



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

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
PARA LA ALDEA CUCHILLA TENDIDA, DEL MUNICIPIO DE
GUALÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA.**

Ángel Efren Méndez Aroche

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, marzo de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA
ALDEA CUCHILLA TENDIDA, DEL MUNICIPIO DE GUALÁN,
DEPARTAMENTO DE ZACAPA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ÁNGEL EFREN MÉNDEZ AROCHE

ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo 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 LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CUCHILLA TENDIDA, DEL MUNICIPIO DE GUALÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA,

tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 28 de octubre de 2004.

Ángel Efrén Méndez Aroche

AGRADECIMIENTOS A:

- A Dios** Por darme las fuerzas y brindarme los recursos que me permitieron alcanzar mi meta, sabiendo que no soy digno de su misericordia.
- Ingeniero** Adán Arévalo, por ser un gran amigo que siempre me presionó a terminar lo más rápido posible este proyecto.
- Ingeniero** Daniel Colocho, por su empeño y esfuerzo al enseñarme conceptos elementales basados en su experiencia profesional
- Ingeniero** Luis Alfaro, por ser un docente que apoya, enseña y alienta a sus estudiantes a superarse.
- Arquitecto** Marco Barrios, por ser un gran amigo, que me enseñó un oficio y a ser responsable de mis actos y decisiones.
- Ingeniero** Marco T. Mendoza, por ser un gran amigo, mentor y ejemplo a seguir.
- Doctor** Roberto Yglesias, por enseñarme que soy igual a todos y que no tengo limitaciones físicas.

ACTO QUE DEDICO A:

- Mis padres** Irma Adriana Aroche González y Mauro Efraín Méndez Vásquez, por su incansable esfuerzo de darme una buena educación y por siempre apoyarme, quererme y soportarme.
- Mis hermanos** Germán, Edson e Iris, gracias por ser como son.
- Mi abuela** Marta González (E.P.D), gracias por quererme y haberme dejado un lugar en donde poder descansar mi cabeza despues de un largo día de sol.
- Mis sobrinos** Maria Fernanda y Diego, por ser una inspiración.
- Mis amigos** Aquellos que siempre están cuando los necesito y que son capaces de dar lar frente y meter las manos al fuego por mí, gracias por brindarme la confianza de considerarlos parte de mi familia.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1 Monografía del lugar	1
1.1.1 Aspectos históricos	1
1.1.2 Origen del nombre	2
1.1.3 Ubicación	2
1.1.4 Vías de acceso	2
1.1.5 Aspectos climatológicos	4
1.1.6 Actividades productivas	4
1.1.7 Servicios públicos	5
1.1.8 Aspectos topográficos y tipo de suelo	6
1.1.9 Aspectos hidrológicos	6
1.1.10 Autoridades	7
1.2 Estudio de la población	7
1.2.1 Índice de morbilidad y crecimiento	7
1.2.2 Resultado de cuantificación de habitantes	8
1.3 Investigaciones diagnosticas sobre necesidades de servicio	8
1.3.1 Descripción de las necesidades	8

1.3.2	Justificación social	9
1.3.3	Justificación económica	9
1.3.4	Prioridad de las necesidades	10
2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1	Descripción del proyecto	11
2.2	Topografía	12
2.2.1	Lineamientos generales para levantamientos	13
2.2.1.1	Orden de los levantamientos topográficos	14
2.2.1.1.1	Primer orden	14
2.2.1.1.2	Segundo orden	16
2.2.1.2	Zonas de levantamiento	17
2.2.1.2.1	Zona de captación	17
2.2.1.2.2	Zonas para obras de arte	17
2.2.1.2.3	Líneas de conducción	18
2.2.1.2.4	Redes de distribución	18
2.2.1.2.5	Levantamientos adicionales	19
2.2.1.2.6	Referencias	19
2.2.1.2.7	Libretas de campo	20
2.2.2	Cálculo y dibujo topográfico	20
2.2.3	Métodos topográficos utilizados para el diseño	20
2.3	Fuente de abastecimiento de agua	21
2.3.1	Fuentes de abastecimiento superficiales	21
2.3.2	Fuentes de abastecimiento subterráneas	21
2.3.2.1	Manantiales	21
2.3.2.2	Mantos freáticos	22
2.3.3	Tipo de fuente a utilizar	22
2.3.4	Aforo de la fuente de agua	22
2.3.5	Calidad sanitaria del agua	24

2.3.5.1	Análisis del agua	24
2.3.5.1.1	Examen bacteriológico	25
2.3.5.1.2	Análisis físico químico	25
2.3.6	Tratamiento del agua	25
2.3.6.1	Tratamientos mecánicos	26
2.3.6.2	Tratamientos físicos	26
2.3.6.3	Tratamientos químicos	27
2.4	Datos para el diseño hidráulico	28
2.4.1	Período de diseño	28
2.4.2	Cálculo de población actual y futura	28
2.4.3	Requerimientos de diseño	30
2.4.3.1	Dotación	30
2.4.3.1.1	Conexión predial	30
2.4.3.2	Caudal medio diario	31
2.4.3.3	Caudal máximo diario	32
2.4.3.4	Caudal máximo horario	32
2.4.3.5	Caudal de vivienda	33
2.4.3.6	Caudal instantáneo	34
2.4.3.7	Caudal de diseño	34
2.4.3.8	Cálculo hidráulico	35
2.4.3.9	Presiones y velocidades	35
2.4.3.10	Tipos de tubería	37
2.4.3.10.1	Tubería de PVC	37
2.4.3.10.2	Tubería de HG	38
2.4.3.11	Resumen de datos del sistema	39
2.5	Componentes del sistema	40
2.5.1	Captación	40
2.5.1.1	Captaciones superficiales	41
2.5.1.1.1	Bocatoma de fondo	41

2.5.2	Línea de conducción	41
2.5.3	Tanque de distribución	43
2.5.3.1	Cálculo de los muros	45
2.5.3.1.1	Coeficiente de empuje	46
2.5.3.1.2	Presión horizontal activa	46
2.5.3.1.3	Carga total activa	47
2.5.3.1.4	Momento activo	47
2.5.3.1.5	Momentos del muro	47
2.5.3.1.6	Verificación de estabilidad contra volteo	48
2.5.3.1.7	Verificación por deslizamiento	48
2.5.3.1.8	Verificación de presión máxima	48
2.5.3.2	Diseño inferior del tanque	50
2.5.3.2.1	Volumen interior del tanque	50
2.5.3.2.2	Peso del agua sobre la losa	50
2.5.3.2.3	Peso del agua por metro cuadrado	51
2.5.4	Red de distribución	51
2.5.4.1	Cálculo del ramal 1 de distribución	53
2.5.4.1.1	Caudal de diseño línea 1	55
2.5.4.1.2	Caudal de diseño línea 2	56
2.5.4.1.3	Caudal de diseño línea 3	56
2.5.4.1.4	Caudal de diseño línea 4	57
2.5.4.1.5	Presiones para línea 4	57
2.5.4.1.6	Presiones para línea 3	58
2.5.4.1.7	Presiones para líneas 2 y 1	59
2.5.5	Obras hidráulicas	63
2.5.5.1	Caja distribuidora de caudales	63
2.5.5.2	Caja rompe presión	64
2.5.5.3	Pasos de zanjón	66
2.5.5.4	Conexiones domiciliarias	66

2.5.5.5	Válvulas empleadas en el sistema	67
2.5.5.5.1	Válvula de compuerta	67
2.5.5.5.2	Válvula de globo	67
2.5.5.5.3	Válvula de paso	67
2.5.5.5.4	Válvula de bola	68
2.5.5.5.5	Válvula de aire	68
2.5.5.5.6	Válvula de limpieza	68
2.6	Desinfección	69
2.6.1	Clorinador modelo 3015	71
2.7	Mantenimiento del proyecto	73
2.7.1	Tanque de almacenamiento	73
2.7.2	Red de distribución	74
2.7.3	Mantenimiento correctivo	74
2.7.4	Costos de operación y mantenimiento	76
2.7.4.1	Gastos de operación	76
2.7.4.2	Gastos de mantenimiento	76
2.7.5	Propuesta de tarifa	77
2.8	Impacto ambiental del proyecto	77
2.8.1	Influencia del proyecto	78
2.8.2	Control ambiental	78
2.8.3	Plan de mitigación	79
2.9	Estudio socioeconómico	80
2.9.1	Valor presente neto	80
2.9.2	Tasa interna de retorno	82
3.	VULNERABILIDAD Y RIESGO	
3.1	Parte teórica	85
3.2	Aplicación	86

PRESUPUESTO	87
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	101
ANEXOS	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Muro del tanque de distribución	46
2	Dimensiones interiores del tanque de distribución	50
3	Ramal 1	53
4	Circuito línea 1 y línea 2	61
5	Gráfica de flujo de cloro, clorinador modelo 3015	72
6	Planta general del proyecto	109
7	Curvas de presiones y diagrama de flujo ramal 1	111
8	Línea de distribución ramal 1	113
9	Línea de distribución ramal 2 y ramal 3	115
10	Línea de distribución ramal 4	117
11	Línea de distribución ramal 5	119
12	Continuación línea de distribución ramal 5	121
13	Caja distribuidora de caudales	123
14	Detalles de caja distribuidora de caudales	125
15	Tanque de distribución	127
16	Detalles de tanque de distribución	129
17	Caja rompe presión	131
18	Conexiones domiciliarias	133
19	Detalle de válvulas	135

TABLAS

I	Datos de población	8
II	Normas de nivelación para líneas de conducción	18
III	Aforo de la fuente	23
IV	Momentos del muro del tanque de distribución	47
V	Descripción de los ramales	53
VI	Cálculo del circuito	61
VII	Cuadro general de cálculo hidráulico	62
VIII	Dimensiones de los vertederos	64
IX	Ubicación de cajas rompe presión	65
X	Resumen de gastos de operación y mantenimiento	77
XI	Cálculo anual del valor presente neto	81
XII	Cálculo anual de la tasa interna de retorno	83
XIII	Presupuesto de red de distribución	89
XIV	Presupuesto de conexiones domiciliarias	90
XV	Presupuesto de pasos de zanjón	91
XVI	Presupuesto de cajas rompe presión	92
XVII	Presupuesto de válvulas	93
XVIII	Presupuesto de caja distribuidora de caudales	94
XIX	Presupuesto de anclajes	95
XX	Presupuesto de tanque de distribución	96
XXI	Suma de presupuestos	97
XXII	Examen bacteriológico	105
XXIII	Examen físico químico sanitario	107

LISTA DE SÍMBOLOS

C	Coeficiente de rugosidad
Cm	Centímetro
D	Diámetro
Dot	Dotación
FHM	Factor de hora máxima
FDM	Factor de día máximo
h	Hora
Hab	Habitante
Hf	Pérdida de carga
HG	Hierro Galvanizado
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
km	Kilómetro
L	Litros
m	Metro
MCA	Metros columna de agua
mm	Milímetros
MSNM	Metros sobre el nivel del mar
PVC	Cloruro de polivinilo (material de tubo plástico)
Q	Caudal
Q_{INS}	Caudal instantáneo
Q_M	Caudal medio diario
Q_{MD}	Caudal máximo diario
Q_{MH}	Caudal máximo horario
Q_V	Caudal de vivienda

GLOSARIO

Aforo	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
Acueducto	Serie de conductos, a través de los cuales se traslada agua de un punto a otro.
Agua potable	Es aquella que sanitariamente es segura, además de ser inodora, incolora y agradable a los sentidos.
Área	Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético o arbitrario, su rango va de 0° a 360°.
Carga estática	Es la diferencia de alturas que existe entre la superficie libre de una fuente de abastecimiento y un punto determinado del acueducto. Viene expresada en metros columna de agua (mca)
Carga dinámica	Es la suma de las cargas de velocidad ($V^2/2g$) y presión.
Caudal	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en determinado punto de observación, en un instante dado.

Censo	Es toda la información sobre la cantidad de población, en un período de tiempo determinado, la cual brinda y facilita una descripción de los cambios que ocurren con el paso del tiempo.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado.
Desinfección	Eliminación de bacterias patógenas que existen en el agua, mediante procesos químicos.
Dotación	Es la cantidad de agua necesaria para consumo de una persona por día.
Estiaje	Es la época del año en la que los caudales de las fuentes de agua descienden al nivel mínimo.
Nivelación	Es un procedimiento de campo que se realiza para determinar las elevaciones en puntos determinados.
Pendiente	Es el grado de inclinación que posee un terreno, y se mide por el ángulo que forma con la horizontal.
Pérdida de carga	Es el cambio que experimenta la presión, dentro de la tubería, por la fricción que se genera.
Perfil	Delineación de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a puntos de control.

Topografía

Es el arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.

RESUMEN

La comunidad Cuchilla Tendida formó parte, junto con otros caseríos, de la aldea conocida actualmente como Azacualpa, pero debido al tamaño territorial y al aumento de la población, fue ascendida como aldea en los libros de registro de la municipalidad de Gualán, departamento de Zacapa. Su población es totalmente ladina, proveniente de distintas regiones del oriente y norte de la República.

En términos muy generales se puede asegurar que es una comunidad en extrema pobreza, además de estar en una región aislada por las características topográficas del lugar. No cuenta con los servicios básicos de agua potable, energía eléctrica y no todos los caseríos tienen vías de acceso. Para agravar más el asunto, la tala desmedida provocada por la falta de fuentes de trabajo, ha hecho del entorno natural un lugar desértico, en donde la agricultura ya no es posible y los nacimientos de agua que existían han desaparecido o son insuficientes.

Debido a que el sector donde se ubica no es apta para la perforación de pozos y no posee manantiales de algún tipo, se llegó a la determinación de aprovechar la fuente del río Quebrada de Guaranja, ubicada en la aldea Cari, municipio de La Unión. Principalmente se optó por este proyecto, ya que pese a la gran inversión, resultará ser una obra que beneficiará a más de diez aldeas que se encuentran en similares condiciones.

Por otro lado, los problemas de distancia y diferencia de cotas de terrenos entre cada caserío, dieron la pauta para realizar un estudio específico centrado en el desarrollo de un diseño que asegurará el funcionamiento adecuado de la red de distribución para la aldea Cuchilla Tendida.

Este proyecto se complementará con una línea de conducción proveniente de la fuente antes mencionada, pero no es parte de este trabajo de graduación, debido al hecho de ser una obra asignada a una empresa privada, por la extensión y comunidades que abarca.

El presente trabajo contiene todos los parámetros de diseño, que fueron la base para la estimación de cada uno de los elementos que componen un proyecto de agua potable. Así, también se adjuntan los planos de la red de distribución, tanque de distribución y obras de arte.

OBJETIVOS

General

Obtener toda la información necesaria de campo y gabinete que permita el cálculo del diseño de la distribución de agua potable, para la aldea Cuchilla Tendida, municipio de Gualán, departamento de Zacapa, brindando de esta forma una solución de carácter técnico a un servicio fundamental para el desarrollo de la calidad de vida de los habitantes de la región.

Específicos

1. Recopilar toda la información necesaria que permita definir las condiciones actuales de vida de la comunidad Cuchilla Tendida.
2. Determinar cuáles son los tratamientos ideales que den como resultado un abastecimiento de agua potable libre de organismos patógenos.
3. Capacitar a la población de esta comunidad, acerca de la importancia del agua y del buen uso que se le debe dar.

INTRODUCCIÓN

El ejercicio profesional supervisado tiene como fin primordial, contribuir con el desarrollo comunitario del interior de la república, apoyando a diversas instituciones, ya sean gubernamentales o no gubernamentales, a través de estudiantes universitarios, en este caso en particular el ejercicio profesional supervisado se efectuó en el municipio de Gualán, departamento de Zacapa, con el objetivo de ser un consejero técnico profesional en todos los proyectos de infraestructura que la municipalidad del lugar estuviera motivando.

De esta forma, se presenta la oportunidad de contribuir a dar una solución factible al problema de falta de abastecimiento de agua potable en la aldea Cuchilla Tendida, siendo estimado por parte de las autoridades municipales como de carácter urgente, ya que la falta de tan vital líquido trae como consecuencias enfermedades respiratorias y gastrointestinales que en niños pueden ser mortales.

El presente trabajo de graduación basa sus parámetros de diseño, conforme a la manera adecuada de cálculo para sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales de la república de Guatemala.

Este informe está conformado por una investigación monográfica y diagnóstico de servicios básicos e infraestructura existentes, además se presenta el detalle de la memoria de cálculo de la red de distribución, tanque de distribución, presupuesto, planos y el método adecuado de desinfección.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del lugar

1.1.1 Aspectos históricos

La comunidad de Cuchilla Tendida, se encuentra ubicada en el municipio de Gualán, departamento de Zacapa.

Colinda al norte con la aldea Azacualpa, jurisdicción del municipio de Gualán, al Este con aldea Loma Pareja, jurisdicción del municipio de Zacapa, al Sur y al Oeste con terrenos baldíos del municipio de Zacapa.

La comunidad está conformada por cuatro caseríos, que reciben el nombre de La Ceiba, El Sauce, El Izote y Cuchilla Tendida; cada uno de estos caseríos se encuentra a no menos de un kilómetro de separación, a su vez, cada caserío tiene dispersos distintos núcleos de parcelas, en las cuales hay cierta cantidad de viviendas, cada núcleo guarda lazos de parentesco, esto se debe a que por razones de tradición se acostumbra dejar a los hijos cierto espacio dentro de la parcela para que ellos puedan construir sus viviendas.

Lamentablemente no se tiene registro en ninguna institución de la fecha de creación de la comunidad ni de dónde procedían los primeros habitantes de ese sector, esto es a consecuencia, principalmente, que Gualán es un municipio con una extensión poblacional y territorial bastante grande; tiene un total de 217 aldeas y caseríos, pero sólo cuenta con 66 aldeas registradas y 28 reconocidas, tiene una población total estimada de 55,000 habitantes.

1.1.2 Origen del nombre

Cuchilla Tendida es el modismo con el cual los primeros pobladores del sector definieron las condiciones topográficas en las cuales vivían, prácticamente es una referencia a la sucesión de montañas que circulan y atraviesan toda esta región.

1.1.3 Ubicación

La comunidad se encuentra en el límite del municipio de Gualán y el de Zacapa; está a un total de 16 kilómetros de la cabecera y a 183 kilómetros de la ciudad capital.

