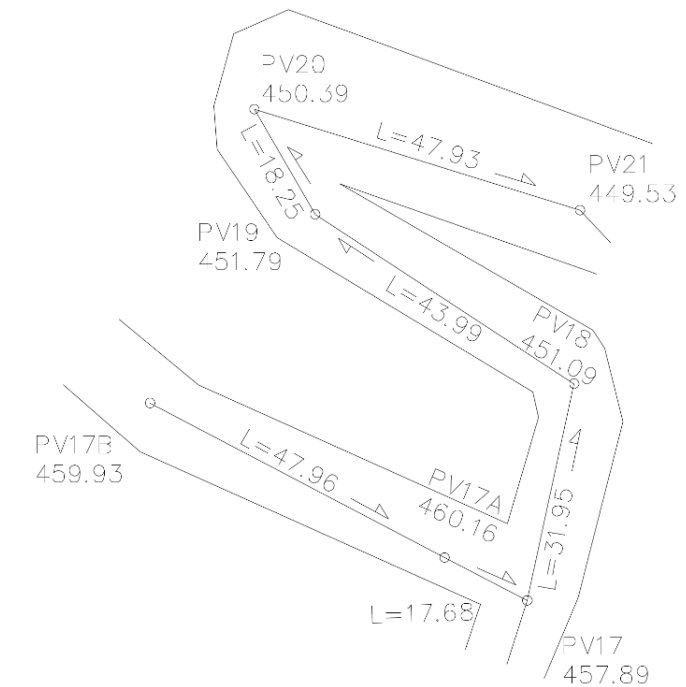
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO XEPEC, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ.		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DEL POZO DE VISITA 12 AL POZO DE VISITA 17 DEL ALCANTARILLADO SANITARIO		
REALIZADO POR: JOSÉ WILSON LUISISTA	FECHA: 2020	HOJA No. 6/9



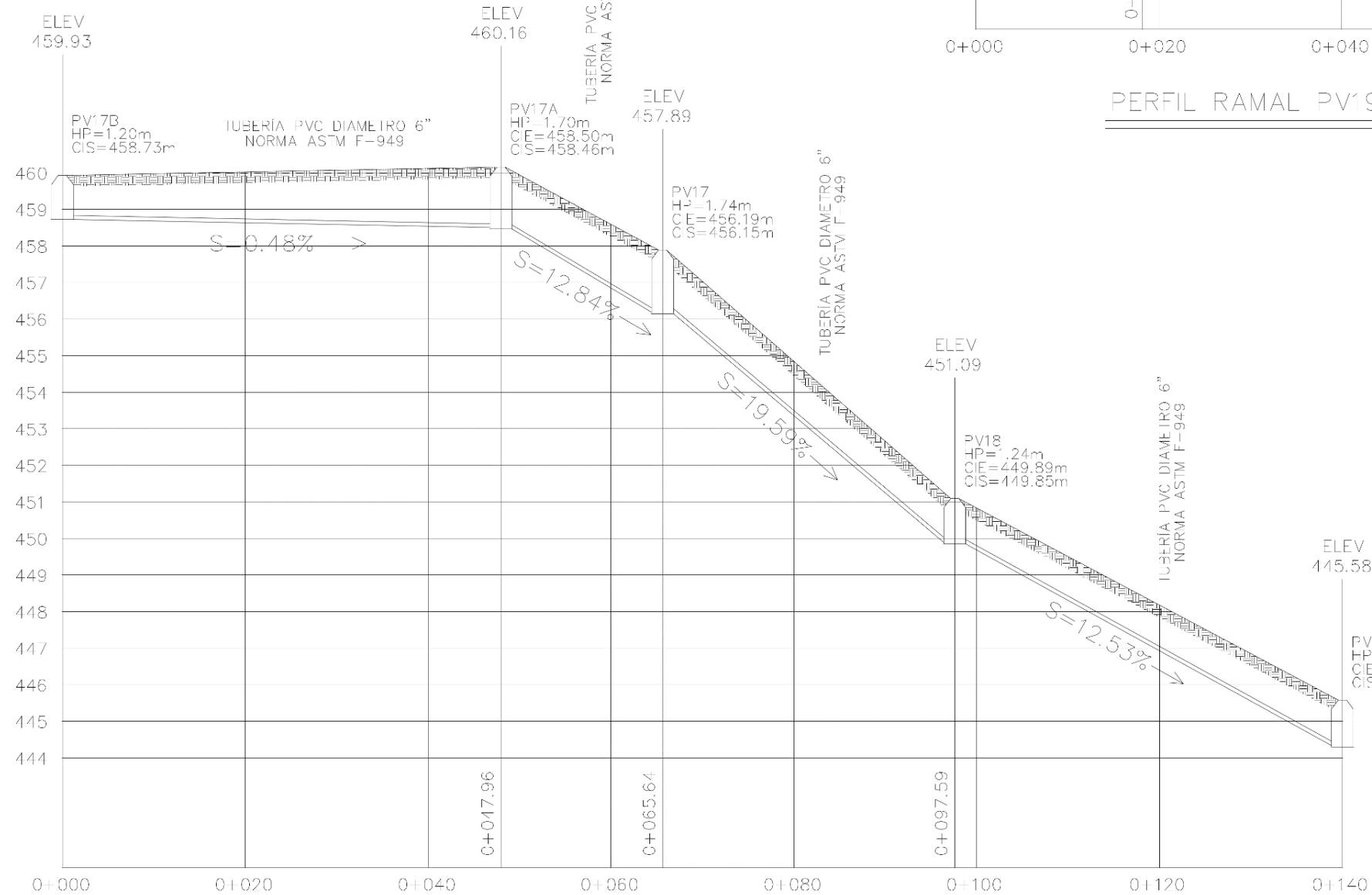
NOMENCLATURA	
—	TUBERÍA
○	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
PV12	NÚMERO DE ESTACIÓN
470.00	ELEVACIÓN CURVA DE NIVEL
L	LONGITUD HORIZONTAL
→	SENTIDO DE FLUJO
▬▬▬	CALLE PAVIMENTADA
□	POZO DE VISITA
ELEV	ELEVACIÓN DE TERRENO
HP	PROFUNDIDAD DE POZO (m)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
∅	DIÁMETRO DE TUBERÍA
S%	PENDIENTE



