



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

**DISEÑO DE DOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE, UNO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS Y EL OTRO PARA EL
CASERÍO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTÚN, PETÉN**

Axel Omar Corado Ibarra

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE DOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE, UNO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS Y EL OTRO PARA EL
CASERÍO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTÚN, PETÉN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

AXEL OMAR CORADO IBARRA
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE DOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, UNO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS Y EL OTRO PARA EL CASERÍO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTÚN, PETÉN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de noviembre de 2016.

Axel Omar Corado Ibarra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de marzo de 2019
REF.EPS.DOC.307.03.2019

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

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Axel Omar Corado Ibarra**, Registro Académico 201020500 y CUI 2059 05064 0101 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE DOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, UNO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS Y EL OTRO PARA EL CASERÍO NACIMIENTO ORIENTAL POPTÚN, PETÉN.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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

c.c. Archivo
JMC/ra



Guatemala,
10 de abril de 2019

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

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE DOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, UNO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS Y EL OTRO PARA EL CASERÍO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTÚN, PETÉN** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Axel Omar Corado Ibarra con CUI 2059050640101 Registro Académico No. 201020500, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRÁULICA
USAC

Ing. civil, Luis Manuel Sandoval Mendoza
Jefe Del Departamento de Hidráulica

/mrrm.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 23 de abril de 2019
REF.EPS.D.147.04.2019

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE DOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, UNO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS Y EL OTRO PARA EL CASERÍO NACIMIENTO ORIENTAL POPTÚN, PETÉN**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Axel Omar Corado Ibarra, CUI 2059 05064 0101 y Registro Académico 201020500**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra





El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Axel Omar Corado Ibarra titulado **DISEÑO DE DOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, UNO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS Y EL OTRO PARA EL CASERÍO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTÚN, PETÉN** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2019
/mrrm.



Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.267-2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil del trabajo de graduación titulado: **"DISEÑO DE DOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, UNO PARA EL CASERÍO SAN MARCOS Y EL OTRO PARA EL CASERÍO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTÚN, PETÉN"** presentado por el estudiante: **Axel Omar Corado Ibarra**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

5/27/19
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, mayo de 2019

/echm



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Mis padres	Anabella Ibarra y Mario Corado. Su amor será siempre mi inspiración.
Mi hermano	Mario Corado. Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Mis sobrinos	Rafael, Sebastián, Génesis, Ian, Mathew, Gabriel, Carlos, Michell y Diego. Que mi triunfo sirva como ejemplo para ellos.
Mis tíos	Con cariño y aprecio a todos.
Compañeros de estudio	Stephanie, Isabel, Arturo, Oscar, José, Andrea, Donald, Mejía. Por su amistad invaluable.
Facultad de Ingeniería	Con gratitud por la formación.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de llegar a ser un profesional exitoso.
Facultad de Ingeniería	Por dejarme permitir cumplir mis más grandes anhelos.
Mis padres	Anabella Ibarra y Mario Corado, por el apoyo incondicional que me brindaron durante toda la carrera.
Mi hermano	Mario Corado, por sus consejos, ánimos y apoyo incondicional.
Mi familia	Por el aprecio y apoyo que siempre me han brindado.
Mis compañeros y amigos	Por todas las aventuras y recuerdos que tuvimos durante la carrera.
Ing. Juan Merck	Por su asesoría y apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de los caseríos San Marcos y Nacimiento Oriental, Poptún, Petén	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.2. Límites y colindancias.....	2
1.1.3. Extensión territorial	2
1.1.4. Datos históricos	2
1.1.5. Idiomas	3
1.1.6. Economía.....	3
1.1.7. Clima	3
1.1.8. Población y demografía	4
1.2. Servicios públicos	6
1.3. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los caseríos San Macos y Nacimiento Oriental, Poptún, Petén	7
1.3.1. Análisis y priorización de las necesidades.....	8

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío San Marcos, Poptún, Petén	9
2.1.1.	Estudio topográfico.....	10
2.1.1.1.	Levantamiento planimétrico.....	11
2.1.1.2.	Levantamiento altimétrico.....	11
2.1.2.	Aforo.....	11
2.1.3.	Dotación	12
2.1.4.	Tasa de crecimiento poblacional	12
2.1.5.	Período de diseño	13
2.1.6.	Población futura	13
2.1.7.	Caudales de diseño.....	14
2.1.7.1.	Caudal medio diario (Qm)	14
2.1.7.2.	Caudal máximo diario.....	15
2.1.7.3.	Caudal máximo horario	16
2.1.7.4.	Caudal de bombeo	17
2.1.8.	Calidad del agua	18
2.1.8.1.	Examen bacteriológico	18
2.1.8.2.	Análisis físico y químico	19
2.1.9.	Diseño hidráulico del sistema.....	19
2.1.9.1.	Captación	19
2.1.9.2.	Tanque de bombeo	20
2.1.9.3.	Línea de conducción	21
2.1.9.3.1.	Golpe de ariete.....	22
2.1.9.3.2.	Potencia de la bomba ...	24
2.1.9.4.	Tanque de distribución	25
2.1.9.4.1.	Cálculo del volumen.....	25
2.1.9.4.2.	Diseño estructural del tanque	26

	2.1.9.5.	Red de distribución	34
	2.1.9.6.	Sistema de desinfección.....	36
	2.1.9.7.	Conexiones domiciliarias.....	38
2.1.10.		Administración, operación y mantenimiento	38
	2.1.10.1.	Administración	38
	2.1.10.2.	Operación y mantenimiento	39
2.1.11.		Propuesta de tarifa	40
2.1.12.		Elaboración de planos	42
2.1.13.		Presupuesto.....	42
2.1.14.		Estudio de impacto ambiental inicial.....	43
2.1.15.		Evaluación socioeconómica.....	45
	2.1.15.1.	Valor presente neto (VPN).....	45
	2.1.15.2.	Tasa interna de retorno	47
2.2.		Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nacimiento Oriental, Poptún, Petén.....	47
	2.2.1.	Estudio topográfico	48
	2.2.2.	Aforo realizado.....	48
	2.2.3.	Dotación	48
	2.2.4.	Tasa de Crecimiento Poblacional	48
	2.2.5.	Período de diseño.....	48
	2.2.6.	Población futura.....	49
	2.2.7.	Caudales de diseño	49
	2.2.7.1.	Caudal medio diario (Qm).....	49
	2.2.7.2.	Caudal máximo diario	50
	2.2.7.3.	Caudal máximo horario.....	50
	2.2.7.4.	Caudal de bombeo	50
	2.2.8.	Calidad del agua.....	51
	2.2.9.	Diseño hidráulico del sistema	51
	2.2.9.1.	Captación.....	51

2.2.9.2.	Tanque de bombeo	52
2.2.9.3.	Línea de conducción	52
2.2.9.3.1.	Golpe de ariete.....	54
2.2.9.3.2.	Potencia de la bomba ...	55
2.2.9.4.	Tanque de distribución	56
2.2.9.4.1.	Cálculo del volumen	56
2.2.9.4.2.	Diseño estructural del tanque	57
2.2.9.5.	Red de distribución.....	66
2.2.9.6.	Sistema de desinfección.....	68
2.2.9.7.	Conexiones domiciliarias.....	69
2.2.10.	Administración, operación y mantenimiento	69
2.2.10.1.	Administración.....	69
2.2.10.2.	Operación y mantenimiento.....	69
2.2.11.	Propuesta de tarifa	70
2.2.12.	Elaboración de planos.....	72
2.2.13.	Presupuesto	72
2.2.14.	Estudio de impacto ambiental	73
2.2.15.	Evaluación socioeconómica	75
2.2.15.1.	Valor presente neto (VPN)	75
2.2.15.2.	Tasa interna de retorno	76
CONCLUSIONES.....		79
RECOMENDACIONES		81
BIBLIOGRAFÍA.....		83
APÉNDICES.....		85
ANEXOS.....		89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Dimensiones del tanque (perfil).....	26
2.	Dimensiones del tanque (planta).....	27
3.	Diagrama de momento último en losa.....	29
4.	Diagrama de fuerzas actuantes en muro	31
5.	Dimensiones del tanque (perfil).....	57
6.	Dimensiones del tanque (planta).....	58
7.	Diagrama de momento último en losa.....	60
8.	Diagrama de fuerzas actuantes en muro	62

TABLAS

I.	Variables climáticas de estación meteorológica de Poptún, Petén	4
II.	Estadística demográfica del municipio de Poptún, Petén.....	5
III.	Estadística demográfica del caserío San Marcos.	5
IV.	Estadística demográfica del caserío Nacimiento Oriental	5
V.	Evaluación de diámetros de tubería	22
VI.	Cálculo de momento respecto al punto A.....	33
VII.	Resumen de cálculo de pérdidas de carga	36
VIII.	Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío San Marcos, Poptún, Petén	43
IX.	Cuadro de impactos ambientales	43
X.	Evaluación de diámetros de tuberías	53
XI.	Cálculo de momento respecto al punto A.....	64

XII.	Resumen de cálculo de pérdidas de carga	67
XIII.	Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nacimiento Oriental, Poptún, Petén	73
XIV.	Cuadro de impactos ambientales.....	74

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
As	Área de acero
cm	Carga muerta
W	Carga o peso
C.U	Carga última
Cv	Carga viva
Q	Caudal
Qm	Caudal medio
cm²	Centímetros cuadrados
Fy, fy	Esfuerzo de fluencia del acero
Fdm	Factor de día máximo
Fhm	Factor horario máximo
H	Altura
kg	Kilogramo
kg –m	Kilogramo – metro
lb	Libras
psi	Libras sobre pulgada cuadrada
l	Litros

lt/hab/día	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
L	Longitud
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m	Metros
m.c.a.	Metros columna de agua
M	Momento
M.T	Momento total
Wcm	Peso de la carga muerta
Wcv	Peso de la carga viva
Wc	Peso del concreto
Ws	Peso del suelo
Wt	Peso total
Pa	Población actual
Pf	Población futura
f'c	Resistencia del concreto

GLOSARIO

Aforo	Acción de medir un caudal de una fuente.
Agua potable	Agua apta para el consumo humano y agradable a los sentidos.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
Carga muerta	Peso propio de una estructura y de todas las cargas inmóviles constantes en magnitud y asignadas, permanentemente a la misma.
Carga viva	Cargas no permanentes y que varían durante el emplazamiento de la estructura.
Caudal	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo, que pasa en un punto determinado donde circula un líquido.
COCODE	Consejo comunitario de desarrollo
Concreto	Es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, arena, pedrín y agua.

Concreto ciclópeo	Material de construcción obtenido de una mezcla proporcionada de cemento, arena, piedra y agua; a diferencia del concreto reforzado, los áridos son mucho más gruesos.
Conexión domiciliar	La componen las tuberías y accesorios destinados a llevar el servicio de agua, de la red de distribución al interior de la vivienda.
Consumo	Cantidad de agua usada por una persona.
Demanda	Cantidad de agua deseada por el usuario.
Desinfección	Es la destrucción de casi todas las bacterias patógenas que existen en el agua por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, entre otros.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que en promedio consume cada habitante por día.
Estación	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
INE	Instituto Nacional de Estadística
INSIVUMEH	Instituto Nacional De Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología

Piezométrica

Relativo a cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de tuberías.

Topografía

Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima y debajo de la superficie.

RESUMEN

Este trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en el municipio de Poptún, del departamento de Petén.

En este municipio se realizó un estudio para conocer las necesidades de sus pobladores, encontrándose que en dos caseríos del municipio carecen de un sistema de abastecimiento de agua potable, los cuales son el caserío San Marcos y el caserío Nacimiento Oriental, lo cual perjudica la salud y el desarrollo de sus habitantes.

Por tal razón, se tomó la decisión de realizar el diseño de dos sistemas de abastecimiento de agua potable, uno para el caserío San Marcos y el otro para el caserío Nacimiento Oriental, con el propósito de brindar un buen servicio a todos los usuarios. Entre las actividades necesarias que se desarrollaron para el diseño, son: visita al lugar de la fuente, levantamiento topográfico, análisis de laboratorio, etc. Por las características del terreno, ambos sistemas de agua potable serán diseñados por bombeo.

OBJETIVOS

General

Diseñar dos sistemas de abastecimiento de agua potable, uno para el caserío San Marcos y el otro para el caserío Nacimiento Oriental, Poptún, Petén.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura de los caseríos San Marcos y Nacimiento Oriental, Poptún, Petén.
2. Capacitar a los miembros del COCODE de los caseríos San Marcos y Nacimiento Oriental sobre aspectos de operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable.
3. Elaborar los presupuestos de cada uno de los proyectos a diseñar para que la municipalidad pueda tomar decisiones sobre su ejecución.
4. Presentar a las autoridades municipales los documentos (planos y presupuesto) de los proyectos para que se realicen las gestiones pertinentes.

INTRODUCCIÓN

Los caseríos San Marcos y Nacimiento Oriental pertenecen al municipio de Poptún en el departamento de Peten. En la actualidad, sus habitantes enfrentan dificultades para abastecerse de agua. Este estudio pretende mejorar el nivel de vida de esas personas por medio de la propuesta de soluciones que les permite tener acceso al agua en cantidad y con la calidad necesaria.

Este estudio contó con el apoyo de la municipalidad de Poptún, en observancia y cumplimiento de lo preceptuado en el Artículo 72 del Código Municipal, que le asigna la regulación y prestación de los servicios públicos municipales y entre estos el servicio de agua potable.

Para lograr lo anterior se realizó en cada uno de los caseríos, las evaluaciones pertinentes de las fuentes de agua, como son aforos, calidad del agua y los aspectos legales de los predios en donde se encuentran estas fuentes.

Se complementaron con el levantamiento topográfico y los planos de los predios donde se ubican las fuentes de agua, de las líneas de conducción, de los predios para los tanques de distribución de agua y de las redes de distribución.

Además, se determinaron las bases de diseño, los cálculos hidráulicos, planos de construcción, presupuestos, propuestas de la tarifa por consumo de agua, conclusiones y recomendaciones para cada uno de los sistemas diseñados.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de los caseríos San Marcos y Nacimiento Oriental, Poptún, Petén

Poptún es un municipio en el departamento de Petén, en la república de Guatemala, cuenta con las siguientes características.

1.1.1. Ubicación y localización

Al municipio de Poptún del departamento de Petén se llega realizando un recorrido por la ruta CA-9 saliendo desde la ciudad capital de Guatemala de 244 kilómetros y luego siguiendo por la ruta CA-13 se recorren 140 kilómetros, siendo las dos rutas asfaltadas.

Según el Instituto Geográfico Nacional –IGN- el municipio presenta una altura de 510 metros sobre el nivel del mar, siendo sus coordenadas UTM una latitud 16241126 y una longitud 1807106.

El caserío San Marcos se encuentra localizado siguiendo una carretera de terracería de 39 kilómetros que de la cabecera municipal conduce a Machaca III y luego 4 kilómetros hasta el caserío, presenta una elevación de 170 metros sobre el nivel del mar y tiene coordenadas UTM de latitud 1800760 y longitud 200246.

El caserío Nacimiento Oriental se encuentra localizado siguiendo una carretera de terracería de 48 kilómetros partiendo de la cabecera municipal

hacia Machaca III, tiene una elevación de 160 metros sobre el nivel del mar y coordenadas UTM de latitud 1800953 y una longitud 195930.

1.1.2. Límites y colindancias

El municipio de Poptún colinda al norte con el municipio de Dolores, al sur con el municipio de San Luis, al oeste con Sayaxché, todos del departamento de Petén y al este con Belice.

El caserío San Marcos colinda al norte con la reserva Machaquilá, al sur con el caserío Río Blanco, al Oeste con el caserío Nacimiento Oriental y al este con el caserío El Ceibo.

El caserío Nacimiento Oriental colinda al norte con la reserva Machaquilá, al sur con el caserío Río Blanco, al oeste con el caserío La Machaca y al este con caserío San Marcos.

1.1.3. Extensión territorial

De acuerdo con datos proporcionados por la Dirección Municipal de Planificación –DMP-, el municipio de Poptún tiene una extensión territorial de aproximadamente 1 323 km², y dentro de éste el caserío San Marcos cuenta con una extensión territorial de 29 km² y el caserío Nacimiento Oriental con 18 km².

1.1.4. Datos históricos

En el año 1948 la aldea Poptún evidenció mejoras poblacionales, comerciales y políticas, a tal grado que sus vecinos solicitaron al gobierno

central elevar la comunidad a categoría de municipio del departamento de Petén. El 10 de septiembre de 1966 se estableció el municipio con el nombre de Poptún. Se establecieron los límites con la municipalidad de San Luis, Petén lo que estimuló que las tierras del municipio fueran pobladas aún más por miles de inmigrantes procedentes de los cuatro puntos cardinales de la República de Guatemala.

1.1.5. Idiomas

Los habitantes de los caseríos San Macos y Nacimiento Oriental en su mayoría son de ascendencia Q'eqchi' por lo que la lengua predominante es el Q'eqchi' seguido del idioma español.

1.1.6. Economía

Dentro de la producción agrícola sus principales productos son el maíz, frijol, café, cacao. Contando además con ganado vacuno y porcino y por ser zona ganadera produce además queso y crema y posee también producción artesanal.

1.1.7. Clima

De acuerdo con la clasificación del clima Thornthwaite, esta zona es muy lluviosa durante todo el año, pero entre los meses de junio a octubre las lluvias son más constantes y de mayor precipitación pluvial que van desde los 1 000 hasta los 2 000 mm.

La temperatura media oscila entre los 23 °C y 28 °C. En esta región se manifiestan climas cálidos y semiáridos, varían su carácter entre muy húmedo,

húmedo y semi secos sin una estación seca bien definida. La estación meteorológica más cercana se encuentra en la aldea Machaquilá, Poptún, Petén.

Tabla I. **Variables climáticas de estación meteorológica de Poptún, Petén**

Mes	Temperatura media (°C)	Precipitación Media (mm)	Humedad Relativa (%)	Días de Lluvia
ENERO	20,01	139,15	85,60	17,00
FEBRERO	22,00	56,35	81,40	9,60
MARZO	23,71	75,76	76,10	7,60
ABRIL	24,90	79,57	74,80	6,50
MAYO	24,99	123,46	74,80	11,40
JUNIO	25,41	180,57	79,20	18,00
JULIO	23,63	252,40	83,00	20,60
AGOSTO	23,81	202,76	82,50	21,50
SEPTIEMBRE	23,56	256,00	84,60	20,50
OCTUBRE	22,58	154,50	87,80	19,10
NOVIEMBRE	21,51	182,15	86,70	17,10
DICIEMBRE	20,81	110,30	86,40	15,30

Fuente: elaboración propia, según estación meteorológica Poptún, Petén.

1.1.8. Población y demografía

De acuerdo con el puesto de salud Petén sur, se presentan en las tablas siguientes los datos poblacionales para estas comunidades.

Para el municipio de Poptún, se tienen los siguientes datos poblacionales:

Tabla II. **Estadística demográfica del municipio de Poptún, Petén**

	URBANA				RURAL				Total	%
	Hombres	%	Mujeres	%	Hombres	%	Mujeres	%		
PEA	9 492	23,3	9 127	22,4	11 091	27,2	11 039	27,1	40 749	100

Fuente: elaboración propia, según datos del área de salud Petén sur.

Para el caserío San Marcos, se tienen los siguientes datos poblacionales:

Tabla III. **Estadística demográfica del caserío San Marcos.**

	CASERIO SAN MARCOS					
	HOMBRES	%	MUJERES	%	TOTAL	%
PEA	305	52,9	271	47,1	576	100

Fuente: elaboración propia.

Para el caserío Nacimiento Oriental, se tienen los siguientes datos poblacionales:

Tabla IV. **Estadística demográfica del caserío Nacimiento Oriental**

	CASERIO NACIMIENTO ORIENTAL					
	HOMBRES	%	MUJERES	%	TOTAL	%
PEA	186	48,6	197	51,4	383	100

Fuente: elaboración propia.

1.2. Servicios públicos

Los caseríos San Marcos y Nacimiento Oriental carecen de sistemas de abastecimiento de agua potable, sistema de alcantarillado sanitario y servicio de energía eléctrica. Los dos caseríos cuentan con escuelas de párvulos y escuelas de educación primaria.

Cada comunidad cuenta con una unidad de salud básica donde atienden a los habitantes y los remiten al puesto de salud, cuando el caso lo amerita.

Los habitantes del caserío Nacimiento Orienta cuentan con servicio de transporte público debido a que el caserío se encuentra ubicado en la ruta que de la cabecera municipal conduce a la Machaca III.

Los habitantes del caserío San Marcos recorren a pie, aproximadamente, 4 kilómetros para salir a la ruta que conduce de la cabecera municipal a Machaca III donde si hay servicio de transporte público.

La comunicación telefónica es muy limitada porque solo en los cerros de la región se recibe señal.

Carecen del servicio de la policía nacional civil para cubrir la seguridad de las comunidades porque no cometen hechos violentos.

1.3. Diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los caseríos San Marcos y Nacimiento Oriental, Poptún, Petén

Estas necesidades fueron determinadas mediante entrevistas a miembros de los comités respectivos y por medio de las inspecciones realizadas a los caseríos en las visitas realizadas.

Aunque las necesidades de cada uno de los caseríos son distintas, las más comunes lo constituyen las vías de acceso hacia los caseríos, el abastecimiento de agua para consumo humano, sistema de drenaje sanitario y el saneamiento básico.

Los caseríos San Marcos y Nacimiento Oriental carecen de un sistema de abastecimiento de agua potable y, actualmente, se abastecen de fuentes de agua cuya calidad no es muy adecuada y por ende representa un riesgo a la salud de los consumidores, lo cual por información obtenida de las unidades de salud se comprueba con el hecho de que las enfermedades de origen gastrointestinal son bastante frecuentes en los caseríos.

Estos caseríos tampoco cuentan con un sistema de recolección, conducción, tratamiento y disposición final de aguas servidas ni con sistemas de letrización por lo cual las aguas grises y negras son vertidas a flor de tierra al igual que las excretas, creando así un elemento de riesgo ambiental y de salud.

Tampoco existe un plan de manejos de desechos sólidos, por lo cual se encuentran en cualquier lugar de estas comunidades. Esto también representa riesgo para el ambiente y para la salud de los habitantes de estos caseríos.

1.3.1. Análisis y priorización de las necesidades

De acuerdo con lo indicado, se determinó dar prioridad a las necesidades de la siguiente forma:

- Sistema de abastecimiento de agua potable y
- Sistema de drenaje sanitario

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío San Marcos, Poptún, Petén

El sistema de agua potable capta el agua de uno de los dos nacimientos conocidos como San Marcos, por medio de una captación que consiste en muros de contención y la caja de captación.

De la captación es conducida el agua por gravedad en una tubería de Ø4 PVC C-160 N-2241 hasta el tanque de bombeo de 21,00 metros cúbicos de capacidad, donde se instalará la pichacha de la tubería de succión, la cual será también de Ø4" PVC C-160 N-2241. Este tanque de bombeo será de muros de concreto ciclópeo y techo de losa de concreto reforzado.

La bomba por instalar será de 6,50 HP accionada por un motor que utiliza como combustible gasolina. Esta bomba, alguna herramienta y recipientes para transportar combustible serán ubicados dentro de una caseta de bombeo, cuya construcción será de muros de mampostería de block reforzado con techo de lámina.

Luego el agua es impulsada desde el tanque de bombeo hasta el tanque de distribución de 60,00 metros cúbicos de capacidad. Esta línea de bombeo está constituida de 5 896 metros lineales de tubería de Ø4" PVC C-160 N-2241, el tanque a construir de muros de concreto ciclópeo y techo de losa de concreto reforzado.

La línea de distribución está constituida por tubería PVC C-160 N-2241 de Ø4, Ø2 ½", Ø 2", Ø 1 ½", Ø 1 ¼" y Ø 1", para un total de 3 453,00 metros, utilizando la fuerza de gravedad para llevar el agua desde el tanque hasta las viviendas a abastecer, por medio de las conexiones domiciliarias y en algunos casos por medio de llena cántaros.

También se contempla la instalación de 1 clorador de pastillas de tricloro, para la aplicación del cloro en solución al caudal entrante al tanque de distribución, donde después del tiempo de contacto correspondiente, se espera que desinfecte el agua a distribuirle a los vecinos.

Finalmente este proyecto esta complementado por una lista de materiales, el presupuesto de ejecución de la obra, el cronograma de ejecución y el manual de operación y mantenimiento en el cual se incluye la tarifa por servicio de agua propuesta.

2.1.1. Estudio topográfico

El estudio topográfico constituye el elemento principal y fundamental para la elaboración del diseño, ya que permite ubicar de forma gráfica y precisa todos aquellos puntos que por su ubicación y características son determinantes en la elaboración tanto de los diseños hidráulicos como de los diseños estructurales de las obras a proponer.

El equipo utilizado fue el siguiente:

- Teodolito marca Sokkisha
- Nivel marca Sokkisha
- Trípodes
- Estadal

- Cinta métrica de 60 m
- Cinta métrica de 5 m
- Plomada
- Estacas de madera, pintura, clavos, martillo, machete, libreta auxiliar de topografía, entre otros.

2.1.1.1. Levantamiento planimétrico

Este levantamiento se realizó con una poligonal abierta, utilizando para ello, el método de conservación de azimut con vuelta de campana.

2.1.1.2. Levantamiento altimétrico

Tiene como objetivo identificar los niveles del terreno con la ayuda del nivel. El método que se utilizó fue el taquimétrico.

En el Anexo 1 se presenta la libreta topográfica correspondiente.

2.1.2. Aforo

El aforo de las fuentes es fundamental para decidir la utilización o no de una fuente o la forma en que deberá ser utilizada, ya que permite conocer a cuantas personas puede abastecer un sistema de abastecimiento de agua de forma segura y decidir si el servicio será por medio de llena cántaros o por medio de conexión domiciliar o predial.

Para la realización del aforo, se utilizó el método velocidad y el criterio de la conservación de la masa. Consistió en determinar el promedio de dos áreas transversales ubicadas a una distancia de 10,00 metros. Se tomaron varias

repeticiones del tiempo en que el flotador utilizado recorrió la distancia y conocer así la velocidad promedio del flujo, luego, por medio operar el área por la velocidad se determinó el caudal.

El aforo realizado es de 4,40l/s.

2.1.3. Dotación

Una persona consume determinada cantidad de agua para la realización de sus actividades, pero principalmente, para bebida, preparación de alimentos y para actividades de limpieza tanto personal como del lugar que habita. Esta dotación depende del clima de la región, de la cantidad y disponibilidad del agua de las fuentes, de las presiones de servicio del sistema de distribución, del nivel socioeconómico de los habitantes, y otros diferentes factores.

Para este caso se tomó en cuenta el desarrollo económico y social de los habitantes del caserío, aspectos climáticos y ambientales de la región, la capacidad de la fuente a utilizar y al considerar la normativa vigente que en este sentido ha generado INFOM-UNEPAR, por lo que se adoptó una dotación de 90 l/hab/día.

2.1.4. Tasa de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento población puede ser estimada para diferentes fuentes de información poblacional, y se deben analizar las tasas de crecimiento poblacional siguientes:

Para el presente caso se adoptó una tasa de crecimiento poblacional del 4 %, dato que proporciono el centro de salud.

2.1.5. Período de diseño

Es el tiempo en que un sistema de abastecimiento de agua debe prestar un servicio funcional y eficiente al caserío, depende de la vida útil de los materiales de las tuberías, de los costos de y tasas de interés del dinero, del comportamiento de los sistemas durante los primeros años, la calidad de materiales y de la construcción en sí, de las futuras ampliaciones, de la población a abastecer, del tipo de energía a emplear para la conducción del agua (por bombeo o por gravedad) y del caudal de la fuente. Y en la fase de diseño y planificación se asume que el sistema va a tener una adecuada operación y mantenimiento.

Para este caso, con base en las consideraciones anteriores, se adoptó un periodo de diseño de 20 años. A este tiempo se agregan 2 años más para obtener las aprobaciones correspondientes, la programación presupuestaria de los sistemas de abastecimiento de agua en el ente que financiara su ejecución y el tiempo efectivo de construcción de las obras planificadas. Por lo que el periodo de diseño empleado en esta fase fue de 22 años.

2.1.6. Población futura

Uno de los factores que se debe tomar en cuenta para que un sistema de abastecimiento de agua preste el nivel de servicio esperado es la población que atenderá. Para este tipo de proyectos es necesario determinar la población futura a atender, para esto existen varios métodos, pero para el presente caso se utilizó el método de crecimiento poblacional geométrico, atendiendo a lo indicado en las normas de INFOM-UNEPAR; el cual estima la población futura con base en la población actual, a la tasa de crecimiento poblacional y al número de años a proyectar, estimación que se detalla a continuación:

$$P_f = P_a * (1 + r)^n, \text{ Donde:}$$

P_f = Poblacion futura

P_a = Poblacion actual

r = Tasa de crecimiento

n = Período de diseño en años

Se estimó la población futura para esta comunidad tomando en cuenta los siguientes aspectos: la población actual, la tasa de crecimiento poblacional y el periodo de diseño, estimación que se detalla a continuación:

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

Donde:

P_f = Poblacion futura

P_a = Poblacion actual = 576 habitantes

r = Tasa de crecimiento = 4 %

n = Periodo de diseño en años = 22 años

$$P_f = 576 * (1 + 0,04)^{22} = 1\ 366 \text{ habitantes}$$

2.1.7. Caudales de diseño

Son los consumos que se considera para determinar el dimensionamiento de tuberías y de las obras hidráulicas en cada componente del sistema de abastecimiento de agua, dentro de los que están los siguientes caudales.

2.1.7.1. Caudal medio diario (Qm)

Es la cantidad de agua que, en promedio, consume una población en un periodo de un día, es el resultado de multiplicar la dotación por la población

futura dividido por el número de segundo que tiene un día (86 400 segundos), y es como se indica a continuación:

$$Q_m = \frac{\text{Dotacion} \times \text{Población Final}}{86\ 400}$$

Para el caserío San Marcos, se obtuvo el siguiente resultado:

$$Q_m = \frac{P_f(\text{hab}) * \text{Dot}(\text{l/hab /dia})}{86\ 400(\text{s})}$$

Para el caserío San Marcos, se ha obtenido el siguiente resultado:

$$Q_m = \frac{P_f(\text{hab}) * \text{Dot}(\text{l/hab /dia})}{86\ 400(\text{s})}$$

$$Q_m = \frac{1\ 366\ \text{hab} * 90\ \text{l/hab/dia}}{86\ 400\ \text{s}}$$

$$Q_m = 1,43 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

2.1.7.2. Caudal máximo diario

El consumo diario de agua, en una comunidad, es variable en una misma época, variable también entre una época y otra por lo que se consideró que el caudal medio diario (Qm) debe de ser afectado por una factor el cual garantice que el día de mayor consumo de agua de una población tanto las obras captación como las de conducción, tengan la capacidad para prestar un buen servicio en esos días pico.

La normativa correspondiente recomienda que ante la falta de registros de consumo diario de agua en una población, el caudal medio (Qm) debe ser afectado por un factor denominado factor de día máximo (FDM). Este factor

para poblaciones menores a 1 000 habitantes, podrá ser de entre 1,20 a 1,50 y para poblaciones mayores a 1 000 habitantes será de 1,20.

Para el caso del caserío San Macos, se tiene el siguiente resultado:

$$Q_{md} = Q_m \left[\frac{l}{s} \right] * FDM$$
$$Q_{md} = 1,43 \frac{l}{s} * 1,2 = 1,72 \frac{l}{s}$$
$$Q_{md} = 1,72 \frac{l}{s}$$

2.1.7.3. Caudal máximo horario

El consumo de agua es variable también en el transcurso de las horas del día, tomando en cuenta actividades de limpieza corporal, preparación de alimentos y limpieza de utensilios, limpieza de hogar y de lavado de ropa.

Según la normativa correspondiente, en las comunidades el consumo de agua sobre la media noche es mínima y sobre las 6 de la mañana es máxima, recomienda además que el caudal medio (Q_m) deberá ser afectado por una factor que será de entre 2,0 a 3,0 para poblaciones menores a 1 000 habitantes y de 2,0 para poblaciones mayores a los 1 000 habitantes. Este factor es denominado factor de hora máxima (FHM).

El resultado de lo anterior es el caudal máximo horario (QMH), con él se diseñan las tuberías y obras hidráulicas relacionadas a la distribución de agua.

El caudal máximo horario estimado para esta comunidad es el siguiente:

$$Q_{mh} = Q_m \left[\frac{l}{s} \right] * F_{mh}$$

$$Q_{mh} = 1,43 \frac{l}{s} * 1,8 = 2,56 \frac{l}{s}$$

$$Q_{mh} = 2,56 \frac{l}{s}$$

2.1.7.4. Caudal de bombeo

Para comunidades que no cuentan con fuentes de agua, cuyo caudal no pueda ser conducido hacia la comunidad utilizando la fuerza de gravedad debido a que se encuentran en un nivel más bajo de estas, es necesario usar equipos de bombeo, por medio de los cuales se les proporciona la energía suficiente para elevar los volúmenes de agua necesarios.

Para determinar este caudal de bombeo se utiliza el caudal medio diario (QMD), con lo cual se determina el volumen que se necesita durante todo el día de consumo, luego se divide por el número de horas que se ha determinado que el equipo de bombeo deberá funcionar.