De acuerdo a los datos del Instituto Geográfico Nacional (IGN), su localización se puede averiguar en la hoja topográfica, escala 1: 50,000 Gualán 2361 III, y sus coordenadas geográficas registradas son:

Latitud 15°03'25"

Longitud 89°24'32"

1.1.4 Vías de acceso

Debido a ser una comunidad conformado por 4 caseríos separados por varios kilómetros una de otra, no todos los caseríos tienen acceso con camino de terracería, sino que algunos cuentan con camino de herradura, esta definición se hace al tipo de calzada en la cual sólo pueden transitar personas o bestias, incluso las bicicletas son transportes muy difíciles de utilizar en estos caminos, por razones de pendientes muy pronunciadas y que además incluye el atravesar quebradas.

En general el centro de la comunidad Cuchilla Tendida está comunicado con la cabecera municipal, por medio de un camino de terracería de 12 kilómetros y 4 de carretera asfaltada, esto es por el lado de la aldea Las Carretas, aunque también se puede acceder por medio de la vía de la aldea El Cacao, con un total de 10 kilómetros de camino de terracería y 7 kilómetros asfaltados, ambas rutas se encuentran en condiciones aceptables, esto es gracias al mantenimiento anual de las autoridades municipales, pero por ser una región montañosa el tiempo promedio en automóvil es de 1 hora de viaje desde la ciudad de Gualán al centro de la comunidad, en donde se encuentra ubicada la Escuela oficial rural mixta.

De acuerdo con lo descrito de la comunidad, se presentan a continuación los tipos de acceso que existen en los caseríos y las distancias que abarcan, referenciadas desde la escuela oficial situada en el corazón del caserío Cuchilla Tendida.

La Ceiba está a cuatro kilómetros de camino de herradura, atravesando una quebrada.

El Izote a un kilómetro de terracería y dos kilómetros de camino de herradura.

El Sauce a tres kilómetros de camino de terracería sobre la ruta que conduce a la escuela.

Cuchilla Tendida es el centro de la comunidad, lugar en donde está asentada la escuela y es en donde finaliza el camino de terracería que proviene de la cabecera municipal.

1.1.5 Aspectos climatológicos

El clima en la zona es cálido, con una altura promedio de 500 metros sobre el nivel del mar, se manifiestan sólo dos estaciones durante el año, invierno y verano, la estación meteorológica más cercana se encuentra localizada en el municipio de La Unión, departamento de Zacapa, a una altura de 1,400 m sobre el nivel del mar, pero los datos más fidedignos de esta región se pueden estimar de acuerdo con los boletines de la estación La Fragua ubicada en el municipio de Zacapa, departamento de Zacapa, a 200 metros sobre el nivel del mar, esto corresponde a las semejanzas climatológicas que existen en las dos zonas.

Temperatura media anual	27.6 °C
Temperatura máxima promedio anual	34.5 °C
Temperatura mínima promedio anual	21.8 °C
Temperatura máxima absoluta anual	40.6 °C
Temperatura mínima absoluta anual	9.5 °C
Humedad relativa media en porcentaje anual	65 °C
Insolación en horas	264
Velocidad del viento en Km/horas	9.3

1.1.6 Actividades productivas

No existe ningún tipo de industria formal o informal considerable en toda el área cercana a la comunidad, la única fuente de ingreso que poseen los pobladores es la venta de jocotes, madera y la crianza de cerdos, pero a un nivel muy bajo, por lo demás la siembra de maíz y frijol es sólo para consumo propio, realizando una cosecha una vez por año.

Otra forma de ingreso, aunque no muy constante, es el préstamo de mano de obra no calificada, ya sea en actividades agrícolas o de cualquier otra índole. La comunidad, al igual que todo el municipio, tiene una escasez de trabajo debido a la falta de inversión nacional o extranjera.

1.1.7 Servicios públicos

Con relación a los servicios públicos se puede destacar lo siguiente:

La infraestructura vial se encuentra en estado transitable por carros de doble tracción en los caseríos donde hay caminos de terracería, pero en los caseríos en los que se accede por caminos de herradura la condición es pésima para los transeúntes.

Cuenta con una escuela oficial rural primaria, en la cual se dan clases a 30 niños por tres días a la semana, abarcando una construcción en donde se tienen los requisitos mínimos para la educación.

No posee energía eléctrica de ninguna empresa estatal o privada.

Existe una iglesia evangélica y una iglesia católica, pero esta última no tiene ningún tipo de formalidad eclesiástica.

Todas las viviendas tienen letrinas de pozo ciego ventilado, construidas por el Fondo de Inversión Social (FIS).

El puesto de salud más cercano se encuentra en la aldea Las Carretas, a una distancia de 6 kilómetros de la comunidad.

1.1.8 Aspectos topográficos y tipos de suelo

La topografía del terreno es muy accidentada, tanto en los lugares en donde están ubicados los caseríos como las áreas que atraviesa el proyecto, prácticamente el lugar es un conjunto de montañas, de las cuales la más conocida es la del Cerro Colorado.

Los suelos han sido clasificados como clase agrícola VII, propiamente de carácter forestal, ya que son poco profundos, con elevadas pendientes, pedregosidad, mal drenaje interno, textura pesada, baja capacidad de intercambio catiónico y baja disponibilidad de nutrientes.

A consecuencia de la tala se ha presentado el problema ambiental de la erosión, lo que ha dado lugar a deslizamientos de tierra en áreas de cultivo.

1.1.9 Aspectos hidrológicos

La comunidad está adentro de la cuenca grande de Zacapa, siendo parte de la vertiente del Atlántico.

De acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), la aldea posee un promedio de 75 a 125 días de lluvia al año, y un total de 600 litros por kilómetro cuadrado en caudal medio anual. Aunque esta región siempre ha sido árida, la deforestación exagerada ha influido de manera clave en la desaparición de muchos manantiales encargados de alimentar riachuelos que servían como fuente de vida para la fauna y seres humanos, además ha sido factor en el aumento de las sequías y de haber alterado las fechas de época de lluvia.

Tradicionalmente el invierno se establecía a finales del mes de mayo y terminaba a principios del mes de octubre, pero hoy en día las primeras lluvias considerables caen a principios del mes de junio, con períodos de calor en julio y agosto, volviendo a llover en septiembre de una manera intermitente hasta principios del mes de noviembre.

1.1.10 Autoridades

La única autoridad reconocida legalmente es la del consejo comunitario de desarrollo (COCODE), pero sólo representa prácticamente a los vecinos del caserío central Cuchilla Tendida, los otros caseríos tienen sus agrupaciones de vecinos, pero sin ningún tipo de legalidad más que de palabra.

1.2 Estudio de la población

1.2.1 Índice de morbilidad y crecimiento

De acuerdo a la información presentada en el plan de desarrollo integral del municipio de Gualán, año 2000, la tasa de crecimiento demográfico para todo el sector es de 3.13% anual, pero los registros del 2004 que controlan los centros de salud del municipio afirman que es el 1.92% anual. La tasa de mortalidad se maneja en 3 por cada mil personas, o sea 0.30% anual, y las causas de enfermedad más comunes son

Parasitismo intestinal

Resfriado común

Anemia

Dengue

1.2.2 Resultado de cuantificación de habitantes y viviendas

La población es un noventa y cinco por ciento ladina, las viviendas en su mayoría son hechas de adobe, con techo de bajareque, existen muy pocas que tienen mampostería de block pómez y lámina de zinc.

De acuerdo a la inspección hecha de la mano con el diseño del sistema, el número de habitantes y viviendas por caserío son los siguientes.

Tabla I. Datos de población

Comunidad	número de	número de
	viviendas	habitantes
El Sauce	14	84
La Ceiba	31	186
El Izote	6	36
Cuchilla Tendida	52	312
Total	103	618

Con una densidad poblacional de 6 personas por vivienda.

1.3 Investigaciones diagnósticas sobre necesidades de servicio

1.3.1 Descripción de las necesidades

La comunidad carece de todos los servicios públicos, aunque se puede mencionar como servicio, las letrinas de pozo ciego ventilado, construidas en el año 2001 por el Fondo de Inversión Social (FIS), instalando una letrina por cada predio existente, en los 4 caseríos que conforman la comunidad, este proyecto fue muy benéfico, trayendo como resultado la disminución de casos de enfermedades gastrointestinales, aunque careció de la instrucción adecuada de cómo ser utilizada y cómo darle mantenimiento por parte de los vecinos.

1.3.2 Justificación social

La población es totalmente campesina con un analfabetismo del 60%, dedicados casi completamente a actividades de agricultura y crianza de animales; uno de cada 3 niños asiste a la escuela, y sólo uno de cada 100 tiene educación básica. Es como se ha descrito una región muy árida, teniendo problemas serios de enfermedades provocadas por parásitos hemípteros e intestinales, siendo los niños menores de 5 años los más propensos a la mortalidad por estos casos.

1.3.3 Justificación económica

La falta de recursos naturales y la destrucción de los existentes han sido los elementos principales en el aumento de la pobreza de la comunidad, los terrenos en donde viven estas personas ni siquiera están legalizados, principalmente porque nunca se ha logrado conocer quién era el dueño original de las fincas en esa área.

Es un hecho que los campesinos de la comunidad Cuchilla Tendida viven en extrema pobreza, actualmente las autoridades mantienen un programa de ayuda para solventar las pérdidas que tienen en las cosechas, debido a los fenómenos naturales como sequía, erosión y lluvias de granizo.

La falta de servicios públicos es fundamental en el desarrollo de la calidad de vida de la comunidad, pero se necesita generar fuentes de trabajo que reemplacen el sistema de sustento de cada familia, realmente este problema no afecta sólo a esta aldea, sino que está presente en todo el municipio de Gualán, muestra de ello es el alto grado de emigración hacia la capital o los Estados Unidos de Norte América por parte de los gualantecos.

1.3.4 Prioridad de las necesidades

El municipio de Gualán se caracteriza por tener regiones con diferentes propiedades naturales, existiendo aldeas con grandes recursos de agua y tierra fértil, pero lamentablemente la aldea Cuchilla Tendida carece de fuentes de abastecimiento de agua, los pocos suministros no cumplen la exigencia de todos los habitantes, aparte de encontrarse ubicados a distancias extensas y presentar la dificultad de tener accesos muy peligrosos debido a lo accidentado de la topografía del terreno, la introducción de agua potable ha sido la petición más urgente por parte del comité de vecinos hacia la municipalidad.

La construcción de camino para la aldea La Ceiba es otra necesidad de urgencia primaria, debido a que el actual acceso cuenta con un grado de riesgo bastante alto, cobrando ya varias víctimas de traumatismo craneal.

Otro servicio de carácter benéfico para todas los caseríos, es la introducción de energía eléctrica, con el cual se alcanzaría dar un paso en el desarrollo de la comunidad, pudiendo crear nuevas formas de comunicación e impulsando fuentes de producción.

El centro de salud más cercano se encuentra a 6 kilómetros, representando una distancia relativamente admisible, pero se necesita de mejores y mayores recursos humanos como logísticos, para poder desempeñar un funcionamiento aceptable.

Con respecto al área de saneamiento, se puede mencionar que todas las viviendas tienen sistema de disposición de excretas.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un sistema de distribución de agua potable conducida por medio de tubería de PVC, utilizando energía gravitacional, de tal manera que el tanque de distribución se ubicará en la cota más alta de la comunidad.

La estación E-1 es el punto de referencia para las 5 líneas de distribución que abarca este diseño, y además es el sitio de encuentro entre el proyecto de la línea de conducción que comprenderá a 11 comunidades pertenecientes a los municipios de Gualán y de Zacapa.

Se construirá una caja derivadora de caudales de tres vertederos, cuya finalidad será la de delimitar la cantidad específica de agua necesaria para cada aldea que abarca el proyecto, ubicada en la estación E-1 en la salida del tanque de distribución.

Como se describió en el capítulo anterior, la comunidad Cuchilla Tendida se encuentra dividida en 5 aldeas o caseríos, por tal motivo se diseñaron 5 líneas de distribución independientes, con el fin de evitar posibles problemas entre los vecinos de cada caserío al compartir un solo sistema de agua, todas las líneas o ramales de distribución poseerán diámetros establecidos entre $\frac{3}{4}$ " y 2", de PVC, con presiones nominales de 100 PSI hasta 315 PSI.

Cada ramal constará de obras hidráulicas complementarias, entre las cuales se destacan las cajas rompe presión, pasos de zanjón, anclajes de concreto, válvulas y finalmente se construirán las conexiones domiciliarias del tipo predial por cada vivienda existente en los caseríos de Cuchilla Tendida.

2.2 Topografía

Etimológicamente la palabra topografía procede del griego "topo" = lugar, y "grafos" = dibujo. Es la ciencia que, con el auxilio de las matemáticas, ayuda a representar gráficamente (mediante un dibujo), un terreno o lugar determinado, con todos los accidentes y particularidades naturales o artificiales de su superficie.

En las proyecciones topográficas se distinguen dos partes: planimetría y altimetría.

Planimetría es la proyección de cada punto interesante del terreno sobre un plano horizontal, tomado como referencia.

Altimetría, es la determinación de las cotas de los diferentes puntos del terreno, con respecto al plano horizontal de comparación, el cual, aunque puede ser tomado a una altura arbitraria, en general se relaciona con el plano horizontal teórico formado por el nivel del mar.

Se denomina "levantamiento topográfico", al conjunto de operaciones realizadas sobre el terreno, con los instrumentos adecuados, que posteriormente permitirá la confección del plano de ese lugar o zona.

2.2.1 Lineamientos generales para levantamientos topográficos en sistemas de agua potable

Previamente al inicio de los trabajos de topografía se tendrá la certeza, mediante documentos, de que las fuentes seleccionadas pueden ser empleadas para los fines de proyecto, y durante la ejecución de los trabajos, cerciorarse y obtener las promesas de servidumbre de paso para las conducciones y de propiedad de los terrenos para las obras de arte importantes y plantas de tratamiento considerando la gestión de expropiación, si fuere necesario.

Se efectuará levantamiento topográfico de las líneas que unan las fuentes de abastecimiento de agua seleccionadas con los núcleos poblados, así como de estos núcleos poblados.

De las fuentes de abastecimiento se sacarán detalles de su configuración. En las líneas topográficas de la fuente a los núcleos poblados, además de la identificación propia de la línea, se localizarán detalles importantes como estructuras existentes, pasos de ríos, quebradas y zanjones, caminos, cercos, puntos altos de terreno, etc.

El levantamiento de los núcleos poblados consistirá en el trazo de líneas principales y ramales secundarios que puedan ser utilizados para la instalación de las tuberías de distribución del agua, con la localización de todas las viviendas, edificios públicos y calles existentes dentro de los núcleos poblados, así como la identificación de todas las estructuras y sitios importantes. Los levantamientos topográficos para acueductos, contendrán las dos acciones principales de planimetría y altimetría.

2.2.1.1 Orden de los levantamientos topográficos

Dependiendo del tamaño y tipo del proyecto, habitantes a ser beneficiados, características del terreno, aparatos a emplearse y errores permisibles, los levantamientos topográficos a realizarse pueden ser de primero, segundo o tercer orden, dependiendo de la complejidad del proyecto, lo cual deberá ser determinado en el estudio de prefactibilidad.

2.2.1.1.1 Primer orden

- Debe usarse en.
 - Levantamiento de sistema por gravedad con diferencias totales de altura entre puntos obligados críticos menores de 5 metros por cada kilómetro.
 - Sistemas por bombeo.
 - Forma de realizarlo.
 - El levantamiento planimétrico se referirá al meridiano magnético y será efectuado con teodolito de precisión y cinta métrica de precisión.
 - El levantamiento altimétrico será efectuado con nivel de precisión de trípode, referenciado a BM convencional, bien identificado o de preferencia, a un BM geodésico.

- Errores permisibles.

- El error máximo admisible de cierre en distancia será.

$$E = L * 0.001$$

E = error en metros

L = longitud del polígono cerrado en metros

- El error máximo admisible en el cierre angular de las poligonales cerradas será.

$$E = A * \sqrt{N}$$

E = error en minutos

A = precisión del aparato en minutos

N = número de vértices de la poligonal

- El error máximo admisible en el cierre altimétrico será de.

$$E = 25 * \sqrt{K}$$

E = error en milímetros

K = longitud en kilómetros abarcada en la nivelación

2.2.1.1.2 Segundo orden

- Debe usarse.
- La diferencia de altura entre la fuente y la comunidad (viviendas mas altas) sea mayor de 5 metros por kilómetro.
- En sistemas por gravedad.
 - Forma de realizarlo.
- El levantamiento planimétrico se referirá al norte magnético y será efectuado con teodolito de precisión, pudiendo utilizar el método de la taquimetría.
 - Errores permisibles.
- El error máximo admisible de cierre en distancia será de.

$$E = L * 0.002$$

E = error en metros

L = longitud del polígono cerrado en metros

- El error máximo admisible de cierre angular de las poligonales será de.

$$E = A * \sqrt{N}$$

E = error en minutos

A = precisión del aparato en minutos

N = número de vértices de la poligonal

- El error máximo admisible en el cierre alimétrico será de.

$$E = 50 * \sqrt{K}$$

E = error en milímetros

K = longitud en kilómetros abarcada en la nivelación

2.2.1.2 Zonas de levantamientos

2.2.1.2.1 Zona de captación

Se realizará un levantamiento topográfico lo más amplio y detallado posible, de acuerdo a las condiciones del terreno y al tipo de obra, sacando secciones transversales donde se localicen los brotes. Cuando se trate de una corriente de agua, se levantarán secciones en una longitud mínima de 20 metros a un espaciamiento máximo de 20 metros transversales, aguas arriba y aguas abajo del sitio seleccionado. En corrientes se determinarán los niveles de escorrentía máxima y mínima. Igual especificación se tendrá en cuenta al utilizar lagos o lagunas. Es recomendable levantar una cuadrícula a cada 5 metros.

2.2.1.2.2 Zonas para obras de arte

El levantamiento topográfico será lo más amplio y detallado posible, de acuerdo a las condiciones del terreno y de acuerdo al tipo de obra, ya sea desarenador, planta de tratamiento, tanque de almacenamiento, drenajes y otros.

2.2.1.2.3 Líneas de conducción

Previamente a iniciar el levantamiento de las líneas de conducción, deberá hacerse un recorrido desde las fuentes hasta las comunidades para hacer una selección preliminar de la localización de las líneas de conducción.