PERFIL RAMAL PV19 – PV21
 ESC HORIZONTAL: 1/750
 ESC VERTICAL: 1/150



PLANTA RAMAL PV17B – PV21
 ESC 1/500

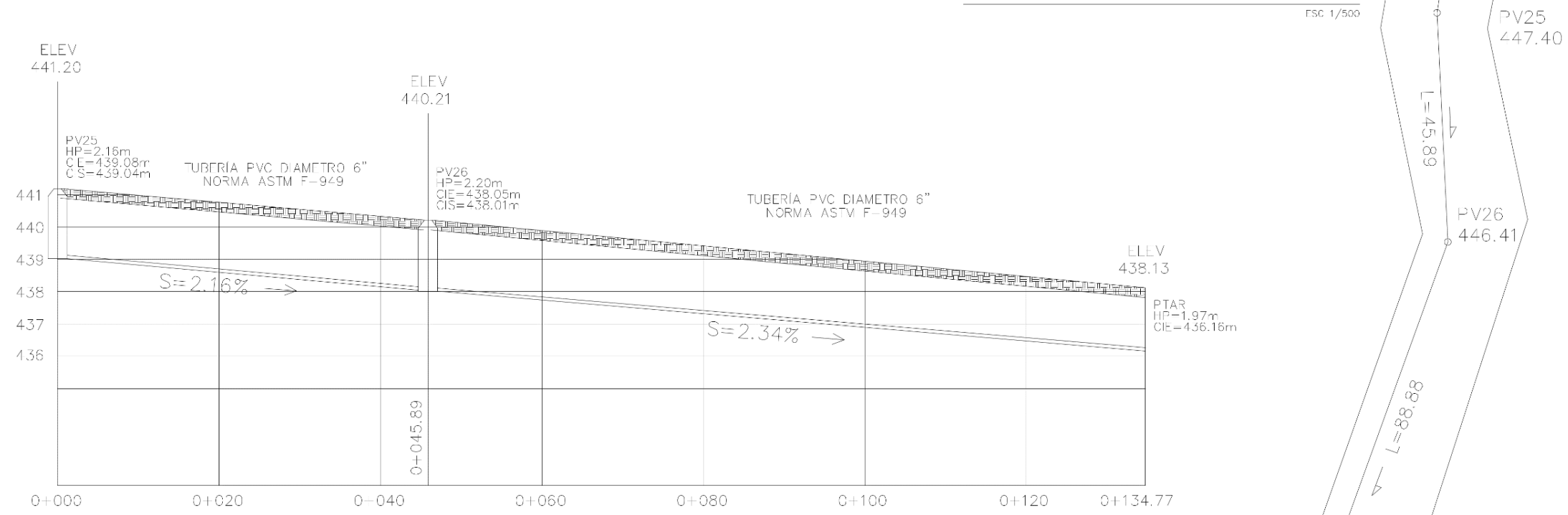


PERFIL RAMAL PV17B – PV19
 ESC HORIZONTAL: 1/750
 ESC VERTICAL: 1/150

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO XEPEC, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ.		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DEL POZO DE VISITA 17B AL POZO DE VISITA 21 DEL ALCANTARILLADO SANITARIO		
REALIZADO POR: JOSÉ MUJICA LUISA	FECHA: 2020	HOJA No. 7/9