La normativa, correspondiente también indica que el tiempo de operación del equipo de bombeo deberá ser de 8 a 12 horas para equipos accionados por motores diesel y de 12 a 18 horas para equipos accionados por motores eléctricos.

Para el caserío San Marcos se utilizará un equipo de bombeo accionado por medio de un motor diesel, por lo que el periodo de bombeo a considerar será de 8 horas.

$$Q_B = \frac{Q_{md} * 24 \text{ hrs}}{T_B}$$

$$Q_B = \frac{1,72 \frac{l}{s} * 24 \text{ hrs}}{8 \text{ hrs}}$$

$$Q_B = 5,16 \frac{l}{s}$$

2.1.8. Calidad del agua

El análisis de calidad del agua permite conocer los contaminantes que contiene y si la cantidad contenida está dentro de los límites máximos permisibles o dentro de los límites máximos aceptables. De esta manera se determina el tipo de tratamiento que se aplicará para acondicionarla para el consumo humano. Para esto el personal del Ministerio de Salud y Asistencia Social tomó las muestras correspondientes y las transportaron al laboratorio, posteriormente dieron los resultados.

La calidad del agua tiene que ser potable o sanitariamente segura, ya que debe cumplir con ciertos parámetros de calidad, los cuales están establecidos en la norma COGUANOR NGO 29 001 (ver anexo). Esta norma establece límites máximos aceptables y límites máximos permisibles de los elementos o componentes que se encuentran dentro del agua, para determinar si es apta para su consumo o no. Para determinar la calidad del agua de una fuente es necesario efectuar exámenes tanto físico y químico como bacteriológico.

2.1.8.1. Examen bacteriológico

El examen bacteriológico determina la presencia de bacterias que establecen la calidad del agua y pueden ser correspondientes al grupo coliforme total, Grupo Coliforme fecal y *Escherichia coli*.

Con los resultados de este el examen bacteriológico se determina la utilización de una desinfección final basada en la aplicación de cloro o si es necesario otro tipo de tratamiento. Según los resultados, el agua se es apta y se incorporará un tratamiento a base de pastillas de tricloro.

2.1.8.2. Análisis físico y químico

El análisis físico determina las características del agua perceptibles por los sentidos humanos, como el color, olor, sabor, turbiedad.

El análisis químico se utiliza para medir el nivel de cloro residual libre, cloruro, conductividad, dureza total (CaCO_3), potencial de hidrogeno (pH), sólidos totales disueltos, sulfatos (SO_4), temperatura, aluminio (Al), calcio (Ca), cinc (Zn), cobre (Cu), magnesio (mg).

En el Anexo 2 se presentan los resultados del análisis físico y químico y bacteriológico realizado a la muestra de agua.

2.1.9. Diseño hidráulico del sistema

Está conformado por la captación, tanque de bombeo, línea de conducción, tanque de distribución y red de distribución.

2.1.9.1. Captación

De acuerdo con la visita de inspección realizada y a las actividades de levantamiento topográfico se determinó que la fuente de agua es un nacimiento de agua de brote definido, que se ubica a 5 706,00 m de la comunidad. Su nivel con relación al tanque de distribución es de menos 3,98 m.

La captación de este nacimiento está constituida de muros de concreto ciclópeo a cada lado del brote, para encauzar el agua hacia la caja de captación, válvula de control, rebalse y desagüe, según se detalla en el plano típico correspondiente.

Luego se conduce por medio de tubería de Ø 4" desde la captación hasta el tanque de bombeo.

2.1.9.2. Tanque de bombeo

Este tanque de bombeo se ubicó lo más cercano posible a la caja de captación en terreno firme, seco y sin riesgo de inundación por crecidas, es abastecido de agua por medio de tubería de Ø4" PVC.

El volumen mínimo de este tanque se ha estimó con base en que tenga un almacenamiento de por lo menos 70 minutos, que es la diferencia entre el caudal que provee la fuente con respecto al caudal de bombeo, con lo cual se evita que la bomba trabaje en seco, por lo que se tiene lo siguiente:

$$V = Q_b \times 70 \text{ minutos}$$

$$V = 5,16 \text{ l/s} \times 70 \text{ m} \times 60 \text{ s} = 21\ 672 \text{ l} = 21,67 \text{ m}^3.$$

Las dimensiones del tanque serán de 2,00 m x 3,00 m x 3,50 m, para un volumen de 21,00 m^3 . Este tanque de bombeo será de muros de concreto ciclópeo y techo de losa de concreto reforzado.

2.1.9.3. Línea de conducción

La tubería de bombeo inicia en el tanque de bombeo hasta el tanque de distribución ubicado en la E-129, por lo que el diámetro económico se estimó, atendiendo lo indicado por las normas correspondientes, verificando la velocidad mínima y máxima y es como se detalla a continuación:

$$\text{Caudal de Bombeo} = 5,16 \frac{l}{s}$$

$$\text{Periodo de Bombeo} = 8 \text{ horas}$$

$$0,40 \frac{m}{s} \leq V \leq 3,00 \frac{m}{s}$$

Para definir los diámetros a evaluar, se utiliza la ecuación de caudal, expresada el área en función del diámetro, se tienen los diámetros por analizar.

$$\phi_1 = \sqrt{\frac{1,974 * 5,16}{0,40}} = 5,05 \text{ in}$$

$$\phi_1 = \sqrt{\frac{1,974 * 5,16}{3,00}} = 1,84 \text{ in}$$

El siguiente cuadro presenta los resultados ahí indicados para los diámetros de 2", 2 1/2", 3" y 4".

Tabla V. Evaluación de diámetros de tubería

TUBERIA										
Diámetro comercial (in)	Diámetro interno (in)	Área (m2)	Caudal de Bombeo (m3/s)	Velocidad del Agua (m/s)	Longitud (m)	Perdida de Carga (m)	Diferencia de nivel en succión (m)	Perdidas secundaria en tubería (m)	Carga Dinámica Total (m)	Potencia de Bomba (HP)
2,00	2,19	0,00222	0,00516	2,34	5 896,00	443,33	3,76	22,17	469,26	49,02
2,50	2,65	0,00326	0,00516	1,58	5 896,00	175,18	3,76	8,76	187,70	19,61
3,00	3,23	0,00483	0,00516	1,07	5 896,00	66,81	3,76	3,34	73,92	7,72
4,00	4,15	0,00799	0,00516	0,65	5 896,00	19,71	3,76	0,99	24,46	2,56

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro anterior, las pérdidas de carga se calcularon utilizando Hazzen Williams, la diferencia de nivel entre la cota de entrada al tanque de distribución y la pichacha de la succión (102,95-99,19=3,72m) las pérdidas secundarias se asumieron equivalentes al 5 % de las pérdidas de carga.

Del cuadro anterior se adopta el diámetro económico de Ø 4" PVC C-160 N-2241 la cual requiere de una bomba de 3,00 HP.

2.1.9.3.1. Golpe de ariete

El golpe de ariete se experimenta a lo largo del tramo de bombeo, este depende directamente del módulo de elasticidad del material a utilizar.

Cálculo de la celeridad ($\frac{m}{s}$):

$$\alpha = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{E_{agua} * \emptyset}{E_{material} * e_{material}}}}$$

Donde:

$\alpha =$ celeridad

E_{agua} = Módulo de elasticidad volumétrico del agua

$E_{material}$ = Módulo de elasticidad del material

\emptyset = Diámetro interno de la tubería.

$e_{material}$ = Espesor de pared de la tubería

$$\alpha = \frac{1\,420}{\sqrt{1 + \frac{2,07 \cdot 10^4}{3,00 \cdot 10^4} * \frac{4,28}{0,11}}} = 269,10 \frac{m}{s}$$

Cálculo de la velocidad:

$$V = \frac{1,974 * Q_b}{\emptyset_{int}^2}$$

Donde:

Q_b = Caudal de bombeo

\emptyset = Diámetro interno de la tubería.

$$V = \frac{1,974 * 5,16}{(4,28)^2} = 0,56 \frac{m}{s}$$

Cálculo de la sobrepresión (m):

$$\Delta_H = \frac{\alpha * V}{g}$$

Donde:

Δ_H = Sobrepresión

α = celeridad

V = Velocidad

g = Gravedad

$$\Delta_H = \frac{269,10 * 0,56}{9,81} = 15,36 \text{ m}$$

Cálculo del golpe de ariete (m):

Golpe de ariete < Presion de trabajo de tuberia a utilizar

$$GA = \Delta_H + \text{Diferencia de Cotas} + CDT$$

$$GA = 15,36 \text{ m} + (101,45 \text{ m} - 98,47 \text{ m}) + 24,46 \text{ m} = 42,93 \text{ m}$$

El golpe de ariete no sobrepasa la presión de trabajo de la tubería de PVC propuesta, que es de 112 m.c.a. (160 psi).

2.1.9.3.2. Potencia de la bomba

$$POT = \frac{CDT * Q_b}{76 * e} = hp$$

Donde:

$$CDT = \text{Carga Dinamica Total (m)}$$

$$Q_b = \text{Caudal de bombeo} \left(\frac{l}{s} \right)$$

$$e = \text{eficiencia de la bomba (0,65)}$$

Cálculo de la carga dinámica total (CDT):

$$CDT = \text{perdida linea de bombeo} + \text{diferencia de cotas} + \text{perdidas menores}$$

$$CDT = 19,71 \text{ m} + 3,76 \text{ m} + 0,99 \text{ m} = 24,46 \text{ m}$$

$$POT = \frac{24,46 \text{ m} * 5,16 \frac{l}{s}}{76 * 0,65} = 2,55 \text{ hp}$$

En el mercado no se encuentra este tipo de bomba, por lo que se selecciona una bomba de 6,50 Hp.

2.1.9.4. Tanque de distribución

Los tanques de almacenamiento son elementos fundamentales en un sistema de abastecimiento de agua potable, ya que compensan las variaciones de consumo, las cuales pueden ser establecidas utilizando la suma de variaciones horarias de consumo de una población, con iguales características a la localidad, cuando se dispone de una curva aplicada al caso estudiado. Al no contar con este parámetro, para este sistema el volumen del tanque de almacenamiento se calcula según el Normativo de INFOM-UNEPAR el cual recomienda utilizar un porcentaje del caudal de bombeo en un periodo de tiempo.

2.1.9.4.1. Cálculo del volumen

Para los sistemas de abastecimiento por bombeo se debe considerar un volumen de distribución o almacenamiento de entre un 40 % a un 65 % del caudal de bombeo en un periodo de tiempo definido, el cual para este caso se realiza utilizando un 40 % del caudal de bombeo durante un periodo de bombeo de 8 horas.

$$Q_B = 5,16 \frac{l}{s}$$

$$T_B = 8 \text{ horas}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = (Q_B)(T_B)(40 \%)$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = \left(5,16 \frac{l}{s}\right) \left(8 \text{ horas} * \frac{3600 s}{1 \text{ hora}}\right) \left(\frac{1 m^3}{1000 l}\right) (0,40)$$

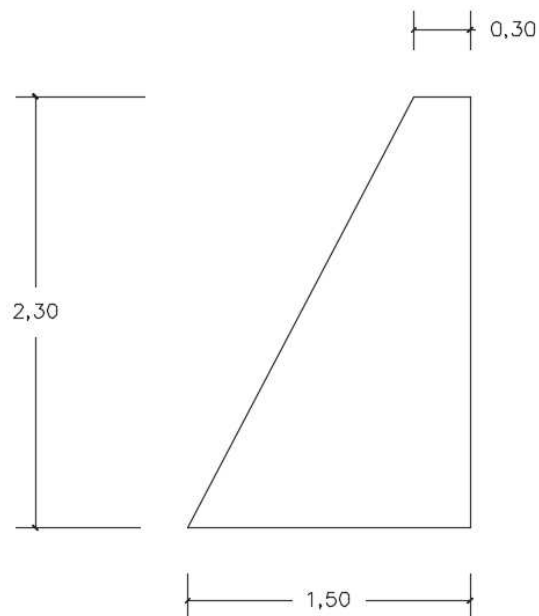
$$\text{Volumen de almacenamiento} = 59,44 \text{ m}^3$$

El tanque de distribución contará con las siguientes dimensiones internas, 6,50 m de largo, 4,50 m de ancho y 2,00 m de altura, la capacidad real = 58,50 m³ (Ver detalle de tanque en planos en anexo).

2.1.9.4.2. Diseño estructural del tanque

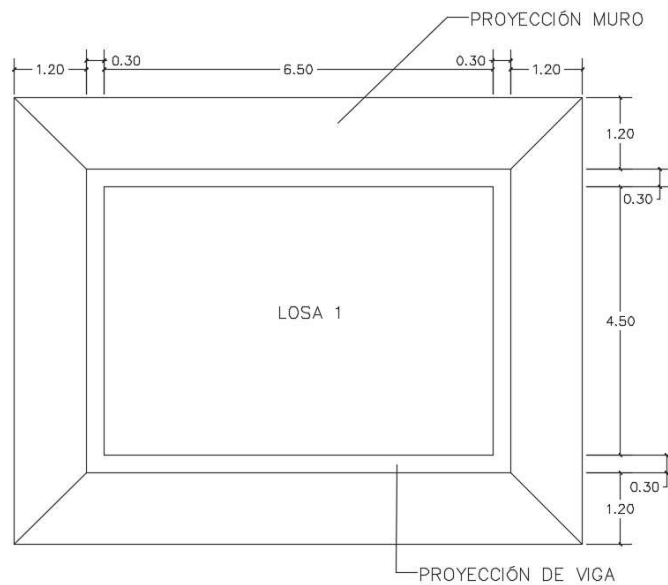
Para este proyecto se diseñará un tanque de almacenamiento semienterrado, con muros de concreto ciclópeo y una cubierta de losa tradicional de concreto reforzado. Se optó por este tipo de tanque, ya que el terreno destinado para el mismo se encuentra en la cima de un cerro, y debido a la cota del terreno permite una distribución efectiva de agua potable a toda la población del caserío.

Figura 1. Dimensiones del tanque (perfil)



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Dimensiones del tanque (planta)



Fuente: elaboración propia.

Diseño de la losa del tanque de distribución:

Datos

$$a = 4,50 \text{ m} \quad \text{Carga viva} = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad f_y = 2810 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$b = 6,50 \text{ m} \quad \gamma_{\text{concreto}} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{Sobre Carga} = 90 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Cálculo de espesor de losa

$$t = \frac{\text{Perimetro}}{180} = \frac{22,00}{180} = 0,12 \quad t \approx 0,12 \text{ m}$$

$$m = \frac{a}{b} = \frac{4,50}{6,50} = 0,69 > 0,5 \quad \text{Losa en dos sentidos}$$

Cálculo del peso propio de la losa

$$W_m = \left(2\,400 \frac{kg}{m^3} \right) (t) + S.C.$$

$$W_m = \left(2\,400 \frac{kg}{m^3} \right) (0,12\,m) + 90 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_m = 378,00 \frac{kg}{m^2}$$

Integración de cargas últimas

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

$$CU = 1,7 \left(200,00 \frac{kg}{m^2} \right) + 1,4 \left(378,00 \frac{kg}{m^2} \right) = 869,20 \frac{kg}{m^2}$$

El cálculo de momentos se realizara según el método 3 del ACI

Para Losa 1:

$$M(-)A = 0$$

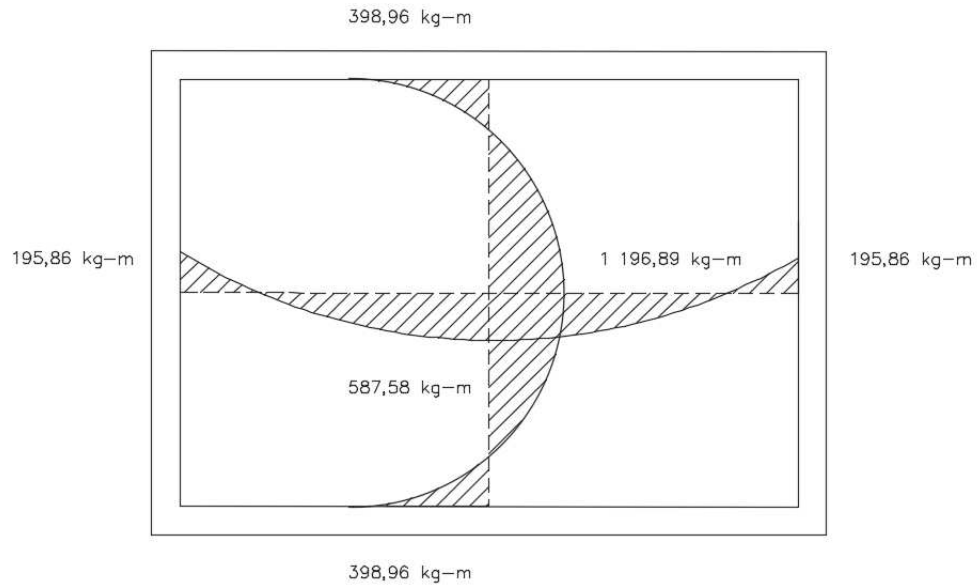
$$M(+)A = 1\,196,89\,kg - m$$

$$M(-)B = 0$$

$$M(+)B = 587,58\,kg - m$$

Para los momentos en los extremos discontinuos de la losa se calculara como un 1/3 de los momentos al centro del claro, el diagrama de momentos queda así:

Figura 3. Diagrama de momento último en losa



Fuente: elaboración propia.

Cálculo del peralte de la losa:

$$d = t - rec - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 12 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - \frac{1}{2} = 9,5 \text{ cm}$$

Datos para el cálculo del refuerzo requerido:

$$f'c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f'y = 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 9,5 \text{ cm}$$

$$As_{min} = As_{viga} * b * d$$

$$As_{min} = \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 9,5 = 4,77 \text{ cm}^2$$

$$S_{max} = 3t = 3 * 12 = 36 \text{ cm}$$

Armado de acero mínimo usando varillas Número 3

$$\begin{array}{l} 4,77 \text{ cm}^2 \quad - \quad 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 \quad - \quad S \quad \rightarrow \quad S = 14 \text{ cm} < S_{max} \end{array}$$

Momento que resiste

$$A_{s_{min}} = 4,77 \text{ cm}^2$$

$$M A_{s_{min}} = 4\,517,67 \text{ kg} - \text{m}$$

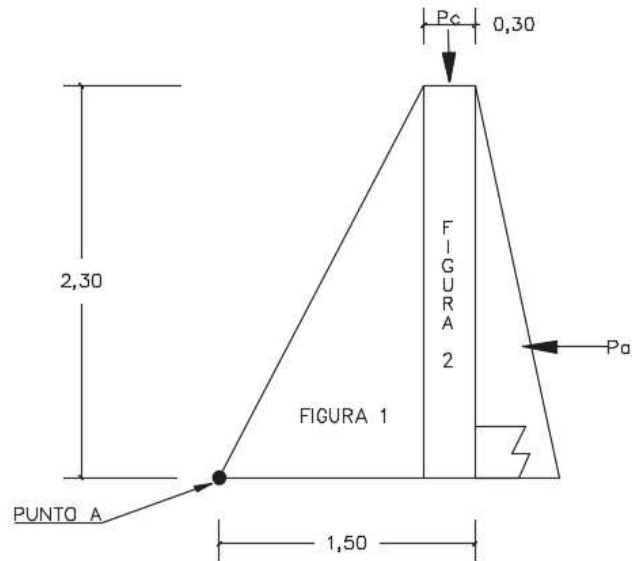
Usar Número 3 @ 0,14 m

Diseño del muro del tanque

Datos

Ángulo de fricción interna (φ)	= 30°
Peso específico del agua (γ_{agua})	= 1 000 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Peso específico del concreto (γ_c)	= 2 400 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Peso específico del concreto ciclópeo (γ_{cc})	= 2 500 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Valor de soporte del suelo (V_S)	= 15 000 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ (asumido)

Figura 4. Diagrama de fuerzas actuantes en muro



Fuente: elaboración propia.

Determinación de la carga uniforme sobre el muro (W sobre - muro)

$$W_{sobre-muro} = W_L + W_{VP}$$

Donde:

$W_L =$ Peso del área tributaria de la losa

$W_{VP} =$ Peso de la viga perimetral

Peso del área tributaria de la losa sobre el muro (W_L)

$$W_L = C.U.* A_{TL}$$

Donde:

$C.U. =$ Integración de carga última

A_{TL} = Area tributaria de la losa sobre el muro

De la figura X se obtiene:

$$A_{TL} = \frac{1}{2} * b * h = \frac{1}{2} * 4,50 * 2,25 = 9,56 \text{ m}^2$$

Sustituyendo valores:

$$W_L = 869,20 * 9,56 = 8\,309,55 \text{ kg}$$

Peso de la viga perimetral ($W_{viga-perimetral}$)

$$W_{viga-perimetral} = (\text{Volumen de la viga}) * \gamma_C * 1,4$$

Sustituyendo valores:

$$W_{viga-perimetral} = (0,20 * 0,15 * 7,10 * 2\,400) * 1,4 = 715,68 \text{ kg}$$

$$W_{sobre-muro} = 8\,309,55 \text{ kg} + 715,68 \text{ kg} = 9\,025,23 \text{ kg}$$

El peso unitario del muro es:

$$W_{unitario\ muro} = \frac{W_{sobre\ muro}}{\text{longitud del muro}} = \frac{9\,025,23 \text{ kg}}{7,1 \text{ m}} = 1,271,16 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

El peso del muro en un metro es (Pc):

$$Pc = 1271,16 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 1 \text{ m} = 1271,16 \text{ kg}$$

Momento que ejerce la carga puntual respecto al punto A es:

$$MC = 1271,16 \text{ kg} * \left(1,20 + \left(\frac{0,3}{2}\right)\right) = 1\,716,07 \text{ kg} - \text{m}$$

Fuerza activa (Fa):

$$Fa = \frac{1}{2} * \gamma_{agua} * H^2 = \frac{1}{2} * 1\,000 \frac{kg}{m^3} * 2,00 m^2 = 2\,000 kg$$

Momento activo de volteo respecto al punto A es:

$$M_{activo} = \frac{1}{3} * Fa * H = \frac{1}{3} * 2\,000 kg * 2,00 m = 1\,333,33 kg - m$$

Tabla VI. Cálculo de momento respecto al punto A

Fig.	Área = W (kg)	Brazo (m)	Momento (kg - m)
1	2 500 (0,5*1,20*2,30) = 3 450,00	2 / 3 (1,20) = 0,80	2 760,00
2	2 500 (0,30*2,30) = 1 725,00	1,20 + 0.30 / 2 = 1,35	2 328,75
	$\Sigma WR = 5\,175,00$		$\Sigma MR = 5\,088,75$

Fuente: elaboración propia.

Carga total (W_T) = $P_c + W_R$

$$W_T = 1\,271,16 + 5\,175,00 = 6\,446,16 kg$$

Verificación de la estabilidad contra el volteo (F_{S_V}) > 2,00

$$F_{S_V} = \frac{(MR+MC)}{M_{act}} = \frac{(5\,088,75+1\,716,07)}{1\,933,33} = 3,52 > 2,00$$

Verificación e la estabilidad contra el deslizamiento (F_{S_d}) > 1,5

$F_d = W_T * Coeficiente de fricción$

$$F_d = 6\,446,16 * 0,9 * \tan(30^\circ) = 3\,349,52 kg$$

$$F_{S_d} = \frac{F_d}{F_a} = \frac{3\,349,52 kg}{2\,000 kg} = 1,67 > 1,50$$

Verificación de la presión bajo la base del muro

$$P_{m\acute{a}x} < V_s \text{ y } P_{m\acute{i}n} > 0$$

Donde la excentricidad

$$e_x = \frac{base}{2} - a$$

$$a = \frac{MR+MC-M_{act}}{WT} = \frac{5\,088,75+1\,716,07-1\,933,33}{6\,446,16} = 0,76$$

$$e_x = \frac{B}{2} - a = \frac{1,50}{2} - 0,76 = -0,01$$

La presión es:

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{W_T}{BL} \pm \frac{W_T * e_x}{B} = \frac{6\,446,16}{1,50 * 1} \pm \frac{7\,052,11 * -0,01}{1,50}$$

$$P_{m\acute{a}x} = 4\,272,86 \frac{kg}{m^2} < 15,000 \frac{kg}{m^2}$$

$$P_{m\acute{i}n} = 4\,322,02 \frac{kg}{m^2} > 0$$

2.1.9.5. Red de distribución

Para estimar la red de distribución, se identificaron las calles o veredas por donde se instalará la tubería. Luego se determinó el número de casas que abastecerá cada ramal y por medio del criterio de caudales instantáneos se determinó el caudal en el punto de consumo.

Desde los extremos se fue acumulando el volumen hasta llegar a la salida del tanque y con estos caudales se procedió a diseñar cada uno de los tramos. El cálculo de las pérdidas de carga se realizó por medio de la ecuación de Hazzen Williams, procediendo a determinar las cotas piezométricas a partir de

la cota de salida del tanque de distribución hasta los puntos más alejados de este tanque y el resume se muestra en la tabla siguiente:

Ejemplo de diseño:

- Tramo 2 (distribución)

Datos:

Cota inicial del tramo E 56: 85,65 m

Cota final del tramo E 60: 84,81 m

Cota piezométrica inicial: 99,94 m

Longitud: 168 m

Caudal de instantáneo: 0,60 l/s

Coefficiente "C" PVC: 150

Se tomó un diámetro comercial de 1", con diámetro interno de 1,16".

Cálculo de pérdida:

$$H_f = \frac{1743,811 * 168,00 * 0,60^{1,85}}{150^{1,85} * 1,16^{4,87}} = 5,19 \text{ m}$$

Cálculo de velocidad:

$$V = \frac{1,9735 * 0,60}{1,16^2} = 0,88 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Cota piezométrica:

$$CP = 99,94 - 5,19 = 94,25 \text{ m}$$

Tabla VII. **Resumen de cálculo de pérdidas de carga**

Tramo	De estación	A estación	Cota terreno final (m)	Longitud de diseño del tramo (m)	Caudal instantáneo de diseño (l/s)	Diámetro propuesto (pulgadas)	Cota piezométrica al inicio (m)	Perdida de carga del tramo (m)	Velocidad del fluido $0.6 < V < 3.00$ (m/s)	Cota piezométrica al final (m)	Presión en punto final (m)	Diámetro nominal (pulgadas)
1	129	56	85,65	9,00	2,91	3,97	99,45	0,01	0,36	99,44	13,79	4
2	56	60	84,81	168,00	0,60	1,16	99,44	5,19	0,88	94,25	9,44	1
3	56	65	85,23	480,00	2,84	3,97	99,44	0,66	0,36	98,78	13,55	4
4	65	66	85,82	114,00	0,49	1,16	98,78	2,43	0,72	96,35	10,53	1
5	65	72	87,79	330,00	2,71	3,97	98,78	0,42	0,34	98,36	10,57	4
6	72	73	88,14	90,00	1,31	2,54	98,36	0,26	0,40	98,10	9,96	2,5
7	73	74	89,02	78,00	0,89	1,68	98,10	0,84	0,63	97,26	8,24	1,5
8	74	78	94,20	96,00	0,89	1,68	97,26	1,03	0,63	96,24	2,04	1,5
9	73	80	90,86	120,00	0,20	1,16	98,10	0,49	0,29	97,61	6,75	1
10	73	90	88,41	210,00	0,89	2,10	98,10	0,76	0,40	97,34	8,93	2
11	90	131	89,09	81,00	0,49	1,46	97,34	0,56	0,45	96,78	7,69	1,25
12	90	91	86,80	51,00	0,66	2,10	97,34	0,10	0,30	97,24	10,44	2
13	91	92	86,07	78,00	0,49	1,16	97,24	1,66	0,72	95,57	9,50	1
14	91	94	87,95	120,00	0,28	1,16	97,24	0,91	0,41	96,33	8,38	1
15	72	98	86,82	129,00	2,21	3,97	98,36	0,11	0,28	98,25	11,43	4
16	98	99	95,15	42,00	1,13	2,10	98,25	0,24	0,51	98,01	2,86	2
17	99	106	84,65	309,00	0,96	2,10	98,01	1,28	0,43	96,73	12,08	2
18	99	110	85,20	144,00	0,49	1,16	98,01	3,07	0,72	94,94	9,74	1
19	98	112	86,68	57,00	1,67	2,54	98,25	0,26	0,51	97,99	11,31	2,5
20	112	113	85,16	108,00	0,49	1,16	97,99	2,30	0,72	95,69	10,53	1
21	112	116	88,68	93,00	1,50	2,54	97,99	0,35	0,46	97,64	8,96	2,5
22	116	117	85,80	186,00	0,40	1,16	97,64	2,72	0,59	94,92	9,12	1
23	116	120	87,51	111,00	1,13	2,54	97,64	0,25	0,35	97,40	9,89	2,5
24	120	121	88,86	54,00	0,20	1,16	97,40	0,22	0,29	97,18	8,32	1
25	120	122	87,86	51,00	1,06	2,10	97,40	0,25	0,48	97,14	9,28	2
26	122	127	87,55	207,00	0,85	2,10	97,14	0,69	0,38	96,46	8,91	2

Fuente: elaboración propia.

El resumen de la información anterior se encuentra indicado en los planos correspondientes en el Anexo 3.

2.1.9.6. Sistema de desinfección

Para el sistema de abastecimiento de agua potable, se utilizará un alimentador automático de tricloro, que será instalado en serie con la tubería de la línea de conducción a la entrada del tanque de distribución.

El caudal bombeo de este sistema es de 5,16 l/s, por lo que la cantidad de litros a tratar en un día se calcula con base en el periodo de bombeo que en este caso es de 8 horas. Por lo que el total de litros a tratar son 148 608,00 l.

Las pastillas de tricloro vienen en la siguiente presentación: tienen un peso de 200 gramos, diámetro de 3 pulgadas, espesor de 1 pulgada, con una solución de cloro al 90 % y un estabilizador al 10 %. La pastilla se disuelve a una velocidad de 15 gramos en 24 horas, por lo que para determinar la cantidad de pastillas que se necesitan al mes se hace por medio de la siguiente ecuación para hipocloritos:

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

Donde:

G = *gramos de tricloro*

C = *miligramos por litro deseado*

d = *litros de agua a tratarse por día*

$\% Cl$ = *concentracion de cloro*

La cantidad de gramos de tricloro se encuentra en el rango de 0,07 % y 0,15 %, y está en función del caudal de bombeo a tratar, para este sistema se utilizará un valor del 0,1%, por lo que se tiene:

$$G = \frac{0,001 \frac{g}{l} * 148\ 608,00 \frac{l}{dia} * 30\ dia}{0,90}$$

$$G = 4\ 953,60\ gramos$$

Para este sistema se necesitaran 25 pastillas de tricloro mensuales, las cuales serán colocadas por el encargado de mantenimiento de forma gradual y continua en el alimentador. El gasto de la operación del sistema de desinfección se tomará en cuenta para la propuesta de la tarifa.

2.1.9.7. Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias, están conformadas por tubería de PVC, tubería de HG, válvulas y accesorios.

2.1.10. Administración, operación y mantenimiento

Es la etapa de mayor importancia, ya que estas son acciones fundamentales para el buen funcionamiento y durabilidad del sistema, estas no solo involucran a una persona sino que a toda la comunidad. Por ello, se debe crear un comité encargado de resolver los problemas administrativos y operativos que se presenten durante la operación y servicio de agua potable.

2.1.10.1. Administración

El comité de vecinos tiene como objetivos velar por el uso adecuado del sistema y distribuir el suministro de manera equitativa a todos los usuarios y, en caso de una emergencia, racionar el suministro. Así mismo, es el encargado de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de sistema, al igual que la seguridad del sistema de abastecimiento de agua potable contra actos de vandalismo.

La administración del sistema está a cargo del comité de vecinos, el cual se encarga de realizar el cobro de la tarifa autorizada, en la fecha estipulada; la

tarifa será utilizada para cubrir los gastos de administración, operación y mantenimiento del sistema. También deben llevar un control de cuantos usuarios tiene el sistema y de otorgar derechos de conexión a nuevos usuarios siempre y cuando no se sobre pase la capacidad del sistema, para evitar que esto ocurra se debe crear un reglamento interno de la comunidad.

Todos los integrantes de la comunidad deben estar totalmente de acuerdo con la creación del comité, la tarifa y los reglamentos sobre el uso del agua, todo esto es necesario para que la administración sea efectiva y funcional.

2.1.10.2. Operación y mantenimiento

La persona responsable de la operación y mantenimiento del sistema debe poseer conocimientos de fontanería y experiencia con el equipo y componentes que conforman el sistema. Además, deberá realizar inspecciones periódicas de todo el sistema para verificar su buen funcionamiento.

Entre las actividades más comunes que esta persona debe realizar están: detectar fugas cuando se registra un consumo fuera de lo común, efectuar reparaciones al sistema, alimentación y limpieza del sistema de desinfección, verificar el buen funcionamiento de las obras complementarias. Si se carece de una persona calificada para el puesto, el comité de vecinos será el encargado y responsable de realizar dichas actividades.

El sistema de abastecimiento necesita de la supervisión de un encargado o responsable para su buen funcionamiento y durabilidad del sistema, de lo contrario el sistema puede llegar a colapsar y dejar de prestar el servicio a los usuarios.