El levantamiento topográfico de estas líneas deberá registrar los obstáculos más importantes y los que pudieran provocar algún problema en el diseño y construcción, para tales efectos, se deberá seguir la siguiente norma.

Cuando las distancias sean uniformes, sin accidentes intermedios como zanjones o montículos, las distancias entre puntos de nivelación dependerán de la pendiente longitudinal y se tomarán los siguientes parámetros.

Tabla II. Normas de nivelación para líneas de conducción

Pendiente longitudinal línea de conducción	Distancia horizontal mínima entre puntos de nivelación
Menor de 5%	20 metros
Entre 5 y 20%	10 metros
Mayor de 20%	5 metros

2.2.1.2.4 Redes de distribución

En los levantamientos topográficos del núcleo de la población así como de la zona de desarrollo futuro, se localizarán y nivelarán todas las calles y caminos, indicando el tipo, forma y estado de la rasante.

Se localizarán las edificaciones por radiaciones, señalando los edificios públicos, escuelas, industrias, puestos de salud, parques, campos de deporte, cursos de agua, puentes y todas aquellas estructuras naturales o artificiales que guardan relación con el proyecto de la red o influyan en su diseño. La nivelación deberá tomar en cuenta los accidentes topográficos de importancia y se tomará la cota de los cruces de las calles, viviendas, escuelas e iglesias, ligando todo a un solo levantamiento, referenciado a un solo BM.

La zona de distribución deberá levantarse por medio de poligonales cerradas cuando sea posible, o abiertas, manteniendo siempre un enlace a la poligonal principal. Utilizándose la tabla I de nivelación como referencia.

2.2.1.2.5 Levantamientos adicionales

Levantamientos para la ubicación de las obras de arte como tanque de distribución, desarenador, caja derivadora de caudales, plantas de tratamiento, etc. se harán posteriormente, enlazándolas a las poligonales iniciales.

2.2.1.2.6 Referencias

En las líneas de conducción y en las redes de distribución de desarrollo futuro, se deben colocar mojones de concreto, debidamente referenciados, en número tal que permitan su replanteo y que sean visibles, teniendo un diámetro mínimo de 15 cm y una profundidad mínima de 30 cm, teniendo que contener información del número de estación y fecha. Los datos de los mojones deben aparecer en las libretas de campo, teniendo una concordancia con respecto al número de estación hecha en campo y en gabinete.

2.2.1.2.7 Libretas de campo.

Los datos de todo estudio topográfico deberán quedar claramente consignados en las libretas de campo y estarán libres de alteraciones. Además se considera indispensable que se acompañen con croquis o esquemas del levantamiento. Deberá consignarse el tipo de suelo encontrado en el recorrido.

2.2.2 Cálculo y dibujo topográfico

El cálculo es la parte de la topografía que se ocupa de analizar los datos numéricos obtenidos en el levantamiento topográfico, con el fin de definir una información necesaria para poder elaborar un plano topográfico.

Se denomina "levantamiento del plano", al conjunto de operaciones realizadas con los datos obtenidos en el levantamiento topográfico, que permitan confeccionar un dibujo a escala o plano del lugar que se considera.

2.2.3 Métodos topográficos utilizados para el diseño

De acuerdo a las características físicas existentes en el proyecto, se trabajó un levantamiento de segundo orden, utilizando métodos directos e indirectos de medición y empleando los siguientes recursos.

- Teodolito electrónico de precisión de 20 segundos, modelo SOKKIA DT6; cinta métrica de 50 metros, hecha de fibra de vidrio; estadal de 4 metros; y plomada de bronce, de 16 onzas.

2.3 Fuente de abastecimiento de agua

El abastecimiento tiene que satisfacer el consumo de la población a servir, durante el período de diseño adoptado. El abastecimiento de agua tiene diversas fuentes, entre las cuales se mencionan las siguientes.

2.3.1 Fuentes de abastecimiento superficiales

Entre ellas las más comunes son los ríos, para los cuales se calcula el caudal de demanda de la población a servir, y el caudal producido por dicho río, si el caudal producido satisface la demanda, entonces se conduce artificialmente hacia una planta de tratamiento, para después ser almacenada en un tanque de distribución. Los lagos o lagunas pueden ser otra fuente de abastecimiento superficial, pero debe tenerse un control estricto en su purificación y potabilización.

2.3.2 Fuentes de abastecimiento subterráneas

Las fuentes subterráneas tienen la ventaja de ser aguas más puras, es decir, menos contaminadas, debido a que no tienen contacto con el ambiente externo, pero algunas de ellas son aguas duras, es decir, que tienen presencia de compuestos químicos tóxicos, pero que por medio de tratamientos se pueden convertir en agua potable.

2.3.2.1 Manantiales

Los manantiales son afloramientos de agua subterránea cuya presión es mayor o igual que la atmosférica y su nivel freático atraviesa las capas de suelo superficial, saliendo por fin a la superficie.

2.3.2.2 Mantos freáticos

Son porciones grandes de agua que se encuentran atrapadas entre los estratos del suelo, generalmente a altas presiones, lo que facilita su extracción por medio de la perforación de pozos.

2.3.3 Tipo de fuente a utilizar

La fuente de abastecimiento adoptada para este diseño es del tipo superficial, específicamente el río Quebrada de Guaranja, que se encuentra ubicado en la aldea Cari, municipio de La Unión, departamento de Zacapa, a una distancia de 12 kilómetros de la aldea Cuchilla Tendida y a una altitud 1200 metros sobre el nivel del mar. El por qué de ubicar una captación tan alejada, es debido a las condiciones casi desérticas de la región, no contando con ninguna clase de abastecimiento más cercana y pensar en construir pozo mecánico no es una opción viable, debido al precio de mantenimiento y también al hecho demostrado de que el manto freático se encuentra a grandes profundidades.

2.3.4 Aforo de la fuente de agua

Aforo es la medición de la cantidad de agua que produce una fuente en un tiempo determinado, es obligatorio realizar por lo menos 2 aforos, uno en época de estiaje y otro en temporada de invierno. Esto es debido a que el diseñador necesita saber si el caudal en el periodo más seco es apto para cumplir con la exigencia del caudal de conducción, y el caudal en invierno es utilizado para determinar el mayor volumen al cual estarán sometidas las obras de arte en la captación.

Para aforar una fuente el método más simple es el de recibir el agua en un recipiente de volumen conocido, de preferencia un bote de 5 galones o un barril de 54 galones. Se toma el tiempo que tarda el recipiente en llenarse totalmente y después se calcula la relación de litros del recipiente dividido entre la cantidad de segundos que tardó en llenarse. Este proceso recibe el nombre de volumétrico y se debe realizar por lo menos 5 veces, para obtener un promedio aceptable.

El método que se utilizó en la medición del aforo fue del tipo volumétrico, dando una cantidad de 12.17 litros por segundo en el mes de febrero y 11.22 litros por segundo en el mes de marzo, siendo este caudal mayor que el requerido para la conducción. El caudal medido en el mes de agosto del 2005 mostró un dato estimado en 41.47 litros por segundo, este aumento en el caudal es provocado por el copioso invierno que se dio en ese año, ya que en agosto del 2004 se obtuvo un caudal de 15.48 litros por segundo, siendo este dato el valor promedio estimado desde 1995.

La siguiente tabla describe los valores de caudales medidos en diferentes periodos de tiempo.

Tabla III. Aforo de la fuente

Aforo número	Agosto 2004 seg.	Febrero 2005 seg.	Marzo 2005 seg.	Septiembre 2005 seg.
1	1.33	1.84	1.75	4.33
2	1.29	1.90	1.83	5.17
3	1.41	1.86	1.60	4.82
4	1.38	1.81	1.65	4.95
5	1.28	2.02	1.68	4.46
6	1.45	1.80	1.84	5.21
Promedio (seg.)	1.36	1.87	1.73	4.82
Volumen de prueba (m3)	0.02	0.02	0.02	0.20
Caudal estimado (lts/seg.)	15.48	11.22	12.17	41.47

2.3.5 Calidad sanitaria del agua

Agua potable es aquella que, bien en su estado natural o después de un tratamiento adecuado, es apta para el consumo humano y no produce ningún efecto perjudicial para la salud. Es limpia, transparente, sin olores o sabores desagradables y está libre de contaminantes.

Hay que tener en cuenta que el agua potable nunca es totalmente pura, en mayor o menor grado contiene sustancias disueltas que son beneficiosas para el organismo. Un agua absolutamente pura no sería agradable de beber.

Las aguas destinadas al consumo público deberán ser sometidas a una serie de operaciones de tratamiento para eliminar los agentes patógenos y reducir los demás contaminantes a niveles insignificantes, no perjudiciales para la salud. Por tanto, al estimar la calidad del agua se deben tener en cuenta diferentes condicionantes como son la protección de las fuentes, la eficacia y la fiabilidad del tratamiento y la protección de la red de distribución.

2.3.5.1 Análisis del agua

Los análisis de agua son exámenes de muestras que se estudian en laboratorios de química y microbiología, con el fin de definir la cantidad de microorganismos patógenos o sustancias tóxicas que no alteran el color, olor o sabor del agua, y que son dañinos para el ser humano.

2.3.5.1.1 Examen bacteriológico

El examen bacteriológico se hace con el fin de establecer la cantidad de contaminación del agua con organismos patógenos, porque son bacterias que producen enfermedades gastrointestinales y respiratorias. Este examen se apoya en métodos estadísticos, los cuales determinan el número más probable de bacterias presentes. Dicho examen es útil como control de calidad, para verificación de alguna eventual contaminación.

Según los resultados de los exámenes de calidad de agua, que se presentan en el apéndice 1, desde el punto de vista bacteriológico el agua no es potable. Por ese motivo, se hace necesario implementar una desinfección con hipoclorito de sodio, para aprovechar los efectos residuales del cloro.

2.3.5.1.2 Análisis físico químico

Este análisis determina las características físicas del agua tales como: el aspecto, el color, el olor, el sabor, su pH, y su dureza. Específicamente para este proyecto, desde el punto de vista fisicoquímico, el agua es apta para consumo humano.

En el anexo I se adjuntan los exámenes físico químico y bacteriológico.

2.3.6 Tratamiento del agua

El objeto del tratamiento es adecuar las características del agua captada a las normas de calidad establecidas, con el fin de garantizar su consumo sin ningún tipo de riesgo sanitario. Todas las aguas, incluso las de mejor calidad, van a necesitar, al menos, la adición de un desinfectante para potabilizarlas.

Los procedimientos que se pueden llevar a cabo para la depuración del agua se realizan en las estaciones de tratamiento y son de varios tipos.

2.3.6.1 Tratamientos mecánicos

Los procedimientos mecánicos tienen como finalidad eliminar la mayoría de las partículas en suspensión que lleva el agua.

El desbaste se realiza empleando una rejilla que retiene entre sus barrotes los materiales de mayor tamaño. Es necesario limpiarlas frecuentemente. Los materiales más pequeños como hojas, hierbas, tierras que pueden atravesar las rejillas del desbaste quedarán retenidas en las mallas de tamización. Las mallas de tamización se limpiarán de forma automática.

2.3.6.2 Tratamientos físicos:

Los tratamientos físicos están comprendidos por la aireación, sedimentación, flotación y filtración.

La aireación tiene como principal función la oxidación del hierro y el manganeso, así como la eliminación de sustancias volátiles, mejorando así el olor y sabor del agua, aunque pueden permanecer olores y sabores provocados por sustancias que no tienen la suficiente volatilidad.

El proceso de sedimentación se realiza disminuyendo la velocidad de circulación del agua hasta permitir que la materia sedimentable se deposite en el fondo.

La filtración se realiza haciendo pasar el agua a través de un material poroso, normalmente arena, las materias en suspensión en el agua de tamaño mayor al diámetro del filtro quedaran retenidas en él.

2.3.6.3 Tratamientos químicos

La coagulación, floculación, ablandamiento y desinfección son parte de los tratamientos químicos que se le efectúan al agua.

Para la floculación y coagulación se añaden reactivos, convenientemente dosificados, que permiten aumentar el tamaño de partículas en suspensión y su posterior sedimentación.

Con los procesos descritos hasta ahora se consigue un agua libre de sustancias en suspensión, transparente pero no desprovista, en la mayor parte de las veces, de microorganismos.

Mediante la desinfección se destruye la mayor parte de la materia orgánica y microorganismos que pueda existir en el agua.

De forma sistemática no se realizan todos estos procesos de depuración, sino que quedan condicionados a la calidad del agua. La totalidad de estas operaciones se efectúan en las estaciones de tratamiento ya mencionadas, mientras que el desbaste, filtración y desinfección se ejecutan en pequeños abastecimientos. Las aguas de procedencia subterránea no precisan, generalmente, más que un tratamiento de desinfección.

2.4 Datos para el diseño hidráulico

2.4.1 Período de diseño

El período de diseño para un sistema de abastecimiento de agua o sus componentes, es el tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en que su uso sobrepasa las condiciones establecidas en el diseño por falta de capacidad para prestar un buen servicio.

Por consiguiente, los dos aspectos principales que intervienen en el período de diseño son: la durabilidad de las instalaciones y su capacidad para prestar un buen servicio para las condiciones previstas.

En condiciones generales, según la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del INFOM, puede afirmarse que un período de diseño de 20 años es el más recomendable para acueductos rurales. Para el proyecto en mención se consideró un período de diseño de 21 años, incluyendo un año de trámites administrativos y construcción del sistema.

2.4.2 Cálculo de población actual y futura

Para definir un proyecto de agua potable, es indispensable determinar la cantidad de habitantes a servir, de acuerdo al período de diseño adoptado. Existen diferentes métodos utilizados en el cálculo del crecimiento poblacional; cada método se basa en datos estadísticos de censos de población realizados en el pasado. Siendo el método geométrico la fórmula más aconsejable ya que es el modelo que mejor se adapta al crecimiento de poblaciones en vías de desarrollo.

La población a servir se definió de acuerdo a datos de población del Instituto Nacional de Estadística, y además de parámetros utilizados en la Oficina Municipal de Planificación de Gualán Zacapa, determinando para esta comunidad un total de 103 viviendas, con una densidad habitacional de 6 personas que es el valor adoptado para el área rural, y una tasa de crecimiento estimada del 3.03%.

Por lo tanto, la población actual de diseño se estimó de la siguiente forma.

$$P_A = \text{Número de viviendas} * \text{densidad habitacional}$$

$$P_A = 103 * 6 = 618 \text{ habitantes}$$

La población futura del área que cubrirá el sistema de agua, se calculó según la fórmula de crecimiento geométrico.

$$P_F = P_A * (1 + T)^N$$

Donde:

P_F = población futura

P_A = población actual

T = tasa de crecimiento poblacional

N = periodo de diseño (en años)

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene:

$$P_F = 618 * (1 + 0.0303)^{21}$$

$$P_F = 1157 \text{ habitantes}$$

2.4.3 Requerimientos de diseño

Como todo proyecto de ingeniería civil es fundamental detallar cuáles son los parámetros que delimitan las propiedades o características que tendrán los elementos del sistema a diseñar. De tal modo que para este caso se estudiaron los siguientes conceptos.

2.4.3.1 Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante al día.

Se debe tener en consideración para el cálculo de la dotación factores como clima, nivel de vida, actividades productivas, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, medición, administración del sistema y presiones del mismo.

En la estimación de la dotación se tomarán en cuenta estudios de demanda para la población o de poblaciones similares, si los hubiere. A falta de éstos se evaluará de acuerdo al tipo de servicio a elaborar.

2.4.3.1.1 Conexión predial

De 60 a 120 litros, en servicios exclusivos de conexiones prediales. Entendiéndose por conexión predial cada servicio que se presta a una comunidad, a base de un grifo instalado fuera de la vivienda, pero dentro del predio o lote que la ocupa.

Es el tipo de servicio más recomendable desde el punto de vista de higiene y salud para el área rural, tomando en cuenta a la vez, razones económicas. La instalación predial se recomienda para comunidades rurales concentradas y semidispersas con nivel socioeconómico regular.

2.4.3.2 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que va a consumir la población durante un día (24 horas), el cual se expresa también como el promedio de los consumos diarios en el período de un año.

A falta de registro, el caudal medio diario será el producto de la dotación adoptada, por el número de habitantes que se estimen al final del período de diseño.

$$Q_M = \text{Dotación} * \text{No. Hab.} / 86400$$

Donde:

Q_M = caudal medio en lts/seg

Dotación = 90 lts / hab / día

No. Hab. = número de habitantes futuros

Sustituyendo datos en la fórmula anterior, se obtiene:

$$Q_M = (90 \text{ lts/ hab / día} * 1157 \text{ Hab.}) / 86400 = 1.205 \text{ lts/seg}$$

$$Q_M = 1.205 \text{ lts/seg}$$

2.4.3.3 Caudal máximo diario

Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el periodo de un año, es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción.

A falta de registro, el Instituto de Fomento Municipal, sugiere que el caudal máximo diario será el producto de multiplicar el caudal medio diario por un factor que oscile entre 1.2 y 1.5 para poblaciones futuras menores de 1000 habitantes y 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes.

$$Q_{MD} = Q_M * F_{DM}$$

Donde:

Q_{MD} = caudal máximo diario en lts/seg

Q_M = caudal medio diario en lts/seg

F_{DM} = factor de día máximo, que según norma, se adopta en 1.2

Sustituyendo datos en la formula anterior se obtiene:

$$Q_{MD} = 1.205 \text{ lts/seg} * 1.2 = 1.446 \text{ lts/seg}$$

2.4.3.4 Caudal máximo horario

El caudal máximo horario es aquel que se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año.