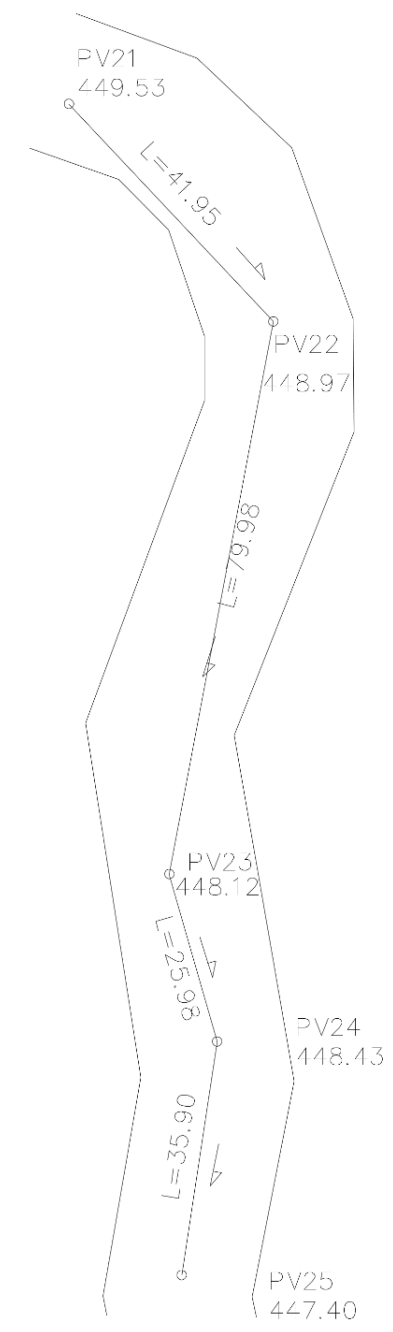
PLANTA RAMAL PV25 - PTAR

ESC 1/500



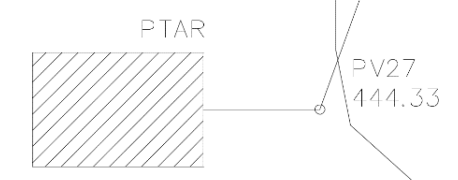
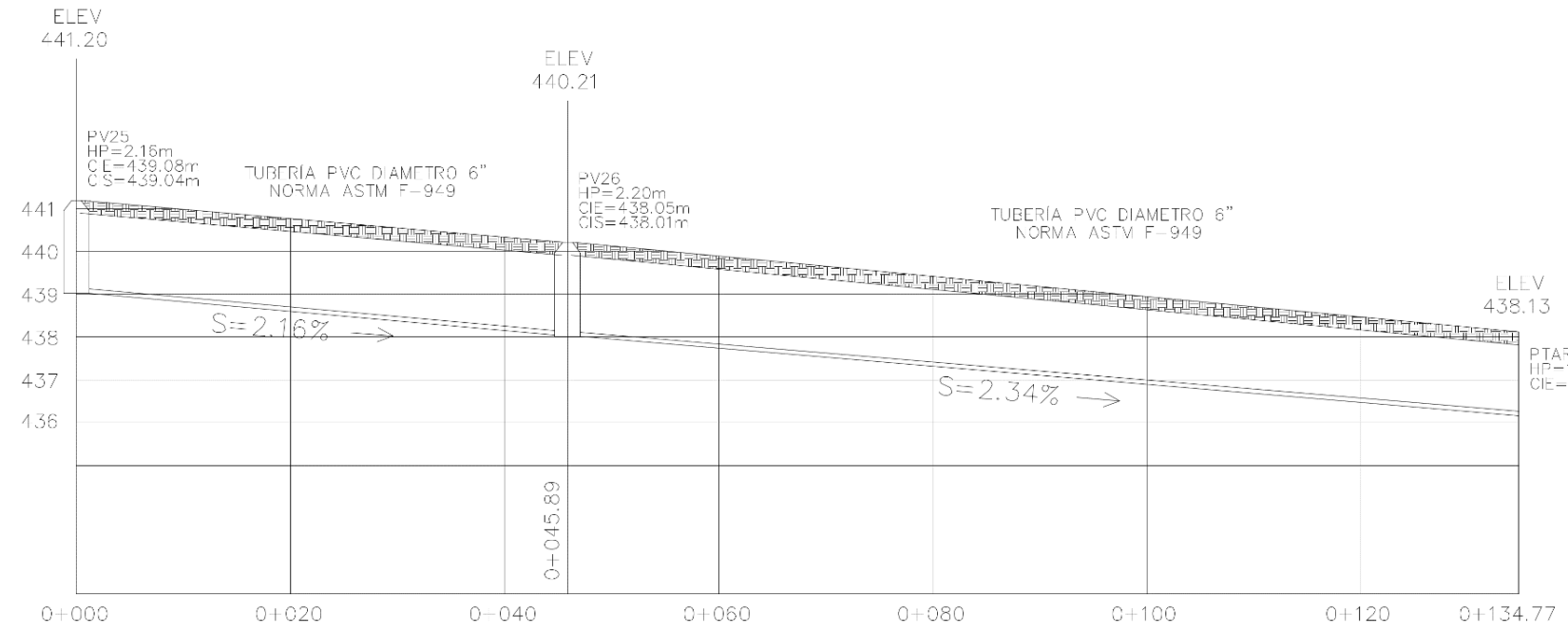
PLANTA RAMAL PV21 - PV25