2.1.11. Propuesta de tarifa

Un sistema de abastecimiento de agua potable consta de diferentes fases como la fase de planificación, fase de construcción o ejecución y la fase de operación y mantenimiento. Esta última es importante ya que garantiza el funcionamiento correcto del sistema durante el periodo de diseño. Esto quiere decir que no solamente se necesita de una inversión inicial en la construcción, sino que también necesita de una inversión mensual para sufragar los gastos de operación y mantenimiento, esa inversión es la tarifa, la cual es dada por todos los usuarios del sistema.

- Costo de operación (O)

Es el salario mensual de la persona responsable del sistema, el cual se encarga de la revisión de tubería, conexiones domiciliarias, mantenimiento y operación del sistema de desinfección y bombeo. Para este proyecto se consideró un salario de Q. 2 992,36, ya que este es el salario mínimo que puede devengar una persona en oficios no agrícolas.

- Costo de mantenimiento (M)

Se utiliza para la compra de materiales cuando sea necesario mejorar o reemplazar los que están ya instalados. Se estima como el 4 por millar del costo total de proyecto durante el periodo de diseño.

$$M = \frac{0,004 * \text{Costo del proyecto}}{22}$$
$$M = \frac{0,004 * 1\,023\,916,90}{22} = \frac{Q.186,17}{mes}$$

- Costo de tratamiento (T)

Se utiliza para la compra de pastillas de tricloro que se utilizan en la desinfección, gasto mensual.

$$T = \text{Costo pastillas} * \text{Cantidad de pastillas a utilizar en un mes}$$

$$T = \frac{Q. 7,50}{\text{Pastilla}} * 25 \text{ Pastillas} = \frac{Q. 187,50}{\text{mes}}$$

- Costo de administración (A)

Se utiliza para la compra de papelería, sellos, viáticos, etc. Se estima un 15% de la suma de los anteriores.

$$A = 0,15(O + M + T)$$

$$A = 0,15(Q. 2 992,36 + Q. 186,17 + Q. 187,50) = \frac{Q. 504,90}{\text{mes}}$$

- Costo de reserva (R)

Se utiliza para cualquier imprevisto que afecte al proyecto. Será del 12 % de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 0,12(O + M + T)$$

$$R = 0,12(Q. 2 992,36 + Q. 186,17 + Q. 187,50) = \frac{Q. 403,92}{\text{mes}}$$

- Cálculo de tarifa propuesta (TAR)

$$TAR = \frac{O + M + T + A + R}{\# \text{ viviendas futuras}}$$

$$TAR = \frac{2\,992,36 + 186,17 + 187,50 + 504,90 + 403,92}{228} = 18,75$$

Se propone una tarifa mínima de Q. 18,75 por servicio mensual. Este es un valor accesible para la población, ya que las tarifas que la municipalidad propone oscilan entre Q. 50,00 y Q. 100,00 mensuales.

2.1.12. Elaboración de planos

Los planos constructivos del sistema de abastecimiento de agua potable se presentan en el anexo; están conformados por: planta y perfil de red de conducción y red de distribución, planta de densidad de vivienda, planta de curvas de nivel, planta de curvas de presión, tanque de distribución, detalles generales y estructurales de tanque de distribución.

2.1.13. Presupuesto

La cuantificación y cotización de materiales se realizó con base en los planos finales. Los precios de materiales fueron tomados de cotizaciones presentadas a la municipalidad de Poptún y la mano de obra según los salarios que la municipalidad asigna para estos casos. En cuanto al costo indirecto se aplicó el 16 %.

Tabla VIII. **Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío San Marcos, Poptún, Petén**

CUADRO DE RESUMEN						
No.	REGLON / ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO APROXIMADO		TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	9,41	KM	Q 1 740,00	Q	16 373,40
2	CAPTACIÓN	1,00	UNIDAD	Q 22 003,38	Q	22 003,38
3	TANQUE DE 21 m3 Y CASETA DE BOMBEO	1,00	UNIDAD	Q 33 537,33	Q	33 537,33
4	BOMBA DE 6,5 HP CON MOTOR COMBUSTION INTERNA	1,00	UNIDAD	Q 5 600,00	Q	5 600,00
5	LINEA DE BOMBEO					
5,1	TUBERIA PVC DE 4" 160 PSI	5896,00	ML	Q 105,10	Q	619 679,31
6	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 60 M3	1,00	UNIDAD	Q 95 820,93	Q	95 820,93
7	HIPOCLORADOR	1,00	UNIDAD	Q 22 620,00	Q	22 620,00
8	RED DE DISTRIBUCIÓN					
8,1	TUBO PVC DE Ø 1" 160 PSI	924,00	ML	Q 24,05	Q	22 220,22
8,2	TUBO PVC DE Ø 1 1/4" 160 PSI	84,00	ML	Q 26,94	Q	2 263,11
8,3	TUBO PVC DE Ø 1 1/2" 160 PSI	174,00	ML	Q 32,08	Q	5 582,45
8,4	TUBO PVC DE Ø 2" 160 PSI	870,00	ML	Q 41,88	Q	36 439,08
8,5	TUBO PVC DE Ø 2 1/2" 160 PSI	354,00	ML	Q 56,76	Q	20 092,43
8,6	TUBO PVC DE Ø 4" 160 PSI	948,00	ML	Q 111,92	Q	106 098,38
8,7	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 2 1/2"	1,00	UNIDAD	Q 530,00	Q	530,00
8,8	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1"	2,00	UNIDAD	Q 120,00	Q	240,00
8,9	VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 4" BR.	1,00	UNIDAD	Q 1 130,00	Q	1 130,00
9	CONEXION DOMICILIAR	96,00	UNIDAD	Q 608,34	Q	58 400,52
10	CAJA DE VÁLVULA	4,00	UNIDAD	Q 2 399,78	Q	9 599,11
COSTO TOTAL DEL PROYECTO						1 078 229,65

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Estudio de impacto ambiental inicial

El siguiente cuadro identifica los impactos ambientales que se podrían generar como resultado de la construcción y operación del proyecto.

Tabla IX. **Cuadro de impactos ambientales**

Componentes	Impacto	Medidas de mitigación
Emisiones a la atmósfera	Emisión de material en partículas o polvo	Humedecer periódicamente las áreas de excavación, así como los accesos a la obra.
Efluentes de líquidos	Generación de aguas residuales	Utilización de baños químicos para el personal de obra.

Continuación tabla IX.

Residuos sólidos	Generación de residuos sólidos (domésticos e industriales)	Colocación de contenedores de residuos sólidos para el personal de obra, reutilizar la mayoría del material de excavación.
Ruidos o vibraciones	Incremento de niveles de ruido	No aplica porque es una construcción nueva y no va a generar ningún tipo de ruido excesivo que pueda causar contaminación.
Recursos hídricos	Alteración y utilización de agua superficial o subterránea. Contaminación de cursos de agua o causas por sedimentos y residuos líquidos o sólidos	Se utilizará únicamente la cantidad de agua necesaria para la construcción del sistema, así como para el consumo de la población beneficiada por medio de una dotación diaria. Control al acceso de la fuente de agua y cuidado de la misma.
Suelo	Cambios en la estructura del suelo (propiedades fisicoquímicas)	Recolectar todos los desechos sólidos producidos por el personal de obra y transportarlos al área de basura de la comunidad. Realizar las mezclas de concreto sobre un cajón o tarima de madera y no directamente sobre el suelo. Revisar los vehículos que ingresan a la obra en busca de fugas que puedan contaminar el suelo.
Vegetación y fauna	Remoción y daño a la cobertura vegetal	La vegetación se verá afectada solo en las áreas de construcción procurando evitar extender el daño fuera de estas áreas. Una vez finalizada la construcción se procederá a restaurar las áreas afectadas con especies nativas.
Población	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales	No aplica para esta construcción.
Paisaje	Impacto visual	Recuperar y restaurar las áreas públicas afectadas una vez finalizada la obra, así como retiro de materiales y residuos de las actividades constructivas.
Patrimonio cultural	Daño al patrimonio cultural	Suspender la obra inmediatamente ante posibles hallazgos arqueológicos y delimitar el área. Informar a quien corresponda para que realice una correcta evaluación, una vez realizadas estas actividades se puede continuar con la obra.

Fuente: elaboración propia.

2.1.15. Evaluación socioeconómica

Los proyectos de abastecimiento de agua potable tienen un gran impacto social, ya que benefician de manera significativa a la población mejorando su calidad de vida considerablemente. Por ello, antes de su realización deben someterse a un análisis económico para determinar la viabilidad del proyecto.

El análisis conlleva a expresar el costo y los beneficios en términos monetarios, para ello se utilizarán los métodos de valor presente neto y la tasa interna de retorno, los cuales se describen a continuación.

2.1.15.1. Valor presente neto (VPN)

Determina si una inversión cumple con el objetivo básico financiero, que es la rentabilidad del proyecto durante su periodo de funcionamiento, por medio de transformar la inversión inicial, ingresos y egresos anuales del proyecto a un valor presente.

La inversión inicial que se tiene que realizar en la fase de construcción del proyecto no es recuperable y deberá ser financiada en su totalidad por alguna institución. Para el análisis del VPN este rubro no se considerará debido a que debe analizarse si el proyecto es auto sostenible o no.

La tasa de interés, corresponde a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es del 11 %.

Cálculo de costo de operación y mantenimiento anual (CA) y valor presente (VP):

$$CA = (O + M + T + A + R) * 12$$

$$CA = (2\,992,36 + 186,17 + 187,50 + 504,90 + 403,92) * 12 = Q.51\,298,20$$

$$VP_{CA} = CA * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right]$$

$$VP_{CA} = 51\,298,20 * \left[\frac{(1+0,11)^{22} - 1}{0,11 * (1+0,11)^{22}} \right] = Q.466\,347,27$$

Cálculo de tarifa poblacional anual (TPA) y valor presente (VP)

$$TPA = Tarifa * No.viviendas * 12$$

$$TPA = 45 * 96 * 12 = Q.51\,840,00$$

$$VP_{TPA} = TPA * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right]$$

$$VP_{TPA} = 51\,840,00 * \left[\frac{(1+0,11)^{22} - 1}{0,11 * (1+0,11)^{22}} \right] = Q.471\,272,73$$

El valor presente neto será la diferencia entre los ingresos menos los egresos que se realizaron durante el periodo de funcionamiento del sistema.

$$VPN = Ingresos - egresos = 471\,272,73 - 466\,347,27 = Q.4\,925,46$$

Con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el periodo de funcionamiento.

2.1.15.2. Tasa interna de retorno

Es una tasa de rendimiento que se utiliza para medir y comparar las rentabilidades de las inversiones. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, no es posible obtener una tasa interna de retorno atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza en el ámbito municipal y para este tipo de inversión es de costo/beneficio, el cual se determina de la siguiente manera:

$$\text{Costo} = \text{inversion inicial} - \text{VPN}$$

$$\text{Beneficio} = \text{No. de habitantes actual}$$

$$\frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} = \frac{1\,023\,916,90 - 4\,925,46}{576} = Q. 1\,769,08$$

Las instituciones de inversión social, toman la decisión de invertir de acuerdo con el valor del costo/beneficio y de las disposiciones económicas que posean.

2.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nacimiento Oriental, Poptún, Petén

Este sistema de agua potable está conformado por una captación de brote definido en ladera, por medio de tubería de Ø 4" PVC, se conduce el agua hasta el tanque de bombeo de X metros cúbicos y sobre este se construirá la caseta de bombeo que protegerá a una bomba de 2 HP accionada por gasolina.

Luego, se instalará una línea de conducción de 1,674 m de tubería de Ø 4" PVC C-160 N-2241 hasta el tanque de distribución de 30 metros de concreto

ciclópeo, sobre el cual se construirá la caja para el sistema de desinfección a base de pastillas de tricloro, saliendo de este tanque la tubería que distribuirá el agua a las 64 viviendas actuales.

2.2.1. Estudio topográfico

En el Anexo 1 se presenta la libreta topográfica correspondiente.

2.2.2. Aforo realizado

El aforo realizado a la fuente de brote definido en ladera, es de 2 141,00 l/s.

2.2.3. Dotación

Se adoptó una dotación de 90 l/hab/día.

2.2.4. Tasa de Crecimiento Poblacional

Para el presente caso la tasa de crecimiento población es del 4 %, según el centro de salud del municipio.

2.2.5. Período de diseño

El periodo de diseño será de 22 años.

2.2.6. Población futura

Se aplicó al estado actual de la población.

$$P_f = P_a * (1 + r)^n, \text{ dónde:}$$

P_f = Poblacion futura

P_a = Poblacion actual = 383 habitantes

r = Tasa de crecimiento = 4 %

n = Periodo de diseño en años = 22 años

$$P_f = 383 * (1 + 0,04)^{22} = 908 \text{ habitantes}$$

2.2.7. Caudales de diseño

Son los consumos que se considera para determinar el dimensionamiento de tuberías y de las obras hidráulicas en cada componente del sistema de abastecimiento de agua, dentro de los que están los siguientes caudales.

2.2.7.1. Caudal medio diario (Qm)

Para el caserío Nacimiento Oriental, se tiene el siguiente resultado:

$$Q_m = \frac{P_f(\text{hab}) * \text{Dot}(l/\text{hab}/\text{dia})}{86,400(s)}$$

$$Q_m = \frac{908 \text{ hab} * 90 l/\text{hab}/\text{dia}}{86,400 s}$$

$$Q_m = 0,95 \frac{l}{s}$$

2.2.7.2. Caudal máximo diario

Para el caso del caserío Nacimiento Oriental, se tiene el siguiente resultado, aplicando un factor de día máximo de 1,2.

$$Q_{md} = Q_m \left[\frac{l}{s} \right] * FDM$$
$$Q_{md} = 0,95 \frac{l}{s} * 1,2 = 1,14 \frac{l}{s}$$
$$Q_{md} = 1,14 \frac{l}{s}$$

2.2.7.3. Caudal máximo horario

Para el caudal máximo horario, se aplicó un factor de hora máxima de 2,0.

$$Q_{mh} = Q_m \left[\frac{l}{s} \right] * F_{mh}$$
$$Q_{mh} = 0,95 \frac{l}{s} * 2,00 = 1,90 \frac{l}{s}$$
$$Q_{mh} = 1,90 \frac{l}{s}$$

2.2.7.4. Caudal de bombeo

El periodo de bombeo a considerar será de 8 horas.

$$Q_B = \frac{Q_{md} * 24 \text{ hrs}}{T_B}$$
$$Q_B = \frac{1,14 \frac{l}{s} * 24 \text{ hrs}}{8 \text{ hrs}}$$
$$Q_B = 3,42 \frac{l}{s}$$

2.2.8. Calidad del agua

En el Anexo 2 se presentan los resultados del análisis físico y químico, sanitario y bacteriológico realizado a el agua de esta fuente,

Según estos resultados, el agua es apta para el consumo humano, pero para garantizar la potabilidad, necesita un sistema de tratamiento a base de cloro.

2.2.9. Diseño hidráulico del sistema

Está conformado por la captación, tanque de bombeo, línea de conducción, tanque de distribución y red de distribución.

2.2.9.1. Captación

Como resultado de la visita realizada y también a las actividades posteriores de levantamiento topográfico se determinó que la fuente de agua, un nacimiento de agua de brote definido en ladera, que se ubica 1,597 metros de distancia del tanque de distribución. Al nivel con relación al tanque es de 18,36 m.

La captación de este nacimiento está constituida de muros de concreto ciclópeo, con los cuales se encausa el agua hacia la caja de captación en donde se instalará la tubería de Ø 3", válvulas, rebalse y desagüe.

2.2.9.2. Tanque de bombeo

Esta estructura tendrá la entrada paralela al sentido de la corriente de agua, con desnivel de 0,03 m, del nivel del espejo de agua de la fuente.

Debido a que el caudal del nacimiento es de 2 141,00 l/s, superior al caudal de bombeo de 3,42 l/s, se propone un tanque con un volumen de 5,00 m³ indicado y detallado en los planos.

2.2.9.3. Línea de conducción

La línea de conducción va al tanque de bombeo hasta el tanque de distribución, ubicado en la E-41, por lo que el diámetro económico es el siguiente:

$$\text{Caudal de bombeo} = 3,42 \frac{l}{s}$$

$$\text{Periodo de bombeo} = 8 \text{ horas}$$

$$0,40 \frac{m}{s} \leq V \leq 3,00 \frac{m}{s}$$

Aplicando la ecuación de caudal, expresando el área en función del diámetro, los diámetros a analizar son:

$$\phi_1 = \sqrt{\frac{1,974 * 3,42}{0,40}} = 4,11''$$

$$\phi_1 = \sqrt{\frac{1,974 * 3,42}{3,00}} = 1,50''$$

El siguiente cuadro presenta los resultados ahí indicados para los diámetros de 1 ½”, 2”, 2 ½”, 3” y 4”.

Tabla X. Evaluación de diámetros de tuberías

Diámetro comercial (in)	Diámetro interno (in)	Área (m ²)	Caudal de bombeo (l/s)	Velocidad del agua (m/s)	Longitud (m)	Pérdida de carga (m)	Diferencia de nivel en succión	Pérdidas secundaria en tubería	Carga dinámica total (m)	Potencia de bomba (HP)
1,50	1,75	0,00114	3,42	3,00	1 673,00	175,22	18,36	8,76	202,34	14,01
2,00	2,19	0,00203	3,42	1,69	1 674,00	58,81	18,36	2,94	80,11	5,55
2,50	2,65	0,00317	3,42	1,08	1 674,00	23,24	18,36	1,16	42,76	2,96
3,00	3,23	0,00456	3,42	0,75	1 674,00	8,86	18,36	0,44	27,67	1,92
4,00	4,15	0,00811	3,42	0,42	1 674,00	2,62	18,36	0,13	21,11	1,46

Fuente: elaboración propia.

En el cuadro anterior las pérdidas de carga se calcularon utilizando Hazzen Williams, la diferencia de nivel entre la cota de entrada al tanque de distribución y la pichacha de la succión (65,00-46,64=18,36 m) y las pérdidas secundarias se asumieron equivalentes al 5 % de las pérdidas de carga.

Del cuadro anterior se adopta el diámetro económico a utilizar en el diseño de Ø 4” PVC C-160 N-2241, la cual requiere de una bomba con una potencia mínima de 2,00 HP.

2.2.9.3.1. Golpe de ariete

El golpe de ariete se calculó de la forma siguiente:

Cálculo de la celeridad $\left(\frac{m}{s}\right)$:

$$\alpha = \frac{1\,420}{\sqrt{1 + \frac{E_{agua} * \phi}{E_{material} * e_{material}}}}$$

Donde:

$\alpha =$ celeridad

E_{agua} = Módulo de elasticidad volumétrico del agua

$E_{material}$ = Módulo de elasticidad del material

ϕ = Diámetro interno de la tubería.

$e_{material}$ = Espesor de pared de la tubería

$$\alpha = \frac{1\,420}{\sqrt{1 + \frac{2,07 * 10^4}{3,00 * 10^4} * \frac{3,97}{0,17}}} = 343,26 \frac{m}{s}$$

Cálculo de la velocidad:

$$V = \frac{1,974 * Q_b}{\phi_{int}^2}$$

Donde:

Q_b = Caudal de bombeo

ϕ = Diámetro interno de la tubería.

$$V = \frac{1,974 * 3,42}{(3,97)^2} = 0,43 \frac{m}{s}$$

Cálculo de la sobrepresión (m):

$$\Delta_H = \frac{\alpha * V}{g}$$

Donde:

$\Delta_H =$ Sobrepresión (m)

$\alpha =$ celeridad $\left(\frac{m}{s}\right)$

$V =$ Velocidad $\left(\frac{m}{s}\right)$

$g =$ Gravedad $\left(\frac{m}{s^2}\right)$

$$\Delta_H = \frac{346,23 * 0,43}{9,81} = 15,18 \text{ m}$$

Cálculo del golpe de ariete:

Golpe de ariete < Presion de trabajo de tuberia a utilizar

$$GA = \Delta_H + \text{Diferencia de Cotas} + CDT$$

$$GA = 15,18 \text{ m} + (65,00 \text{ m} - 46,64 \text{ m}) + 21,11 = 54,65 \text{ m} < 112 \text{ m}$$

El golpe de ariete no sobrepasa la presión de trabajo de la tubería de PVC propuesta, que es de 112 m.c.a. (160 psi).

2.2.9.3.2. Potencia de la bomba

$$POT = \frac{CDT * Q_b}{76 * e} = hp$$

Donde:

$CDT =$ carga dinamica total (m)

$Q_b =$ caudal de bombeo $\left(\frac{l}{s}\right)$

$e = \text{eficiencia de la bomba (0,65)}$

Cálculo de la carga dinámica total (CDT):

$CDT = \text{pérdida línea de bombeo} + \text{diferencia de cotas} + \text{perdidas menores}$

$$CDT = 3,25 \text{ m} + 18,36 \text{ m} + 0,16 \text{ m} = 21,77 \text{ m}$$

$$POT = \frac{21,77 \text{ m} * 3,42 \frac{\text{l}}{\text{s}}}{76 * 0,65} = 1,51 \text{ hp}$$

2.2.9.4. Tanque de distribución

Para estimar el volumen del tanque de distribución se ha tomado en cuenta lo recomendado por las normas INFOM-UNEPAR.

2.2.9.4.1. Cálculo del volumen

El cálculo del volumen del tanque es el siguiente:

$$Q_B = 3,42 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$T_B = 8 \text{ horas}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = (Q_B)(T_B)(40 \%)$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = \left(3,42 \frac{\text{l}}{\text{s}}\right) \left(8 \text{ horas} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hora}}\right) \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}}\right) (0,40)$$

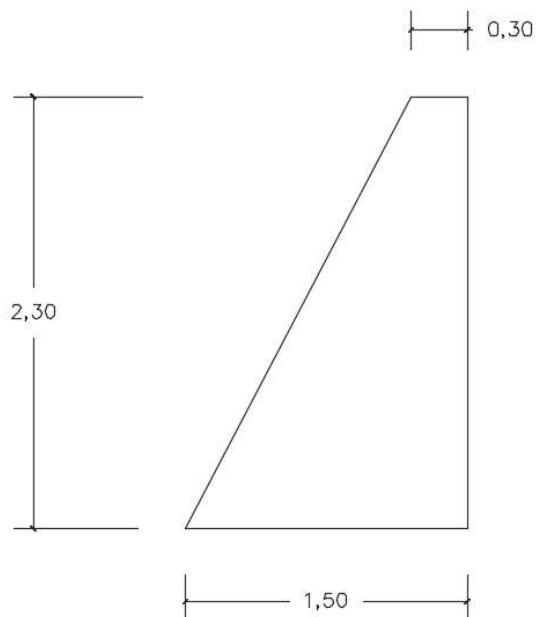
$$\text{Volumen de almacenamiento} = 39,40 \text{ m}^3$$

El tanque de distribución contará con las siguientes dimensiones internas, 5,00 m de largo, 4,00 m de ancho y 2,00 m de altura, la capacidad real = 40,00 m³ (Ver detalle de tanque en planos en anexo).

2.2.9.4.2. Diseño estructural del tanque

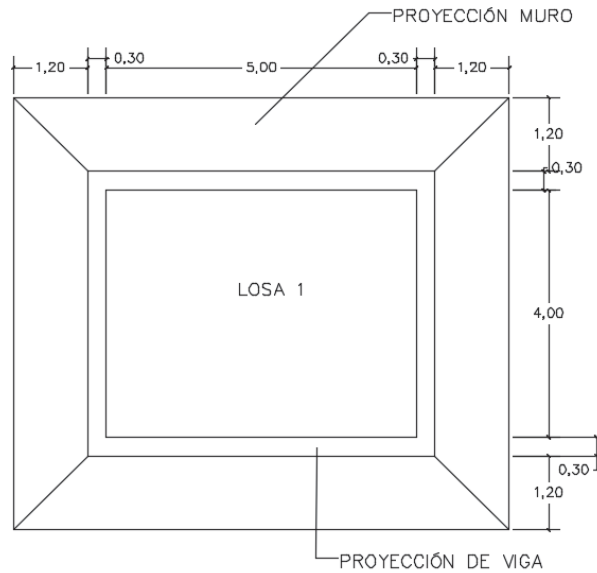
Para este proyecto se diseñará un tanque de almacenamiento semienterrado, con muros de concreto ciclópeo y una cubierta de losa tradicional de concreto reforzado. Se optó por este tipo de tanque ya que el terreno destinado para el mismo se encuentra en la cima de un cerro y debido a la cota del terreno, permite una distribución efectiva de agua potable a toda la población del caserío.

Figura 5. Dimensiones del tanque (perfil)



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Dimensiones del tanque (planta)



Fuente: elaboración propia.

Diseño de la losa del tanque de distribución:

Datos:

$$a = 4,00 \text{ m}$$

$$\text{Carga viva} = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$f_y = 2810 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$b = 5,00 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Sobre Carga} = 90 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Cálculo de espesor de losa:

$$t = \frac{\text{Perimetro}}{180} = \frac{18,00}{180} = 0,10$$

$$m = \frac{a}{b} = \frac{4,00}{5,00} = 0,8 > 0,5$$

Losa en dos sentidos

Cálculo del peso propio de la losa:

$$W_m = \left(2\,400 \frac{kg}{m^3}\right) (t) + S.C.$$

$$W_m = \left(2\,400 \frac{kg}{m^3}\right) (0,10\, m) + 90 \frac{kg}{m^2}$$

$$W_m = 330,00 \frac{kg}{m^2}$$

Integración de cargas últimas:

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

$$CU = 1,7 \left(200,00 \frac{kg}{m^2}\right) + 1,4 \left(330,00 \frac{kg}{m^2}\right) = 802,00 \frac{kg}{m^2}$$

El cálculo de momentos se realizará según el método 3 del ACI

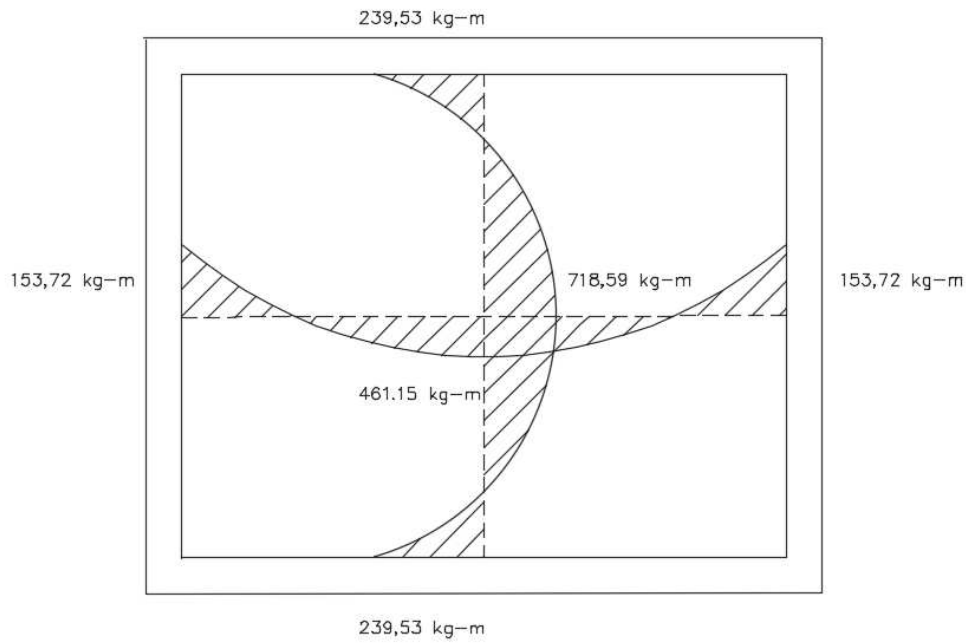
Para Losa 1

$$M(-)A = 0 \qquad M(+)A = 718,59\, kg - m$$

$$M(-)B = 0 \qquad M(+)B = 461,15\, kg - m$$

Para los momentos en los extremos discontinuos de la losa, se calculará como un 1/3 de los momentos al centro del claro, el diagrama de momentos queda así:

Figura 7. Diagrama de momento último en losa



Fuente: elaboración propia.

Cálculo del peralte de la losa

$$d = t - rec - \frac{\emptyset}{2}$$

$$d = 10 \text{ cm} - 2 \text{ cm} - \frac{1}{2} = 7,5 \text{ cm}$$

Datos para el cálculo del refuerzo requerido

$$f'c = 210 \frac{kg}{cm^2}$$

$$f'y = 2810 \frac{kg}{cm^2}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 7,5 \text{ cm}$$

$$As_{min} = As_{viga} * b * d$$

$$As_{min} = \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 7,5 = 3,76 \text{ cm}^2$$

$$S_{max} = 3t = 3 * 10 = 30 \text{ cm}$$

Armado de acero mínimo usando varillas Número 3

$$3,76 \text{ cm}^2 - 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 - S \rightarrow S = 18 \text{ cm} < S_{max}$$

Momento que resiste

$$As_{min} = 3,76 \text{ cm}^2$$

$$MAS_{min} = 2\,805,22 \text{ kg} - m$$

Usar Número 3 @ 0,18 m

Diseño del muro del tanque

Datos

$$\text{Ángulo de fricción interna } (\varphi) = 30^\circ$$

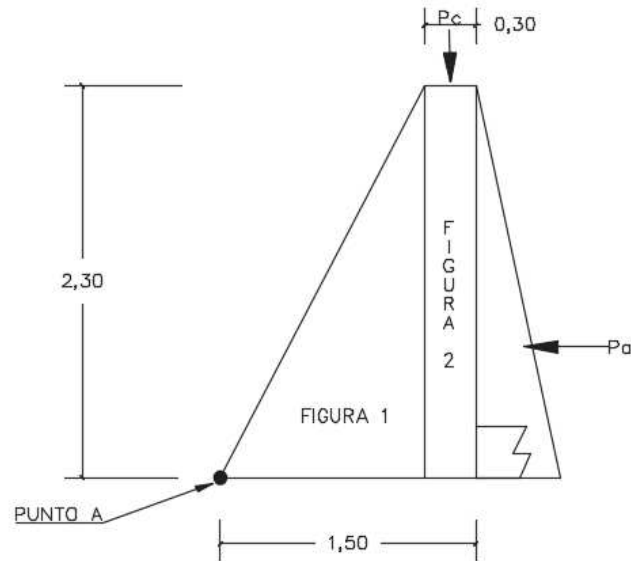
$$\text{Peso específico del agua } (\gamma_{agua}) = 1,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso específico del concreto } (\gamma_c) = 2,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso específico del concreto ciclópeo } (\gamma_{cc}) = 2,500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Valor soporte del suelo } (V_s) = 15,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \text{ (asumido)}$$

Figura 8. Diagrama de fuerzas actuantes en muro



Fuente: elaboración propia.

Determinación de la carga uniforme sobre el muro (W sobre - muro)

$$W_{sobre-muro} = W_L + W_{VP}$$

Donde:

$W_L =$ Peso del área tributaria de la losa

$W_{VP} =$ Peso de la viga perimetral

Peso del área tributaria de la losa sobre el muro (W_L)

$$W_L = C.U.* A_{TL}$$

Donde:

$C,U, =$ Integración de carga última

$A_{TL} = \text{Área tributaria de la losa sobre el muro}$

De la figura X se obtiene:

$$A_{TL} = \frac{1}{2}(B_1 + B_2) * h = \frac{1}{2} * (5 + 1) * 2,00 = 6,00 \text{ m}^2$$

Sustituyendo valores:

$$W_L = 802,00 * 6,00 = 4\ 812,00 \text{ kg}$$

Peso de la viga perimetral ($W_{viga-perimetral}$)

$$W_{viga-perimetral} = (\text{Volumen de la viga}) * \gamma_C * 1,4$$

Sustituyendo valores:

$$W_{viga-perimetral} = (0,20 * 0,15 * 5,00 * 2\ 400) * 1,4 = 504,00 \text{ kg}$$

Peso de losa

$$W_{losa} = (\text{Volumen de la losa}) * \gamma_C * 1,4$$

Sustituyendo valores:

$$W_{losa} = (0,6 * 2\ 400) * 1,4 = 2\ 016,00 \text{ kg}$$

$$W_{sobre-muro} = 4\ 812,00 \text{ kg} + 504,00 \text{ kg} + 2\ 016 \text{ kg} = 7\ 332,00 \text{ kg}$$

El peso unitario del muro es:

$$W_{\text{unitario muro}} = \frac{W_{\text{sobre muro}}}{\text{longitud del muro}} = \frac{7\,332,00 \text{ kg}}{5,00 \text{ m}} = 1\,466,40 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

El peso del muro en un metro es (Pc)

$$Pc = 1\,466,40 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 1 \text{ m} = 1\,466,40 \text{ kg}$$

Momento que ejerce la carga puntual respecto al punto A es:

$$MC = 1\,466,40 \text{ kg} * \left(1,20 + \left(\frac{0,3}{2}\right)\right) = 1\,976,64 \text{ kg} - \text{m}$$

Fuerza activa (Fa)

$$Fa = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{agua}} * H^2 = \frac{1}{2} * 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * (2,00)^2 = 2\,000,00 \text{ kg}$$

Momento activo de volteo respecto al punto A es

$$M_{\text{activo}} = 2\,000,00 \text{ kg} * \left(\frac{1}{3} * 2,00 + 0,30\right) = 1\,933,33 \text{ kg} - \text{m}$$

Tabla XI. **Cálculo de momento respecto al punto A**

Fig.	Área = W (kg)	Brazo (m)	Momento (kg - m)
1	2 500 (0,5*1,20*2,30) = 3 450,00	2 / 3 (1,20) = 0,80	2 760,00
2	2 500 (0,30*2,30) = 1 725,00	1,20 + 0,30 / 2 = 1,35	2 328,75
	ΣWR = 5 175,00		Σ MR = 5 088,75

Fuente: elaboración propia.