El Instituto de Fomento Municipal define que el caudal máximo horario se determina multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de 2.0 a 3.0 para poblaciones futuras menores de 1000 habitantes, y 2.0 para poblaciones mayores de 1000 habitantes.

$$Q_{MH} = Q_M * F_{HM}$$

Donde:

Q_{MH} = caudal máximo horario en lts/seg

Q_M = caudal medio diario en lts/seg

F_{HM} = factor de hora máximo, que según norma, se adopta en 2.0

Sustituyendo datos

$$Q_{MH} = 1.205 \text{ lts/seg} * 2.0 = 2.41 \text{ lts/seg}$$

2.4.3.5 Caudal de vivienda

El caudal de vivienda es el valor estimado por cada domicilio. Es el producto que resulta de dividir el caudal máximo horario dentro del total de viviendas que abastecerá el proyecto.

$$Q_V = Q_{MH} / \text{total de viviendas del proyecto}$$

Donde:

Q_V = caudal de vivienda en lts/seg, en este proyecto son 103 viviendas

Q_{MH} = caudal máximo horario en lts/seg

Sustituyendo datos

$$Q_V = (2.41 \text{ lts/seg}) / 103 \text{ viviendas} = 0.023 \text{ lts/seg}$$

2.4.3.6 Caudal instantáneo

Este caudal se utiliza para lograr determinar qué pasa cuando las viviendas pertenecientes a un ramal están empleando el servicio simultáneamente.

$$Q_{INS} = K \sqrt{(N - 1)}$$

Donde:

Q_{INS} = caudal instantáneo en lts/seg

N = número de viviendas del ramal

K = 0.15 para menos de 55 viviendas

0.20 para más de 55 viviendas

0.25 para llenacántaros

2.4.3.7 Caudal de diseño

Es necesario para el cálculo hidráulico de las tuberías de distribución, hacer un análisis comparativo del caudal máximo horario contra el caudal instantáneo, seleccionando siempre el valor más alto obtenido de ambos cálculos. Esto sirve para determinar el valor más real de acuerdo a la población a beneficiar.

Además del caudal anterior, se deben de tomar en cuenta los volúmenes de agua requeridos por industrias formales o instituciones de servicio como hospitales, en el caso de que existieran estos inmuebles en el área que abarca el diseño.

2.4.3.8 Cálculo hidráulico

Para el diseño de sistemas de líneas de conducción y redes de distribución o tuberías de acueductos, se aplica la fórmula de Hazen-Williams para tuberías que trabajan a sección llena, que toma en cuenta las pérdidas en presión provocadas por la fricción que se da entre el agua y el material de la tubería.

La fórmula es

$$H_F = \frac{1743.81141 * L * Q^{1.85}}{D^{4.87} * C^{1.85}}$$

Donde:

H_F = pérdida de carga en metros

C = coeficiente de fricción interno

D = diámetro interno en pulgadas

L = longitud de diseño en metros

Q = caudal en litros por segundo

2.4.3.9 Presiones y velocidades

La presión en el diseño hidráulico se mide en metros por columna de agua.

Donde

1 MCA = 1.422 libras/pul² (PSI en siglas inglesas)

10 MCA = 1 kg/cm²

La presión en un punto determinado dentro del sistema, es la diferencia de la cota piezométrica y la cota del terreno.

Existen dos tipos de presiones, la presión dinámica y la presión estática. La presión dinámica contempla pérdidas provocadas por la rugosidad del material al estar en contacto con el líquido en movimiento. La presión estática asume que el líquido se encuentra en reposo. Los datos de ambas presiones son indispensables para conocer a qué esfuerzo estarán sometidos los elementos del proyecto.

La velocidad del agua dentro de las tuberías se encuentra por medio de la ecuación de continuidad.

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

Donde

V = velocidad del fluido en m/seg

Q = caudal en m³/seg

A = área interna del tubo en m²/seg

D = diámetro interno en mts

El rango de velocidades para el diseño se manejará de acuerdo a los siguientes valores.

Mínima 0.40 m/seg

Máxima 3.00 m/seg

De preferencia no mayor de 1.50 m/seg, únicamente en longitudes cortas de tramos finales se puede permitir hasta un máximo de 5.00 m/seg.

2.4.3.10 Tipos de tubería

Las tuberías son conductos cerrados, utilizados para la conducción de agua potable a sección llena, existen diversos tipos de materiales en el mercado, pero los más utilizados son las tuberías hechas de PVC y hierro galvanizado.

2.4.3.10.1 Tubería de PVC

El policloruro de vinilo, llamado en siglas PVC, es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Sus materias primas provienen del petróleo (en un 43%) y de la sal común (en un 57%). Esta clase de tubería plástica es económica, fácil de transportar y trabajar, pero se deforma a temperaturas altas y debe de protegerse del sol.

El PVC se comercializa de acuerdo a presiones nominales. Para efectos de diseño se debe de planificar con presiones de trabajo que son un 80% de la presión nominal. Prácticamente en el cálculo se toma un factor de seguridad en las tuberías, con el fin de no estar esforzando el material a su máxima resistencia. Estas presiones se miden en metros columna de agua (MCA).

También como norma de clasificación internacional, a la tubería de PVC se le regula por la relación de espesor de pared y el diámetro exterior llamado SDR. Su longitud comercial es de 6.09 m.

2.4.3.10.2 Tubería de hierro galvanizado

Son tubos de acero cuyas superficies exterior e interior han sido cubiertas de zinc, para protegerlas de agentes químicos que contaminan el agua. La tubería de hierro galvanizada se utiliza cuando hay lugares en donde no se puede enterrar o es necesario colocar tubería que resista una presión mayor de 175 mca. Principalmente la tubería de HG es aconsejable de usar, cuando los costos de tubería de PVC sobrepasen a los precios de tubería de HG.

Es una tubería difícil de maniobrar y trasladar, debido al peso del acero, además su instalación necesita de mucha supervisión e inspección.

En este proyecto se utilizará tubería de HG únicamente para sortear pequeñas deflexiones naturales, específicamente zanjones de ríos.

2.4.3.11 Resumen de datos del sistema

Tipo de fuente	captación superficial
Tipo de sistema	gravedad
Tipo de distribución	ramificada y circular
Dotación	90 lts / día
Tasa de crecimiento	3.03 %
Periodo de diseño	21 años
Viviendas actuales	103
Población actual	618
Población futura	1157
Conexiones domiciliarias	103
Tubería promedio por conexión domiciliar	30 metros
Caudal medio	1.205 lts / seg.
Caudal máximo diario	1.446 lts / seg.
Caudal máximo horario	2.410 lts / seg.
Caudal de vivienda	0.023 lts / seg.
Factor día máximo	1.20
Factor hora máximo	2.00
Porcentaje de volumen de almacenamiento	40 %
Volumen de almacenamiento	41.656 m ³
Constante de fricción de PVC	140

2.5 Componentes del sistema

Como parte de este proyecto se deberán construir elementos que desempeñaran funciones determinadas, y que será necesario una estimación adecuada de cuál es la mejor forma de poder planificarlos para obtener un servicio que brinde a la población una agua potable de alta calidad.

2.5.1 Captación

La captación es una obra que se construye con fines de coleccionar el agua de las fuentes. Entre las principales condiciones que una fuente debe de cumplir se encuentran las siguientes.

- El fin básico es asegurar la recolección de la cantidad de agua necesaria para el suministro de la población, garantizando seguridad, estabilidad y funcionamiento en todos los casos que se puedan presentar.
- El tipo de obra a emplearse, será en función de las características de la fuente, de la calidad física, química y bacteriológica del agua.
- Para cualquier condición de la fuente, garantizará protección contra la contaminación y entrada o proliferación de raíces, algas y otros organismos indeseables.
- Impedirá al máximo la entrada de arena y materiales en suspensión y flotación.

2.5.1.1 Captaciones superficiales

Son obras empleadas en fuentes superficiales. Se deberá tener el cuidado de ubicarlas en sitios donde la corriente amenace la estructura a construir. Además deberá aislarse, para impedir el acceso de personas o animales y por motivo del azolvamiento, no se localizará en lugares en donde existan bancos de arena

Se distinguen varios tipos de captaciones superficiales, siendo las más comunes, la botacoma de fondo o sumergida y la captación lateral.

2.5.1.1.1 Bocatoma de fondo

Es una estructura estable, localizada en la corriente de agua, perpendicular a ella y provista de rejilla metálica que permita dar entrada al agua y retener los materiales de acarreo de cierto tamaño.

Este proyecto constará de este tipo de captación, ya que las condiciones naturales son ideales para este tipo de obra.

2.5.2 Línea de conducción

La línea de conducción es un conjunto de tuberías libres (canales) o forzadas (tuberías), que parten de las obras de captación al tanque de distribución.

En el diseño de una línea de conducción por gravedad, se deben tener los siguientes aspectos fundamentales:

- La capacidad deberá ser suficiente para transportar el caudal máximo diario.
- La selección del diámetro y clase de la tubería que se empleará deberá ajustarse a la máxima economía. De preferencia se utilizará el sistema de dos diámetros para una pérdida de carga ya estimada.

En conducciones forzadas es preciso tener siempre en cuenta las pérdidas de carga. Ésta se acumula cuanto mayor es la longitud de la conducción.

El cálculo de la línea de conducción no es parte de este trabajo de graduación, esto es debido a que es parte de un proyecto planificado por una empresa privada en el 2004, el cual será desarrollado por el Fondo de Inversión Social (FIS), dicho proyecto recibió el nombre de sistema de acueducto de Cari. Tendrá una longitud aproximada de 12 Km, con una diferencia de cotas de 700 metros y beneficiará a bastantes comunidades de los municipios de Gualán y de Zacapa.

Los permisos para el paso de la tubería de conducción, están registrados en el libro de la oficina municipal de planificación del municipio de Gualán, departamento de Zacapa, destinado para actas de constitución de servidumbres de paso y donaciones para la ejecución de obras de beneficio colectivo.

2.5.3 Tanque de distribución

Los tanques de distribución son receptáculos de diferentes formas, tamaños y profundidades. Deben tener una cubierta superior para evitar la contaminación proveniente del exterior y pueden ser construidos de diversos materiales. Su fin principal es el de almacenar agua en las mejores condiciones posibles en los puntos adecuados.

El tipo y la capacidad del almacenamiento varían, pero en general sus propósitos son:

- Compensa las variaciones horarias en el consumo de agua en la población.
- Proveer un almacenamiento para demandas de incendio.
- Mantener una provisión de agua, que pueda suplir la demanda cuando haya interrupción del servicio debido a accidentes de operación en las líneas de conducción.
- La ubicación de los tanques se determina tomando en consideración, que deben de estar situados a una altura tal que, proporcionen presiones adecuadas a la red de distribución.

El tipo de tanque para este proyecto, es el de tipo semienterrado, ubicado en la estación E-1, en la cota 997.00. Utilizando para este tanque los siguientes parámetros.

El volumen interno de almacenamiento, se calcula de acuerdo a la demanda real de las comunidades. Cuando no existan estudios de dichas demandas, que es el caso de este proyecto, en sistema por gravedad se adoptará de 25 a 40% del caudal medio diario. Por consiguiente el porcentaje utilizado fue de 40% por motivo de que la población actual a servir no es mayor de mil personas.

$$\text{Vol.} = Q_M * 86.40 * P$$

Donde

Vol. = volumen requerido del tanque en m³

Q_M = caudal medio diario en lts/seg.

P = porcentaje utilizado

Sustituyendo

$$\text{Vol.} = 1.205 \text{ lts/seg.} * 86.400 * 0.40$$

$$\text{Vol.} = 41.656 \text{ m}^3$$

Habiendo encontrado el volumen requerido se propone un ancho de 4.10 m, largo de 6.35 m y profundidad de 1.60 m.

Los muros y el piso del tanque de distribución serán hechos de concreto ciclópeo, compuesto de 67% de piedra bola y 33% de sabieta, proporción 1:2, con losa y vigas de concreto reforzado.

Todo el interior del tanque será impermeabilizado con sabieta proporción 1:3, para evitar así, crecimiento de organismos en las uniones de las piedras.

Se utilizará neopleno que es un material plástico especial para eliminar adherencias entre juntas de elementos de concreto, colocándose entre la parte superior de los muros y las vigas.

A continuación se detalla el cálculo del tanque de distribución:

2.5.3.1 Cálculo de los muros

Las condiciones generales para el diseño de tanques están de acuerdo a los siguientes aspectos.

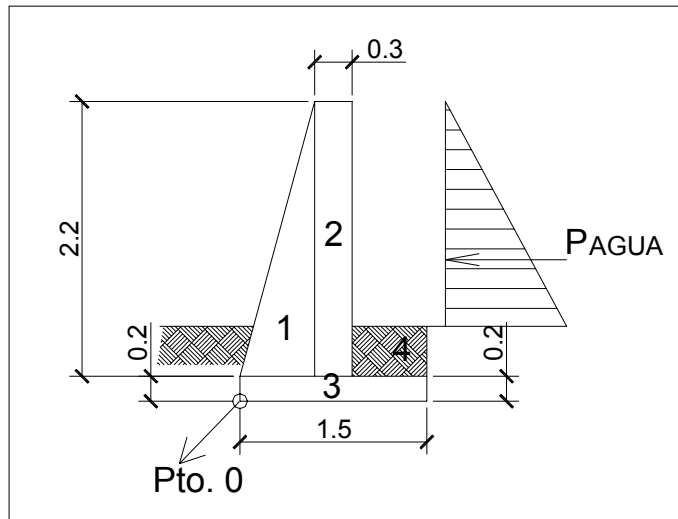
- Cuando el tanque es subterráneo el caso crítico ocurre cuando éste se encuentra vacío.
- En el caso del superficial el caso crítico ocurre cuando el mismo está lleno de agua hasta el punto de rebalse.
- En el caso de semienterrado la situación crítica estará cuando se encuentre lleno de agua hasta el punto de rebalse.

Los valores de diseño del tanque de distribución son los siguientes:

Tanque semienterrado	=	Construido con concreto ciclópeo
Ángulo de fricción interna (ϕ)	=	30°
Esfuerzo último del acero (F_y)	=	$2,810 \text{ kg / cm}^2$
Esfuerzo último del concreto (F_c)	=	280 kg / cm^2
Peso del agua (W_{agua})	=	1.0 T / m^3
Peso del concreto	=	2.4 T / m^3
Peso de concreto ciclópeo (W_{piedra})	=	2.0 T / m^3

Peso del suelo (W_s) = 1.1 T /m³
 Valor soporte del suelo (V_s) = 16.0 T /m²

Figura 1. Muro del tanque de distribución



2.5.3.1.1 Coeficiente de empuje (K_a)

$$K_a = (1 - \text{sen} \theta) / (1 + \text{sen} \theta)$$

Sustituyendo

$$K_a = (1 - \text{sen} 30^\circ) / (1 + \text{sen} 30^\circ) = \underline{\underline{1/3}}$$

2.5.3.1.2 Presión horizontal activa (P_{A0})

$$P_{A0} = P_{\text{agua}}$$

$$P_{A0} = K_a * W_{\text{agua}} * H$$

Sustituyendo

$$P_{A0} = 1/3 * 1.00 \text{ T/m}^3 * 1.60\text{m} = \underline{\underline{0.53 \text{ T/m}^2}}$$

2.5.3.1.3 Carga total activa (PA)

$$P_A = \frac{1}{2} * P_{AO} * H$$

Sustituyendo

$$P_A = \frac{1}{2} * 0.53 \text{ T/m}^2 * 1.60\text{m} = \underline{0.42 \text{ T/m}}$$

2.5.3.1.4 Momento activo (MA)

$$M_A = \text{tomado desde el punto O} = \left[\left(\frac{1}{3} * H \right) + 0.60\text{m} \right] * P_A$$

Sustituyendo

$$M_A = \left[\left(\frac{1}{3} * 1.60\text{m} \right) + 0.60\text{m} \right] * 0.42 \text{ T/m} = \underline{0.48 \text{ T}}$$

2.5.3.1.5 Momentos del muro

Momentos tomados desde el punto O, para una sección unitaria del muro.

Tabla IV. Momentos del muro de tanque de distribución.

Figura	Área (m²)	Peso (T/m²)	W (T/m)	Brazo (m)	M (T)
1	0.5*(0.60*2.20)	2.00	1.32	0.40	0.53
2	0.30*2.20	2.00	1.32	0.75	0.99
3	0.20*1.50	2.00	0.60	0.75	0.45
4	0.60*0.40	2.00	0.48	1.20	0.58
			Wt = 3.72		Mt = 2.55

2.5.3.1.6 Verificación de estabilidad contra volteo (Fsv)

$$F_{sv} = \Sigma M_t / (\Sigma M_A)$$

Sustituyendo

$$F_{sv} = 2.55 T / 0.48 T = 5.31$$

$$\underline{F_{sv} = 5.31 > 1.50 \text{ (o.k.)}}$$

2.5.3.1.7 Verificación por deslizamiento (Fsd)

$$F_{sd} = \mu * W_t / (P_A)$$

Donde $\mu = 0.40$

Sustituyendo

$$F_{sd} = [0.40 * (3.72 T/m)] / (0.42 T) = 3.54$$

$$\underline{F_{sd} = 3.54 > 1.50 \text{ (o.k.)}}$$

2.5.3.1.8 Verificación de presión máxima

Presión máxima analizada debajo de la base del muro.

La distancia A partiendo del punto O donde actúan las cargas verticales será.

$$A = \Sigma M_o / W_t$$

Sustituyendo

$$A = (2.55 T - 0.48 T) / (3.72 T/m) = 0.56m$$

$$3*A = 3 * 0.56m = 1.68m > \text{base}$$

$$\underline{1.68\text{m} > 1.50 \text{ (o.k.)}}$$

La excentricidad E viene dada por:

$$E = (\text{base} / 2) - A$$

Sustituyendo

$$E = (1.50\text{m}/2) - 0.56\text{m} = \underline{0.19\text{m}}$$

El módulo de sección por metro lineal (Sx) e:

$$S_x = 1/6 * (\text{base})^2 * L$$

Sustituyendo

$$S_x = 1/6 * (1.50\text{m})^2 = \underline{0.375\text{m}^2}$$

Las presiones en el terreno se encuentra de la siguiente manera.

$$Q = [Wt / (L * \text{Base})] \pm [(Wt * E) / S_x]$$

Sustituyendo

$$Q = [(3.72 \text{ T/m}) / 1.50\text{m}] \pm [(3.72 \text{ T/m} * 0.19\text{m}) / 0.375\text{m}^2]$$

$$Q = 2.48 \text{ T/m}^2 \pm 1.88 \text{ T/m}^2$$

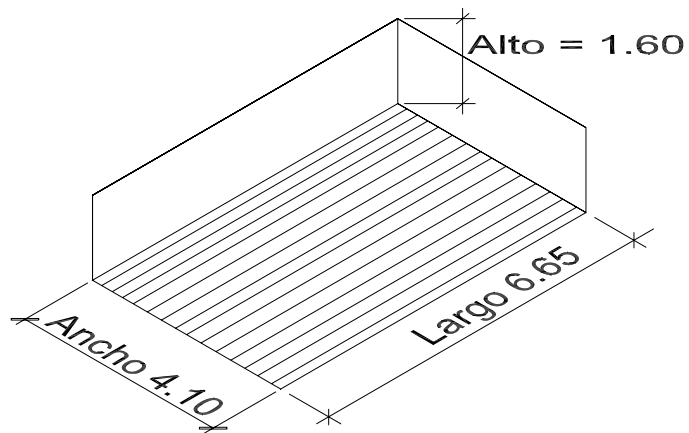
$$\underline{Q_{\text{MAX}} = 4.36 \text{ T/m}^2 < \text{no excede el valor soporte del suelo (Vs)}}$$

$$\underline{Q_{\text{MIN}} = 0.60 \text{ T/m}^2 > 0 \text{ no existen presiones negativas}}$$

2.5.3.2 Diseño de losa inferior del tanque

Se debe estimar el peso del agua por metro cuadrado y comparar con el valor de soporte del suelo para saber si es mayor o menor.