ESC 1/500



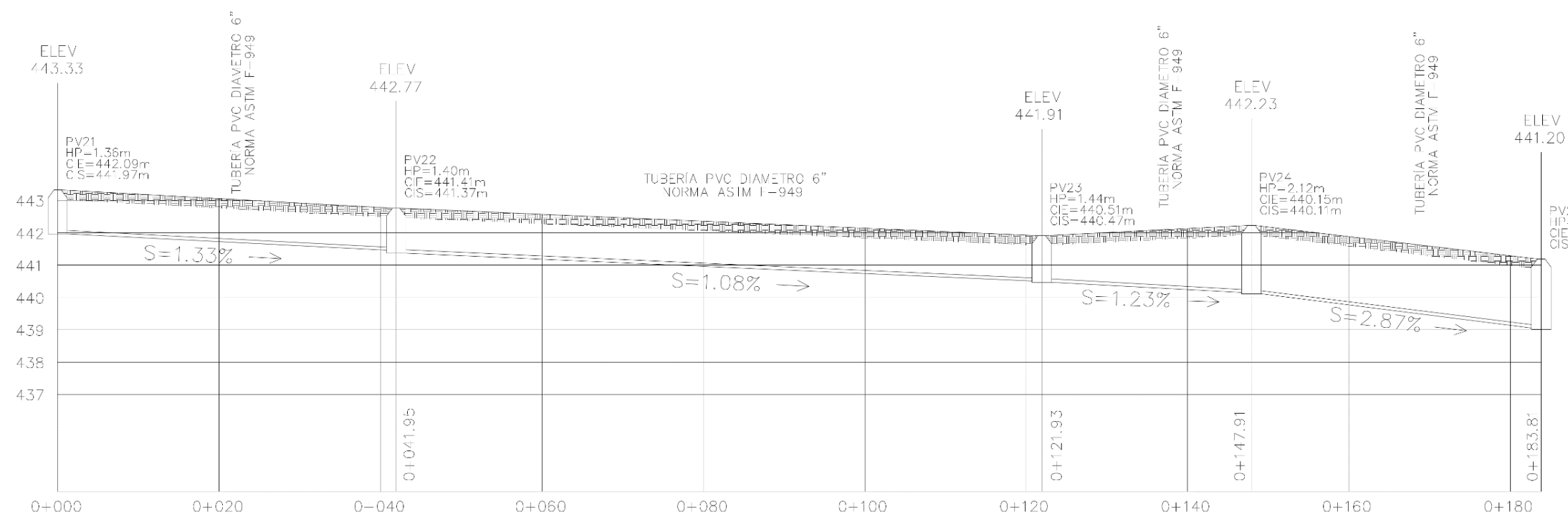
PERFIL RAMAL PV25 - PTAR


ESC HORIZONTAL: 1/375
ESC VERTICAL: 1/75



PERFIL RAMAL PV21 - PV25

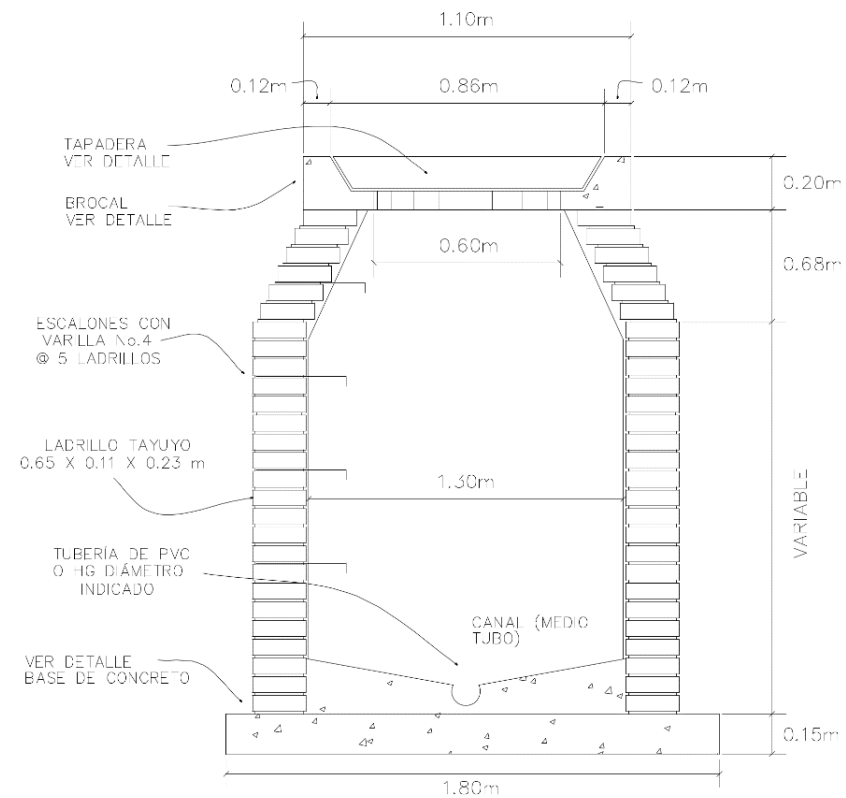
ESC HORIZONTAL: 1/375
ESC VERTICAL: 1/75