Carga total (W_T) = $P_C + W_R$

$$W_T = 1\,466,40 + 5\,175,00 = 6\,641,40 \text{ kg}$$

Verificación de la estabilidad contra el volteo (F_{SV}) > 2,0

$$F_{SV} = \frac{(MR+MC)}{M_{act}} = \frac{(5088,75+1\,976,64)}{1\,933,33} = 3,66 > 2,00$$

Verificación e la estabilidad contra el deslizamiento (F_{sd}) > 1,5

$F_d = W_T * \text{Coeficiente de fricción}$

$$F_d = 6\,641,40 * 0,9 * \tan(30^\circ) = 3\,450,97 \text{ kg}$$

$$F_{sd} = \frac{F_d}{F_a} = \frac{3\,450,97 \text{ kg}}{2\,000,00 \text{ kg}} = 1,73 > 1,50$$

Verificación de la presión bajo la base del muro $P_{m\acute{a}x} < V_s$ y $P_{m\acute{i}n} > 0$

Donde la excentricidad

$$e_x = \frac{\text{base}}{2} - a$$

$$a = \frac{MR+MC-M_{act}}{W_T} = \frac{5\,088,75+1\,976,64-1\,933,33}{6\,641,40} = 0,77$$

$$e_x = \frac{B}{2} - a = \frac{1,50}{2} - 0,77 = -0,02$$

La presión es:

$$P_{m\acute{a}x} = \frac{W_T}{BL} \pm \frac{W_T * e_x}{B} = \frac{6\,641,40}{1,50 * 1} \pm \frac{6\,641,40 * (-0,02)}{1,50}$$

$$P_{m\acute{a}x} = 4\,324,93 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < 15,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\min} = 4\,530,27 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} > 0$$

2.2.9.5. Red de distribución

Para diseñar la red de distribución, se procedió a definir las calles o veredas por donde se instalará la tubería, luego se determinó el número de casas por abastecer en cada ramal y aplicando el criterio de caudales instantáneos, se determinó el caudal en el punto de consumo.

Desde los puntos de consumo más alejados, se acumuló el volumen hasta llegar a la salida del tanque, con estos caudales se procedió a diseñar cada uno de los tramos. El cálculo de las pérdidas de carga se realizó aplicando la ecuación de Hazzen Williams, procediendo a determinar las cotas piezométricas a partir de la cota de salida del tanque de distribución, hasta los puntos más alejados de este tanque, el resume, se muestra en la tabla siguiente:

Ejemplo de diseño:

- Tramo 3 (distribución)

Datos:

Cota inicial del tramo E 56: 65,00 m

Cota final del tramo E 60: 47,51 m

Cota piezométrica inicial: 64,10 m

Longitud: 111,00 m

Caudal de instantáneo: 2,86 l/s

Coeficiente "C" PVC: 150

Se tomó un diámetro comercial de 3", con diámetro interno de 3,09".

Cálculo de pérdida:

$$H_f = \frac{1743,811 * 111,00 * 2,86^{1,85}}{150^{1,85} * 3,09^{4,87}} = 0,53 \text{ m}$$

Cálculo de velocidad:

$$V = \frac{1,9735 * 2,86}{3,09^2} = 0,59 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Cota piezométrica:

$$CP = 64,10 - 0,53 = 63,57 \text{ m}$$

Tabla XII. **Resumen de cálculo de pérdidas de carga**

Tramo	De estación	A estación	Cota terreno final (m)	Longitud de diseño del tramo (m)	Caudal instantáneo de diseño (l/s)	Diámetro propuesto (pulgadas)	Cota piezométrica al Inicio (m)	Perdida de carga del tramo (m)	Velocidad del fluido 0.6<V<3.00 (m/s)	Cota piezométrica al final (m)	Presión en punto final (m)	Diámetro nominal (pulgadas)
1	0	41	65,00	1 674,00	3,42	3,97	69,25	3,25	0,43	66,00	1,00	4
2	41	50	47,51	111,00	2,86	3,09	64,10	0,53	0,59	63,57	16,06	3
3	50	31	48,36	168,00	0,80	1,46	63,57	2,85	0,74	60,72	12,36	1,25
4	50	55	47,52	78,00	2,69	3,09	63,57	0,33	0,56	63,24	15,72	3
5	55	58	48,27	87,00	0,60	1,46	63,24	0,87	0,55	62,38	14,11	1,25
6	55	60	47,39	108,00	2,51	3,09	63,24	0,40	0,52	62,84	15,45	3
7	60	63	46,02	144,00	0,66	1,46	62,84	1,71	0,61	61,13	15,11	1,25
8	60	65	47,50	48,00	2,31	3,09	62,84	0,15	0,48	62,69	15,19	3
9	65	66	48,24	75,00	1,25	2,10	62,69	0,51	0,56	62,18	13,94	2
10	66	74	49,65	138,00	0,57	1,46	62,18	1,25	0,52	60,93	11,28	1,25
11	66	67	48,17	102,00	1,00	1,68	62,18	1,36	0,70	60,83	12,66	1,5
12	67	70	49,12	162,00	0,66	1,46	60,83	1,93	0,61	58,90	9,78	1,25
13	64	78	47,13	135,00	1,91	2,54	62,69	0,79	0,59	61,90	14,77	2,5
14	78	80	48,37	108,00	0,72	1,46	61,90	1,51	0,66	60,39	12,02	1,25
15	78	88	49,09	339,00	1,50	2,54	61,90	1,27	0,46	60,63	11,54	2,5
16	88	89	49,77	84,00	0,49	1,16	60,63	1,78	0,72	58,85	9,08	1
17	88	90	50,31	60,00	0,72	1,46	60,63	0,84	0,66	59,80	9,49	1,25

Fuente: elaboración propia.

El resumen de la información anterior se encuentra indicada en los planos correspondientes en el Anexo 3.

2.2.9.6. Sistema de desinfección

Para el sistema de abastecimiento de agua potable se utilizará un alimentador automático de tricloro, que será instalado en serie con la tubería de la línea de conducción a la entrada del tanque de distribución.

El caudal bombeo para este sistema es de 3,42 l/s, por lo que la cantidad de litros a tratar en un día se calcula con base en el periodo de bombeo, que en este caso es de 8 horas. Por lo que el total de litros a tratar es de 98 496,00 l.

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

Donde:

G = *gramos de tricloro*

C = *miligramos por litro deseado*

d = *litros de agua a tratarse por día*

$\% Cl$ = *concentración de cloro*

Cantidad de gramos de tricloro:

$$G = \frac{0,001 \frac{g}{l} * 98\ 496,00 \frac{l}{dia} * 30\ dia}{0,90}$$

$$G = 3\ 283,20\ gramos$$

Para este sistema se necesitarán 17 pastillas de tricloro mensuales.

2.2.9.7. Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias, están conformadas por tubería de PVC, tubería de HG, válvulas y accesorios.

2.2.10. Administración, operación y mantenimiento

Está conformado por

2.2.10.1. Administración

La administración del sistema está a cargo del comité de vecinos, el cual se encarga de realizar el cobro de la tarifa autorizada, en la fecha estipulada; la tarifa será utilizada para cubrir los gastos de administración, operación y mantenimiento del sistema. Además, de otorgar derechos de conexión a nuevos usuarios siempre y cuando no se sobre pase la capacidad del sistema, para evitar que esto ocurra se debe crear un reglamento interno de la comunidad.

2.2.10.2. Operación y mantenimiento

El responsable de la operación y mantenimiento del sistema debe de ser una persona que posea conocimientos en fontanería, que tenga experiencia con el equipo y componentes que conforman el sistema.

Entre las actividades más comunes que esta persona debe de realizar están: detectar fugas cuando se registra un consumo fuera de lo común; efectuar reparaciones al sistema; alimentación y limpieza del sistema de desinfección; verificar el buen funcionamiento de las obras complementarias.

2.2.11. Propuesta de tarifa

- Costo de operación (O)

Es el salario mensual de la persona responsable del sistema, el cual se encarga de la revisión de tubería, conexiones domiciliarias, mantenimiento y operación del sistema de desinfección y bombeo. Para este proyecto se consideró un salario de Q. 2 992,36, ya que este es el salario mínimo que puede devengar una persona en oficios no agrícolas.

- Costo de mantenimiento (M)

Se estima como el 4 por millar del costo total de proyecto durante el periodo de diseño.

$$M = \frac{0,004 * Costo\ del\ proyecto}{22}$$
$$M = \frac{0,004 * 516\ 327,19}{22} = 93,88/mes$$

- Costo de tratamiento (T)

Se utiliza para la compra de pastillas de tricloro que se utilizan en la desinfección, gasto mensual.

$$T = Costo\ pastillas * Cantidad\ de\ pastillas\ a\ utilizar\ en\ un\ mes$$

$$T = \frac{Q.7,50}{Pastilla} * 17\ Pastillas = \frac{Q.127,50}{mes}$$

- Costo de administración (A)

Se utiliza para la compra de papelería, sellos, viáticos, etc. Se estima un 15% de la suma de los anteriores.

$$A = 0,15(O + M + T)$$

$$A = 0,15(Q. 2 992,36 + Q. 93,88 + Q. 127,50) = \frac{Q. 482,06}{mes}$$

- Costo de reserva (R)

Se utiliza para cualquier imprevisto que afecte al proyecto. Será del 12% de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 0,12(O + M + T)$$

$$R = 0,12(Q. 2 992,36 + Q. 93,88 + Q. 127,50) = \frac{Q. 385,65}{mes}$$

- Cálculo de tarifa propuesta (TAR)

$$TAR = \frac{O + M + T + A + R}{\# viviendas}$$

$$TAR = \frac{2 992,36 + 93,88 + 127,50 + 482,06 + 385,65}{64} = \frac{Q. 63,77}{mes}$$

Se propone una tarifa mínima de Q. 64,00 por servicio mensual. Este es un valor accesible para la población, ya que las tarifas que la municipalidad propone oscilan entre Q. 50,00 y Q. 100,00 mensuales.

2.2.12. Elaboración de planos

Los planos constructivos del sistema de abastecimiento de agua potable se presentan en el anexo. Están conformados por: planta y perfil de red de conducción y red de distribución, planta de densidad de vivienda, planta de curvas de nivel, planta de curvas de presión, tanque de distribución, detalles generales y estructurales de tanque de distribución.

2.2.13. Presupuesto

La cuantificación y cotización de materiales se realizó con base en los planos finales. Los precios de materiales fueron tomados de cotizaciones presentadas a la municipalidad de Poptún y la mano de obra según los salarios que la municipalidad asigna para estos casos. En cuanto al costo indirecto se aplicó el 16 %.

Tabla XIII. **Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nacimiento Oriental, Poptún, Petén**

CUADRO DE RESUMEN					
No.	REGLON / ACTIVIDAD	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	3,68	km	Q 1 740,00	Q 6 403,20
2	CAPTACIÓN	1,00	UNIDAD	Q 22 003,38	Q 22 003,38
3	TANQUE DE 5 m3 Y CASETA DE BOMBEO	11,16	M2	Q 2 115,84	Q 23 612,79
4	BOMBA DE 6.5 HP MOTOR DE COMBUSTION INTERNA	1,00	UNIDAD	Q 5 600,00	Q 5 600,00
5	LINEA DE BOMBEO TUBERIA DE 4"				
5,1	TUBERIA DE 4" DE 160 PSI	1674,00	ML	Q 109,16	Q 182 741,99
5	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 40 m3	1,00	UNIDAD	Q 77 057,93	Q 77 057,93
6	HIPOCLORADOR	1,00	UNIDAD	Q 22 620,00	Q 22 620,00
7	RED DE DISTRIBUCIÓN				
7,1	TUBO PVC DE Ø 1" 160 psi	84,00	ML	Q 28,85	Q 2 423,01
7,2	TUBO PVC DE Ø 1 1/4" 160 psi	870,00	ML	Q 31,87	Q 27 728,64
7,3	TUBO PVC DE Ø 1 1/2" 160 psi	102,00	ML	Q 36,77	Q 3 750,74
7,4	TUBO PVC DE Ø 2" 160 psi	90,00	ML	Q 46,83	Q 4 214,40
7,5	TUBO PVC DE Ø 2 1/2" psi	504,00	ML	Q 59,74	Q 30 106,52
7,6	TUBO PVC DE Ø 3" 160 psi	348,00	ML	Q 78,87	Q 27 445,72
7,7	VÁLVULA DE COMPUERTA DE Ø 2 1/2" BR.	1,00	UNIDAD	Q 530,00	Q 530,00
7,8	VÁLVULA DE COMPUERTA DE Ø 2" BR.	1,00	UNIDAD	Q 280,00	Q 280,00
8	CONEXION DOMICILIAR	64,00	UNIDAD	Q 611,24	Q 39 119,28
9	CAJA DE VÁLVULA	2,00	UNIDAD	Q 1 745,74	Q 3 491,48
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 479 129,08

Fuente: elaboración propia.

2.2.14. Estudio de impacto ambiental

El siguiente cuadro identifica los impactos ambientales que se podrían generar como resultado de la construcción y operación del proyecto.

Tabla XIV. **Cuadro de impactos ambientales**

Componentes	Impacto	Medidas de mitigación
Emisiones a la atmósfera	Emisión de material en partículas o polvo	Humedecer periódicamente las áreas de excavación, así como los accesos a la obra,
Efluentes de líquidos	Generación de aguas residuales	Utilización de baños químicos para el personal de obra.
Residuos sólidos	Generación de residuos sólidos (domésticos e industriales)	Colocación de contenedores de residuos sólidos para el personal de obra, reutilizar la mayoría del material de excavación.
Ruidos o vibraciones	Incremento de niveles de ruido	No aplica porque es una construcción nueva y no va a generar ningún tipo de ruido excesivo que pueda causar contaminación.
Recursos hídricos	Alteración y utilización de agua superficial o subterránea. Contaminación de cursos de agua o causas por sedimentos y residuos líquidos o sólidos	Se utilizará únicamente la cantidad de agua necesaria para la construcción del sistema, así como para el consumo de la población beneficiada por medio de una dotación diaria. Control al acceso de la fuente de agua y cuidado de esta.
Suelo	Cambios en la estructura del suelo (propiedades fisicoquímicas)	Recolectar todos los desechos sólidos producidos por el personal de obra y transportarlos al área de basura de la comunidad. Realizar las mezclas de concreto sobre un cajón o tarima de madera y no directamente sobre el suelo. Revisar los vehículos que ingresan a la obra en busca de fugas que puedan contaminar el suelo.
Vegetación y fauna	Remoción y daño a la cobertura vegetal	La vegetación se verá afectada solo en las áreas de construcción procurando evitar extender el daño fuera de estas áreas. Una vez finalizada la construcción se procederá a restaurar las áreas afectadas con especies nativas.
Población	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales.	No aplica para esta construcción.
Paisaje	Impacto visual	Recuperar y restaurar las áreas públicas afectadas una vez finalizada la obra, así como retiro de materiales y residuos de las actividades constructivas.

Continuación tabla XIV.

Patrimonio cultural	Daño al patrimonio cultural	Suspender la obra inmediatamente ante posibles hallazgos arqueológicos y delimitar el área. Informar a quien corresponda para que realice una correcta evaluación, una vez realizadas estas actividades se puede continuar con la obra.
---------------------	-----------------------------	---

Fuente: elaboración propia.

2.2.15. Evaluación socioeconómica

El análisis induce la presentación del costo y los beneficios en términos monetarios, para ello, se utilizarán los métodos de valor presente neto y la tasa interna de retorno, los cuales se describen a continuación.

2.2.15.1. Valor presente neto (VPN)

La tasa de interés, corresponde a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es del 11 %.

Cálculo de costo de operación y mantenimiento anual (CA) y valor presente (VP):

$$CA = (O + M + T + A + R) * 12$$

$$CA = (2\,992,36 + 93,88 + 127,50 + 482,06 + 385,65) * 12 = Q. 48\,977,40$$

$$VP_{CA} = CA * \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n} \right]$$

$$VP_{CA} = 48\,977,40 * \left[\frac{(1 + 0,11)^{22} - 1}{0,11 * (1 + 0,11)^{22}} \right] = Q. 445\,249,09$$

Cálculo de tarifa poblacional anual (TPA) y valor presente (VP)

$$TPA = Tarifa * No, viviendas * 12$$

$$TPA = 64,00 * 64 * 12 = Q. 49 152,00$$

$$VP_{TPA} = TPA * \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n} \right]$$

$$VP_{TPA} = 49 152,00 * \left[\frac{(1 + 0,11)^{22} - 1}{0,11 * (1 + 0,11)^{22}} \right] = Q. 446 836,36$$

El valor presente neto será la diferencia entre los ingresos menos los egresos que se realizaron durante el periodo de funcionamiento del sistema.

$$VPN = Ingresos - egresos = 446 836,36 - 445 249,09 = Q. 1 587,27$$

Con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el periodo de funcionamiento.

2.2.15.2. Tasa interna de retorno

Debido a que este proyecto es de carácter social, no es posible obtener una tasa interna de retorno atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza en el ámbito municipal y para este tipo de inversión es de costo/beneficio, el cual se determina de la siguiente manera:

$$Costo = inversion\ inicial - VPN$$

$$Beneficio = No, de habitantes actual$$

$$\frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} = \frac{516\,327,19 - 1\,587,27}{383,00} = Q. 1\,343,87$$

Las instituciones de inversión social toman la decisión de invertir de acuerdo con el valor del costo/beneficio y de las disposiciones económicas que posean.

CONCLUSIONES

1. La distribución de las viviendas en las comunidades obliga a que los sistemas de abastecimiento de agua potable para el caserío San Marcos y para el caserío Nacimiento Oriental sean por medio de ramales abiertos ya que estas se encuentran muy dispersas, y este sistema presenta la ventaja de ser económico y de fácil ejecución.
2. El sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para el caserío San Marcos, beneficiará una población actual de 576 habitantes. Los componentes del proyecto son: 5 896,00 metros de línea de conducción por bombeo, 60 m³ tanque de distribución, 3 453,00 metros red de distribución, obras hidráulicas y 96 conexiones domiciliarias, el costo total directo del proyecto es de Q 1 078 229,65 y el costo por metro lineal de Q 115,33.
3. El sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para el caserío Nacimiento Oriental, beneficiará una población actual de 383 habitantes. Los componentes del proyecto son: 1 674,00 metros red de conducción, 40 m³ tanque de distribución, 2 004,00 metros red de distribución, obras hidráulicas y 64 conexiones domiciliarias, el costo total directo del proyecto es de Q 479 129,08 y el costo por metro lineal de Q 130,27.

RECOMENDACIONES

1. Realizar el mantenimiento necesario a los proyectos, siempre que éstos lo requieran: reparación de fugas en tuberías, cambio de accesorios que estén dañados, limpieza en los tanques de almacenamiento, para que puedan ser funcionales durante el periodo de diseño.
2. Aplicar y mantener operativo la desinfección al sistema de agua, para prevenir enfermedades gastrointestinales y de la piel.
3. Cada una de las comunidades deberá nombrar una comisión encargada del monitoreo en su respectivo proyecto, para optimizar el funcionamiento de este.
4. Actualizar los precios de los materiales y la mano de obra, al momento de que el proyecto sea aprobado, pues en el mercado actual éstos cambian constantemente.
5. La ejecución de los proyectos propuestos debe hacerse en época de verano para evitar inconvenientes, tanto en el traslado de materiales como la construcción de obra civil.
6. Capacitar a los miembros del COCODE en el proyecto de agua potable para el mantenimiento, tanto preventivo como correctivo.

BIBLIOGRAFÍA

1. INFOM. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: s.e., 1997. 66 p.
2. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*
1. Trabajo de graduación Ingeniería Civil. Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniera, 2007. 170 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Planos del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío San Marcos, Poptún, Petén**


Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Planos del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nacimiento Oriental, Poptún, Petén**


Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de análisis de laboratorio caserío San Marcos, Poptún, Petén



LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION GENERAL DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD
INFORME DE ANÁLISIS, UNIDAD DE ALIMENTOS



Nº 0007121

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF095
Rev. 2 (1 de 1)
Página 1 de 1

No. del LNS: APC17-0085	Marca: -----	-----
Nombre del Producto: AGUA	Tipo de Recipiente: GALON PLASTICO	-----
Tipo de Muestra: AGUA	Lote: -----	-----
Condición de la Muestra: APROPIADA	Fecha de Vencimiento: -----	-----
Remitente: ISA. JOSE JULIO HERNANDEZ CASTELLANOS	Fecha de Ingreso: 02/02/2017	-----
Procedencia: DAS PETEN SUR ORIENTE NACIMIENTO DE LA COMUNIDAD SAN MARCOS, MUNICIPIO DE POPTUN	Fecha de Egreso: 15/02/2017	-----

Resultado de Análisis

ANALISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Color ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽²⁾ :	7,57	7,0 - 7,5	6,5 - 8,5
Conductividad Eléctrica ⁽³⁾ :	417 µS/cm	750 µS/cm	< 1500 µS/cm
Turbiedad ⁽⁴⁾ :	4 UNT	5,0 UNT**	15,0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽⁵⁾ :	< 0,03 mg/L	-----	3,0 mg/L
Nitro Total (Fe) ⁽⁶⁾ :	< 0,03 mg/L	0,3 mg/L	-----
Nitrato (NO ₃) ⁽⁷⁾ :	< 0,87 mg/L	-----	50,0 mg/L
Color ⁽⁸⁾ :	1,8 u	5,0 u***	35,0 u***
Calcio (Ca) ^(1,9) :	66,60 mg/L	75,0 mg/L	150,0 mg/L
Magnesio (Mg) ^(1,9) :	10,49 mg/L	50,00 mg/L	100,0 mg/L
Dureza Total (CaCO ₃) ⁽¹⁾ :	209,48 mg/L	100,0 mg/L	500,0 mg/L

RESULTADO DE ANALISIS
LNS DGRVCS MSPAS
Guatemala, C. A.

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Inga. Mónica Méndez de Maldonado
Supervisora

Método:
⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 21st. Edition 2005.
⁽²⁾ Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002
⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001
⁽⁴⁾ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd Edition. Maryland, USA. 2012. Nitrogen (Nitrate) (4500-NO₃)
⁽⁵⁾ Perkin Elmer Instruments Analytical Techniques for Flame AAS

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:
 La muestra fue analizada a temperatura de 22,9°C
 Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón
 * LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
 ** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD
 *** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA COGUANOR NTG 29001 "AGUA PARA CONSUMO HUMANO (AGUA POTABLE), ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor o Coordinador CCh,SJ/MdeM	Código Laboratorio CT87-CAS/039
--	------------------------------------


JMCG

ÚLTIMA LÍNEA
 "El LNS avala únicamente el contenido del documento original, el manejo de la reproducción es responsabilidad del propietario"


Km. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A. • PBX: 6644-0599 FAX: 6644-0599 ext. 241. • E-mail: informacion@lns.gob.gt
Duplicado USUARIO

Fuente: laboratorio nacional de salud.

Anexo 2. **Resultado de análisis de laboratorio caserío Nacimiento Oriental, Poptún, Petén**



LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
 DIRECCION GENERAL DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD
 INFORME DE ANÁLISIS, UNIDAD DE ALIMENTOS



Serie "B"

Nº 0007120


Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

No. del LNS: APC17-0084
 Nombre del Producto: AGUA
 Tipo de Muestra: AGUA
 Condición de la Muestra: APROPIADA
 Remitente: ISA. JOSE JULIO HERNANDEZ CASTELLANOS
 Procedencia: DAS PETEN SUR ORIENTE
 NACIMIENTO DE AGUA ORIENTAL, MUNICIPIO DE POPTUN, PETEN

Marca: -----
 Tipo de Recipiente: GALON PLASTICO
 Lote: -----
 Fecha de Vencimiento: -----
 Fecha de Ingreso: 02/02/2017
 Fecha de Egreso: 15/02/2017

UGCF095
 Rev. 2 (1 de 1)
Página 1 de 1

RESULTADO DE ANALISIS



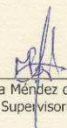
Resultado de Análisis

ANÁLISIS	RESULTADO	SEGÚN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽²⁾ :	7,51	7,0 - 7,5	6,5 - 8,5
Conductividad Eléctrica ⁽³⁾ :	463 µS/cm	750 µS/cm	< 1500 µS/cm
Turbiedad ⁽⁴⁾ :	5,5 UNT	5,0 UNT**	15,0 UNT**
Nitrato (NO ₃) ⁽²⁾ :	< 0,03 mg/L	-----	3,0 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0,03 mg/L	0,3 mg/L	-----
Nitrato (NO ₃) ⁽⁴⁾ :	6,41 mg/L	-----	50,0 mg/L
Color ⁽⁴⁾ :	1,8 u	5,0 u***	35,0 u***
Calcio (Ca) ^(4,5) :	56,21 mg/L	75,0 mg/L	150,0 mg/L
Magnesio (Mg) ^(4,5) :	20,84 mg/L	50,00 mg/L	100,0 mg/L
Dureza Total (CaCO ₃) ⁽³⁾ :	226,13 mg/L	100,0 mg/L	500,0 mg/L

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método:

⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 21st. Edition 2005.
⁽²⁾ Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002
⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001
⁽⁴⁾ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd Edition. Maryland, USA. 2012. Nitrogen (Nitrate) (4500-NO₃)
⁽⁵⁾ Perkin Elmer Instruments Analytical Techniques for Flame AAS


 Inga. Mónica Méndez de Maldonado
 Supervisora

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:
 La muestra fue analizada a temperatura de 23,5°C
 Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón
 * **LMA= LIMITE MAXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MAXIMO PERMISIBLE**
 ** **UNT= UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBIEDAD**
 *** **Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO**

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA **CUMPLE** CON LA NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA COGUANOR NTG 29001 "AGUA PARA CONSUMO HUMANO (AGUA POTABLE). ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor o Coordinador
 CCh,SJ/MdeM

Código Laboratorio
 CT87-CAS/038

JMCG

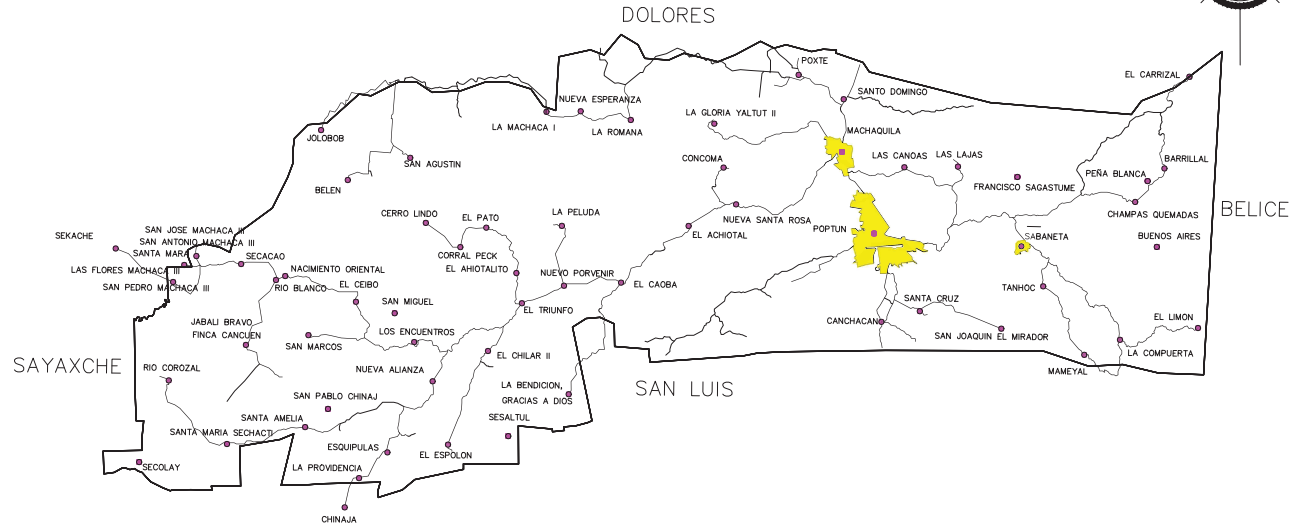
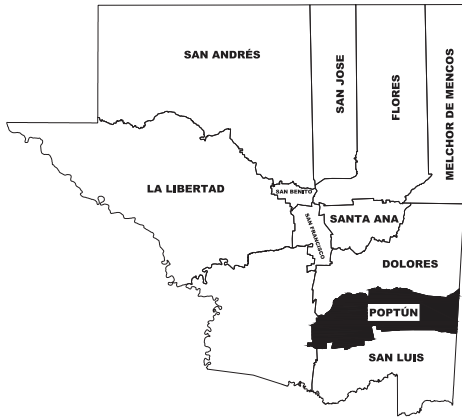
ÚLTIMA LÍNEA

"El LNS avala únicamente el contenido del documento original, el manejo de la reproducción es responsabilidad del propietario"

Km. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALÁ, C. A. • PBX: 6644-0599 FAX: 6644-0599 ext. 241. • E-mail: informacion@lns.gov.gt

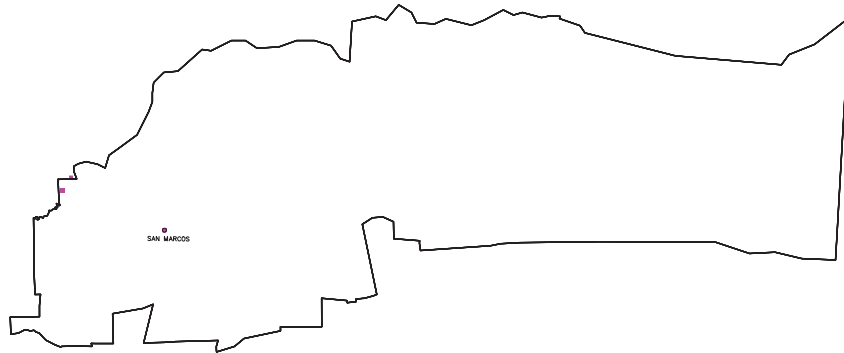
Duplicado USUARIO

Fuente: laboratorio nacional de salud.