Figura 2. Dimensiones interiores del tanque de distribución.



2.5.3.2.1 Volumen interior del tanque.

$$\text{Volumen} = \text{ancho} * \text{largo} * \text{alto}$$

Sustituyendo

$$\text{Vol} = 4.10\text{m} * 6.65\text{m} * 1.60\text{m} = \underline{43.656\text{m}^3}$$

2.5.3.2.2 Peso del agua sobre la losa (PAGUA).

$$\text{PAGUA} = \text{Vol} * \text{Peso específico del agua}$$

Sustituyendo

$$\text{PAGUA} = 43.656\text{m}^3 * 1 \text{ T/ m}^3 = 43.656 \text{ T.}$$

2.5.3.2.3 Peso del agua por metro cuadrado (W_{AGUA}).

$$W_{AGUA} = P_{AGUA} / \text{Área de la losa inferior}$$

Sustituyendo

$$W_{AGUA} = 43.656 \text{ T} / (4.10\text{m} * 6.65\text{m}) = 1.60 \text{ T} / \text{m}^2 < V_s$$

Debido a que el valor soporte del suelo (V_s) es igual a 16 T/m² y es mayor que la presión producida por el peso del agua, no se requiere de refuerzo de acero.

Los detalles constructivos del muro y losa inferior, están descritos en los apéndices.

2.5.4 Red de distribución

La red de distribución o red de abastecimiento comprende todo el conjunto de conducciones y tuberías que distribuyen el agua tratada desde los depósitos hasta el grifo del consumidor. Fundamentalmente existen tres tipos de estructura de red.

- Ramificada, consiste en una conducción principal de la que derivan tuberías secundarias, de las que a su vez parten otras de tercer o cuarto orden, cada vez de menor tamaño. Semejante a las ramas de un árbol.
- Mallada, los ramales de la red anterior están unidos y el agua puede llegar a un punto determinado por varios lados.
- Circular, consiste en completar la conducción principal con otras conducciones circulares

La elección en cuanto al sistema más idóneo dependerá del trazado de la ciudad, ubicación de los depósitos, etc, aunque desde el punto de vista sanitario es preferible optar por la red mallada, ya que, al no permitir el estancamiento del agua, ocasiona menos problemas de contaminación. En muchos casos pueden coexistir varios tipos de estructura en un mismo abastecimiento.

La capacidad de las redes de distribución se calculará para el caudal de diseño. Es recomendable utilizar un diámetro mínimo de 38mm (1½”), pero atendiendo a razones de cálculo hidráulico o por economía, podrán emplearse diámetros hasta de 19mm (¾”).

En consideración a la menor altura de las edificaciones en medios naturales, las presiones tendrán los siguientes valores:

- Presión dinámica mínima 10 mca. Esto sirve para mantener un margen de seguridad en las viviendas con cotas de terreno más bajas del sistema.
- Presión dinámica máxima 40 mca. Al tener en un sistema mayor de esta cantidad es seguro que provocará daños a los accesorios de cada vivienda.
- Presión estática máxima 80 mca. Sí por razones de funcionamiento del proyecto se dieran mayores presiones dinámicas de lo previsto, se tendrá la certeza de que este margen de presión estática será lo máximo que deberán de soportar las válvulas del sistema de distribución.

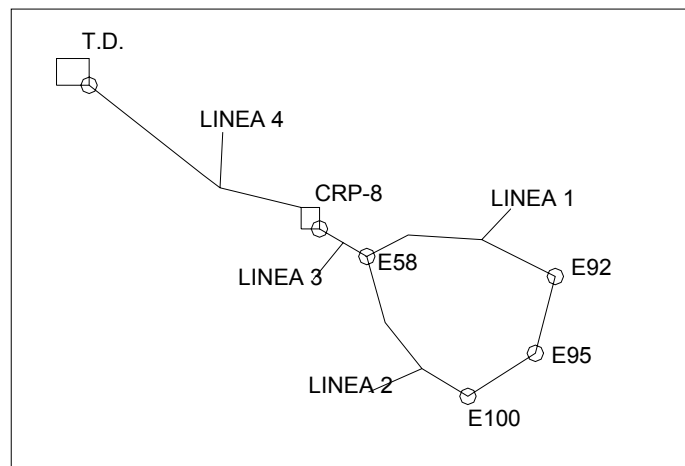
En este proyecto por motivos de ubicación de los caseríos a servir, se diseñaron 5 redes de distribución. En la siguiente tabla se especifica las características de cada una de ellas.

Tabla V. Descripción de los ramales

Clasificación	Comunidad	Tipo de red	Ubicación
ramal 1	Cuchilla Tendida I	ramificada - circular	E1 - E104
ramal 2	Cuchilla Tendida II	ramificada	E1-E97
ramal 3	El Izote	ramificada	E1-E47
ramal 4	El Sauce	ramificada	E1-E28
ramal 5	La Ceiba	ramificada	E1-87

A continuación se presenta la memoria de cálculo del ramal 1

Figura 3. Ramal 1



2.5.4.1 Cálculo del ramal 1 de distribución.

El ramal 1 abastece de agua potable al caserío Cuchilla Tendida I, con un total de 44 viviendas y se colocará una caja rompe presión (CRP-8) en la cota 948.17 para evitar que la presión dinámica en las viviendas sea mayor de 40 mca.

El Q_D será el mayor valor entre el caudal máximo horario (Q_{MH}) y el caudal instantáneo (Q_{INS}).

El cálculo de pérdida (H_F) estará dado por la siguiente ecuación.

$$H_F = \frac{1743.81141 * L * Q_D^{1.85}}{\emptyset^{4.87} * C^{1.85}}$$

Donde:

H_F = pérdida de carga en metros

C = constante del material, PVC = 140

\emptyset = diámetro interno en pulgadas, datos según tabla IV

L = longitud de diseño en metros

Q_D = caudal de diseño en litros por segundo

La carga piezométrica se encontrará con la siguiente fórmula.

$$CPI = P_i + CTI$$

$$CPF = CPI - H_F$$

Donde

P_i = presión inicial en MCA

P_f = presión final en MCA

CPI = cota piezométrica inicial en metros

CPF = cota piezométrica final en metros

CTI = cota de terreno inicial en metros

CTF = cota de terreno final en metros

Las presiones dinámicas dadas en metros columna de agua (MCA) se hallarán por medio de las siguientes ecuaciones.

$$P_i = CPI - CTI$$

$$P_f = CPF - CTF$$

2.5.4.1.1 Caudal de diseño línea 1

Línea comprendida entre las estaciones E58, E92 y E95.

$$Q_{MH} = \text{No.viv} * Q_v$$

Donde

No.viv = número de viviendas de la línea = 19

Q_v = caudal de vivienda = 0.0234 L/seg

Sustituyendo

$$Q_{MH} = 19 * 0.0234 = 0.444 \text{ L/seg}$$

$$Q_{INS} = K \sqrt{(N - 1)}$$

Donde

N = número de viviendas del ramal

K = 0.15 para menos de 55 viviendas

Sustituyendo

$$Q_{INS} = 0.15 * \sqrt{(19 - 1)} = 0.636 \text{ L/seg}$$

$$\underline{Q_{D1} = 0.636 \text{ L/seg}}$$

2.5.4.1.2 Caudal de diseño línea 2

Línea comprendida entre las estaciones E58, E100 y E95.

Datos

$$\text{No.viv} = 20$$

$$Q_v = 0.0234 \text{ L/seg}$$

$$K = 0.15$$

$$Q_{MH} = 20 * 0.0234 = 0.468 \text{ L/seg}$$

$$Q_{INS} = 0.15 * \sqrt{(20 - 1)} = 0.654 \text{ L/seg}$$

$$\underline{Q_{D2} = 0.654 \text{ L/seg}}$$

2.5.4.1.3 Caudal de diseño línea 3

Línea comprendida entre CRP-8 y E58. El caudal de la línea 3 vendrá dando por:

$$Q_{D3} = Q_{D3.1} + Q_{D1} + Q_{D2}$$

Datos

$$\text{No.viv} = 5$$

$$Q_v = 0.0234 \text{ L/seg}$$

$$K = 0.15$$

$$Q_{MH} = 5 * 0.0234 = 0.117 \text{ L/seg}$$

$$Q_{INS} = 0.15 * \sqrt{(5 - 1)} = 0.30 \text{ L/seg}$$

$$\underline{Q_{D3.1} = 0.30 \text{ L/seg}}$$

$$\underline{Q_{D3} = 0.30 + 0.654 + 0.636 = 1.59 \text{ L/seg.}}$$

2.5.4.1.4 Caudal de diseño línea 4

Tramo de tubería entre E1 y CRP-8. Su caudal está dado por la suma de los caudales de las otras líneas.

$$Q_{D4} = Q_{D3} + Q_{D1} + Q_{D2}$$

Sustituyendo

$$Q_{D4} = 0.30 + 0.654 + 0.636 = 1.59 \text{ L/seg.}$$

$$\underline{Q_{D4} = 1.59 \text{ L/seg.}}$$

2.5.4.1.5 Presiones para línea 4

Debido a que es un ramal abierto, sólo será necesario determinar el H_F para calcular las cargas piezométricas.

Datos

$$Q_{D4} = 1.59 \text{ L/seg}$$

$$L = 437.44\text{m}$$

$$\varnothing = 2.225'' \text{ (2'' 125 PSI)}$$

$$P_{I4} = 0$$

$$CTI = 996.09\text{m}$$

$$CTF = 948.17\text{m}$$

Sustituyendo en la ecuación de H_F

$$H_F = \frac{1743.81141 * 437.44 * (1.59)^{1.85}}{(2.225)^{4.87} * (140)^{1.85}} = 3.92\text{m}$$

$$\underline{H_{F4} = 3.92\text{m}}$$

$$CPI = P_i + CTI$$

Sustituyendo

$$CPI_4 = 0 + 996.09 = \underline{996.09m}$$

$$CPF = CPI - H_f$$

Sustituyendo

$$CPF_4 = 996.09 - 3.92 = \underline{992.17m}$$

$$P_f = CPF - CTF$$

Sustituyendo

$$P_{f4} = 992.17 - 948.17 = \underline{44.00m} \text{ (o.k.) llega a CRP- 8}$$

2.5.4.1.6 Presiones para línea 3

La presión inicial (P_i) en la línea 3 es cero, porque está afectada por una caja rompe presión (CRP-8).

Datos

$$Q_{D3} = 1.59 \text{ L/seg}$$

$$L = 160.11m$$

$$\varnothing = 2.225'' \text{ (2'' 125 PSI)}$$

$$P_i = 0$$

$$CTI = 948.17m$$

$$CTF = 924.00m$$

Sustituyendo datos en la ecuación de HF

$$HF_3 = \underline{1.43m}$$

Cálculo de las presiones dinámicas.

$$CPI_3 = 0 + 948.17 = \underline{948.17m}$$

$$CPF_3 = 948.17 - 22.74 = \underline{946.74m}$$

$$PF_4 = 946.74 - 924.00 = \underline{22.74m} \text{ (o.k.)}$$

10m < 22.74m < 40m, está dentro de los límites aceptables

2.5.4.1.7 Presiones para las líneas 2 y 1

Las líneas 2 y 1 forman una red circular, por lo cual existirá un punto dentro del sistema en que las dos líneas crearán la misma pérdida HF. Dicho punto se estima que será en la E95 debido a que es un lugar en donde termina la demanda de agua producida por las viviendas.

Entonces Q_{D1} y Q_{D2} son afectados por la misma pérdida que producen en el punto esperado.

Para determinar Q_{D1} y Q_{D2} es necesario plantear el siguiente análisis:

Datos

	Línea 1		Línea 2
Q _{D1} '	= 0.636 L/seg	Q _{D2} '	= 0.654 L/seg
L ₁	= 330.12m	L ₂	= 390.10m
Ø ₁	= 0.926" (3/4" 250 PSI)	Ø ₂	= 0.926" (3/4" 250 PSI)
P _i	= 22.74m	P _i	= 22.74m
CTI	= 924.00m	CTI	= 924.00m

$$CTF = 884.00m$$

$$CTF = 884.00m$$

$$\text{Ecuación 1 } Q_T = Q_{D1} + Q_{D2}$$

Donde

Q_T = Caudal total de la línea circular

Sustituyendo

$$Q_T = 0.636 \text{ L/seg} + 0.654 \text{ L/seg} = 1.29 \text{ L/seg}$$

$$\text{Ecuación 2 } H_{F1} = H_{F2}$$

$$\frac{1743.81141 * L_1 * Q_{D1}^{1.85}}{\emptyset^{4.87} * C^{1.85}} = \frac{1743.81141 * L_2 * Q_{D2}^{1.85}}{\emptyset^{4.87} * C^{1.85}}$$

De la ecuación 2, Q_{D1} que en función del Q_{D2} y los diámetros se anulan por ser iguales en magnitud.

$$\text{Ecuación 3 } Q_{D1} = [1.85 \sqrt{(L_2 / L_1)}] * Q_{D2}$$

Sustituyendo Q_{D1} en ecuación 1 y despejando el valor de Q_{D2}

$$\text{Ecuación 4 } Q_{D2} = Q_T / [1.85 \sqrt{(L_2 / L_1)}]$$

Sustituyendo

$$Q_{D2} = 1.29 / [1.85 \sqrt{(390.10 / 330.12)}] = 0.616 \text{ L/seg}$$

$$\underline{Q_{D2} = 0.616 \text{ L/seg}}$$

$$\underline{Q_{D1} = 0.674 \text{ L/seg}}$$

La pérdida H_F para los valores de Q_{D2} y Q_{D1} será de:

$$H_F = 43.22\text{m}$$

Las presiones dinámicas para Q_{D2} y Q_{D1} son:

$$\text{CPI} = 924.00 + 22.74 = \underline{946.74\text{m}}$$

$$\text{CPF} = 946.71 - 43.22 = \underline{903.52\text{m}}$$

$$\text{PF} = 903.52 - 884.00 = \underline{19.52\text{m (o.k.)}}$$

10m < 19.52m < 40m, está dentro de los límites aceptables

Figura 4. Circuito línea 1 y línea 2

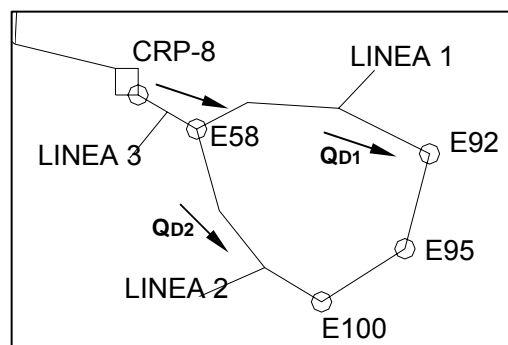


Tabla VI. Cálculo del circuito

Circuito	Tramo	Longitud metros	C	Ø pulgadas	Q Lts / seg	Hf metros	Hf/Qm	Delta	Q Lts / seg
I	línea 1	330.12	140	0.926	0.674	43.20	64.09	0.00	0.674
II	línea 2	390.10	140	0.926	-0.616	43.22	70.16	0.00	-0.616

Tabla VII. Cuadro general de cálculo hidráulico

Ramal	Tramo		Caudal lts / seg.	Longitud de tubería metros	Tipo de tubería	Ø pulgadas	Cotas de terreno en metros		Presiones metros		Presiones de servicio (MCA)	
	E	Final					Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Ramal 1	E1	CRP8	1,590	437,44	PVC 125 PSI	2	996,09	948,17	996,09	992,17	0,00	44,00
Cuchilla Tendida I	CRP8	E58	1,590	60,11	PVC 125 PSI	2	948,17	924,00	948,17	946,74	0,00	22,74
	E58	E95	0,616	390,10	PVC 250 PSI	3/4	924,00	884,00	946,74	903,52	22,74	19,52
	E58	E95	0,674	330,12	PVC 250 PSI	3/4	924,00	884,00	946,74	903,54	22,74	19,54
Ramal 2	E1	E97	0,397	258,07	PVC 160 PSI	1	996,09	961,00	996,09	992,43	0,00	31,43
Cuchilla Tendida II												
Ramal 3	E1	CRP4	0,335	127,00	PVC 160 PSI	1	996,09	969,23	996,09	996,09	0,00	26,86
El Izote	CRP4	E47	0,335	811,14	PVC 160 PSI	1	969,23	925,00	969,23	969,20	0,00	44,20
Ramal 4	E1	CRP1	0,910	24,121	PVC 160 PSI	1	996,09	936,11	996,09	980,20	0,00	44,09
El Sauce	CRP1	CRP2	0,910	138,20	PVC 160 PSI	1	936,11	886,11	936,11	927,01	0,00	40,90
	CRP2	CRP3	0,910	430,76	PVC 160 PSI	1	886,11	826,11	886,11	857,74	0,00	31,63
	CRP3	E18	0,910	156,00	PVC 160 PSI	1	826,11	794,00	826,11	815,84	0,00	21,84
	E18	E27	0,574	311,96	PVC 250 PSI	3/4	794,00	756,00	815,84	785,51	21,84	29,51
	E27	E28	0,212	50,09	PVC 250 PSI	3/4	756,00	749,00	785,51	784,74	29,51	35,74
	E27	E29	0,212	43,88	PVC 250 PSI	3/4	756,00	751,00	785,51	784,83	29,51	33,83
	E18	E21	0,335	81,56	PVC 160 PSI	1	794,00	793,00	815,84	814,99	21,84	21,99
Ramal 5	E1	CRP5	1,535	275,69	PVC 125 PSI	1 1/2	996,09	959,42	996,09	989,27	0,00	29,85
La Ceiba	CRP5	CRP6	1,535	277,61	PVC 125 PSI	1 1/2	959,42	932,75	959,42	952,55	0,00	19,80
	CRP6	CRP7	1,535	709,71	PVC 160 PSI	1 1/2	932,75	876,52	932,75	913,78	0,00	37,26
	CRP7	1495	1,535	296,39	PVC 125 PSI	1 1/2	876,52	826,00	876,52	869,18	0,00	43,18
	1495	E81	1,085	295,88	PVC 125 PSI	1 1/2	826,00	841,50	869,18	865,33	43,18	23,83
	E81	E89	0,300	66,37	PVC 160 PSI	1	841,50	852,00	865,33	864,77	23,83	12,77
	E81	14840	0,785	56,66	PVC 125 PSI	1 1/2	841,50	830,00	865,33	864,93	23,83	34,93
	14840	E87	0,450	340,55	PVC 250 PSI	3/4	830,00	812,00	864,93	843,82	34,93	31,82

2.5.5 Obras hidráulicas

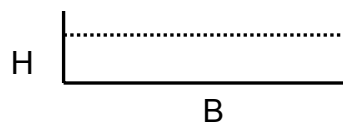
2.5.5.1 Caja distribuidora de caudales

Clasificada como obra de arte, es utilizada para dividir caudales de diferente o igual magnitud, su uso es necesario cuando no existe una sola red de distribución y a excepción de casos de diseño especiales, se ubicará entre la captación y los tanques de almacenamiento.