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO XEPEC, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ.		
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DEL POZO DE VISITA 21 AL POZO DE VISITA 25 DEL ALCANTARILLADO SANITARIO		
REALIZADO POR: JOSÉ MUJINA LUISA	FECHA: 2020	HOJA No. 8/9

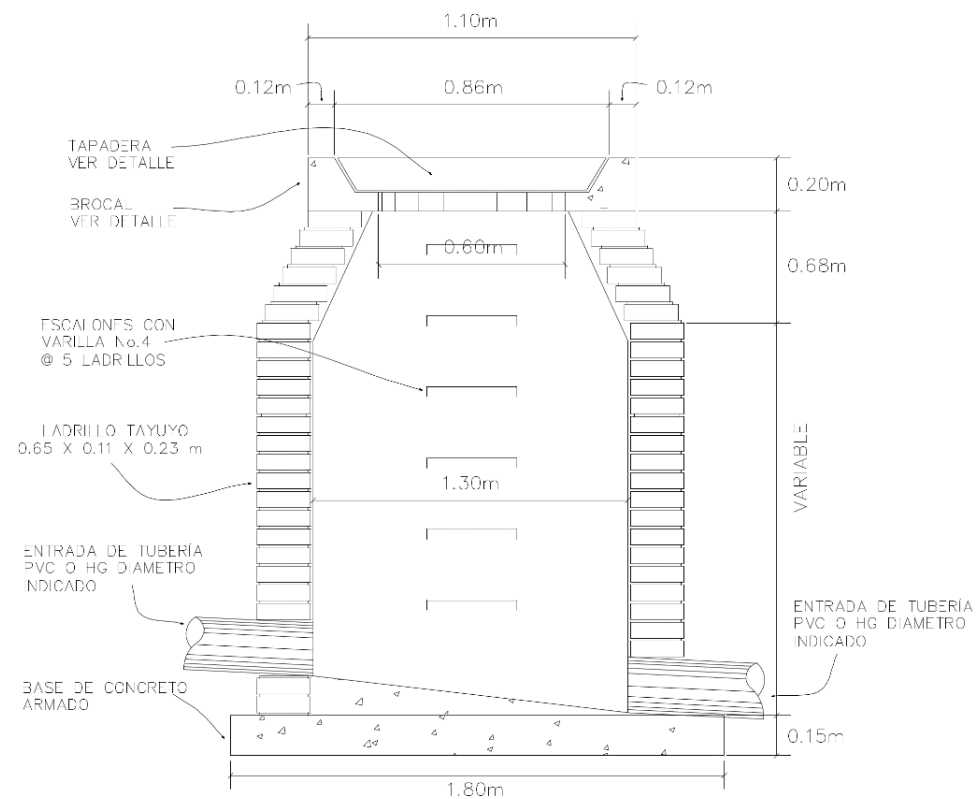
ESPECIFICACIONES

1. EL TIPO DE TUBERÍA A INSTALAR SERÁ DE PVC, QUE CUMPLA CON LA NORMA ASTM F-949.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN $F'c = 210$ Kg/cm² PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA 1:2:2
3. EL MORTERO DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO CON PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA 1:3.
4. LA BASE DE CADA POZO DE VISITA DEBERÁ ESTAR ALISADA ADECUADAMENTE CON CEMENTO PARA NO AFECTAR LA VELOCIDAD DEL FLUJO Y SU ESPESOR PUEDE VARIAR DEPENDIENDO DE LA ALTURA DEL POZO DE VISITA.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ $F'y = 2810$ Kg/cm². (GRADO 40).