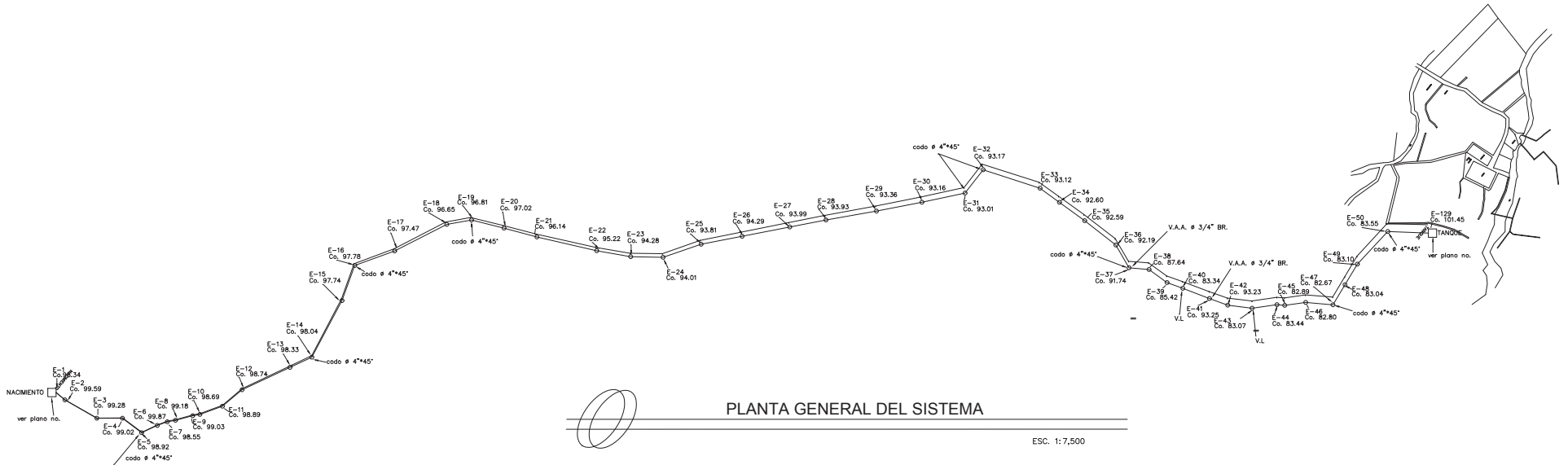
DEPARTAMENTO DE PETÉN

MUNICIPIO DE POPTÚN



LOCALIZACION DEL CASERIO SAN MARCOS, POPTÚN, PETÉN

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTÚN DEPARTAMENTO DE PETÉN			
NOMBRE DEL PROYECTO:		ESCALA:	
UBICACIÓN:		INDICADA	
DEPARTAMENTO:		FECHA:	
LOCALIZACIÓN:		MARZO 2017	
CONTENIDO:			
LOCALIZACIÓN			
CÁLCULO Y DISEÑO:	DISEÑO:		HOJA:
AXEL OMAR CORADO IBARRA	AXEL OMAR CORADO IBARRA		01
Vs. Sr. MUNICIPALIDAD:	ASESOR - SUPERVISOR:		16
	ING. JUAN MERIK GOS		



PLANTA GENERAL DEL SISTEMA

ESC. 1:7,500




UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN

NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE		ESCALA: INDICADA
UBICACION: CASERIO SAN MARCOS, POPTUN		FECHA: MARZO 2017
DEPARTAMENTO: PETEN		
CONTENIDO: PLANTA GENERAL DEL SISTEMA		
CALCULO Y DISEÑO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	HOJA: 02/16
Vs. Sr. MUNICIPALIDAD:	ASESOR - SUPERVISOR: ING. JUAN MERIK COS	



PLANTA GENERAL RED DE DISTRIBUCIÓN

ESC. 1:1,250

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN						
NOMBRE DEL PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA:	INDICADA			
UBICACIÓN:	CASERIO SAN MARCOS, POPTUN	FECHA:	MARZO 2017			
DEPARTAMENTO:	PETEN					
CONTENIDO: PLANTA GENERAL RED DE DISTRIBUCIÓN						
CÁLCULO Y DISEÑO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA			
Vn. Sd. MUNICIPALIDAD:		ASESOR - SUPERVISOR:	ING. JUAN MERIK COB			
			<table border="1"> <tr> <td>HOJA</td> <td>03</td> <td>16</td> </tr> </table>	HOJA	03	16
HOJA	03	16				



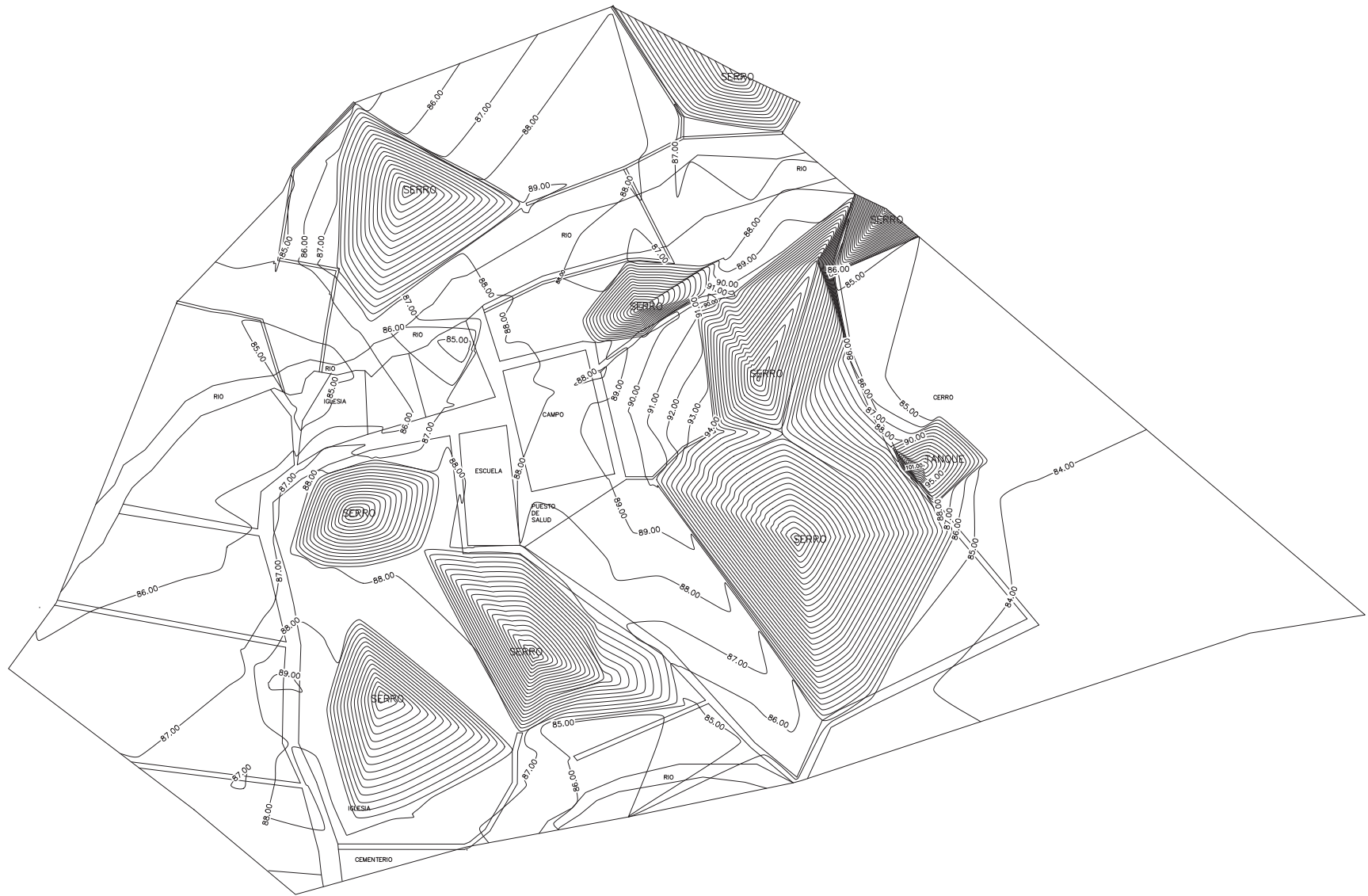
DENSIDAD DE VIVIENDAS

ESC. 1:1,250




UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN

NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE		ESCALA: INDICADA
UBICACIÓN: CASERIO SAN MARCOS, POPTUN		FECHA: MARZO 2017
DEPARTAMENTO: PETEN		
CONTENIDO: DENSIDAD DE VIVIENDAS		
CÁLCULO Y DISEÑO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	HOJA: 04
Vs. Sr. MUNICIPALIDAD:	ASESOR - SUPERVISOR: ING. JUAN MERIK GOS	16



CURVAS DE NIVEL

ESC. 1:1,500

		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN	
NOMBRE DEL PROYECTO:		SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
UBICACION:		CASERIO SAN MARCOS, POPTUN	
DEPARTAMENTO:		PETEN	
CONTENIDO:		CURVAS DE NIVEL	
CALCULO Y DISEÑO:		DISEÑO:	
AXEL OMAR CORADO IBARRA		AXEL OMAR CORADO IBARRA	
ASesor - SUPERVISOR:		ING. JUAN MERIK COS	
MUNICIPALIDAD:		05/16	



CURVAS DE PRESIÓN

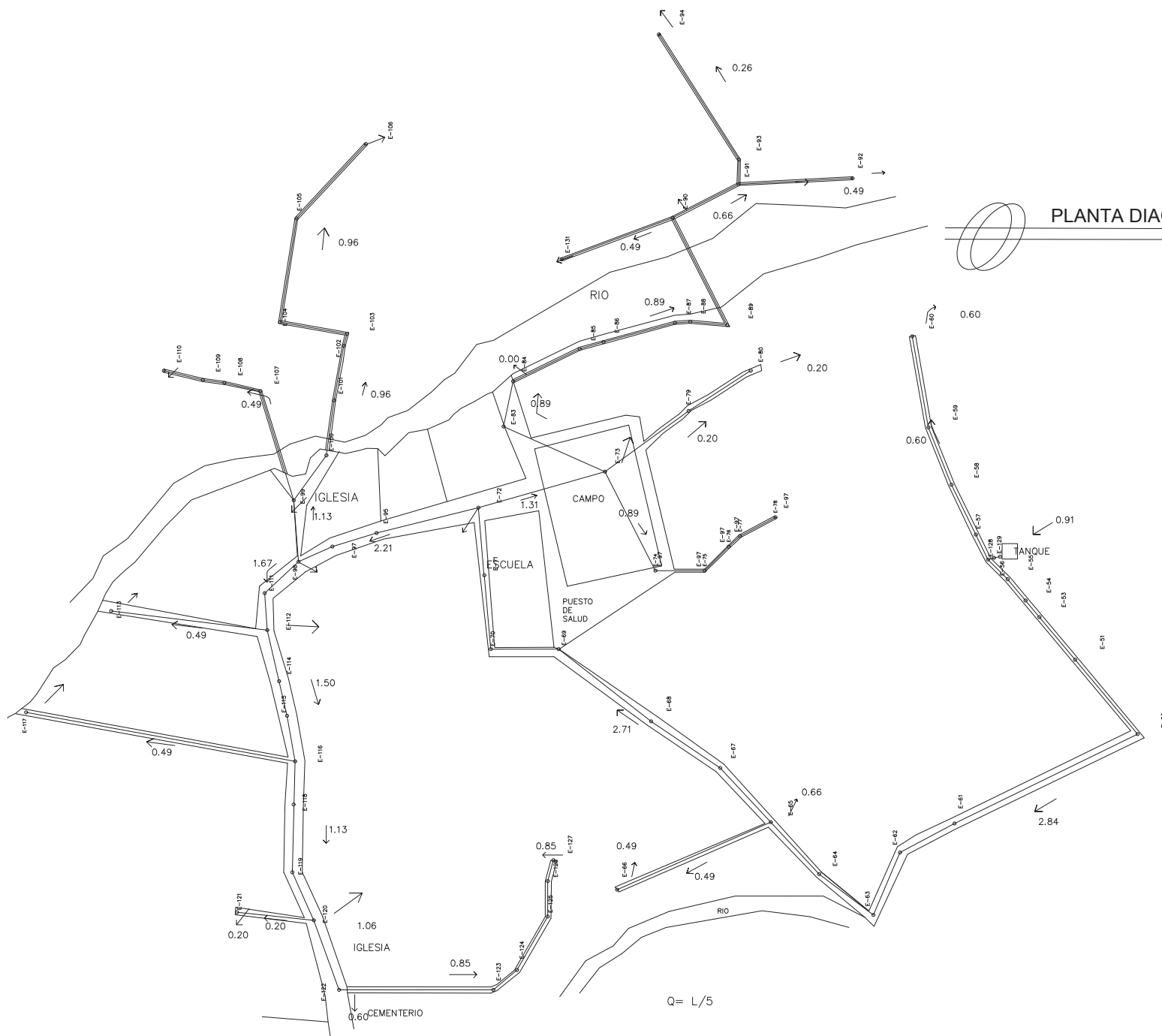
ESC. 1:1,250


		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN	
NOMBRE DEL PROYECTO:		ESCALA:	
UBICACIÓN:		INDICADA	
DEPARTAMENTO:		FECHA:	
PETEN		MARZO 2017	
CONTENIDO:			
PLANTA CURVAS DE PRESIÓN			
CÁLCULO Y DISEÑO:		DIBUJO:	
AXEL OMAR CORADO IBARRA		AXEL OMAR CORADO IBARRA	
ASesor - SUPERVISOR:		HOJA:	
ING. JUAN MERIK GOS		06	
MUNICIPALIDAD:		16	

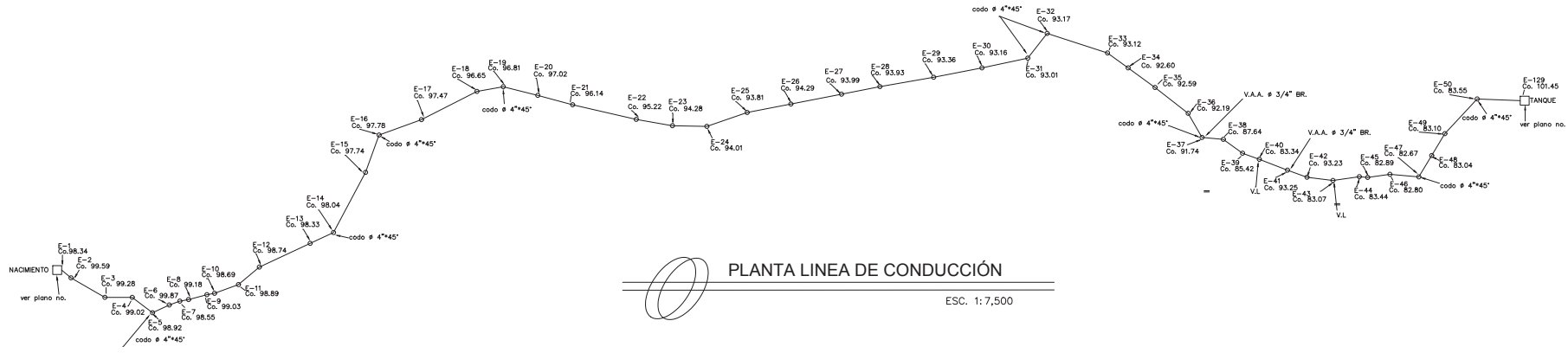


PLANTA DIAGRAMA FLUJO DE CAUDALES

ESC. 1:1,250

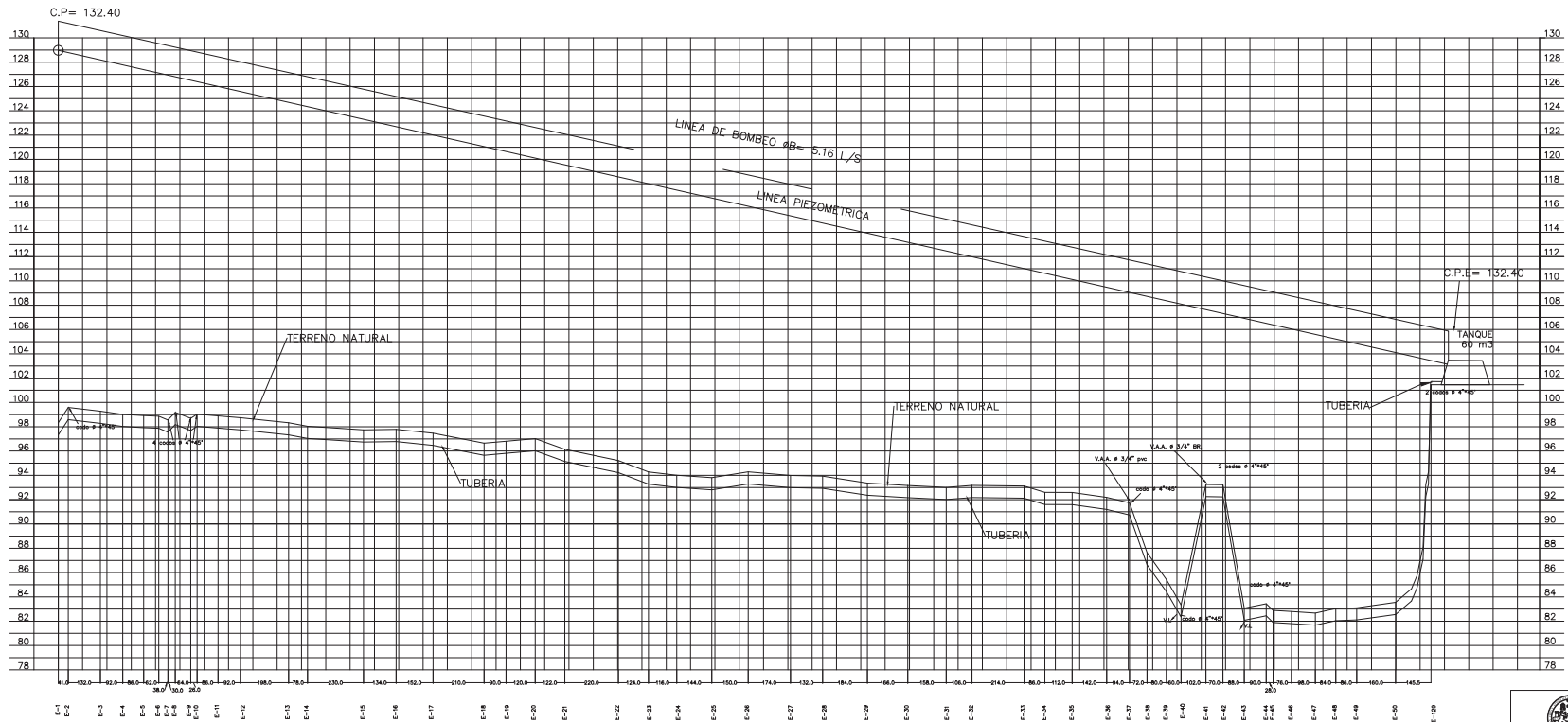


		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN			
NOMBRE DEL PROYECTO:		ESCALA:	
UBICACION:		INDICADA	
DEPARTAMENTO:		FECHA:	
PETEN		MARZO 2017	
CONTENIDO:			
PLANTA DIAGRAMA FLUJO DE CAUDALES			
CALCULO Y DISEÑO:		DIBUJO:	
AXEL OMAR CORADO IBARRA		AXEL OMAR CORADO IBARRA	
VIA. S/L:		ASESOR - SUPERVISOR:	
MUNICIPALIDAD:		ING. JUAN MERIK GOS	
			07 / 16



PLANTA LINEA DE CONDUCCIÓN

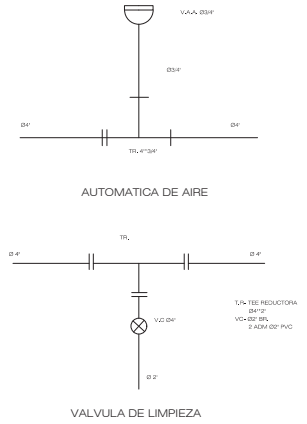
ESC. 1:7,500



L=5896 m Ø 4" C-160 N-224

PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN

V 1:1,000, H 1:10,000

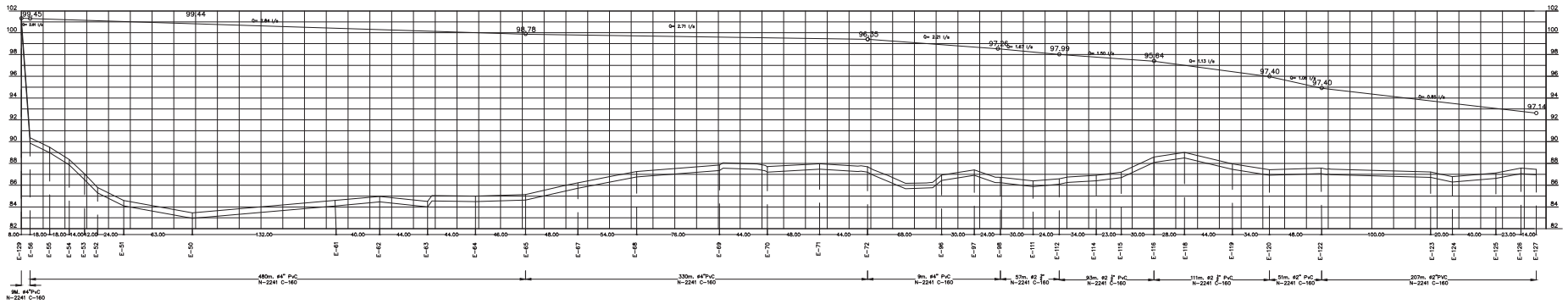
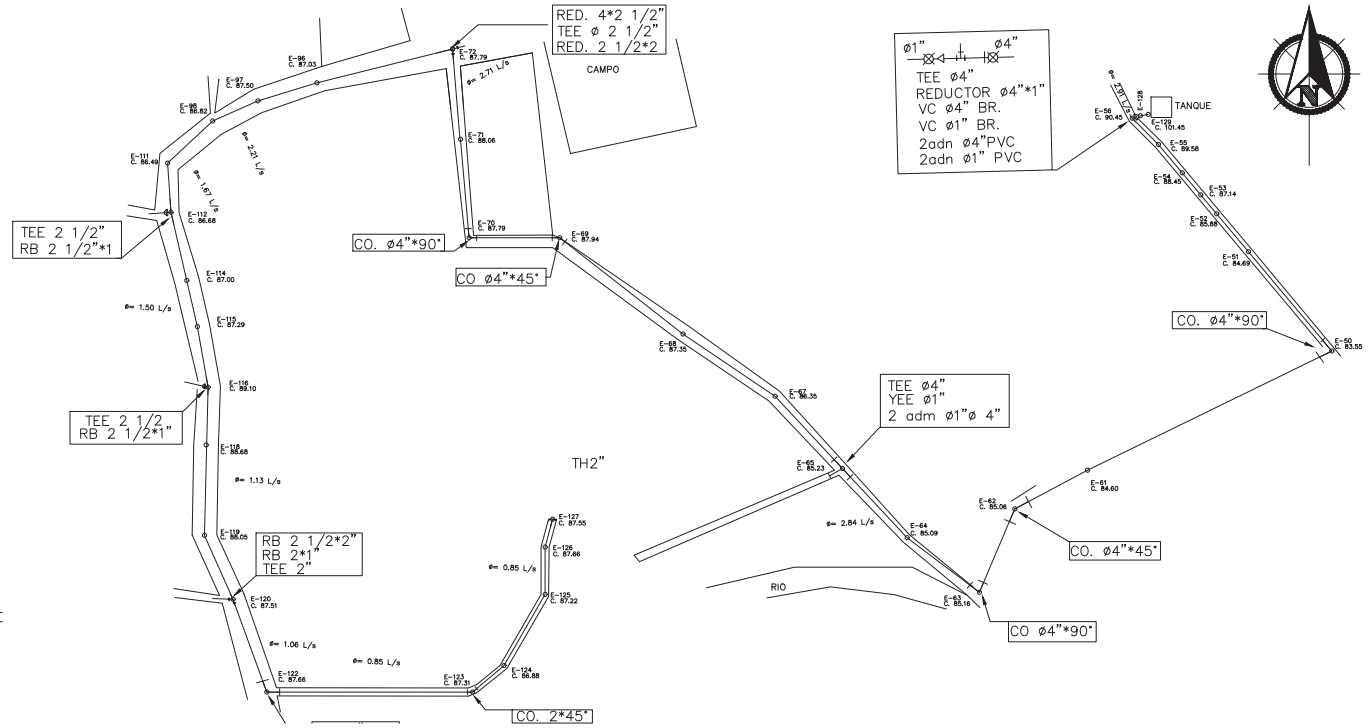


SIMBOLOGIA	
	TUBERIA Ø4" PVC
	COODO Ø4" 45°
	COODO Ø4" 90°
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE
	DIAMETRO DE TUBERIA
	PVC CLORURO DE POLIVINILO
	C.P. COTA PIEZOMETRICA
	C. COTA DEL TERRENO
	BRONCE
	TEE REDUCTORA
	V.A.A. VALVULA AUTOMATICA DE AIRE Ø 3/4"
	TAPON HEMBRA Ø1"

<p>UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN</p>	
<p>NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</p>	
<p>UBICACIÓN: CABERIO SAN MARCOS, POPTUN</p>	
<p>DEPARTAMENTO: PETEN</p>	
<p>CONTENIDO: PLANTA LINEA DE CONDUCCIÓN MAS PERFIL</p>	
<p>CÁLCULO Y DISEÑO: AXEL OMAR CORADO IBARRA</p>	
<p>DIBUJO: AXEL OMAR CORADO IBARRA</p>	
<p>ASesor - SUPERVISOR: ING. JUAN MERIK GOS</p>	
<p>HOJA: 08/16</p>	

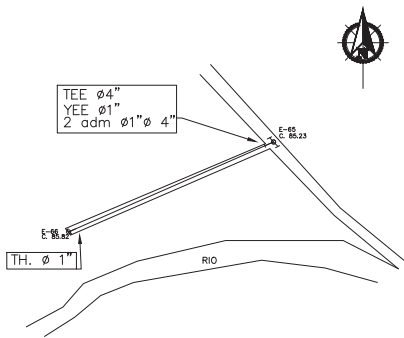
SIMBOLOGIA	
	TUVERIA Ø4" PVC
	CODO Ø4" *45°
	CODO Ø4" *90°
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE
	DIAMETRO DE TUVERIA
	PVC. CLORURO DE POLIVINILO
	C.P. COTA PIEZOMETRICA
	C: COTA DEL TERRENO
	BR. BRONCE
	TR. TEE REDUCTORA
	V.A.A. VALVULA AUTOMATICA DE AIRE Ø 3/4"
	TAPON HEMBRA Ø1"

PLANTA RAMAL PRINCIPAL
ESC.1:1250

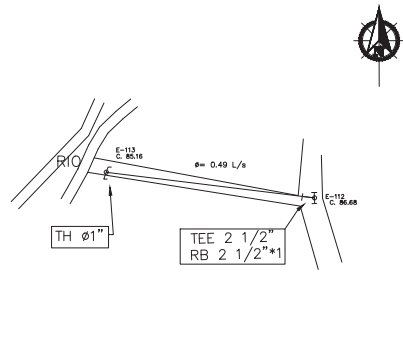


PERFIL RAMAL PRINCIPAL
V 1:200, H 1:2000

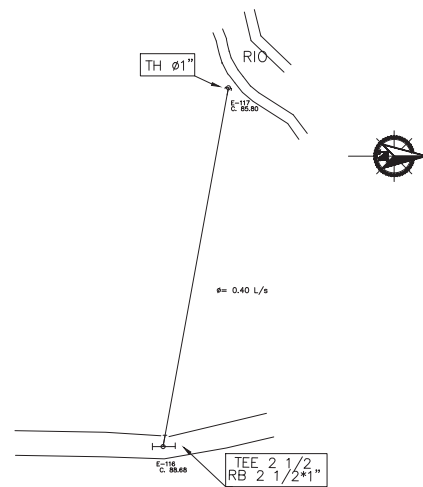
 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN	
NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA: INDICADA
UBICACION: CASERIO SAN MARCOS, POPTUN DEPARTAMENTO: PETEN	FECHA: MARZO 2017
CONTENIDO: PLANTA RAMAL PRINCIPAL MAS PERFIL	
CALCULO Y DISEÑO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO: AXEL OMAR CORADO IBARRA
Vn. Bn. MUNICIPALIDAD:	ASESOR - SUPERVISOR: ING. JUAN MEIK COS
HOJA 09 / 16	



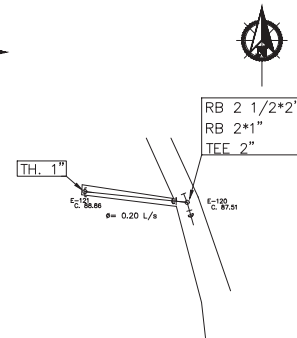
PLANTA DE E-65 A E-66
ESC. 1:1250



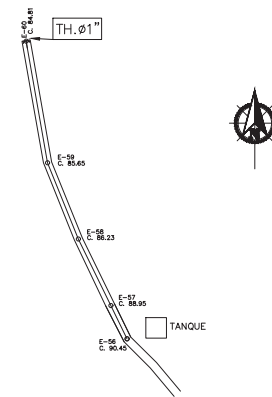
PLANTA DE E-112 A E-113
ESC. 1:1250



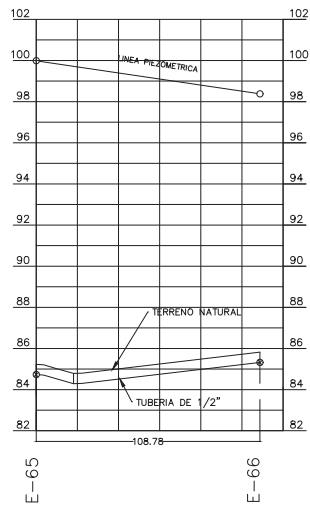
PLANTA DE E-116 A E-117
ESC. 1:1250



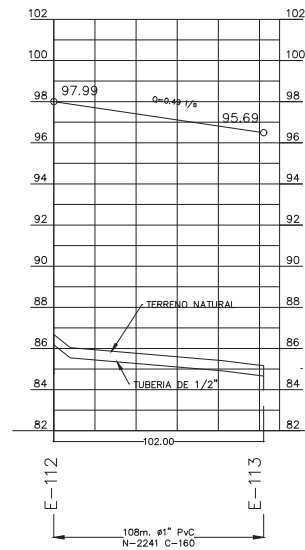
PLANTA DE E-120 A E-121
ESC. 1:1250



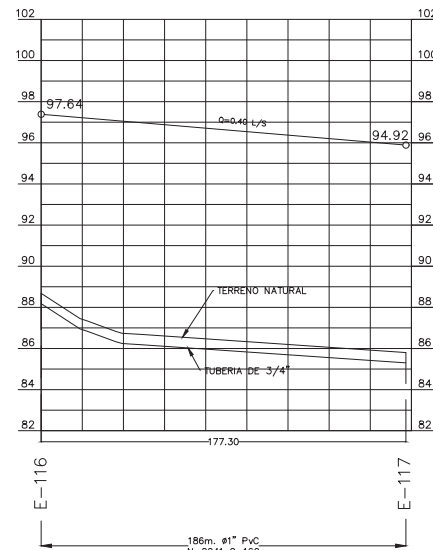
PLANTA DE E-56 A E-60
ESC. 1:1250



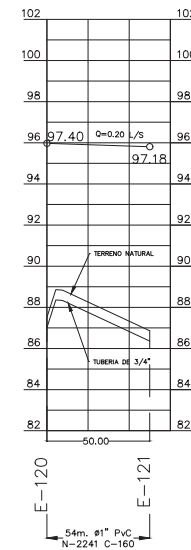
PERFIL DE E-65 A E-66
V 1:125, H 1:1250



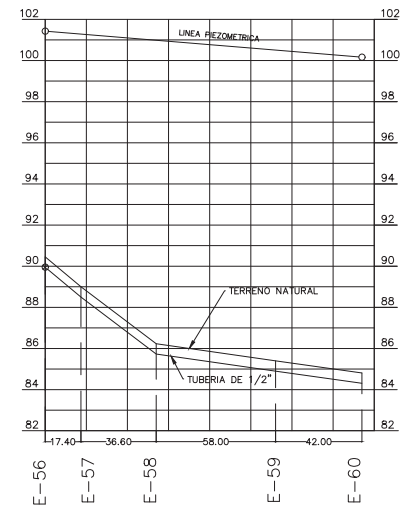
PERFIL DE E-112 A E-113
V 1:125, H 1:1250




PERFIL DE E-116 A E-117
V 1:125, H 1:1250



PERFIL DE E-120 A E-121
V 1:125, H 1:1250

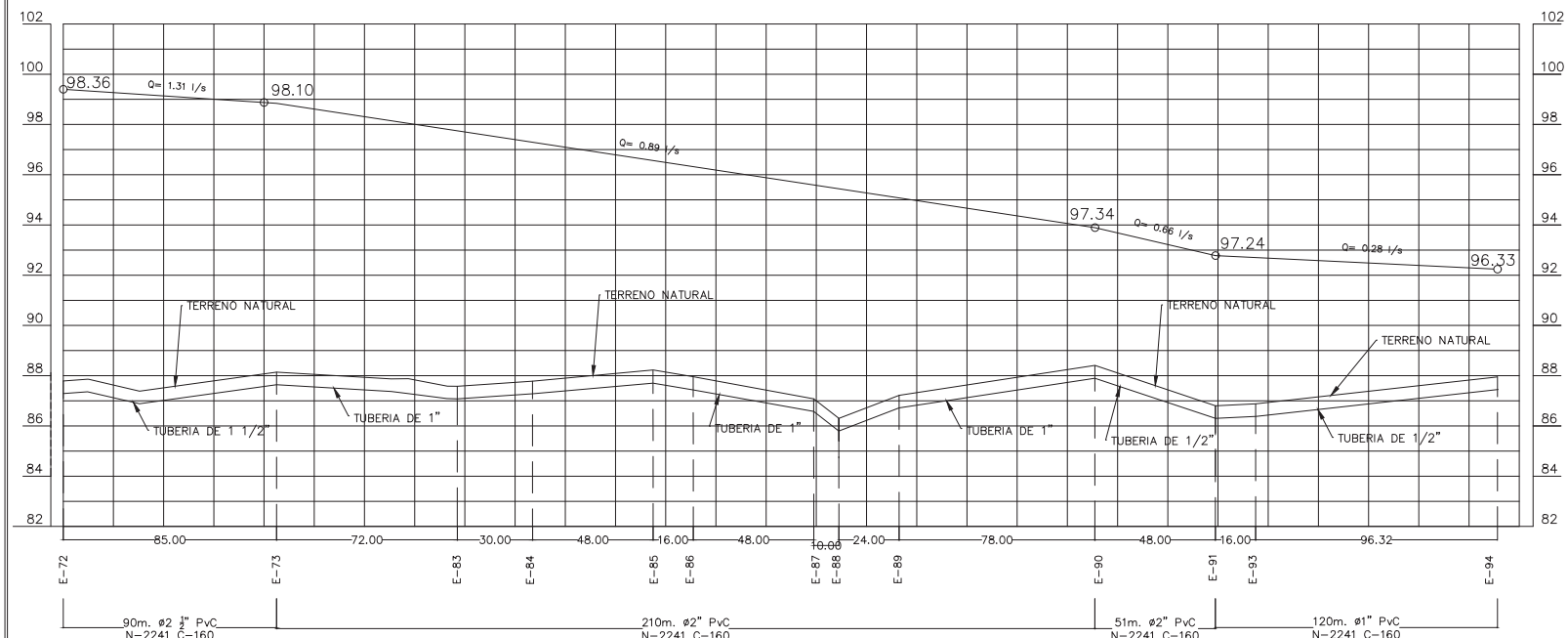
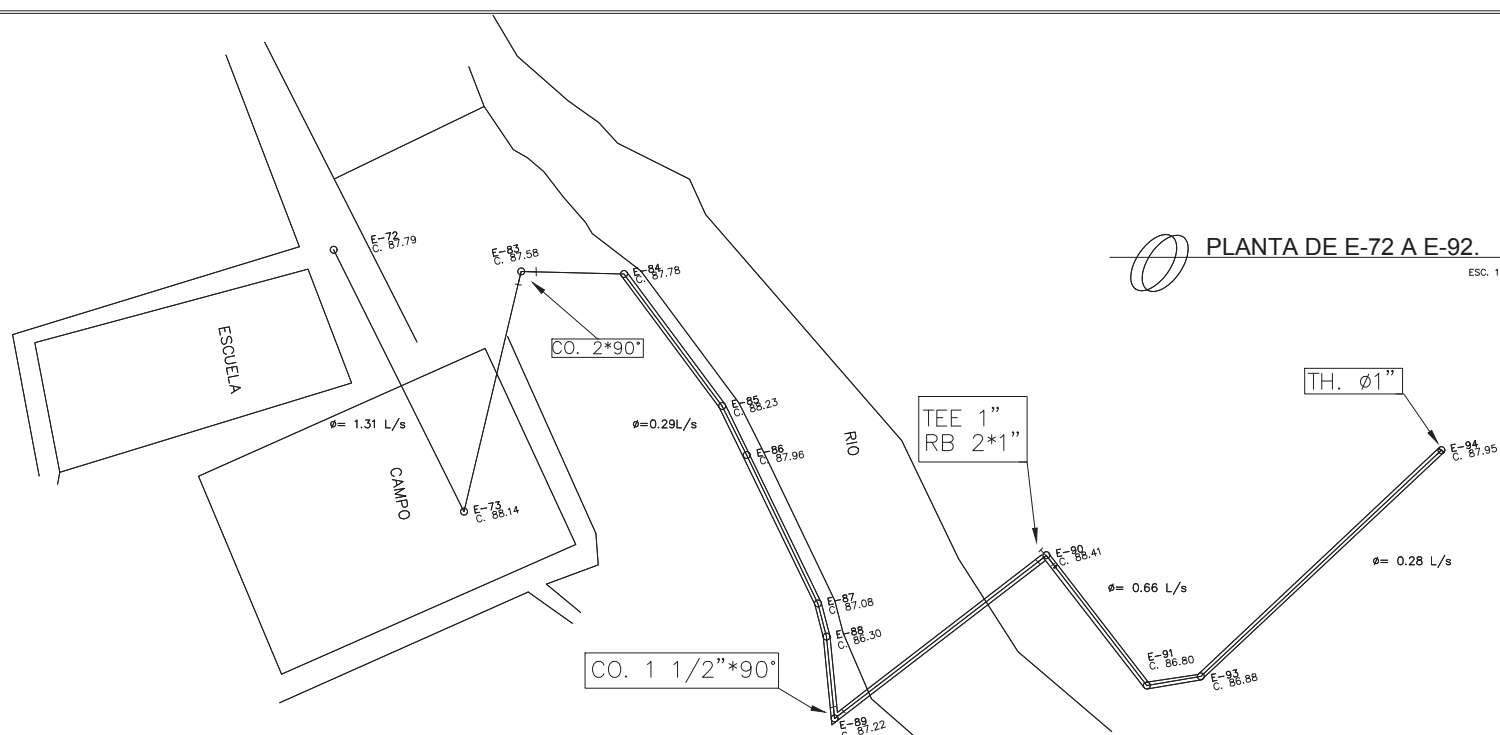