Aparte de dividir los caudales de la población a servir, le quita toda carga de presión dinámica y estática al sistema, volviéndola cero.

La caja distribuidora de caudales en este proyecto se encuentra localizada en la estación E-1, adjunto al tanque de distribución. Se construirá de concreto armado, teniendo 3 vertederos rectangulares, con dimensiones estimadas de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$B = Q / (1838 * H^{1.5})$$



Donde

B = ancho en metros del vertedero

Q = caudal en litros por segundo

H = altura en metros, de preferencia no mayor de 0.10 m

Utilizando el valor del caudal de diseño y una altura de 5 cm para los tres vertederos se sustituye datos en la ecuación para obtener el valor B.

Tabla VIII. Dimensiones de los vertederos

Nomenclatura	Comunidad	QD (lts/seg.)	H metros	B metros
V1	El Izote Cuchilla Tendida II El Sauce	1.642	0.04	0.11
V2	Cuchilla Tendida I	1.590	0.04	0.11
V3	La Ceiba	1.535	0.04	0.10

2.5.5.2 Caja rompe presión

Su función principal es la de disipar las presiones de agua dentro de una tubería, para poder evitar así el rompimiento de la misma.

Pueden ser de concreto y mampostería, con dimensiones mínimas para capacidad de 1 m³.

En redes de distribución las cajas rompe presión deben contar con una válvula de flote, esto es con el fin de evitar desperdicio y no provocar molestias a causa del posible rebalse en las viviendas cercanas a la caja rompe presión. Además se instalan válvulas de globo con el fin de regular y evitar el exceso de caudal.

Cuando se utiliza una caja rompe presión para diseño de un proyecto de agua, se debe de estimar la ubicación exacta para que pueda cumplir con su función y no afecté en forma negativa al desarrollo del sistema. Por tal motivo es indispensable contar con los siguientes criterios.

En redes de distribución se pueden colocar hasta 60 mca de presión estática y 40 mca de presión dinámica. Pero por condiciones de diseño se pueden ubicar hasta 90 mca, siempre que las presiones de trabajo en las conexiones no estén fuera de los máximos y mínimos que son requeridos, y además se deberá contemplar que las válvulas de la caja soporten el esfuerzo al cual estarán sometidas.

En líneas de conducción se deberán localizar hasta 90 mca de presión estática. Considerando que las válvulas de la caja rompe presión sean aptas para soportar las presiones de trabajo que estarán actuando en ellas.

En total son 8 cajas rompe presión (CRP) las que son requeridas en el diseño, teniendo las siguientes ubicaciones:

Tabla IX .Ubicación de cajas rompe presión (CRP)

Clasificación	Ramal	Estación
CRP-1	El Sauce	0+230.73
CRP-2	El Sauce	0+357.79
CRP-3	El Sauce	0+782.67
CRP-4	El Izote	0+123.25
CRP-5	La Ceiba	0+272.39
CRP-6	La Ceiba	0+548.28
CRP-7	La Ceiba	1+223.94
CRP-8	Cuchilla Tendida I	0+433.79

2.5.5.3 Pasos de zanjón

En el diseño de este proyecto serán necesarias este tipo de obras para poder sortear riachuelos que no permiten un paso enterrado por debajo del nivel de su cauce, esto es principalmente debido a la profundidad que poseen. Estos pasos de tubería tendrán un largo total de 15 a 10 metros, contando con bases de concreto en los apoyos y la tubería de conducción a utilizar será de hierro galvanizado de diámetros comprendidos entre 1½" y ¾".

En total se elaborarán 3 pasos de zanjón de largo 10 metros entre las estaciones E68 - E69, E78 - E79, E82-E83 y pasos de zanjón de largo 15 metros entre las estaciones E66-E67, E67-E68 y E74-E75. Todas localizadas en el ramal 5 correspondiente a la comunidad La Ceiba.

2.5.5.4 Conexiones domiciliarias

El tipo de conexión a utilizar será la del tipo predial, siendo ésta la mejor forma para poder abastecer directamente de agua potable al área rural.

En total serán instaladas 103 conexiones domiciliarias, cada instalación contará con tubería de acometida PVC de Ø ¾", con chorro del mismo diámetro y contador de flujo de agua.

El costo de los contadores fue estimado como parte del presupuesto, pero se considera que por motivos económicos, es muy probable que no se coloquen hasta un cierto tiempo después de que esté funcionando el proyecto.

2.5.5.5 Válvulas empleadas en el sistema

Las válvulas dentro de un sistema de acueducto, sirven para abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar el flujo de agua.

2.5.5.5.1 Válvula de compuerta

La válvula de compuerta es de vueltas múltiples, en la cual se cierra el orificio con un disco vertical de cara plana, que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento. Se aplica para una apertura total o cierre total del agua, no es utilizada para regular el caudal de agua y no debe de ser usada frecuentemente. Se localizarán en las estaciones E18, E27, E58, E74, E81, E82 y E96.

2.5.5.5.2 Válvula de globo

Una válvula de globo es de vueltas múltiples, en la cual el cierre se logra por medio de un disco o tapón que cierra o corta el paso del fluido en un asiento que suele estar paralelo con la circulación en la tubería. Es utilizada para regular el caudal de agua y además puede ser usada frecuentemente. Se ubicarán válvulas de globo en el ingreso de las cajas rompe presión y del clorinador 3015 en la estación E1.

2.5.5.5.3 Válvula de paso

Controla la circulación por medio de un macho cilíndrico o cónico que tiene un agujero en el centro, que se puede mover de la posición abierta a la cerrada mediante un giro de 90°. Se coloca en las conexiones domiciliarias para cortar o abrir el movimiento del agua.

2.5.5.5.4 Válvula de bola

Consiste en una bola taladrada que gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola a 90°. Permite una apertura rápida con uso constante y sólo trabaja para una conducción abierta o cerrada. Es parte también de la instalación del clorinador 3015 en la E1.

2.5.5.5.5 Válvula de aire

Son válvulas cuya función es permitir el escape del aire, que se acumula en las partes altas de las tuberías. Existen diferentes tipos de estas válvulas, pero las utilizadas para sistemas de agua potable deben ser de inclusión y expulsión, estarán localizadas en E66, E68, E69 y E85.

2.5.5.5.6 Válvulas de limpieza

La válvula de limpieza es una instalación especial que sirve para extraer los sedimentos, que se pudieran depositar en las partes bajas de la tubería, cuenta con una válvula de compuerta que está conectada a un tubo de expulsión de diámetro mínimo de 2". En este proyecto se ubicarán en el punto más bajo entre las estaciones E63 - E64, E68 - E69, E78 - E79, E82-E83, E66-E67, E67-E68 y E74-E75.

2.6 Desinfección

Es el último de los tratamientos que se aplica al agua antes de la salida de la planta, camino de los puntos de consumo. Aun suponiendo que el agua tuviese una calidad fisicoquímica y microbiológica aceptable, es necesario adicionarle una determinada cantidad de desinfectante que garantice la potabilidad del agua durante su almacenamiento y distribución. Por tanto, la desinfección de las aguas de abastecimiento se realiza para:

- Destruir los gérmenes presentes en el agua procedentes de la captación.
- Destruir los gérmenes que pueden acceder al agua durante el recorrido por las conducciones.
- Asegurar el control microbiano del agua desde que ingresa hasta que sale de la red de distribución.

La desinfección de las aguas puede realizarse por medio de calor, ultrasonidos, radiaciones ultravioletas, o por desinfectantes químicos. El producto químico más usado para la desinfección del agua es el cloro en sus distintas formas: cloro gas, hipoclorito sódico e hipoclorito de calcio.

El cloro gas se inyecta a través de un reductor a presión normal, en el que el cloro es mezclado con un determinado volumen de agua por unidad de tiempo, es utilizado cuando el caudal a tratar es bastante grande y necesita de personal capacitado, además de instalaciones especiales, esto se debe a que es peligroso para las personas porque irrita los ojos y las mucosas y puede producir asfixia. Sin embargo, una vez mezclado con el agua, no presenta peligro para la salud.

El hipoclorito sódico (cloro líquido) es un sistema para caudales pequeños como el de las áreas rurales, pudiendo ser elaborado en el lugar por los habitantes, tiene muy pocos gastos de operación, pero necesita de una inversión inicial bastante grande. Su uso es necesario cuando de acuerdo al examen físico del agua, se afirmó que tiene mucho porcentaje de calcio, evitando de esta forma el implementar los hipocloritos de calcio.

El hipoclorito de calcio sirve para tratar pequeños caudales, se utilizan equipos que funcionan por medio de la erosión de tabletas o que suministran directamente el hipoclorito de calcio sólido en forma de píldoras. Este sistema ha encontrado un lugar importante en la desinfección de abastecimientos de agua para comunidades rurales.

Los equipos son fáciles de manipular y mantener, además de ser baratos y duraderos. Las tabletas son más seguras que las soluciones de hipoclorito y el cloro gaseoso y son más fáciles de manejar y de almacenar.

Los dosificadores de erosión disuelven gradualmente las tabletas de hipoclorito a una tasa predeterminada mientras fluye una corriente de agua alrededor de ellas. Este mecanismo proporciona la dosificación necesaria de cloro para desinfectar el agua. A medida que las tabletas se van diluyendo, se reemplazan con otras nuevas que caen por gravedad en la cámara.

Para este proyecto se utilizará el método de hipoclorito de calcio, específicamente el clorinador modelo 3015.

2.6.1 Clorinador modelo 3015

Este sistema trabaja conforme al flujo de solución de cloro (Sc). Dicho flujo se establece por medio de los siguientes procedimientos.

Sé calcula el flujo de cloro.

$$F_c = Q * D_c * 0.6$$

Donde

F_c = flujo de cloro gr/ hora

Q = caudal de conducción litros/min

D_c = demanda de cloro, en mg/litro.

A pesar que el agua es clara, tiene mucha cantidad de bacterias, por tanto la demanda de cloro se establece en 1 mg/litro. Este dato sé determinó de acuerdo al examen bacteriológico practicado y a la recomendación por parte del laboratorio de química y microbiología sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Sustituyendo datos para obtener el F_c .

$$Q = 1.446 \text{ litros/seg} = 86.76 \text{ litros/min}$$

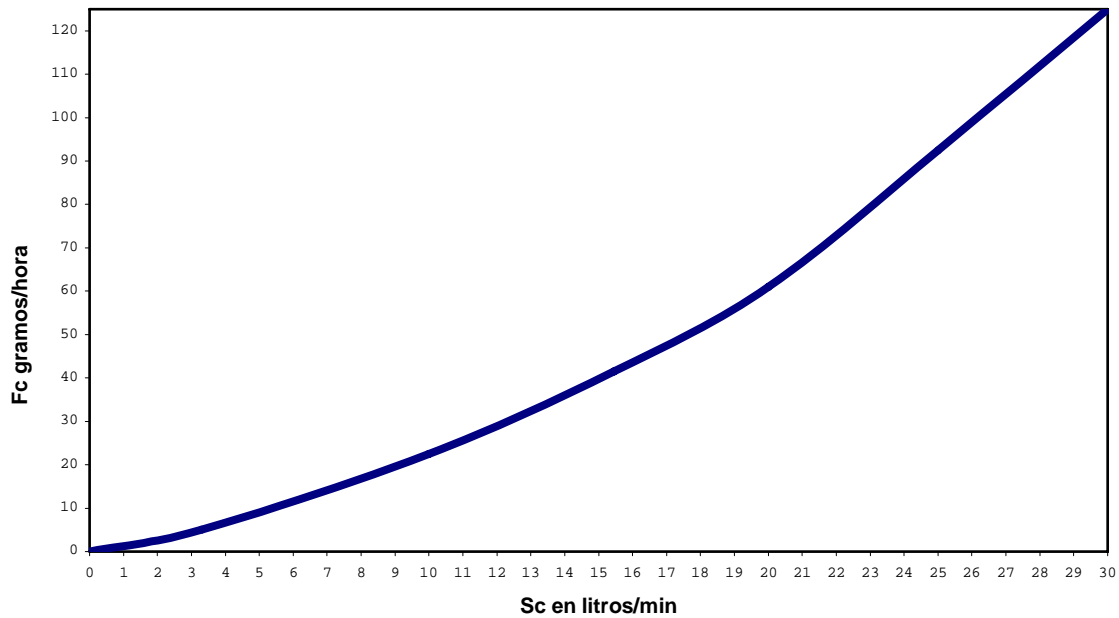
$$F_c = 86.76 \text{ litros/min} * 1 \text{ mg/litro} * 0.6 = 52.056 \text{ gr / hora}$$

$$F_c = 52.056 \text{ gr / hora}$$

Conforme a la grafica del clorinador 3015, se halla el valor de Sc correspondiente al F_c encontrado.

Habiendo determinado que el flujo de cloro es de 52.06 gr/hora y conociendo que cada pastilla de calcio de 3" de diámetro tiene una masa de 300 gramos, se concluye que 1 tableta durará un máximo de 6 horas.

Figura 5. Gráfica de flujo de cloro, clorinador modelo 3015.



El valor de Sc = 18 litros/min

Habiendo calculado Sc, se procede a estimar el tiempo (T) necesario para llenar un recipiente de un litro, con la siguiente fórmula:

$$T = 60/Sc$$

Donde

T = tiempo en segundos

Sc = flujo de solución de cloro

Sustituyendo

$$T = 60 / 18 \text{ litros/min} = 3.33 \text{ segundos}$$

Por tanto en la practica se debe de colocar un recipiente de un litro en la salida del clorinador y regular el flujo a manera de que se llené en un tiempo de 3.33 segundos. Para regular el flujo de cloro será necesario instalar una válvula de globo en el ingreso del clorinador.

Como parte importante de la desinfección, es el hecho de controlar el cloro residual despues de 30 minutos y comprobar que esté entre 0.20 a 0.50 mg/litro en el punto más lejano de la red. La medición de cloro residual se logra mediante un comparimetro.

2.7 Mantenimiento del proyecto

2.7.1 Tanque de almacenamiento

La limpieza interior de las paredes y piso del tanque se realizará dos veces por año, efectuándose con una solución compuesta por un bote de cinco galones de agua limpia y un vaso de cloro líquido. La limpieza nunca debe realizarse utilizando jabón en polvo. Utilizar como herramientas de aseo un cepillo metálico, escobas, botas y guantes de hule.

Es recomendable al limpiar el tanque cerrar las válvulas de compuerta en la entrada como en la salida del tanque y abrir el desagüe para vaciar el tanque. Abrir la escotilla, entrar al tanque y limpiar con el cepillo las paredes, fondo y esquinas del tanque, limpiando luego con agua limpia proveniente de la conducción. Abrir la válvula de entrada al tanque para poner a funcionar el sistema otra vez.

Se deben recubrir con pintura anticorrosiva los escalones de entrada al tanque para evitar la corrosión de los mismos y contaminación del agua.

2.7.2 Red de distribución

- Observar si hay fugas, deslizamientos o hundimientos de la tierra que puedan afectar la línea. Cualquier área húmeda sobre la conducción o distribución debe ser explorada por posible rotura del tubo.
- Limpiar de polvo las cajas de válvulas de compuerta, y revisar si éstas están funcionando bien, haciéndolas girar lentamente, éstas deben abrir y cerrar fácilmente, en caso contrario se deberá colocar aceite en los vástagos, cambiar empaques o en último caso cambiar toda la válvula. Las válvulas de aire son automáticas, sin embargo, se debe revisar que funcionen correctamente.
- Pintar con pintura anticorrosiva las válvulas y accesorios que están vistos en la conducción y en la distribución. Todo lo anterior se debe revisar y reparar según sea el caso.

2.7.3 Mantenimiento correctivo

Cuando se necesite cambiar un tramo de tubería por problemas de fugas o destrucción del tubo, o si se quiere colocar un accesorio, se deben seguir los siguientes pasos y en el mismo orden.

- Cerrar la válvula de control o compuerta más próxima al lugar de trabajo, con el fin de trabajar sin molestias del agua.

- Excavar una longitud de zanja necesaria para trabajar con un ancho mínimo de 0.40 m y una profundidad adecuada.
- Cortar el tramo de tubería PVC que produce problemas con sierra de metal, tratando de que el corte sea lo más recto posible, quitando la rebaba con lija.
- Revisar la tubería o accesorios que se van a ensamblar para verificar que no estén tapados, perforados o quebrados. Cortar un pedazo de tubo de longitud deseada, a escuadra, eliminando las rebabas externas e internas.
- Limpiar con un trapo limpio o con lija el polvo o cualquier suciedad que tenga el tubo o accesorio. Verificar que el pegamento que se va a usar sea especial para PVC.
- Untar el pegamento sobre el extremo del tubo y en el accesorio o niple con campana, girando $\frac{1}{4}$ de vuelta se ajusta en la posición deseada y se sostiene durante 30 segundos, limpiando el exceso de pegamento.
- Abrir la válvula de control o compuerta más próxima al lugar de trabajo y verificar si se trabajó correctamente.
- Rellenar la zanja terminados los trabajos, echando primero la tierra más fina, hasta cubrir 20 cm por encima del tubo y compactar. Luego se continúa agregando capas de 20 cm, compactando hasta cubrir totalmente la zanja.