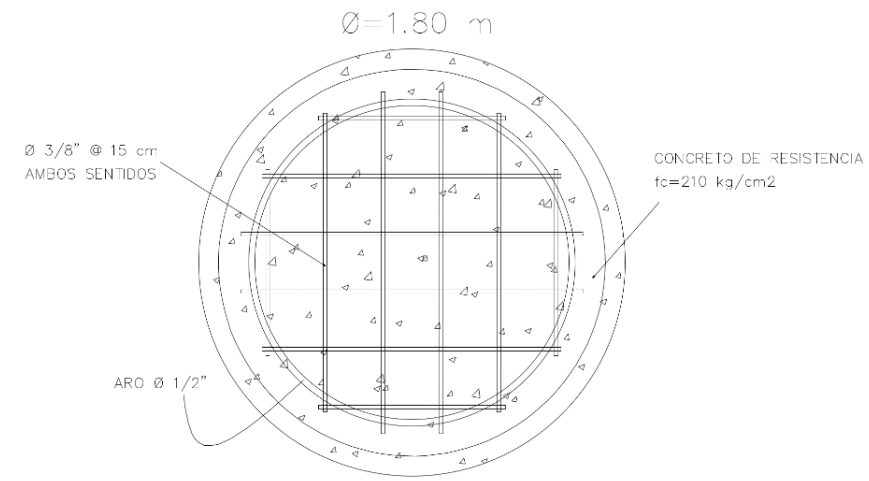
SECCIÓN A-A' POZO DE VISITA

ESC 1/15



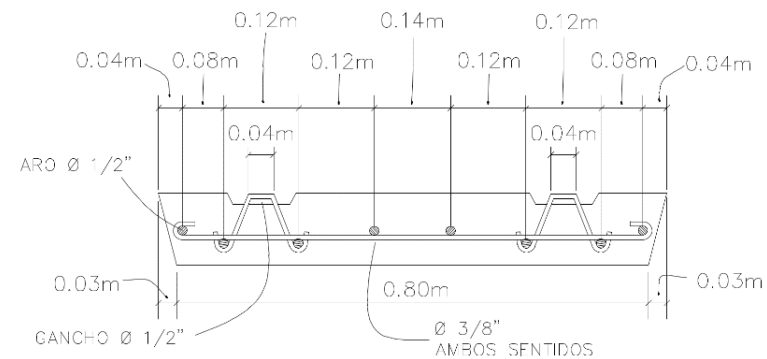
SECCIÓN B-B' POZO DE VISITA

ESC 1/15



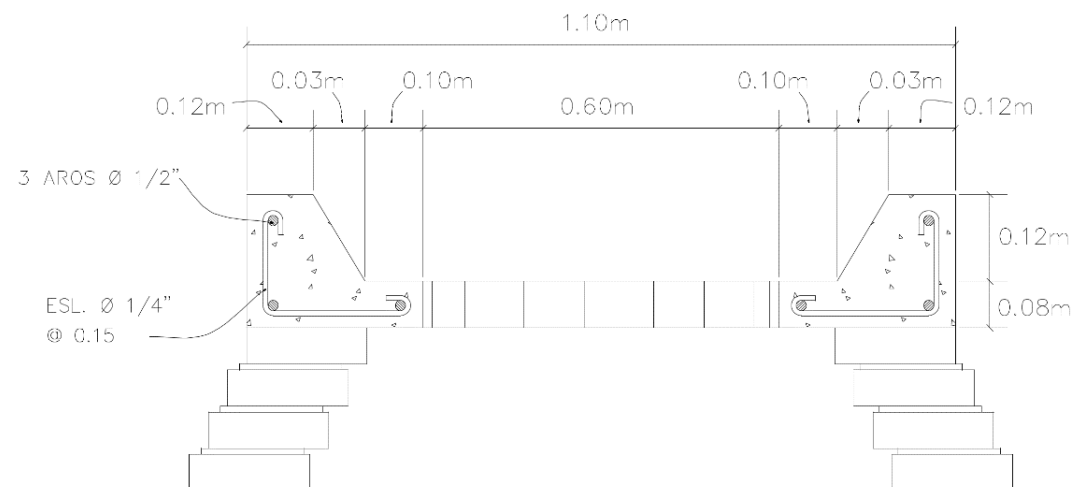
DETALLE DE BASE

ESC 1/15



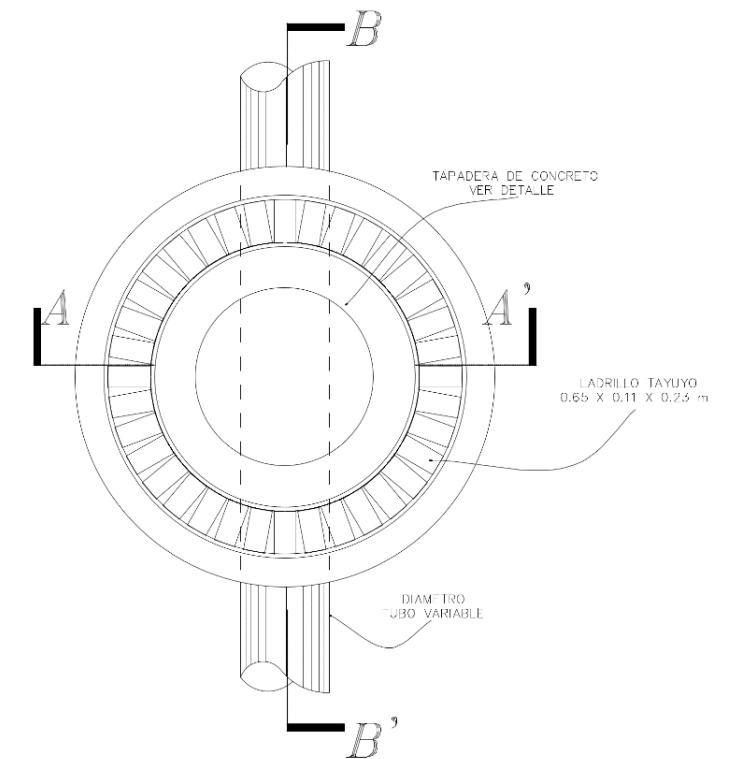
DETALLE DE TAPADERA

ESC 1/10




DETALLE DE BROCAL POZO

ESC 1/10




PLANTA POZO DE VISITA

ESC 1/15


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERIO XEPEC, SANTA CATERINA PALOPÓ, SOLOLÁ.		
CONTENIDO: DETALLE DE POZO DE VISITA		
REALIZADO POR: JOSÉ WILMA LUISA	FECHA: 2020	HOJA No. 9/9
INC. OSCAR ARGÜILLA ASLSUD		