PERFIL DE E-56 A E-60
V 1:125, H 1:1250

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTÚN DEPARTAMENTO DE PETÉN			
NOMBRE DEL PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA:	INDICADA
UBICACIÓN:	CASERIO SAN MARCOS, POPTÚN	FECHA:	MARZO 2017
DEPARTAMENTO:	PETÉN		
CONTENIDO: PLANTA RAMALES SECUNDARIOS MAS PERFIL			
CALCULO Y DISEÑO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA
Vs. Bc. MUNICIPALIDAD:	ASESOR - SUPERVISOR:	ING. JUAN MERIK COS	HOJA 10/16



PLANTA DE E-72 A E-92. ESC. 1:750



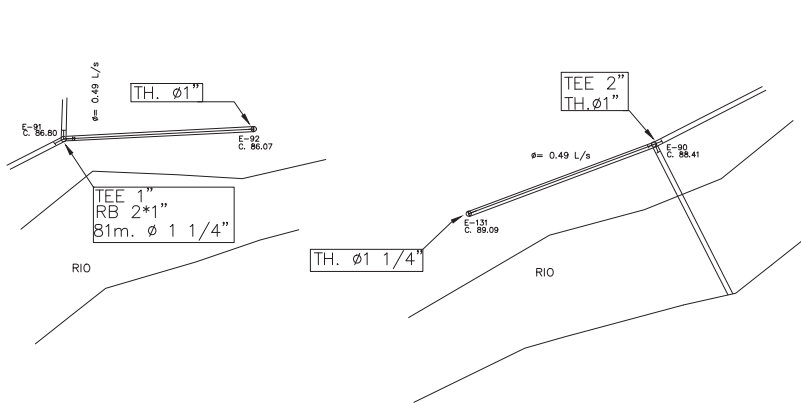
PERFIL DE E-72 A E-92. V 1:50, H 1:1000

SIMBOLOGIA	
	TUBERIA Ø4" PVC
	CODO Ø4" 45°
	CODO Ø4" 90°
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE
	DIAMETRO DE TUBERIA
	CLORURO DE POLIVINILO
	C.P. COTA PIEZOMETRICA
	C: COTA DEL TERRENO
	BR. BRONCE
	TR. TEE REDUCTORA
	V.A.A. VALVULA AUTOMATICA DE AIRE Ø 3/4"
	TAPON HEMBRA Ø1"

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN

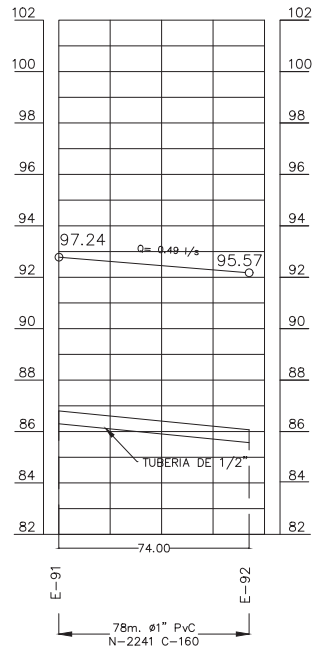
NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA: INDICADA
UBICACION: CASERIO SAN MARCOS, POPTUN PETEN	FECHA: MARZO 2017
CONTENIDO: PLANTA RAJAS SECUNDARIAS MAS PERFIL	
CALCULO Y DISEÑO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO: AXEL OMAR CORADO IBARRA
VI. BC. MUNICIPALIDAD:	ASESOR - SUPERVISOR: ING. JUAN MEIK COS

HOJA 11/16



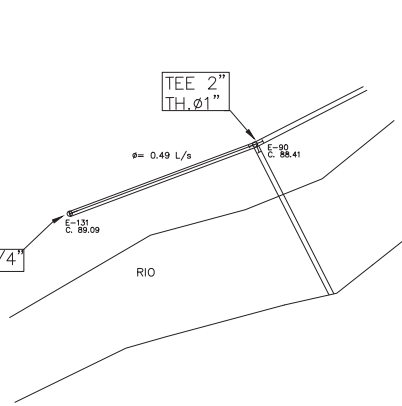
PLANTA DE E-91 A E-92.

ESC.1:1000



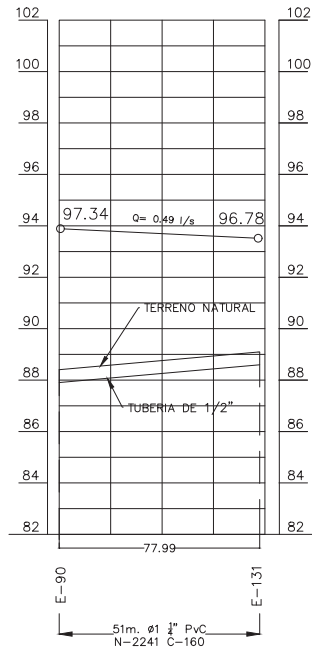
PERFIL DE E-91 A E-92.

V 1:100, H 1:1000



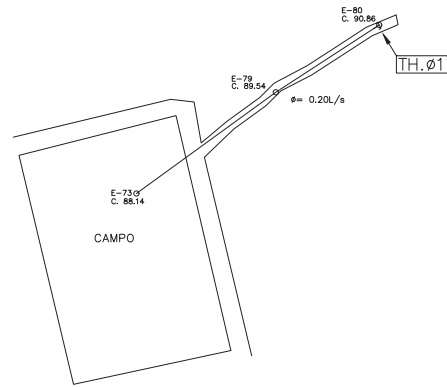
PLANTA DE E-90 A E-131.

ESC.1:1000



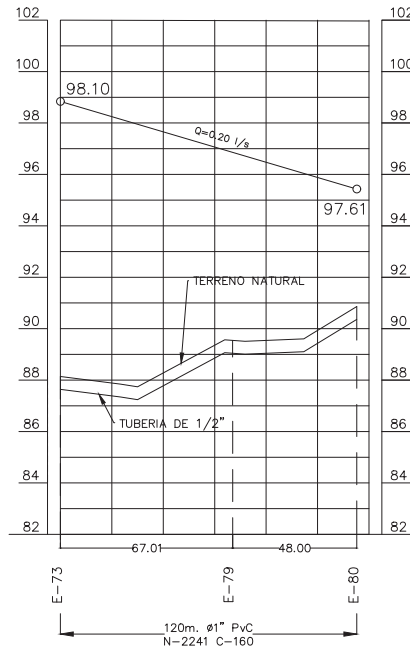
PERFIL DE E-90 A E-131.

V 1:100, H 1:1000



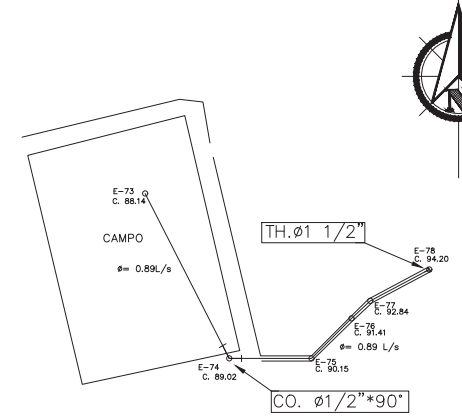
PLANTA DE E-73 A E-80.

ESC.1:1000



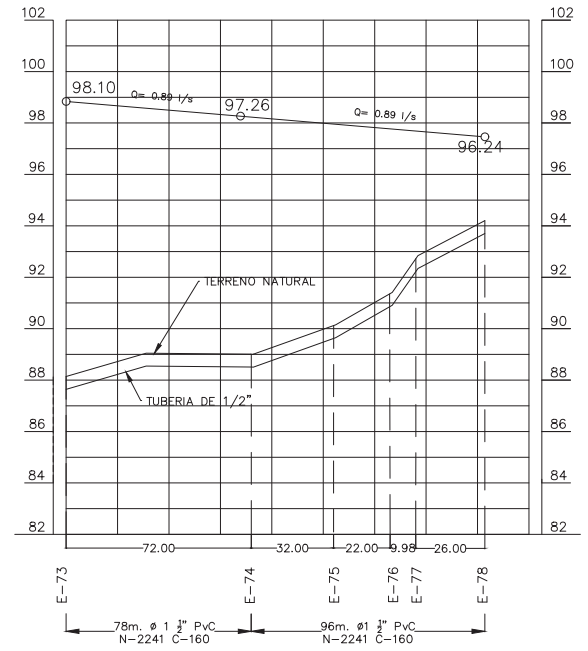
PERFIL DE E-73 A E-80.

V 1:100, H 1:1000



PLANTA DE E-73 A E-78.

ESC.1:1000



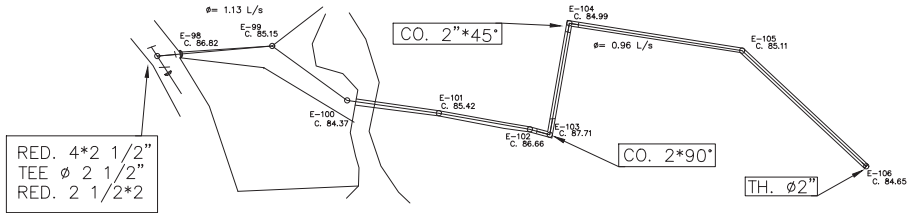
PERFIL DE E-73 A E-78.

V 1:100, H 1:1000



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN

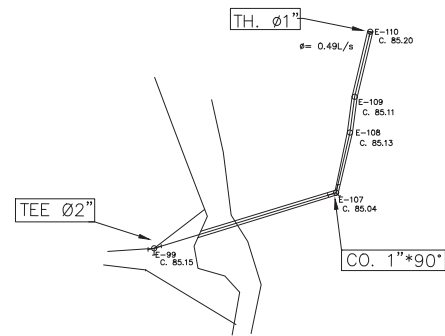
NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE		ESCALA: INDICADA
UBICACION: CASERIO SAN MARCOS, POPTUN PETEN		FECHA: MARZO 2017
CONTENIDO: PLANTA RAMALES SECUNDARIOS MAS PERFIL		
CALCULO Y DISEÑO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	DISEÑO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	HOJA: 12/16
V. DE: MUNICIPALIDAD:	ASESOR - SUPERVISOR: ING. JUAN MERIK COS	



RED. 4*2 1/2"
TEE Ø 2 1/2"
RED. 2 1/2*2

PLANTA DE E-98 A E-106

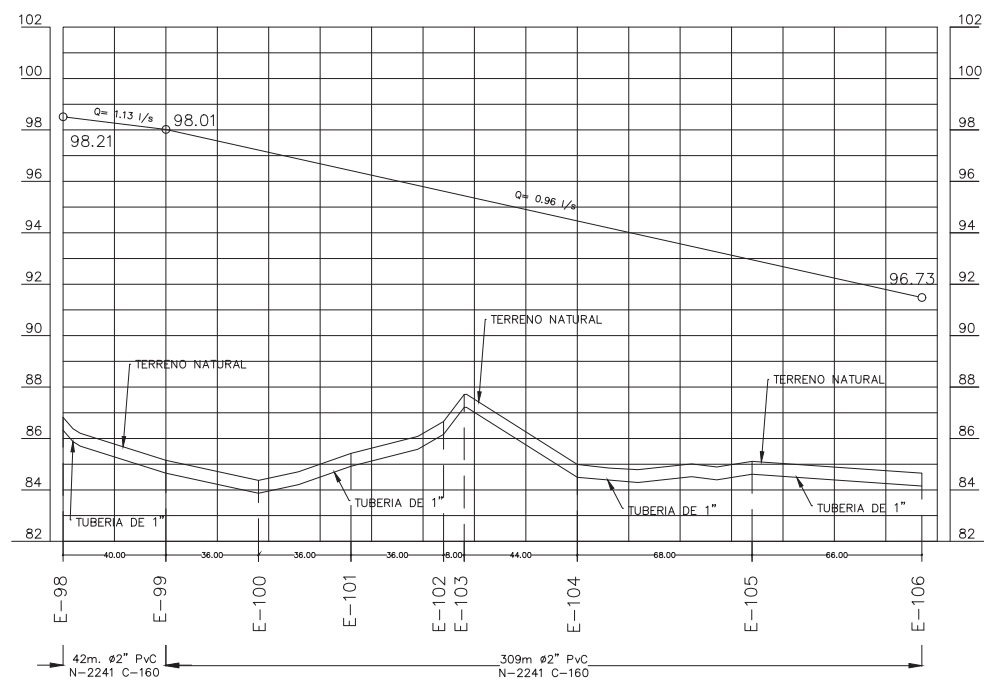
ESC. 1:1000



TEE Ø 2"

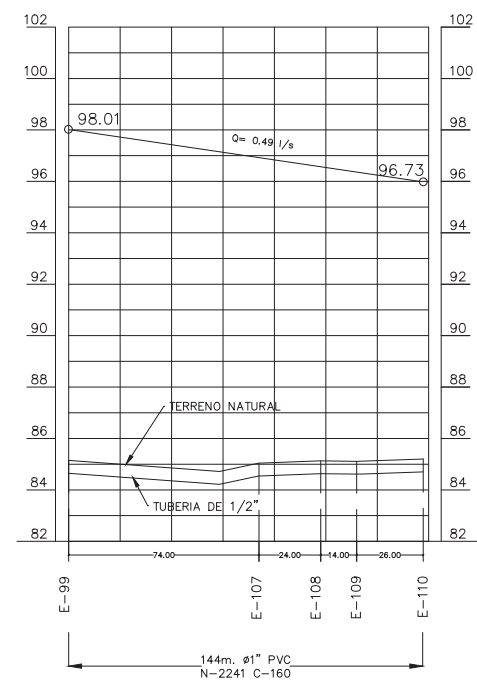
PLANTA DE E-99 A E-110

ESC. 1:1000



PERFIL DE E-98 A E-106

V 1:100, H 1:1000

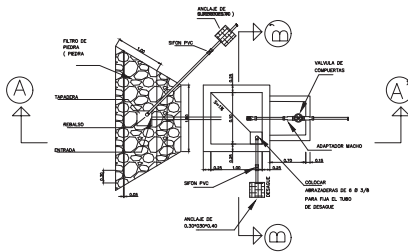


PERFIL DE E-99 A E-110

V 1:100, H 1:1000

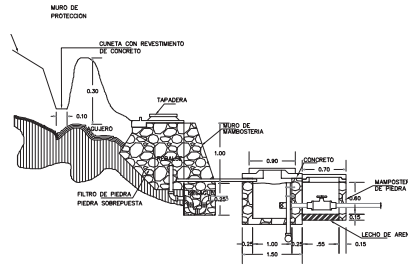
SIMBOLOGIA	
	TUBERIA Ø4" PVC
	CODO Ø4" *45°
	CODO Ø4" *90°
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE
	DIAMETRO DE TUBERIA
	PVC CLORURO DE POLIVINILO
	C.P. COTA PIEZOMETRICA
	C : COTA DEL TERRENO
	BR. BRONCE
	TR. TEE REDUCTORA
	V.A.A. VALVULA AUTOMATICA DE AIRE Ø 3/4"
	TAPON HEMBRA Ø1"

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN	
NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA: INDICADA
UBICACION: CASERIO SAN MARCOS, POPTUN	FECHA: MARZO 2017
DEPARTAMENTO: PETEN	
CONTENIDO: PLANTA RAMALES SECUNDARIOS MAS PERFIL	
CALCULO Y DISEÑO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO: AXEL OMAR CORADO IBARRA
V. B. MUNICIPALIDAD:	ASESOR - SUPERVISOR: ING. JUAN MEIK COS
HOJA 13 / 16	



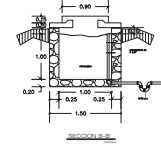
PLANTA CAPTACIÓN TÍPICA

ESC. 1:1000



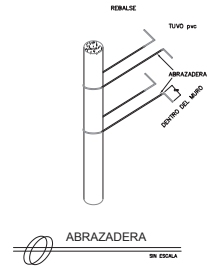
SECCIÓN A-A'

ESC. 1:1000



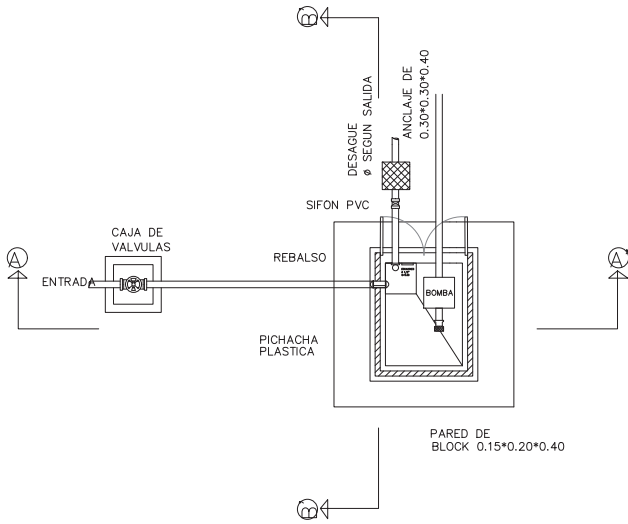
SECCIÓN B-B'

ESC. 1:1000



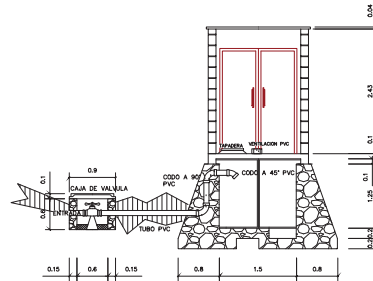
ABRAZADERA

SIN ESCALA



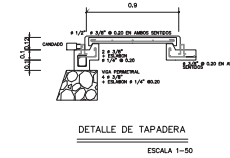
PLANTA CASETA DE BOMBEO

ESC. 1:1000



SECCIÓN A-A'

ESC. 1:1000

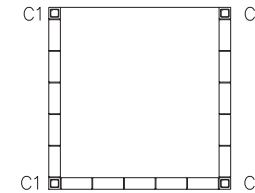


DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1-50

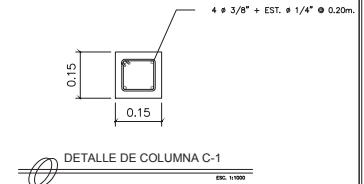
DETALLE DE TAPADERA

ESC. 1:1000



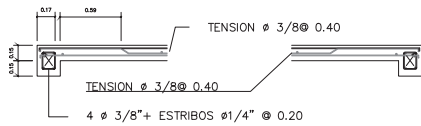
PLANTA DE COLUMNAS

ESC. 1:1000



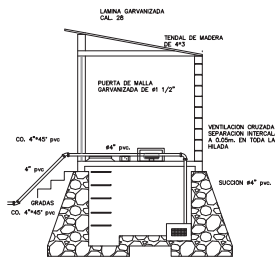
DETALLE DE COLUMNA C-1

ESC. 1:1000



DETALLE ARMADO DE LOSA

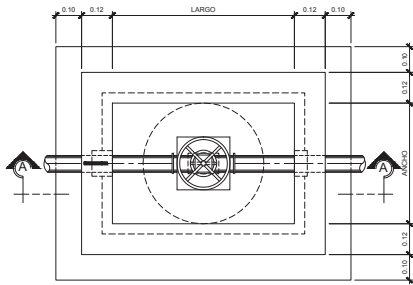
SIN ESCALA



SECCIÓN B-B'

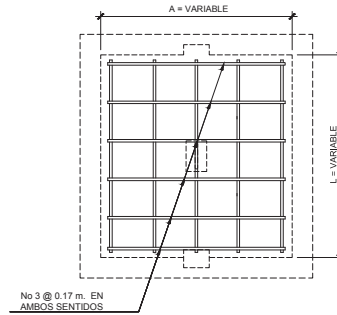
ESC. 1:1000

		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE POPTÚN DEPARTAMENTO DE PETÉN	
NOMBRE DEL PROYECTO:		SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
UBICACIÓN:		CASERIO SAN MARCOS, POPTÚN	
DEPARTAMENTO:		PETÉN	
CONTENIDO:		CAPTACIÓN Y CASETA DE BOMBEO	
CÁLCULO Y DISEÑO:		DISEÑO:	
AXEL OMAR CORADO IBARRA		AXEL OMAR CORADO IBARRA	
FECHA:		FECHA:	
MARZO 2017		MARZO 2017	
VIA. SL. MUNICIPALIDAD:		ASESOR - SUPERVISOR:	
ING. JUAN MERIK GOS		ING. JUAN MERIK GOS	



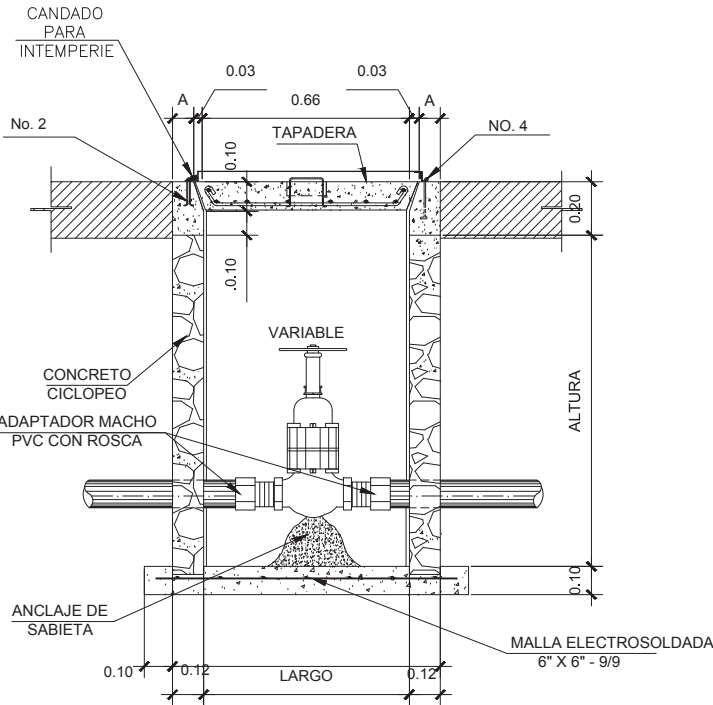
PLANTA CAJA PARA VALVULAS DE 1/2" A 4"

ESCALA 1/20



DETALLE DE ARMADO DE TAPADERA

ESCALA 1/20



SECCION A - A

ESCALA 1/20

DIMENSIONES PARA CAJAS DE VALVULAS			
DIAMETROS	DIMENSIONES		
		1", 1 1/2" Y 2"	2 1/2"
ANCHO	0.40	0.66	0.66
LARGO	0.50	0.66	0.80
ALTURA	VARIABLE DE 0.80 A 1.80 SEGUN PROFUNDIDAD		

NOTA:

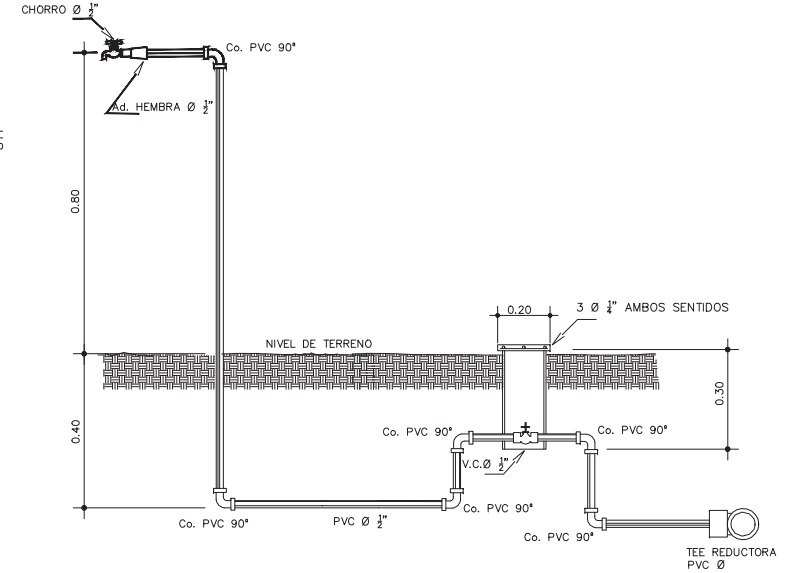
- LA ALTURA DE LAS CAJAS TAMBIEN DEPENDERA DE LA PROFUNDIDAD A LA CUAL DEBA COLOCARSE LA TUBERIA, POR LO CUAL SERA DEFINIDA POR EL ING. SUPERVISOR.

- LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD DE MEDIDA.

ESPECIFICACIONES:

MORTERO PARA LEVANTADO: 1:3
 MORTERO PARA ALISADO: 1:2
 ESPESOR DE ALISADO 0.005 m.

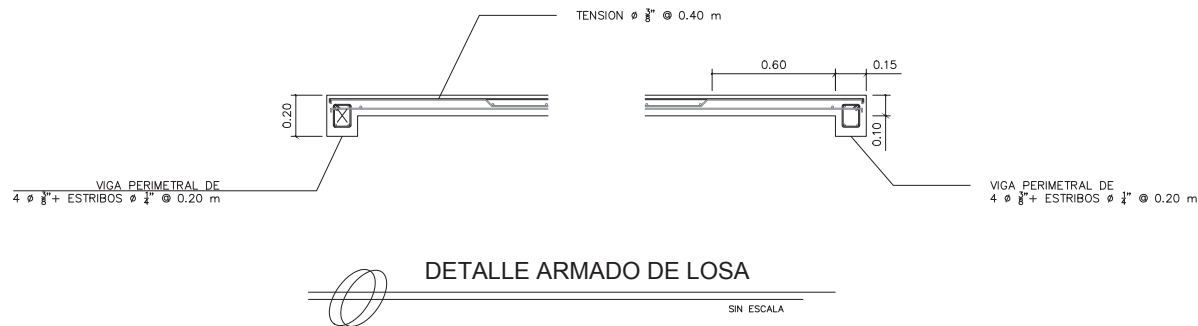
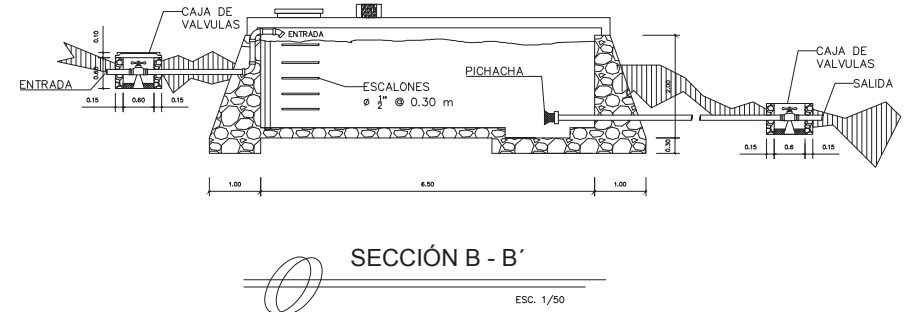
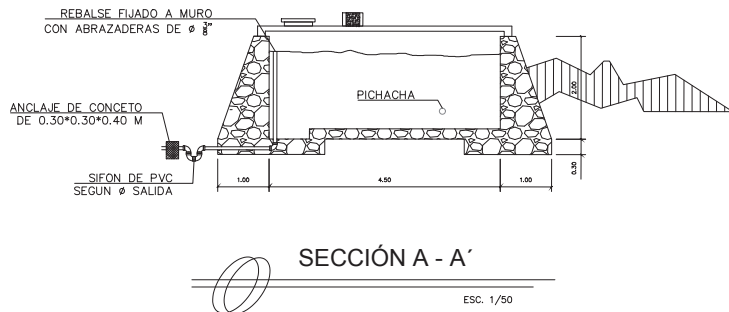
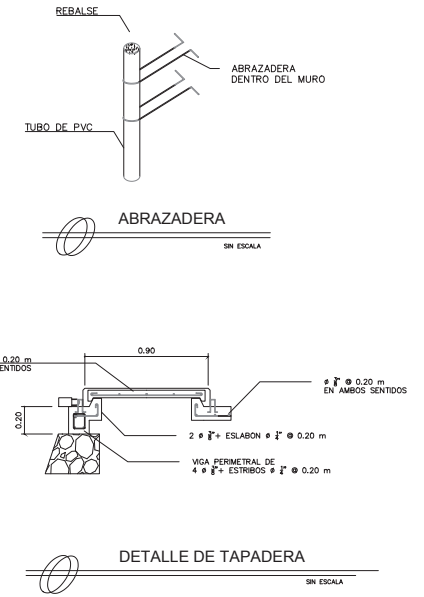
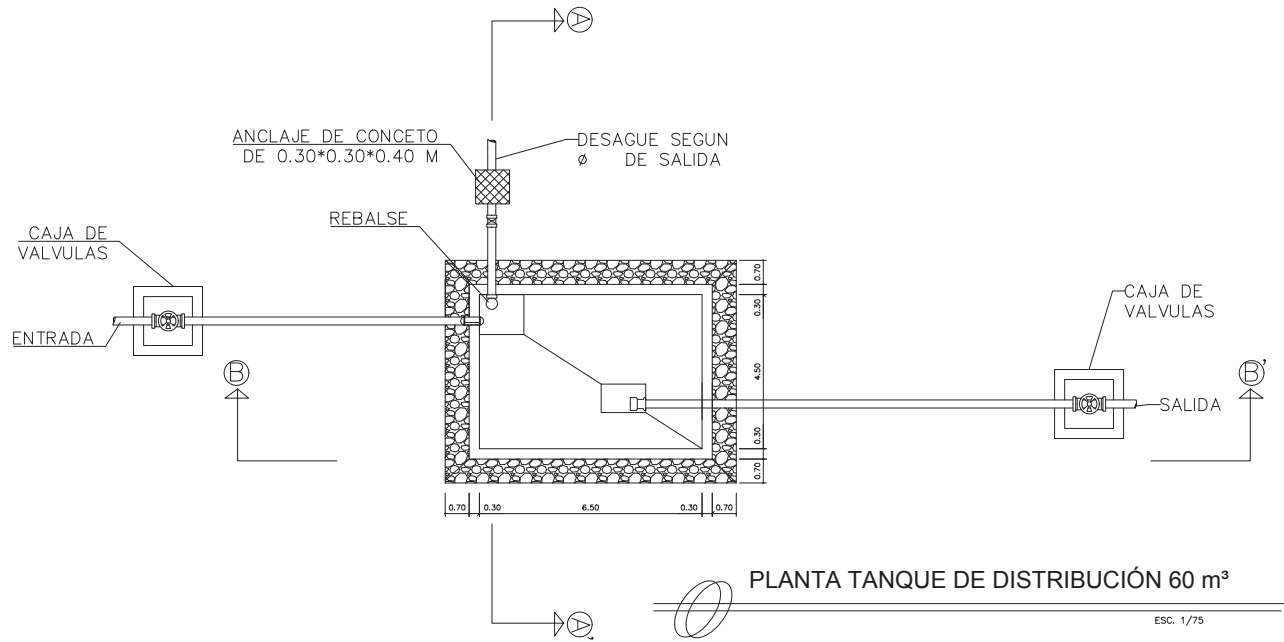
1 M³ { 7.85 SACOS DE CEMENTO
 0.50 M³ DE ARENA DE RIO
 0.79 M³ DE PIEDRIN