2.7.4 Costos de operación y mantenimiento

2.7.4.1 Gastos de operación

Se tiene contemplado la contratación de un fontanero, quien tendrá a su cargo la operación del servicio de agua, manteniendo una constante supervisión a los accesorios de este sistema para mantenerlo operando eficientemente y a la vez deberá supervisar el correcto funcionamiento del sistema de cloración. Estos costos de operación se detallan en la tabla de resumen de gastos.

2.7.4.2 Gastos de mantenimiento

Se tiene contemplado para los gastos de mantenimiento la compra de accesorios como tubos, pegamento, codos, llaves, uniones, etc., durante el proceso de operación del proyecto. Estos gastos se detallan en la tabla de resumen de gastos.

2.7.4.3 Gastos de desinfección

Para poder mantener el sistema de desinfección funcionando es necesario tener una dotación constante de pastillas de tricloro (hipoclorito de calcio) de 300 mg, Además se determinó que en un mes serán necesarias 120 tabletas para cumplir la demanda de cloro requerida. Estos gastos de cloración se detallan en la tabla de resumen de gastos.

Tabla X. Resumen de gastos de operación y mantenimiento

Actividad	cantidad	unidad	precio/u.	costo
fontanero	1	mes	Q 1,400.00	Q 1,000.00
materiales de servicio	1	global	Q 400.00	Q 400.00
pastilla de Ø3" 300mg	120	unidad	Q 13.00	Q 1,560.00
total de gasto mantenimiento mensual				Q 2,960.00

2.7.5 Propuesta de tarifa

Se establece una cuota de Q20.00 por vivienda que servirá para pagar los gastos de fontanero y materiales de servicio, teniendo la municipalidad de Gualán un acuerdo con la comunidad de dar Q15.00 por vivienda, destinado específicamente a la desinfección del agua.

2.8 Impacto ambiental del proyecto

La evaluación de impacto ambiental, conocida también por sus siglas como EIA, es una forma estructurada de obtener y evaluar información ambiental antes de su uso en la toma de decisiones como parte del proceso de desarrollo.

Esta información consiste básicamente de predicciones de cómo se espera que el ambiente cambie si ciertas alternativas de acción se implementan y de consejos para saber cuáles son las opciones más favorables que no provoquen cambios ambientales. El EIA es entonces un instrumento de acción con insumos técnicos, no es una ayuda técnica a la cual se agregan aspectos administrativos.

2.8.1 Influencia del proyecto

No será necesaria ningún tipo de fuente energética que suministre energía, ya que el agua se conducirá a través de la fuerza de gravedad.

Se utilizará el agua del río Quebrada de Guaranja, de la aldea Cari, municipio de La Unión, departamento de Zacapa, que brindará el líquido necesario para la ejecución del proyecto.

El suelo removido durante el zanjeo, se aprovechará para cubrir la tubería.

Los materiales a emplear serán cal, cemento, tubería PVC (policloruro vinílico), hierro, arena, pedrín, cemento solvente, agua, piedra bola, y madera. No se empleará ningún tipo de material tóxico o perjudicial para el ambiente.

2.8.2 Control ambiental

Durante el proceso de construcción será generado suelo suelto y polvo, el cual será remojado para minimizar dicho impacto. Tanto en la etapa de construcción como en la de operación, no se generará ningún tipo de emisión de gases, ni humo a la atmósfera. En la construcción de las diferentes obras que requieran concreto, se tendrá que llevar un control adecuado y ordenado de todos los sobrantes de desechos sólidos no biodegradables, ni orgánicos, como bolsas vacías de cemento y sobrantes de otros materiales como lo son tubos, clavos, envases plásticos etc., los que serán llevados hacia otro lugar donde se podrán arrojar a la basura o reutilizarlos si se pudiera.

En cuanto a la contaminación auditiva los únicos ruidos que se pudieran generar son los hechos por los trabajadores en el momento de realizar el zanjeo, colocación de tubería, colocación de accesorios o fundición de alguna obra de concreto; Estos niveles de ruido y vibración se encuentran por debajo de los 80 decibeles, con lo cual se determina que no representará ningún impacto al ambiente.

La contaminación visual se generará por la acumulación del material suelto, el cual al rellenar las zanjas se reutilizará y el resto se recogerá y depositará en un lugar adecuado, con lo cual dicha contaminación desaparecerá. Los desperdicios de material generarán contaminación visual la cual será eliminada antes de la entrega del proyecto.

Debido a la instalación de la tubería será necesario cortar la vegetación existente que tenga el mismo recorrido que la tubería, pero debido a que la zona es muy árida no provocará tala de árboles ni la destrucción de flora o fauna.

2.8.3 Plan de mitigación

Previo a realizar excavaciones se humedecerá el suelo para evitar que se genere polvo. Al estar excavados los primeros metros y colocada la tubería, se procederá a rellenar las zanjas lo antes posible para evitar accidentes y contaminación visual. Inmediatamente después de rellenada la zanja se tendrá que retirar del área de trabajo el material sobrante del proyecto ejecutado. Dotar al personal encargado de la construcción, del equipo adecuado como cascos, botas, guantes, etc. para evitar accidentes. Se procederá a reforestar las áreas que por razones de uso de maquinaria, almacenamiento de materiales y excavación se hubieran deforestado.

2.9 Estudio socioeconómico

2.9.1 Valor presente neto (VP)

Al investigar diferentes situaciones económicas se observa que el tiempo es un factor continuo indispensable. Las escalas de tiempo son frecuentemente necesarias para visualizar el flujo previsto de efectivo resultante de una inversión propuesta. Así las cantidades que se indiquen sobre la escala de tiempo se consideran como desembolsos o ingresos. Es decir, que el valor del dinero cambia conforme el tiempo, debido a diferentes factores tales como inflación, mercado, etc.

El razonamiento del valor presente para este proyecto, servirá para tener una idea clara de la cantidad aproximada de ingresos que serían requeridos para poder obtener una recuperación del capital invertido en la ejecución y mantenimiento anual del proyecto al final de su vida útil.

Modelo matemático

$$VP = - IC - CO*(P/A , i , n) + IG(P/A , i , n)$$

Datos

VP: valor presente

Proyecto: red de distribución aldea Cuchilla Tendida

Inversión inicial (IC): Q741,588.26

Costo anual de operación y mantenimiento (CO): Q35,520.00

Cuota fija anual de ingresos (IG): Q43,260.00

Vida útil del proyecto (n): 20 años

Interés (i): 12%, dato asumido de acuerdo a la tasa bancaria actual.

Desarrollo

$$VP = -741,588.26 - 35,520 (P/A, 12\%, 20) + 43,260(P/A, 12\%, 20)$$

$$VP = -741,588.26 - 265,314.64 + 323,128.13$$

$$VP = - 683,774.77$$

El valor presente es negativo ya que la inversión inicial es muy alta y el ingreso anual es muy bajo. La siguiente tabla representa los valores anuales de ingresos y costos de operación para una inversión inicial de Q741,588.26 y un tasa de interés del 12%.

Tabla XI. Cálculo anual del VPN

n	- P/A	+ P/A	VPN
1	-31714.29	38625.00	-734677.55
2	-60030.61	73111.61	-728507.27
3	-85313.05	103903.22	-722998.09
4	-107886.65	131395.73	-718079.18
5	-128041.65	155942.62	-713687.29
6	-146037.19	177859.48	-709765.97
7	-162104.63	197428.11	-706264.78
8	-176450.56	214900.10	-703138.73
9	-189259.43	230500.09	-700347.61
10	-200695.92	244428.65	-697855.53
11	-210907.07	256864.86	-695630.47
12	-220024.17	267968.63	-693643.80
13	-228164.44	277882.70	-691870.00
14	-235432.54	286734.56	-690286.24
15	-241921.91	294638.00	-688872.17
16	-247715.99	301694.64	-687609.61
17	-252889.28	307995.22	-686482.32
18	-257508.28	313620.73	-685475.81
19	-261632.39	318643.51	-684577.15
20	-265314.64	323128.13	-683774.77

2.9.2 Tasa interna de retorno (TIR)

La TIR se define como una cifra que indica el porcentaje de ganancia relativo al capital invertido y es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, de tal modo que los costos sean equivalentes a los ingresos.

Para que en éste proyecto el valor presente neto sea cero y poder determinar la tasa interna de retorno se tendría que estimar una vida útil de 80 años según los ingresos fijos que se van a dar. En el análisis siguiente se muestra que aunque la tasa interna fuera 0% no se recuperaría el costo del proyecto.

Donde

Inversión inicial (IC) = 741,588.26

Valor de retorno (VR) = 0%

Gastos de operación y mantenimiento anual (D) = Q35,520.00

Ingresos Anuales = Q43,260.00

Años de vida útil = 20

Para una tasa del 5%

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -741,588.26 - 35,520.00(P/F, 5\%, 1) - 35,520.00(P/F, 5\%, 2) - \\ &\dots\dots\dots - 35,520.00(P/F, 5\%, 20) + 43,260.00(P/F, 5\%, 1) + 43,260.00 \\ &(P/F, 5\%, 1) + \dots\dots\dots 43,260.00 (P/F, 5\%, 20) \end{aligned}$$

$$\text{VPN} = -741,588.26 - 150,224.49 + 182,959.22$$

$$\text{VPN} = -708,853.53$$

Para una tasa del 25%

$$VPN = -741,588.26 - 262055.04 + 319158.25$$

$$VPN = -684,485.05$$

Con este valor se demuestra que aún teniendo una tasa de 25% el costo del proyecto no se recupera. El cálculo para los 20 años de la vida útil del proyecto se presenta en la siguiente tabla, utilizando una tasa de 25% y una inversión inicial de Q741,588.26

Tabla XII. Cálculo anual para la TIR

n	F/P	- P/F	+ P/F	VPN
1	1.2500	-44400.00	54075.00	-731913.26
2	0.6944	-24666.67	30041.67	-736213.26
3	0.5123	-18196.72	22161.89	-737623.10
4	0.4234	-15040.65	18318.09	-738310.82
5	0.3718	-13208.00	16086.09	-738710.17
6	0.3388	-12034.87	14657.33	-738965.80
7	0.3163	-11236.46	13684.94	-739139.78
8	0.3004	-10670.15	12995.24	-739263.18
9	0.2888	-10256.62	12491.59	-739353.29
10	0.2801	-9948.18	12115.94	-739420.50
11	0.2735	-9714.47	11831.30	-739471.43
12	0.2684	-9535.26	11613.04	-739510.48
13	0.2645	-9396.58	11444.15	-739540.69
14	0.2615	-9288.51	11312.53	-739564.24
15	0.2591	-9203.83	11209.40	-739582.70
16	0.2572	-9137.19	11128.23	-739597.22
17	0.2558	-9084.57	11064.14	-739608.68
18	0.2546	-9042.90	11013.40	-739617.76
19	0.2537	-9009.85	10973.14	-739624.97
20	0.2529	-8983.57	10941.14	-739630.69

Como se describió anteriormente este proyecto es de carácter social, con lo cual no se estima ganancia de capital alguno por el desembolso del costo del proyecto.

3. VULNERABILIDAD Y RIESGO

3.1 Parte teórica

Todo proyecto de construcción, no importando el tipo, se encuentra propenso a sufrir alguna clase de daño, vulnerabilidad o riesgo, ya sea por fenómenos naturales, o simplemente por no prever un plan de contingencia.

Las amenazas naturales se clasifican de acuerdo a su origen y las más comunes en Guatemala son: sismos, huracanes, inundaciones, deslizamientos, erupciones volcánicas y sequías.

La región que comprende la aldea Cuchilla Tendida no se halla afectada por la falla del Motagua y además por ser una zona montañosa y alejada de la costa, no presenta mayores riesgos naturales, a excepción de una sequía a gran escala.

La sequía se define como la reducción del agua o humedad disponible, lo que conlleva a la reducción del caudal normal de las fuentes, o la desaparición por completo de las mismas. Para poder prevenir y mitigar un evento de esta naturaleza, con el grado elevado que tiene, es necesario un estudio completo y detallado de reforestación en todo el sector.

3.2 Aplicación

La aplicación se basa en el ejercicio de un plan de mantenimiento, y tiene la finalidad de prever daños en la red. Este consiste en un conjunto de inspecciones debidamente planificadas, las cuales deben ejecutarse constantemente para prevenir daños en el funcionamiento del sistema, mientras que el mantenimiento correctivo consiste en la pronta reparación de cualquier desperfecto originado en la red; y para poder hacerlo de una forma eficiente, es necesario contar y disponer en cualquier momento de personal capacitado.

De tal manera que para poder ofrecer un servicio de mantenimiento constante, es necesario contar con recursos económicos, que aseguren un servicio de fontanería capaz de brindar un mantenimiento preventivo y correctivo.

PRESUPUESTO

Tabla XIII. Presupuesto de red de distribución

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN						
MATERIALES						
No.	Reglón / Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Costo	Sub-total
	Detalle: Tubería	6420	ml			Q 49,933.50
1	tubo pvc Ø3/4" 250 psi	1490	ml	Q 5.05	Q 7,524.50	
2	tubo pvc Ø1" 160 psi	2340	ml	Q 6.20	Q14,508.00	
3	tubo pvc Ø1.5" 125 psi	1240	ml	Q 9.10	Q11,284.00	
4	tubo pvc Ø1.5" 160 psi	730	ml	Q 11.00	Q 8,030.00	
5	tubo pvc Ø2" 125 psi	620	ml	Q 13.85	Q 8,587.00	
	Detalle: Accesorios	global				Q 4,036.65
6	codo 45° Ø3/4"	30	u.	Q 4.95	Q 148.50	
7	codo 45° Ø1"	70	u.	Q 6.30	Q 441.00	
8	codo 45° Ø1.5"	60	u.	Q 10.55	Q 633.00	
9	codo 45° Ø2"	15	u.	Q 13.40	Q 201.00	
10	codo 90° Ø3/4"	12	u.	Q 2.50	Q 30.00	
11	codo 90° Ø1"	15	u.	Q 5.25	Q 78.75	
12	codo 90° Ø1.5"	10	u.	Q 7.45	Q 74.50	
13	codo 90° Ø2"	10	u.	Q 11.50	Q 115.00	
14	tee Ø3/4"	3	u.	Q 2.60	Q 7.80	
15	tee Ø1"	3	u.	Q 5.05	Q 15.15	
16	tee Ø1.5"	5	u.	Q 9.75	Q 48.75	
17	tee Ø2"	5	u.	Q 13.10	Q 65.50	
18	reducidor 1" a 3/4"	1	u.	Q 2.95	Q 2.95	
19	reducidor 1.5" a 3/4"	1	u.	Q 5.05	Q 5.05	
20	reducidor 1.5" a 1"	1	u.	Q 5.05	Q 5.05	
21	reducidor 2" a 3/4"	2	u.	Q 8.55	Q 17.10	
22	tapón hembra Ø3/4"	3	u.	Q 1.85	Q 5.55	
23	tapón hembra Ø1"	4	u.	Q 3.00	Q 12.00	
24	cemento solvente	6	galon	Q355.00	Q 2,130.00	
Costo total de materiales						Q 53,970.15
MANO DE OBRA						
25	limpieza	1700	ml	Q 1.00	Q 1,700.00	
26	chapeo y destronque	4720	ml	Q 1.20	Q 5,664.00	
27	trazo	6420	ml	Q 1.00	Q 6,420.00	
28	excavación	6420	ml	Q 15.00	Q96,300.00	
29	relleno	6420	ml	Q 6.00	Q38,520.00	
30	instalación de tubería	6420	ml	Q 0.70	Q 4,494.00	
31	instalación accesorios	250	u.	Q 2.00	Q 500.00	
Costo total de mano de obra						Q 153,598.00
TOTAL DE ACTIVIDAD						Q 207,568.15

Tabla XIV. Presupuesto de conexiones domiciliarias.

CONEXIONES DOMICILIARES						
MATERIALES						
No.	Reglón / Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Costo	Sub-total
	Detalle: Conexiones domiciliarias	103	conex			
1	tubo pvc Ø3/4" 250 psi	3090	ml	Q 5.05	Q15,604.50	
2	reducidor 1" a 3/4"	25	u.	Q 2.95	Q 73.75	
3	reducidor 1.5" a 3/4"	16	u.	Q 5.05	Q 80.80	
4	reducidor 2" a 3/4"	5	u.	Q 8.55	Q 42.75	
5	tee Ø3/4"	57	u.	Q 2.60	Q 148.20	
6	tee Ø1"	25	u.	Q 5.05	Q 126.25	
7	tee Ø1.5"	16	u.	Q 9.75	Q 156.00	
8	tee Ø2"	5	u.	Q 13.10	Q 65.50	
9	adaptador macho pvc Ø3/4"	412	u.	Q 1.95	Q 803.40	
10	llave de paso de bronce Ø3/4"	103	u.	Q 33.50	Q 3,450.50	
11	codo pvc 90° Ø3/4" con rosca	103	u.	Q 6.15	Q 633.45	
12	niple hg 1.50ml Ø3/4"	103	u.	Q 45.00	Q 4,635.00	
13	codo hg 90° Ø3/4"	103	u.	Q 3.25	Q 334.75	
14	niple hg 0.15ml Ø3/4"	103	u.	Q 11.75	Q 1,210.25	
15	reducidor campana hg 3/4" a 1/2"	103	u.	Q 2.75	Q 283.25	
16	válvula de chorro Ø1/2"	103	u.	Q 20.00	Q 2,060.00	
17	tubo pvc Ø3" 80psi	103	ml	Q 19.45	Q 2,003.35	
18	válvula de compuerta Ø3/4" bronce	103	u.	Q 36.00	Q 3,708.00	
19	niple conector para contador pvc Ø3/4"	206	u	Q 2.00	Q 412.00	
20	contador Ø3/4" bronce	103	u.	Q320.00	Q32,960.00	
21	adaptador hembra pvc Ø3/4"	206	u.	Q 2.50	Q 515.00	
22	cemento	134.00	saco	Q 38.50	Q 5,159.00	
23	arena	8.25	m3	Q 65.00	Q 536.25	
24	pedrín	12.35	m3	Q125.00	Q 1,543.75	
25	madera	40	p-t	Q 5.00	Q 200.00	
26	hierro Ø3/8' grado 40	65	varilla	Q 23.00	Q 1,495.00	
27	hierro Ø1/4' grado 40	30	varilla	Q 9.60	Q 288.00	
28	alambre de amarre	30	lb	Q 5.00	Q 150.00	
29	clavo	10	lb	Q 5.00	Q 50.00	
Costo total de materiales					Q 78,728.70	
MANO DE OBRA						
30	excavación	3090	ml	Q 15.00	Q46,350.00	
31	relleno	3090	ml	Q 5.00	Q15,450.00	
32	instalación de accesorios y válvulas	103	u.	Q 8.00	Q 824.00	
33	elaboración de caja contador	103	u.	Q 60.00	Q 6,180.00	
Costo total de mano de obra					Q 68,804.00	
TOTAL DE ACTIVIDAD					Q 147,532.70	

Tabla XV. Presupuesto de pasos de zanjón.