ANEXOS

Anexo 1. Análisis fisicoquímico sanitario del agua del tanque Cuaquixaché, para el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el casco urbano de Santa Catarina Palopó



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 39399		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		No. 10420
INTERESADO: JOSÉ RICARDO MEDINA SALGUERO, REGISTRO ACADÉMICO 201404225		PROYECTO: EPS "DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ"		
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Santa Catarina Palopó</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2019-01-29, 09 h 12 min.</u>		
FUENTE: <u>Tanque Waquixache</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2019-01-30, 10 h 00 min.</u>		
MUNICIPIO: <u>Santa Catarina Palopó</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO: <u>Sololá</u>				
RESULTADOS				
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>21 °C</u>		
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>189,50 µmhos/cm</u>		
3. TURBIEDAD: <u>00,51 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>06,93 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>100,00 mg/L</u>		
SUSTANCIAS		SUSTANCIAS		
	mg/L.			mg/L.
1. CALCIO (Ca)	18,44	6. CLORUROS (Cl ⁻)		18,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	0,041	7. MAGNESIO (Mg)		19,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	56,40	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)		08,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)		00,03
5. MANGANESO (Mn)	00,001	10. DUREZA TOTAL		124,00
HIDROXIDOS mg/L.		BICARBONATOS mg/L.		ALCALINIDAD TOTAL mg/L.
00,00		50,00		50,00
OTRAS DETERMINACIONES				
OBSERVACIONES: <u>Desde el punto de vista fisico-químico sanitario: NITRATOS altos, DUREZA en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad, según norma COGUANOR NTG 29 001.</u>				
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21 ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NTG 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE).				
DERIVADAS), GUATEMALA.				
Guatemala, 2019-02-18				
Visa  ING. EDWIN JOSÉ DIPATA REYES DIRECTOR CII/USAC		 Ing. Edwin José Dipata Reyes Ing. Químico Col. No. 420 MS en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio		
FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC- Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://cii.usac.edu.gt				

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 2. Examen bacteriológico del agua del tanque Cuaquixaché, para el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el casco urbano de Santa Catarina Palopó



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



EXAMEN BACTERIOLOGICO		No. 10423	
O.T. No. 39 399		INF. No. A - 365 398	
INTERESADO: JOSÉ RICARDO MEDINA SALGUERO REGISTRO ACADÉMICO 201404225	PROYECTO: EPS: DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLA	DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA/USAC	
MUESTRA RECOLECTADA POR: Interesado	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2019-01-29-09 h12 min.	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2019-01-30-10 h00 min.	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: Santa Catarina Palopó		CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeración	
FUENTE: Tanque Waquixache			
MUNICIPIO: Santa Catarina Palopó			
DEPARTAMENTO: Sololá			
SABOR: -----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: No hay		
ASPECTO: Clara	COLOR RESIDUAL: -----		
OLOR: inodora			
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENOS)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	- + - ++	+++	---
1,00 cm ³	+ ----	+	-
0,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		11	< 1,8
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 TM NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.			
Guatemala, 2019-02-13			
Visa	ING. EDWIN JOSUE DE PATA RE DIRECTOR CI/USAC	Zedon Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 MSc en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA LABORATORIO UNIFICADO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANTARINA ORA ALBA TABARINI CI/USAC GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cii.usac.edu.gt

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 3. **Análisis físicoquímico sanitario del agua del tanque Principal, para el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el casco urbano de Santa Catarina Palopó**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 39399		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		No. 10421 INF. No. 27 619	
INTERESADO: JOSÉ RICARDO MEDINA SALGUERO, REGISTRO ACADÉMICO 201404225		PROYECTO: EPS "DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ"			
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>			
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Santa Catarina Palopó</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2019-01-29; 09 h 42 min.</u>			
FUENTE: <u>Tanque Principal</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2019-01-30; 10 h 00 min.</u>			
MUNICIPIO: <u>Santa Catarina Palopó</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>			
DEPARTAMENTO: <u>Sololá</u>					
RESULTADOS					
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>21 °C</u>			
2. COLOR: <u>07,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>184,10 µmhos/cm</u>			
3. TURBIEDAD: <u>01,10 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,08 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>98,00 mg/L</u>			
SUSTANCIAS		mg/L		SUSTANCIAS	
				mg/L	
1. CALCIO (Ca)	20,84	6. CLORUROS (Cl)	08,50		
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	0,028	7. MAGNESIO (Mg)	12,17		
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	26,10	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	09,00		
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,05		
5. MANGANESO (Mn)	00,014	10. DUREZA TOTAL	102,00		
HIDROXIDOS mg/L		CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L	
00,00		00,00	98,00	98,00	