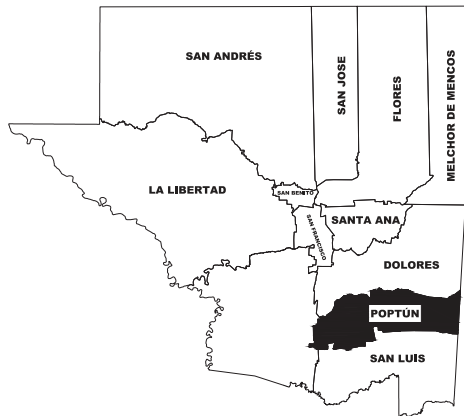
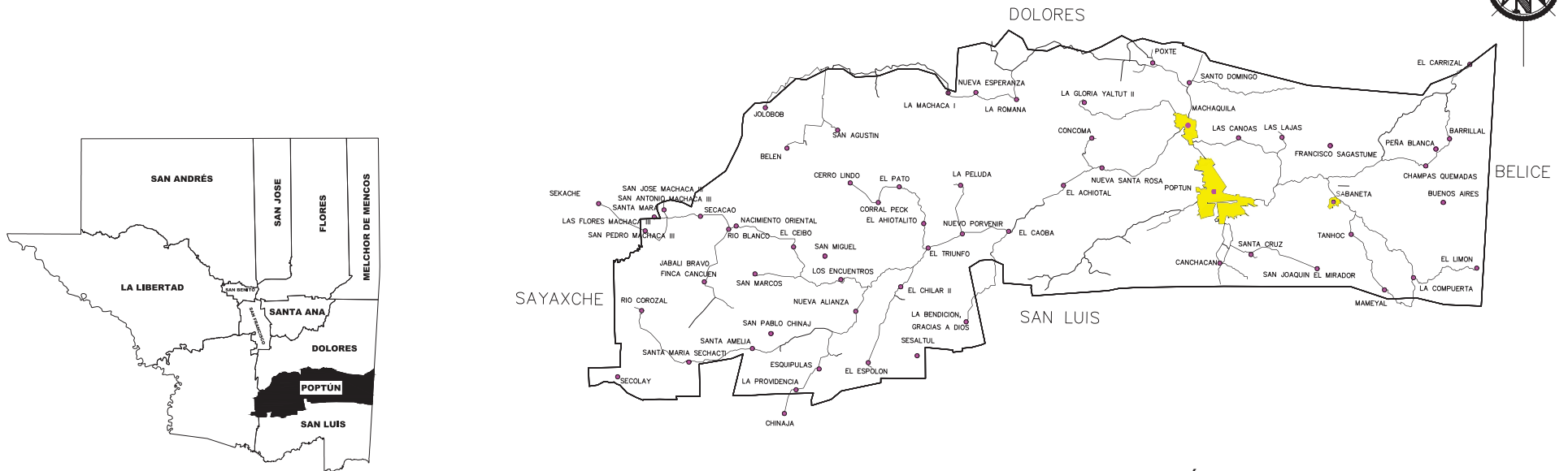
CONEXION DOMICILIAR TIPICA

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN			
NOMBRE DEL PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA:	INDICADA
UBICACION:	CASERIO SAN MARCOS, POPTUN	FECHA:	MARZO 2017
DEPARTAMENTO:	PETEN		
CONTENIDO: DETALLE CAJA DE VALVULAS MAS CONEXION DOMICILIAR TIPICA			
CALCULO Y DISEÑO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA	DISEÑO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA
VA. EN. MUNICIPALIDAD:		ASESOR - SUPERVISOR:	ING. JUAN MERIK GOS
			HOJA 15 / 16

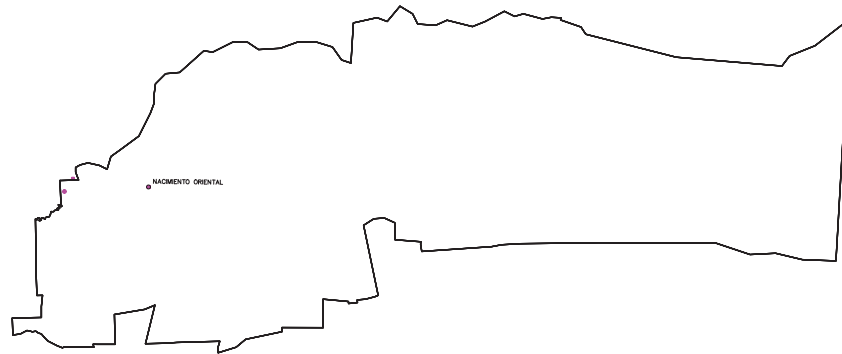


 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTÚN DEPARTAMENTO DE PETÉN							
NOMBRE DEL PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA:	INDICADA				
UBICACIÓN:	CASERIO SAN MARCOS, POPTÚN	FECHA:	MARZO 2017				
DEPARTAMENTO:	PETÉN						
CONTENIDO: TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 60 m ³							
CÁLULO Y DISEÑO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA				
VA. SL. MUNICIPALIDAD:		ASESOR - SUPERVISOR:	ING. JUAN MERIK COS				
			<table border="1"> <tr> <td>HOJA</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td></td> <td>16</td> </tr> </table>	HOJA	16		16
HOJA	16						
	16						




DEPARTAMENTO DE PETÉN

MUNICIPIO DE POPTÚN

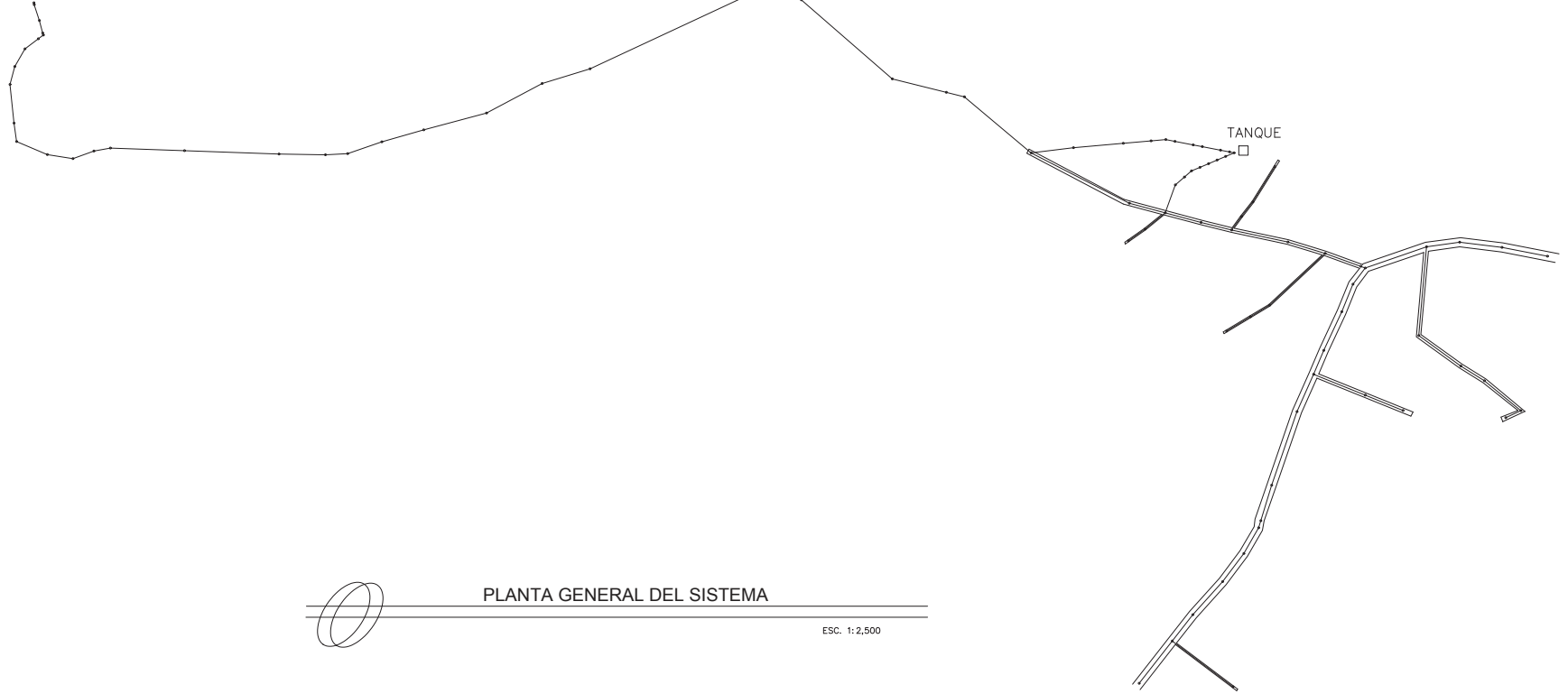


LOCALIZACION DEL CASERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTÚN, PETÉN

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTÚN DEPARTAMENTO DE PETÉN			
NOMBRE DEL PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA:	INDICADA
UBICACIÓN:	CASERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTÚN	FECHA:	MARZO 2017
DEPARTAMENTO:	PETÉN		
CONTENIDO:	LOCALIZACIÓN		
CALCULO Y DISEÑO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA
VO. BO. MUNICIPALIDAD:	ASESOR - SUPERVISOR:	ING. JUAN MERK COS	01/14



NACIMIENTO



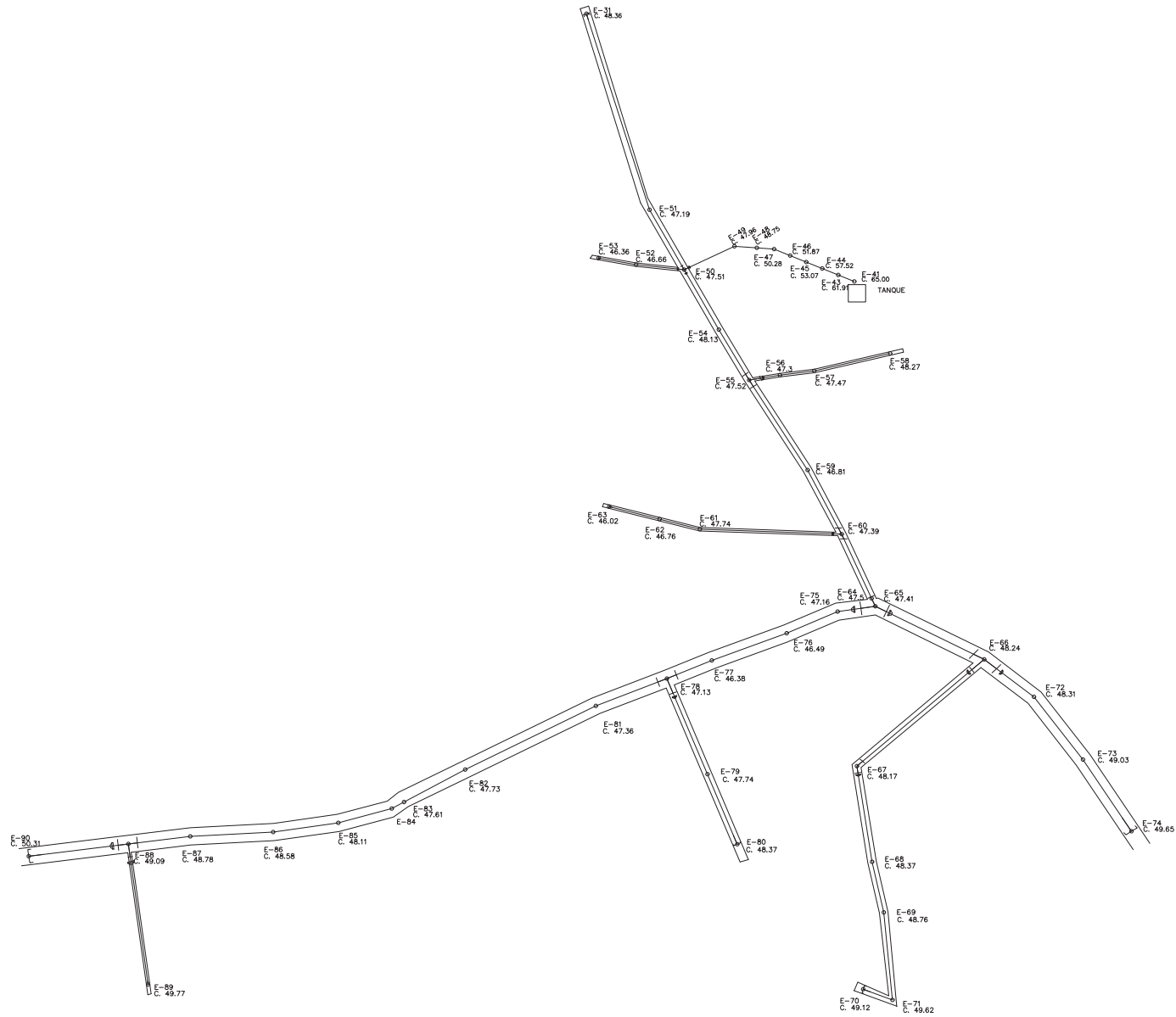
PLANTA GENERAL DEL SISTEMA

ESC. 1:2,500




UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN

NOMBRE DEL PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA:	INDICADA
UBICACIÓN:	CASERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTUN	FECHA:	MARZO 2017
DEPARTAMENTO:	PETEN		
CONTENIDO:	PLANTA GENERAL DEL SISTEMA		
CALCULO Y DISEÑO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA
Vn. Dn. MUNICIPALIDAD:		ASESOR - SUPERVISOR:	ING. JUAN MERIK COS
			02/14



PLANTA GENERAL RED DE DISTRIBUCIÓN

ESC. 1:1,250

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTÚN DEPARTAMENTO DE PETÉN			
NOMBRE DEL PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA:	INDICADA
UBICACIÓN:	CASERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTÚN	FECHA:	MARZO 2017
DEPARTAMENTO:	PETÉN		
CONTENIDO: PLANTA GENERAL RED DE DISTRIBUCIÓN			
CÁLCULO Y DISEÑO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA
VAL. DE MUNICIPALIDAD:		ASESOR SUPERVISOR:	ING. JUAN MERK COS
			HOJA 03 12



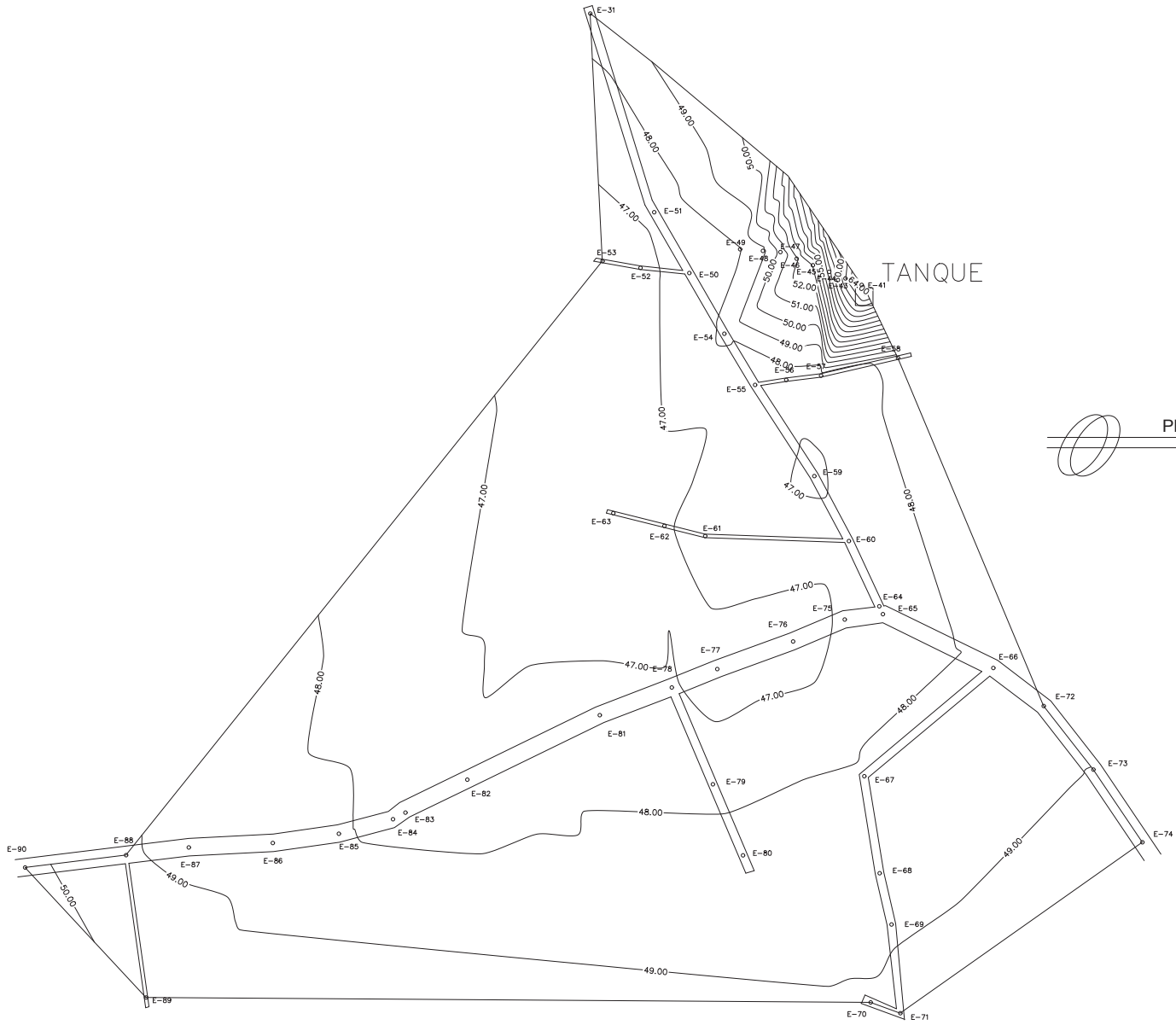
TANQUE

DENSIDAD DE VIVIENDAS

ESC. 1:1,250



		
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN		
NOMBRE DEL PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA:
UBICACION:	CASERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTUN	INDICADA
DEPARTAMENTO:	PETEN	FECHA:
		MARZO 2017
CONTENIDO:		
DENSIDAD DE VIVIENDA		
CALCULO Y DISEÑO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO:
		AXEL OMAR CORADO IBARRA
VO. EN:		ASESOR - SUPERVISOR:
MUNICIPALIDAD:		ING. JUAN MERK GOS
		04 / 14




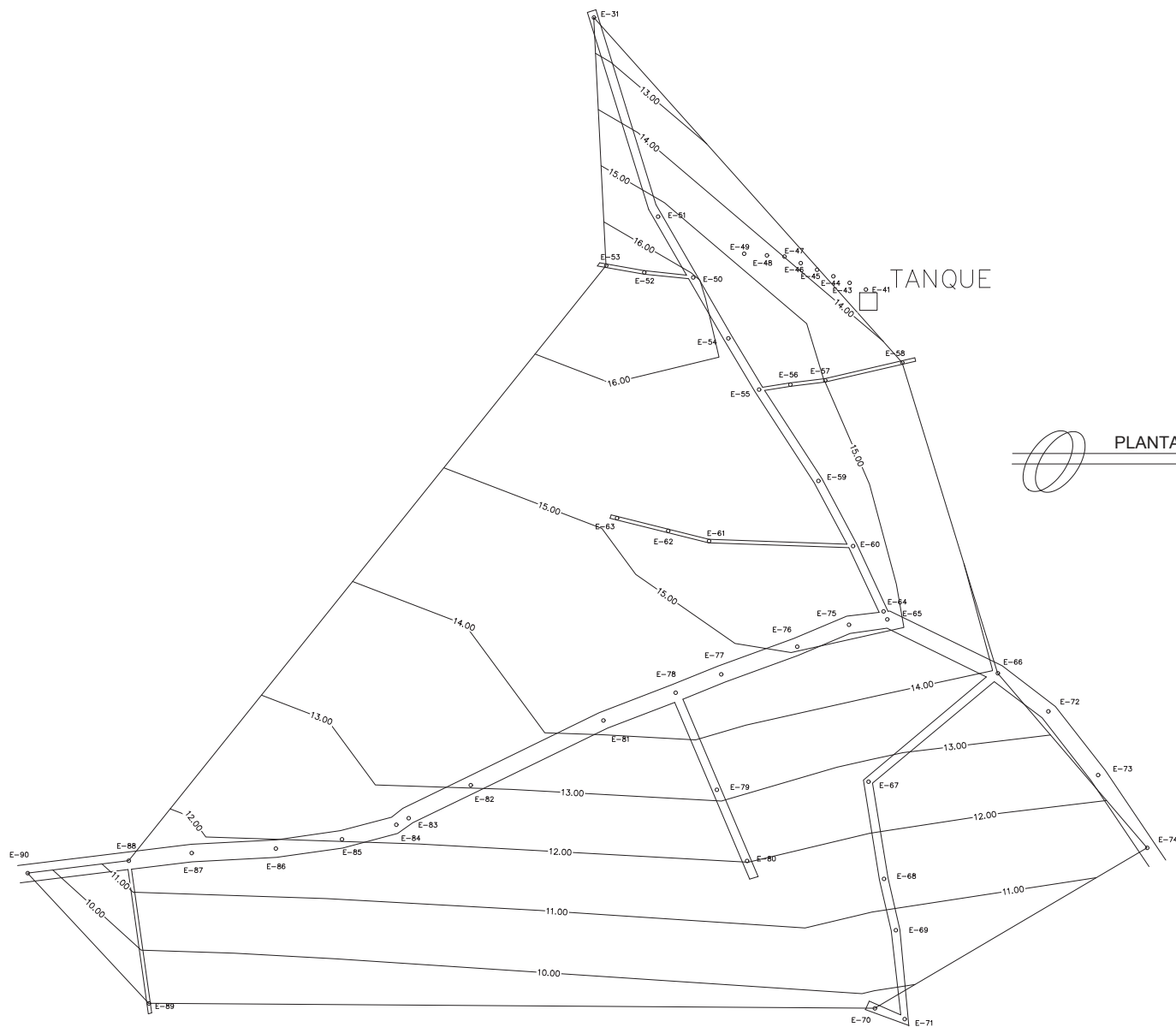
TANQUE



PLANTA CURVAS DE NIVEL

ESC. 1:1,250

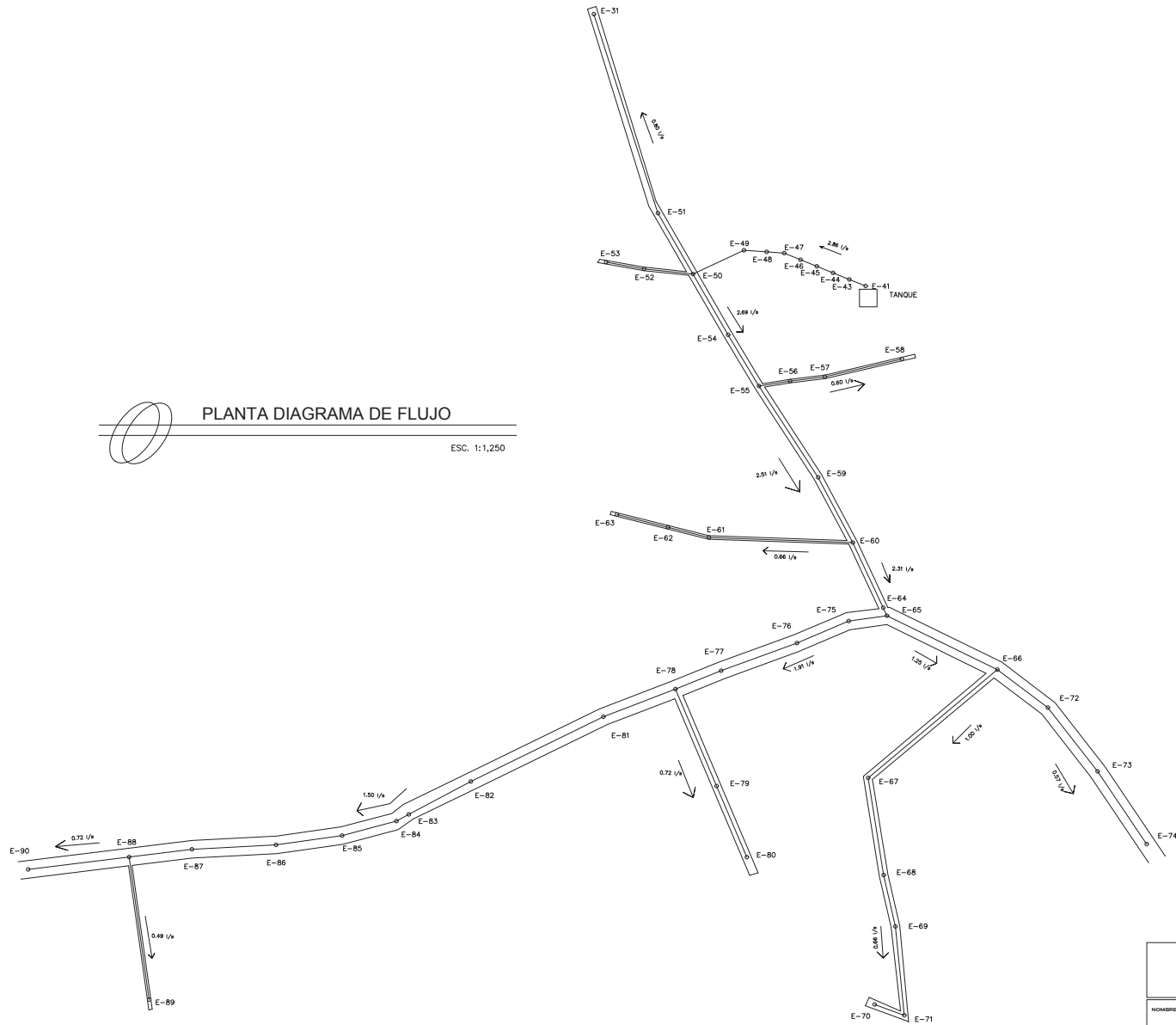
		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN	
NOMBRE DEL PROYECTO:		ESCALA:	
UBICACION:		INDICADA	
DEPARTAMENTO:		FECHA:	
PETEN		MARZO 2017	
CONTENIDO:			
PLANTA CURVAS DE NIVEL			
CALCULO Y DISEÑO:		DIBUJO:	
AXEL OMAR CORADO IBARRA		AXEL OMAR CORADO IBARRA	
HOJA:		05	
Vn. Sr. MUNICIPALIDAD:		ASESOR - SUPERVISOR:	
		ING. JUAN MERIK GOS	



PLANTA CURVAS DE PRESION

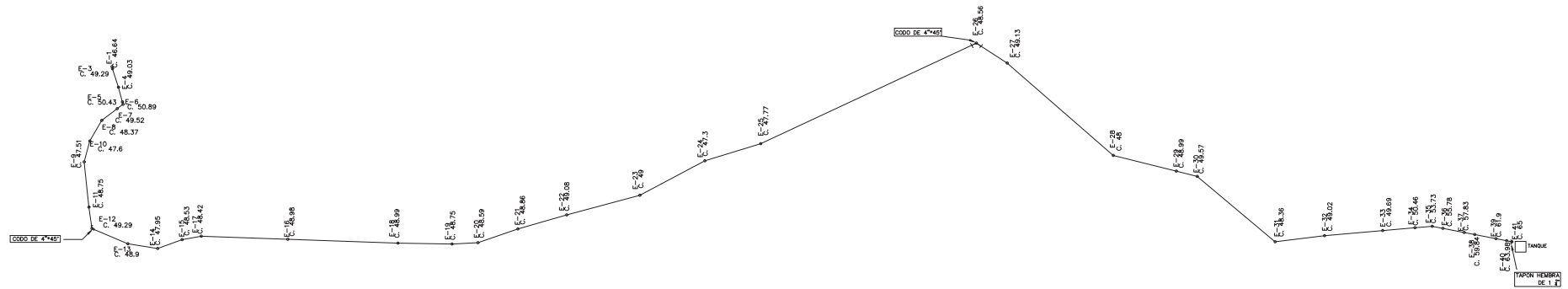
ESC. 1:1,250

		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN	
NOMBRE DEL PROYECTO:		SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
UBICACION:		CASERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTUN	
DEPARTAMENTO:		PETEN	
FECHA:		MARZO 2017	
CONTENIDO:			
PLANTA CURVAS DE PRESION			
CALCULO Y DISEÑO:		DISEÑO:	
AXEL OMAR CORADO IBARRA		AXEL OMAR CORADO IBARRA	
HOJA		06/15	
V.O. DE:		ASESOR - SUPERVISOR:	
MUNICIPALIDAD:		ING. JUAN MERK COB	

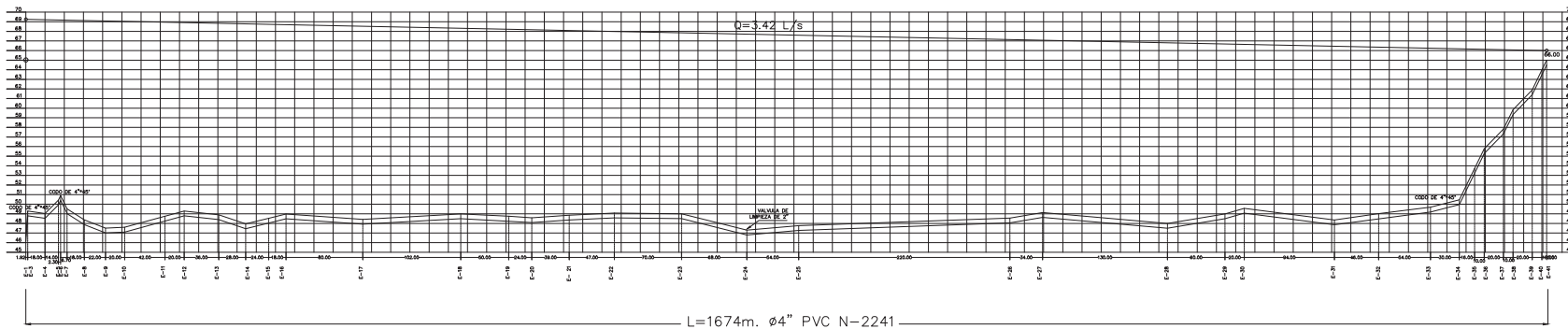


PLANTA DIAGRAMA DE FLUJO
ESC. 1:1,250

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN			
NOMBRE DEL PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA:	INDICADA
UBICACION:	CASERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTUN	FECHA:	MARZO 2017
DEPARTAMENTO:	PETEN		
CONTENIDO:	PLANTA DIAGRAMA DE FLUJOS		
CALCULO Y DISEÑO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA
VAL. EN. MUNICIPALIDAD:		ASESOR - SUPERVISOR:	ING. JUAN MERK COB
			HOJA 07 / 14



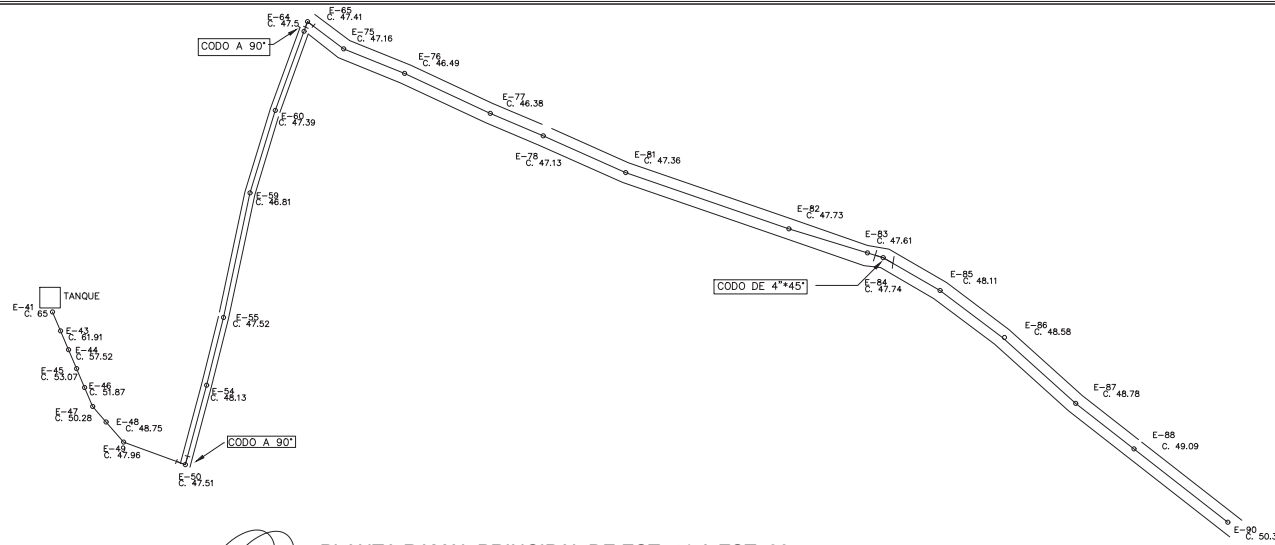
PLANTA LINEA DE CONDUCCIÓN
 ESC.1: 2000



SIMBOLOGIA	
	TUVERIA Ø4" PVC
	CODO Ø4" x 45°
	CODO Ø4" x 90°
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE
	DIAMETRO DE TUVERIA
	CLORURO DE POLIVINILO
	COTA PIEZOMETRICA
	COTA DEL TERRENO
	BRONCE
	TEE REDUCTORA
	VALVULA AUTOMATICA DE AIRE Ø 3/4"
	TAPON HEMERA Ø1"

PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN .
 V 1: 250, H 1: 2500

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN	
NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA: INDICADA
UBICACION: CASERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POTOSI	FECHA: MARZO 2017
DEPARTAMENTO: PETEN	
CONTENIDO: PLANTA LINEA DE CONDUCCION MAS PERFIL	
CALCULO Y DISEÑO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO: AXEL OMAR CORADO IBARRA
Vs. Sr. MUNICIPALIDAD:	ASESOR - SUPERVISOR: ING. JUAN MERIK GOS
HOJA 08 / 14	

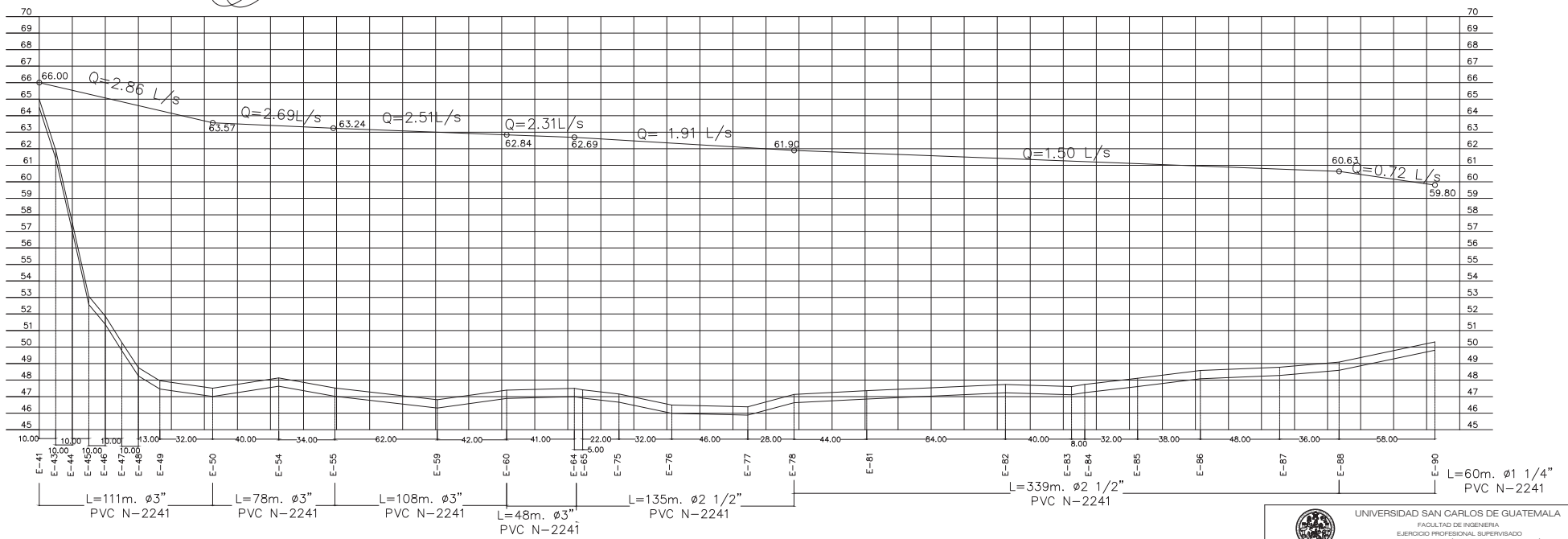


SIMBOLOGIA	
	TUVERIA Ø4" PVC
	CODO 45°Ø4"
	CODO 90°Ø4"
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE
	DIAMETRO DE TUVERIA
	PVC. CLORURO DE POLIVINILO
	C.P. COTA PIEZAMETRICA
	C. COTA DEL TERRENO
	BR. BRONCE
	TR. TEE REDUCTORA
	V.A.A. VALVULA AUTOMATICA DE AIRE Ø 3/4"
	TAPON HEMBRA Ø1"



PLANTA RAMAL PRINCIPAL DE EST. 41 A EST. 90.

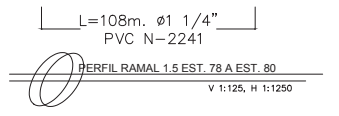
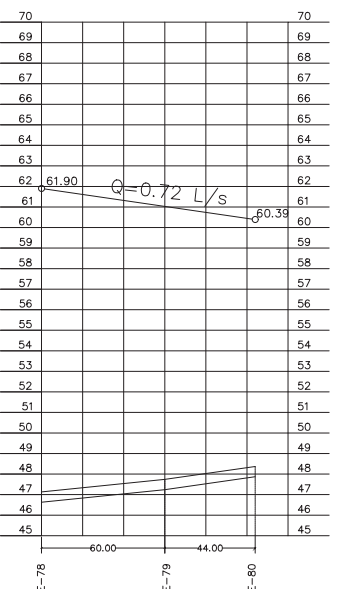
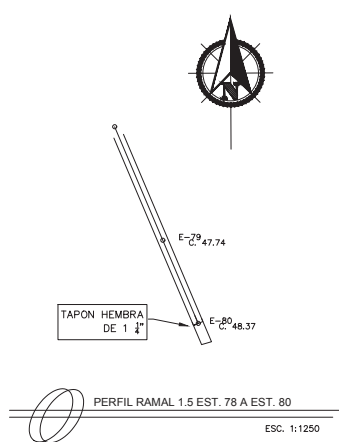
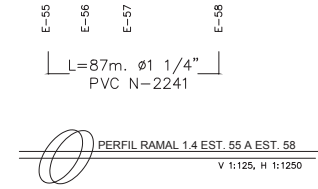
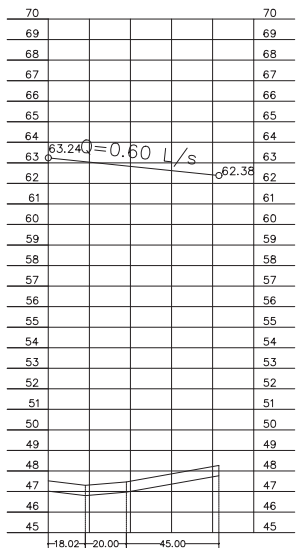
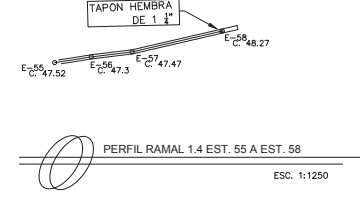
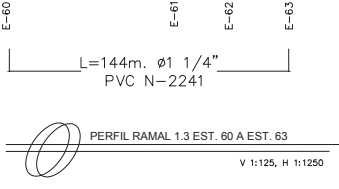
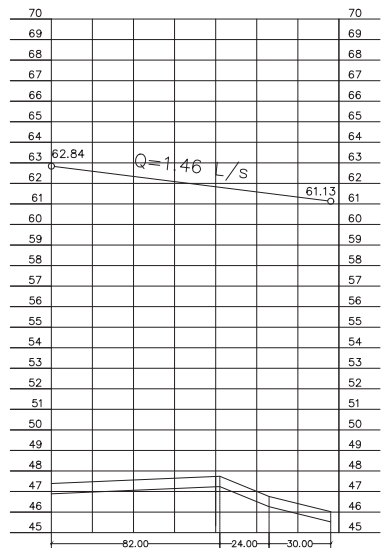
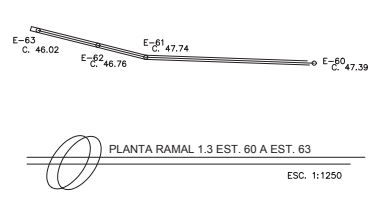
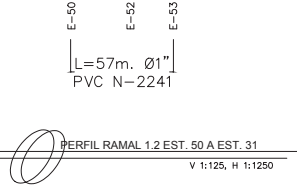
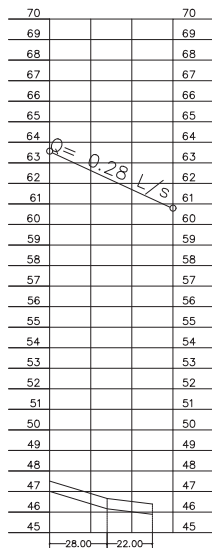
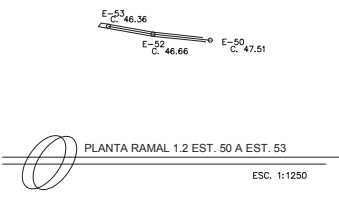
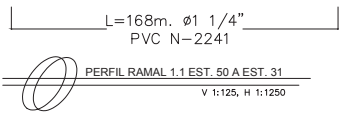
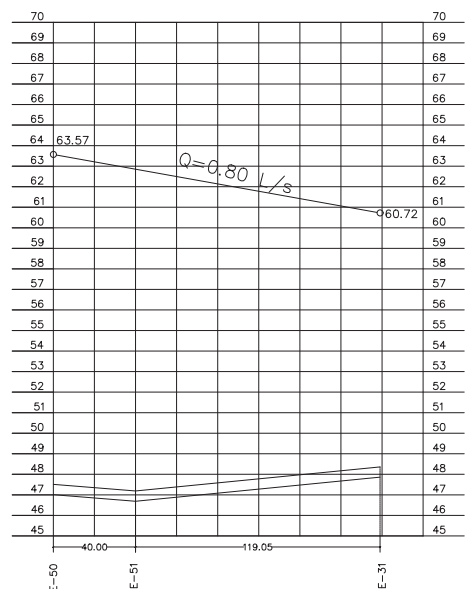
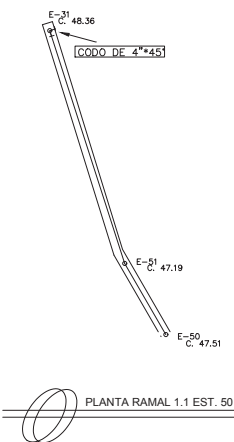
ESC. 1:2500



PERFIL RAMAL PRINCIPAL DE EST. 41 A EST. 90

V 1:250, H 1:2500

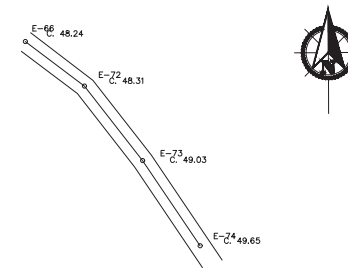
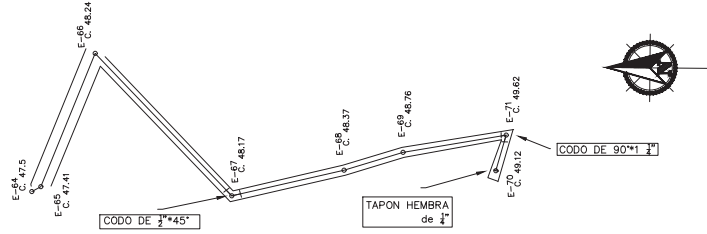
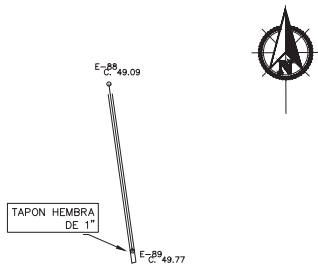
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN		
NOMBRE DEL PROYECTO: UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: PETEN	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CABERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTUN PETEN	ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO 2017
CONTENIDO: PLANTA RAMAL PRINCIPAL MAS PERFIL		
CALCULO Y DISEÑO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	HOJA: 09/14
Vn. IN: MUNICIPALIDAD:	ASESOR - SUPERVISOR: ING. JUAN MERIK GOS	



SIMBOLOGIA	
	TUVERIA Ø4" PVC
	CODO 45° Ø4"
	CODO 90° Ø4"
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE
	DIAMETRO DE TUVERIA
	CLORURO DE POLIVINILO
	C.P. COTA PIEZAMETRICA
	C : COTA DEL TERRENO
	BR. BRONCE
	TR. TEE REDUCTORA
	V.A.A VALVULA AUTOMATICA DE AIRE Ø 3/4"
	TAPON HEMBRA Ø1"

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN

NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA: INDICADA
UBICACION: CASERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTUN	FECHA: MARZO 2017
DEPARTAMENTO: PETEN	
CONTENIDO: PLANTA RAMAL 1.1, RAMAL 1.2 RAMAL 1.3, RAMAL 1.4, RAMAL 1.5 MAS PERFIL	
CALCULO Y DISEÑO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO: AXEL OMAR CORADO IBARRA
ASesor - SUPERVISOR: ING. JUAN MERIK GOS	HOJA: 10/14

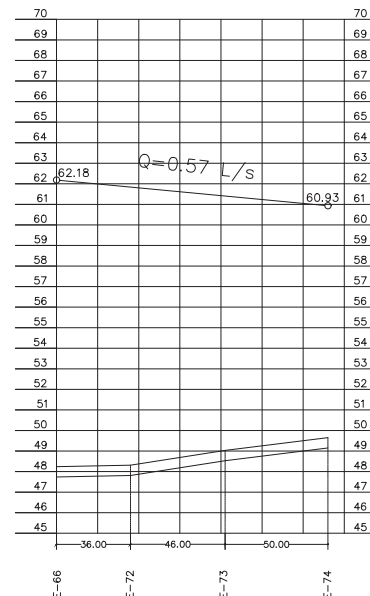
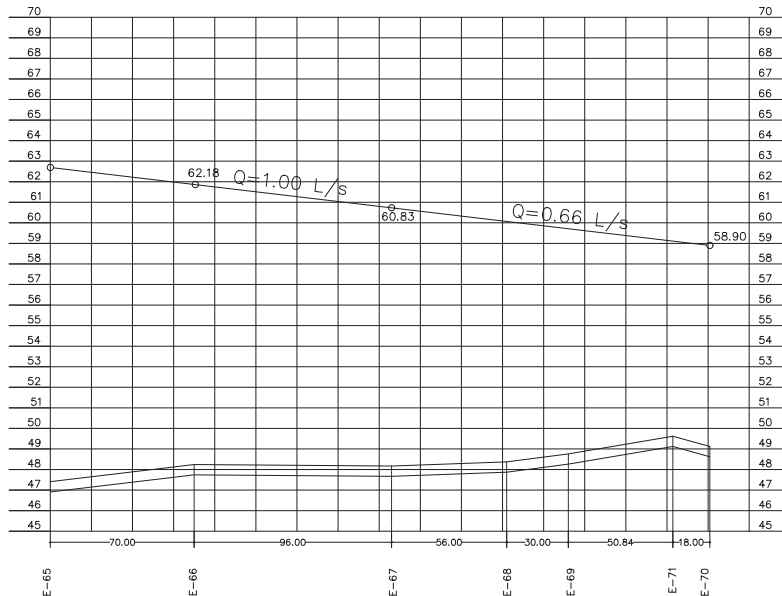
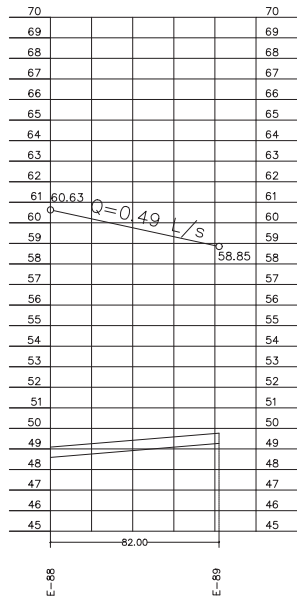


PLANTA RAMAL 1.6 EST. 88 A EST. 89
ESC. 1:1250

PLANTA RAMAL 2 EST. 64 A EST. 70
ESC. 1:1250

PLANTA RAMAL 2.1 EST. 66 A EST. 74
ESC. 1:1250

SIMBOLOGIA	
	TUVERIA Ø4" PVC
	CODO 45° Ø4"
	CODO 90° Ø4"
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE
	DIAMETRO DE TUVERIA
	PVC. CLORURO DE POLIVINILO
	C.P. COTA PIEZOMETRICA
	C : COTA DEL TERRENO
	BR. BRONCE
	TR. TEE REDUCTORA
	V.A.A. VALVULA AUTOMATICA DE AIRE Ø 3/4"
	TAPON HEMBRA Ø1"

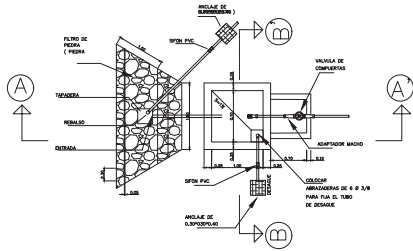


PERFIL RAMAL 1.6 EST. 88 A EST. 89
V 1:125, H 1:1250

PERFIL RAMAL 2 EST. 65 A EST. 70
V 1:125, H 1:1250

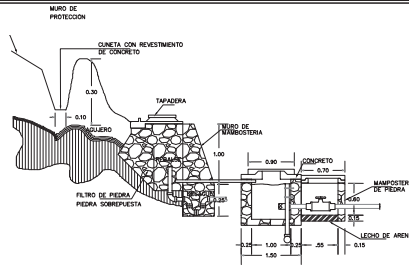
PERFIL RAMAL 2.1 EST. 66 A EST. 74
V 1:125, H 1:1250

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN			
NOMBRE DEL PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA:	INDICADA
UBICACIÓN:	CASERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTUN	FECHA:	MARZO 2017
DEPARTAMENTO:	PETEN		
CONTENIDO: PLANTA RAMAL 1.6, RAMAL 2, RAMAL 2.1 MAS PERFIL			
CÁLCULO Y DISEÑO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA
V. EN:		ASESOR - SUPERVISOR:	ING. JUAN MERK GOS
MUNICIPALIDAD:			11/14



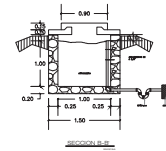
PLANTA CAPTACIÓN TÍPICA

ESC. 1:1000



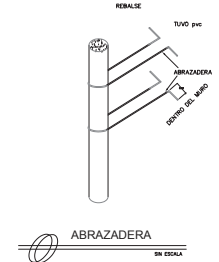
SECCIÓN A-A'

ESC. 1:1000

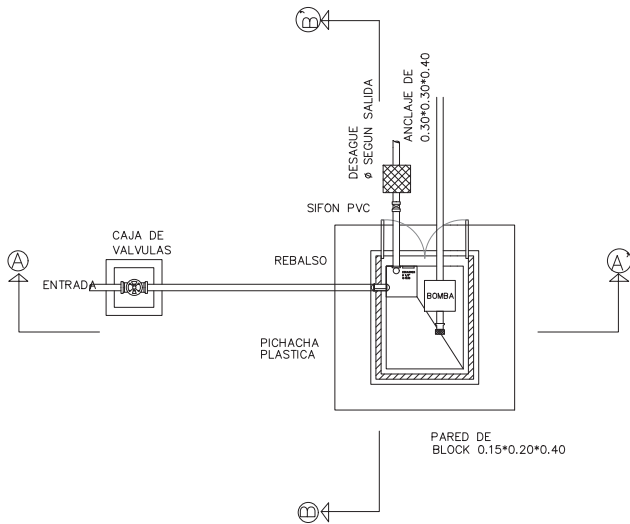


SECCIÓN B-B'

ESC. 1:1000

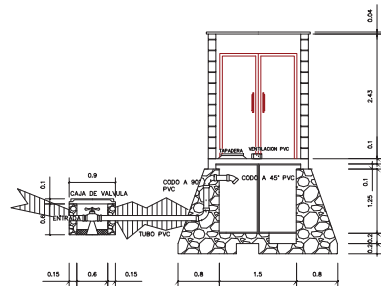


ABRAZADERA
EN ESCALA



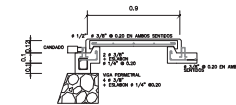
PLANTA CASETA DE BOMBEO

ESC. 1:1000



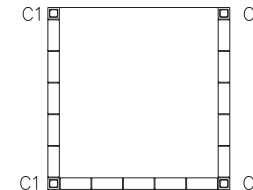
SECCIÓN A-A'

ESC. 1:1000



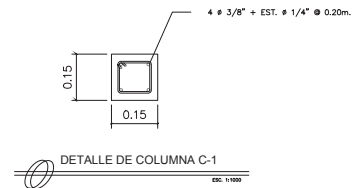
DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1-50

ESC. 1:1000

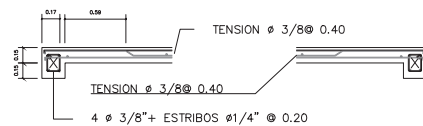


PLANTA DE COLUMNAS

ESC. 1:1000

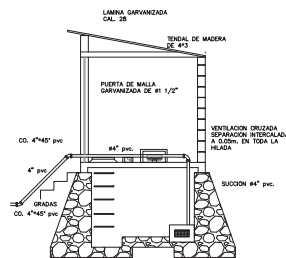


ESC. 1:1000



DETALLE ARMADO DE LOSA

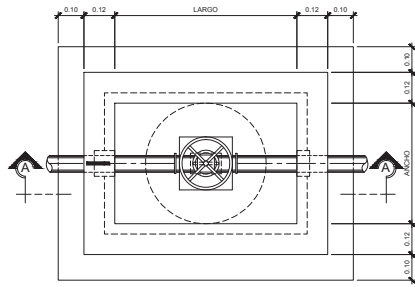
SIN ESCALA



SECCIÓN B-B'

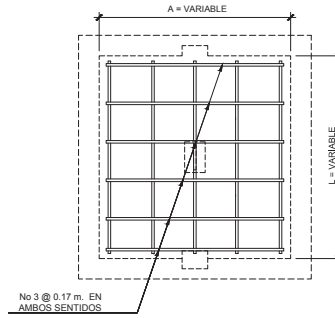
ESC. 1:1000

		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN	
		NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA: INDICADA
UBICACIÓN: CABERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTUN	DEPARTAMENTO: PETEN	FECHA: MARZO 2017	HOJA: 12/14
CONTENIDO: CAPTACION Y CASETA DE BOMBEO			
CÁLCULO Y DISEÑO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	DISEÑO: AXEL OMAR CORADO IBARRA	ASESOR - SUPERVISOR: ING. JUAN MERIK GOS	
Vn. Sd. MUNICIPALIDAD:	Vn. Sd. MUNICIPALIDAD:		



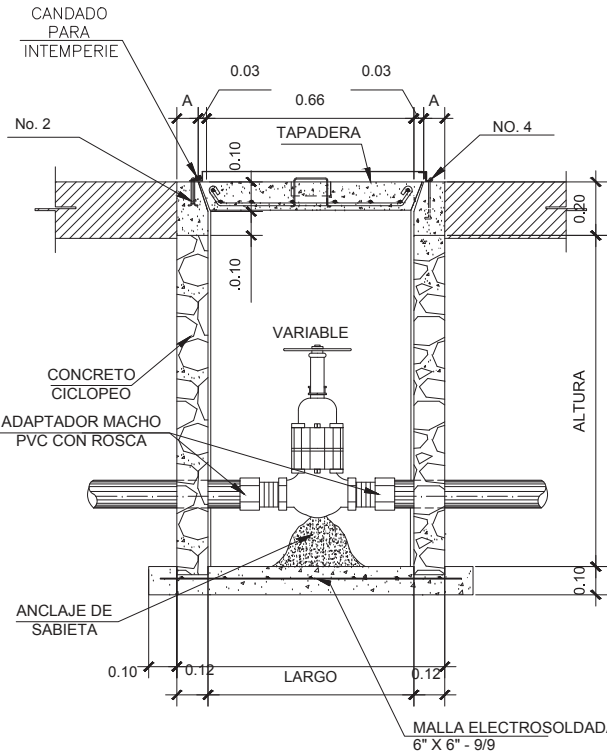
PLANTA CAJA PARA VALVULAS DE 1/2" A 4"

ESCALA 1/20



DETALLE DE ARMADO DE TAPADERA

ESCALA 1/20



SECCION A - A

ESCALA 1/20

DIMENSIONES PARA CAJAS DE VALVULAS				
	DIMENSIONES			
DIAMETROS	1", 1 1/2" Y 2"	2 1/2"	3"	
ANCHO	0.40	0.66	0.66	
LARGO	0.50	0.66	0.80	
ALTURA	VARIABLE DE 0.80 A 1.80 SEGUN PROFUNDIDAD			

NOTA:

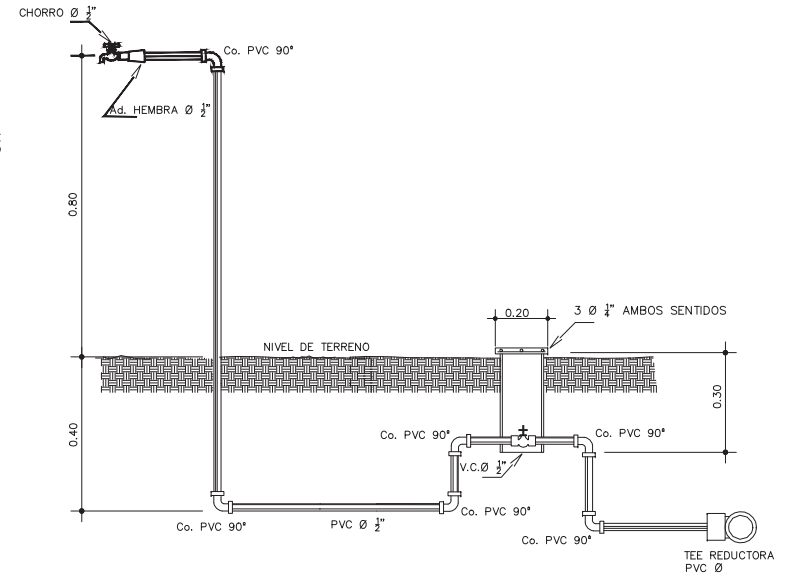
- LA ALTURA DE LAS CAJAS TAMBIEN DEPENDERA DE LA PROFUNDIDAD A LA CUAL DEBA COLOCARSE LA TUBERIA, POR LO CUAL SERA DEFINIDA POR EL ING. SUPERVISOR.

- LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD DE MEDIDA.

ESPECIFICACIONES:

MORTERO PARA LEVANTADO: 1:3
 MORTERO PARA ALISADO: 1:2
 ESPESOR DE ALISADO 0.005 m.

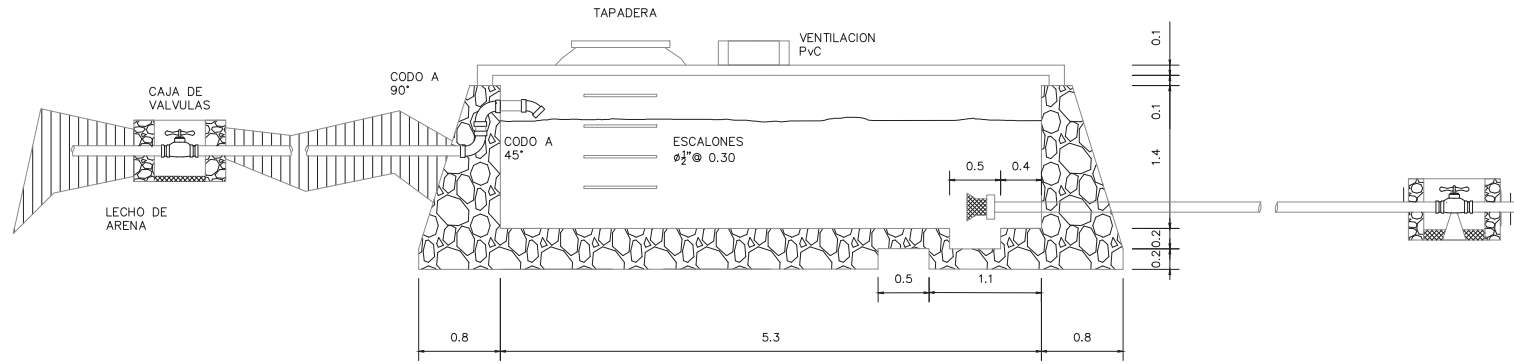
1 m³ { 7.85 SACOS DE CEMENTO
 0.50 M³ DE ARENA DE RIO
 0.79 M³ DE PIEDRIN



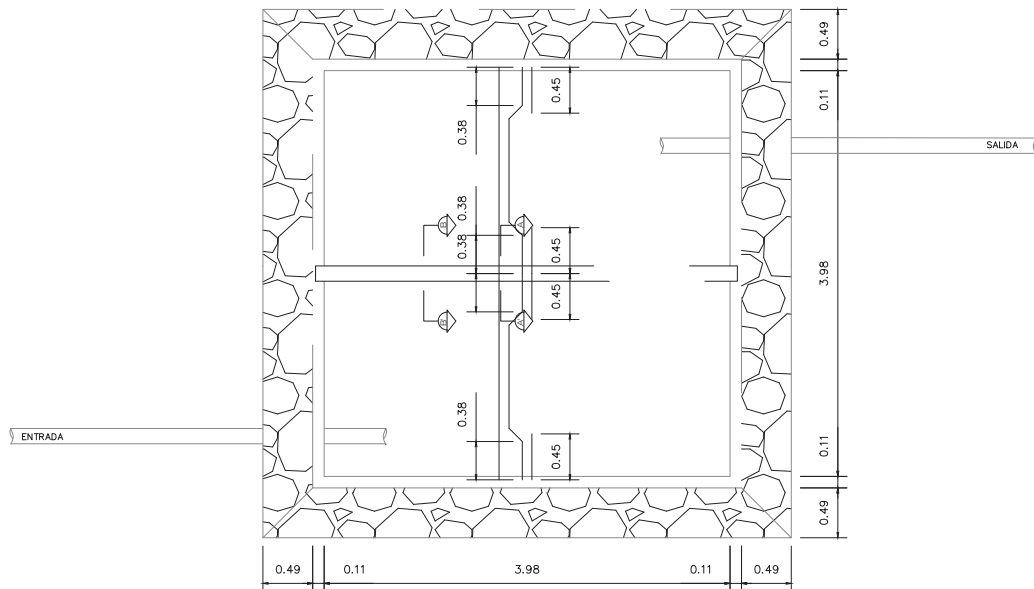
CONEXION DOMICILIAR TIPICA

SIN ESCALA

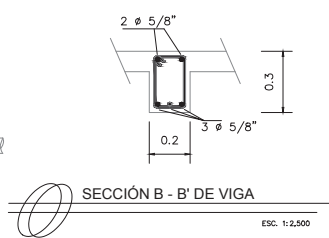
 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN			
NOMBRE DEL PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA:	INDICADA
UBICACION:	CASERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTUN	FECHA:	MARZO 2017
DEPARTAMENTO:	PETEN		
CONTENIDO:	DETALLE CAJA DE VALVULAS MAS CONEXION DOMICILIAR TIPICA		
CALEULO Y DISEÑO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA
ASesor - SUPERVISOR:	ING. JUAN MERK COB	HOJA:	13/14



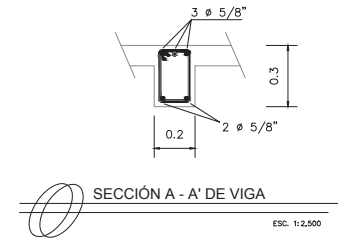
SECCIÓN TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
 ESC. 1:2,500



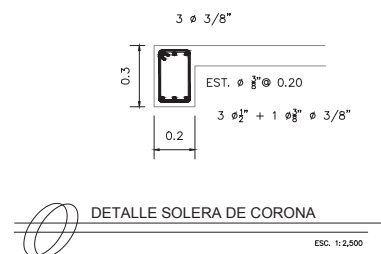
PLANTA TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
 ESC. 1:2,500




SECCIÓN B - B' DE VIGA
 ESC. 1:2,500



SECCIÓN A - A' DE VIGA
 ESC. 1:2,500



DETALLE SOLERA DE CORONA
 ESC. 1:2,500

 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE POPTUN DEPARTAMENTO DE PETEN			
NOMBRE DEL PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	ESCALA:	INDICADA
UBICACIÓN:	CASERIO NACIMIENTO ORIENTAL, POPTUN	FECHA:	MARZO 2017
DEPARTAMENTO:	PETEN		
CONTENIDO:	TANQUE DE DISTRIBUCION DE 30m³		
CÁLCULO Y DISEÑO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA	DIBUJO:	AXEL OMAR CORADO IBARRA
VAL. DE MUNICIPALIDAD:		ASESOR - SUPERVISOR:	ING. JUAN MERK COS
			14 14