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: COLOR, DUREZA en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad, según norma COGUANOR NTG 29.001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NTG 29.001 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2019-02-03

Visa
ING. EDWIN JOBUÉ DXPATA REYES
DIRECTOR CII/USAC



Zelton Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

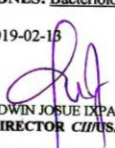

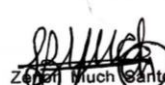
Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 4. **Examen bacteriológico del agua del tanque Principal, para el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el casco urbano de Santa Catarina Palopó**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



EXAMEN BACTERIOLOGICO		No. 10424	
O.T. No. 39 399		INF. No. A - 365 399	
INTERESADO: <u>JOSÉ RICARDO MEDINA SALGUERO</u> <u>REGISTRO ACADEMICO 201404225</u>	PROYECTO: <u>EPS: DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLA</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Santa Catarina Palopó</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2019-01-29, 09 h42 min.</u>		
FUENTE: <u>Tanque Principal</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2019-01-30, 10 h00 min.</u>		
MUNICIPIO: <u>Santa Catarina Palopó</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO: <u>Sololá</u>			
SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>		
ASPECTO: <u>Clara</u>	COLOR RESIDUAL: <u>----</u>		
OLOR: <u>inodora</u>			
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	--+-+
1,00 cm ³	++++-	++++	----
0,10 cm ³	-+-++	+++	---
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		280	4,5
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE , según norma COGUANOR NTG 29 001.			
Guatemala, 2019-02-16	 ING. EDWIN JOSUE D'PATA REY DIRECTOR CII/USAC		 Zelen Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio
Visa			

FACULTAD DE INGENIERÍA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 5. **Análisis físico-químico sanitario del agua del tanque Vista Hermosa, para el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el casco urbano de Santa Catarina Palopó**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 39399		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		No. 10422 INF. No. 27 620	
INTERESADO: JOSÉ RICARDO MEDINA SALGUERO, REGISTRO ACADÉMICO 201404225		PROYECTO: EPS "DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO, SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLÁ"			
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>			
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Santa Catarina Palopó</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2019-01-29; 10 h 11 min.</u>			
FUENTE: <u>Tanque Vista Hermosa</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2019-01-30; 10 h 00 min.</u>			
MUNICIPIO: <u>Santa Catarina Palopó</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>			
DEPARTAMENTO: <u>Sololá</u>					
RESULTADOS					
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>21 °C</u>			
2. COLOR: <u>07,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>155,20 µmhos/cm</u>			
3. TURBIEDAD: <u>01,25 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,41 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>82,00 mg/L</u>			
SUSTANCIAS		mg/l.	SUSTANCIAS		mg/L
1. CALCIO (Ca)	16,03	6. CLORUROS (Cl)	10,00		
2. NITRITOS (NO ₂)	0,018	7. MAGNESIO (Mg))	12,18		
3. NITRATOS (NO ₃)	07,30	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	07,00		
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,03		
5. MANGANESO (Mn)	00,011	10. DUREZA TOTAL	90,00		
HIDROXIDOS mg/L		CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L	
00,00		00,00	84,00	84,00	

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: COLOR en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad, según norma COGUANOR NTG 29 001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2019-02-13

Visa
ING. EDWIN JOSUE IXPATÁ RE
DIRECTOR CII/USAC



[Signature]
Zelton Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 6. Examen bacteriológico del agua del tanque Vista Hermosa, para el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para el casco urbano de Santa Catarina Palopó



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



O.T. No. 39 399		EXAMEN BACTERIOLOGICO		No. 10419 INT. No. A - 365 400	
INTERESADO:	JOSÉ RICARDO MEDINA SALGUERO REGISTRO ACADÉMICO 201404225	PROYECTO:	EPS: DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASCO URBANO SANTA CATARINA PALOPÓ, SOLOLA		
MUESTRA RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Santa Catarina Palopó	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2019-01-29, 10 h 11 min.		
FUENTE:	Tanque Vista Hermosa	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2019-01-30, 10 h 00 min.		
MUNICIPIO:	Santa Catarina Palopó	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Solola				
SABOR:	----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay		
ASPECTO:	Clara	COLOR RESIDUAL	----		
OLOR:	inodora				
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)					
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA			
		FORMACION DE GAS			
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C		
10,00 cm ³	+++++	+++++	--+-+		
1,00 cm ³	+++++	+--+	-+++		
0,10 cm ³	--+++	+--	---		
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		70	12		
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.					
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE , según norma COGUANOR NTG 29 001.					
Guatemala, 2019-02-13					
Visa	 ING. EDWIN JOSUÉ IXPATÁ RÍOS DIRECTOR CII/USAC		 Zenor Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio		

FACULTAD DE INGENIERÍA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.