PASOS DE ZANJÓN						
MATERIALES						
No.	Renglón / Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Costo	Sub-total
	Detalle: tubería Hg y accesorios	6	u			Q 19,919.40
1	tubo hg Ø3"	9	u	Q514.00	Q 4,626.00	
2	tubo hg Ø2"	12	u	Q289.00	Q 3,468.00	
3	tubo hg Ø1.5"	13	u	Q200.00	Q 2,600.00	
4	tubo hg Ø3/4"	2	u	Q 96.00	Q 192.00	
5	tee hg Ø3"	56	u	Q 75.00	Q 4,200.00	
6	perfil plano 3" x 1/4"	6	u	Q215.50	Q 1,293.00	
7	perfil plano 4" x 1/4"	6	u	Q345.00	Q 2,070.00	
8	perno Ø3/4"x4"	56	u	Q 0.75	Q 42.00	
9	perno Ø3/4"x2"	56	u	Q 0.60	Q 33.60	
10	rosca Ø3/4"	112	u	Q 0.30	Q 33.60	
11	roldana Ø3/4"	112	u	Q 0.10	Q 11.20	
12	cable de acero Ø1/2"	54	ml	Q 25.00	Q 1,350.00	
	Detalle: Bases de cimentación	17.62	m3			Q 10,924.77
13	cemento	148.01	saco	Q 38.50	Q 5,698.31	
14	arena	8.28	m3	Q 65.00	Q 538.29	
15	pedrín	12.51	m3	Q125.00	Q 1,563.78	
16	hierro Ø3/8" grado 40	47	varilla	Q 23.00	Q 1,081.00	
17	hierro Ø1/2" grado 40	44	varilla	Q 37.35	Q 1,643.40	
18	madera	20	p-t	Q 5.00	Q 100.00	
19	alambre de amarre	40	libra	Q 5.00	Q 200.00	
20	clavos	20	libra	Q 5.00	Q 100.00	
Costo total de materiales						Q 30,844.17
MANO DE OBRA						
21	instalación de accesorios y tubería	6	u	Q200.00	Q 1,200.00	
22	elaboración de cimentación	17.62	m3	Q350.00	Q 6,167.00	
Costo total de mano de obra						Q 7,367.00
TOTAL DE ACTIVIDAD						Q 38,211.17

Tabla XVI. Presupuesto de cajas rompe presión.

CAJA ROMPE PRESIÓN						
MATERIALES						
No.	Reglón /Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Costo	Sub-total
	Caja rompe presión 1m3	8	u			
	Detalle: Accesorios + válvulas	global				Q11,388.88
1	tubo pvc Ø1" 160 psi	24	ml	Q 6.20	Q 148.80	
2	tubo pvc Ø1.5" 125 psi	18	ml	Q 9.10	Q 163.80	
3	tubo pvc Ø2" 125 psi	6	ml	Q 13.85	Q 83.10	
4	tubo pvc Ø2" 100 psi	12	ml	Q 11.05	Q 132.60	
5	accesorios		global		Q 2,893.85	
6	cemento	134	saco	Q 38.50	Q 5,159.00	
7	arena	9.00	m3	Q 65.00	Q 585.00	
8	piedra bola	12.57	m3	Q 70.00	Q 879.61	
9	piedrín	2.20	m3	Q 125.00	Q 275.13	
10	madera	100.00	p-t	Q 5.00	Q 500.00	
11	hierro Ø3/8" grado 40	6.00	varilla	Q 23.00	Q 138.00	
12	clavo	14	libra	Q 5.00	Q 70.00	
13	alambre de amarre	8	libra	Q 5.00	Q 40.00	
14	candado	8	u	Q 40.00	Q 320.00	
Costo total de materiales						Q11,388.88
MANO DE OBRA						
15	limpieza	24	m2	Q 5.00	Q 120.00	
16	excavación	32	m3	Q 15.00	Q 480.00	
17	instalación de accesorios		global	Q 160.00	Q 160.00	
18	fundición de concreto ciclópeo	17.05	m3	Q 300.00	Q 5,115.00	
19	fundición y armado	3.10	m3	Q 350.00	Q 1,085.00	
20	alizado con sabieta	48	m2	Q 5.00	Q 240.00	
Costo total de mano de obra						Q 7,200.00
TOTAL DE ACTIVIDAD						Q18,588.88

Tabla XVII. Presupuesto de válvulas.

VÁLVULAS						
MATERIALES						
No.	Renglón / Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Costo	Sub-total
	Detalle: válvulas					Q 12,251.67
1	accesorios para válvulas de aire	4	u	Q 435.70	Q 1,742.80	
2	accesorios para válvulas de limpieza	6	u	Q 163.95	Q 983.70	
3	accesorios para válvulas de compuerta	15	u	Q 239.25	Q 3,588.75	
4	cemento	78.41	saco	Q 38.50	Q 3,018.59	
5	arena	4.64	m3	Q 65.00	Q 301.58	
6	piedra bola	6.08	m3	Q 70.00	Q 425.62	
7	piedrín	2.49	m3	Q 125.00	Q 310.63	
8	madera	40	p-t	Q 5.00	Q 200.00	
9	hierro Ø3/8" grado 40	25	varilla	Q 23.00	Q 575.00	
10	clavo	13	libra	Q 5.00	Q 65.00	
11	alambre de amarre	8	libra	Q 5.00	Q 40.00	
12	candado	25	u	Q 40.00	Q 1,000.00	
Costo total de materiales						Q 12,251.67
MANO DE OBRA						
13	limpieza	56.25	m2	Q 5.00	Q 281.25	
14	excavación	12.5	m3	Q 15.00	Q 187.50	
15	instalación de accesorios		global	Q 375.00	Q 375.00	
16	fundición de concreto ciclópeo	8.25	m3	Q 300.00	Q 2,475.00	
17	fundición y armado de losa	3.50	m3	Q 350.00	Q 1,225.00	
Costo total de mano de obra						Q 4,543.75
TOTAL DE ACTIVIDAD						Q 16,795.42

Tabla XVIII. Presupuesto de caja distribuidora de caudales.

CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES						
MATERIALES						
No.	Renglón / Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Costo	Sub-total
	Detalle: Caja derivadora de caudales	Global				Q 8,334.01
1	accesorios		global		Q4,935.45	
2	cemento	26.11	saco	Q 38.50	Q1,005.17	
3	arena	1.49	arena	Q 65.00	Q 96.70	
4	pedrín	2.17	m3	Q125.00	Q 270.69	
5	madera	50	p-t	Q 5.00	Q 250.00	
6	hierro Ø3/8" grado 40	52	varilla	Q 23.00	Q1,196.00	
7	clavo	16	libra	Q 5.00	Q 80.00	
8	alambre de amarre	36	libra	Q 5.00	Q 180.00	
9	candado	8	u	Q 40.00	Q 320.00	
Costo total de materiales						Q 8,334.01
MANO DE OBRA						
10	instalación de accesorios y válvulas		global	Q100.00	Q 100.00	
11	fundición de concreto muros y losa	2.8	m3	Q350.00	Q 980.00	
12	fundición y armado de tapaderas	0.25	m3	Q350.00	Q 87.50	
13	alizado con sabieta	3.7	m2	Q 5.00	Q 18.50	
Costo total de mano de obra						Q 1,186.00
TOTAL DE ACTIVIDAD						Q 9,520.01

Tabla XIX. Presupuesto de anclajes.

ANCLAJES PARA TUBERÍA						
MATERIALES						
No.	Reglón / Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Costo	Sub-total
	Detalle: Anclajes	56	u			Q 1,097.00
1	cimento	10	saco	Q 38.50	Q 385.00	
2	arena	1	m3	Q 65.00	Q 65.00	
3	piedrín	1	m3	Q125.00	Q 125.00	
4	abrazaderas Ø3/4"	16	u	Q 1.35	Q 21.60	
5	abrazaderas Ø1"	18	u	Q 1.60	Q 28.80	
6	abrazaderas Ø1.5"	18	u	Q 2.00	Q 36.00	
7	abrazaderas Ø2"	4	u	Q 2.50	Q 10.00	
8	pernos Ø1/2" x 8"	112	u	Q 3.50	Q 392.00	
9	rosca Ø1/2"	112	u	Q 0.25	Q 28.00	
10	roldana Ø1/2'	112	u	Q 0.05	Q 5.60	
Costo total de materiales						Q 1,097.00
MANO DE OBRA						
11	elaboración de anclajes	56	u	Q 25.00	Q1,400.00	
Costo total de mano de obra						Q 1,400.00
TOTAL DE ACTIVIDAD						Q 2,497.00

Tabla XX. Presupuesto de tanque de distribución.

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE CONCRETO CICLÓPEO						
MATERIALES						
No.	Renglón / Descripción	Cantidad	Unidad	Precio	Costo	Sub-total
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	41.3	m3			
1	tubo pvc Ø1" 160 psi	24	ml	Q 6.20	Q 148.80	
2	tubo pvc Ø1.5" 125 psi	12	ml	Q 9.10	Q 109.20	
3	tubo pvc Ø2" 125 psi	12	ml	Q 13.85	Q 166.20	
4	tubo pvc Ø3" 100 psi	36	ml	Q 23.95	Q 862.20	
5	tubo pvc Ø4" 100 psi	12	ml	Q 39.85	Q 478.20	
6	accesorios		global		Q 2,114.25	
7	cemento	353.00	saco	Q 38.50	Q 13,590.50	
8	arena	27.00	m3	Q 65.00	Q 1,755.00	
9	piedra bola	42.00	m3	Q 70.00	Q 2,940.00	
10	piedrín	16.00	m3	Q 125.00	Q 2,000.00	
11	tablón 1" x 12" x 8'	530	p-t	Q 5.00	Q 2,650.00	
12	parales 2" x 3"x 8'	173	p-t	Q 5.00	Q 865.00	
13	hierro Ø1/4" grado 40	30	varilla	Q 9.60	Q 288.00	
14	hierro Ø3/8" grado 40	216	varilla	Q 23.00	Q 4,968.00	
15	hierro Ø1/2" grado 40	30	varilla	Q 37.35	Q 1,120.50	
16	hierro Ø5/8" grado 40	12	varilla	Q 58.35	Q 700.20	
17	clavo 4"	84	libra	Q 5.00	Q 420.00	
18	perfil plano 2" x 1/4"	1	u	Q 125.00	Q 125.00	
19	candado	3	u	Q 40.00	Q 120.00	
20	alambre de amarre	100	libra	Q 5.00	Q 500.00	
21	tubo hg Ø3/4"	3	u	Q 95.00	Q 285.00	
22	block pomez 0.40 x 0.15 x 0.20m	150	u	Q 2.50	Q 375.00	
Costo total de Materiales						Q 36,581.05
MANO DE OBRA						
23	limpieza	100	m2	Q 1.00	Q 100.00	
24	trazo	100	m2	Q 1.00	Q 100.00	
25	excavación	90	m3	Q 45.00	Q 4,050.00	
26	compactación y conformación	80	m2	Q 5.00	Q 400.00	
27	instalación de accesorios		global	Q 600.00	Q 600.00	
28	fundición de concreto ciclópeo	46	m3	Q 250.00	Q 11,500.00	
29	fundición y armado de losa	2.92	m3	Q 350.00	Q 1,022.00	
30	fundición y armado de vigas	1.95	m3	Q 350.00	Q 682.50	
31	fundición y armado de tapaderas	0.42	m3	Q 350.00	Q 147.00	
32	fundición y armado de tabiques	8.8	ml	Q 30.00	Q 264.00	
33	alizado interior con sabieta	102	m2	Q 5.00	Q 510.00	
34	levantado de tabiques	17.6	m2	Q 70.00	Q 1,232.00	
Costo total de Mano de obra						Q 20,607.50
TOTAL DE ACTIVIDAD						Q 57,188.55

Tabla XXI. Suma de presupuestos.

SUMATORIA			
ACTIVIDAD	MATERIALES	MANO DE OBRA	SUB-TOTAL
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	Q 53,970.15	Q 153,598.00	Q 207,568.15
CONEXIONES DOMICILIARES	Q 80,151.45	Q 68,804.00	Q 148,955.45
PASOS DE ZANJÓN	Q 30,844.17	Q 7,367.00	Q 38,211.17
CAJA ROMPE PRESIÓN	Q 11,388.88	Q 7,200.00	Q 18,588.88
VÁLVULAS	Q 12,251.67	Q 4,543.75	Q 16,795.42
CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES	Q 8,334.01	Q 1,186.00	Q 9,520.01
ANCLAJES	Q 1,097.00	Q 1,400.00	Q 2,497.00
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	Q 36,581.05	Q 20,607.50	Q 57,188.55
TRANSPORTE			Q 50,000.00
COSTO DIRECTO			Q 549,324.63
SUPERVISIÓN	10.00%		Q 54,932.46
ADMINISTRACIÓN	10.00%		Q 54,932.46
UTILIDAD	15.00%		Q 82,398.70
COSTO INIDIRECTO			Q 192,263.62
COSTO TOTAL			Q 741,588.26

CONCLUSIONES

1. Debido a la ubicación de cada caserío y la separación que existe entre cada uno, era muy difícil o casi imposible la planificación de una sola red de distribución que funcionara de manera eficiente para toda la población. Entonces para obtener una solución factible y viable se concluyó que el diseñar cinco líneas independientes controladas por medio de un sólo tanque, resulta ser la respuesta ideal para evitar problemas entre los caseríos.
2. Desde el punto de vista económico, la inversión para la forma como está diseñado el proyecto, no implica una diferencia considerable sí se hubiera optada por la construcción de una sola red general de distribución. Al conducir mayor caudal en una tubería de PVC o HG trae la necesidad de aumentar el diámetro, y en esta clase de materiales es importante trabajar con diámetros no muy grandes, ya que el precio es bastante alto cuando se pasan de Ø3”.
3. Todos los elementos que componen un proyecto de agua potable deben de tener una evaluación continua, porque en caso de mal funcionamiento o deterioro pueden ocasionar pérdidas de presiones, falta completa del abastecimiento de agua y posibles infiltraciones de organismos contaminantes.

4. Un proyecto de agua no sólo se limita a la conducción de agua por medio de conductos cerrados llamadas tuberías, sino que además, centra su preocupación en la calidad sanitaria que ésta debe de tener. Para lograr esto el agua debe de tener una serie de tratamientos en caso de no cumplir con los requisitos establecidos por organismos de salud publica nacionales e internacionales. En la mayoría de casos, se hace necesario la implementación de un sistema de desinfección, siendo el cloro el más usado por razones de facilidad, economía y estabilidad. Pero sí no tiene una dosificación bien controlada produce un sabor no grato para el paladar.

5. El EPS, es una práctica que ayuda al estudiante a obtener experiencias de campo elementales para su desarrolló profesional, y aun más importante es el hecho de permitirle servir de ayuda a comunidades que no cuentan con personas capacitadas técnicamente. Además crea una conciencia social al sentir la problemática de pobreza y olvido en la cual se encuentra sumergida la población en el área rural.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario que las entidades gubernamentales dedicadas a la protección y conservación del medio ambiente, realicen un plan de reforestación en todo el sector en donde se encuentra la aldea Cuchilla Tendida. Ya que esta zona en el año de 1970 todavía era considerada como boscosa debido a la cantidad de cipreses que existían, pero la tala provocada por la falta de fuentes de trabajo, negligencia y la creación de campos de cultivo, originó la destrucción total del ecosistema. La única oportunidad real a largo plazo, es la reforestación de todas las montañas comprendidas entre los límites de los municipios de Gualán, Zacapa y La Unión. Si se sigue con la misma tendencia a destruir los pocos bosques que aún quedan, dentro de 10 años los problemas de agua en estos municipios y en especial en Gualán y Zacapa, serán muy grandes, sin soluciones factibles ni posibles.
2. La municipalidad de Gualán debe impulsar prácticas enfocadas a enseñar a los habitantes de las aldeas, la obligación del uso apropiado del agua potable, así como también, velar por la protección de su medio ambiente.
3. El EPS de la facultad de ingeniería, necesita de una reestructuración conforme a un reglamento de evaluación, calendario y obligaciones, además de requerir de mejores y más recursos humanos, físicos y económicos. Ya que por medio de esto, se obtendrá mayor reconocimiento y alcance de servicio en el territorio nacional.

BIBLIOGRAFÍA

1

Instituto de fomento municipal. **Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales.** (2da edición; Guatemala 1997) pp. 13 – 51

2

Silvio Antonio Orozco Castillo. Planificación y diseño del sistema de agua potable y saneamiento básico para el caserío Nueva independencia, municipio de San Pablo, San Marcos. (Trabajo de graduación de ingeniero civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 1997) pp. 80 - 84

3

David Fabricio Castellanos Chajón. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad San José El Tesoro, municipio de Chisec, Alta Verapaz. (Trabajo de graduación de ingeniero civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2004) pp. 22 - 24

4

Amanco. “Consideraciones de diseño para instalaciones de tubería de PVC “. **Catalogo técnico:** 28 – 30.

ANEXOS

Tabla XXII. Examen bacteriológico



LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC -
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLÓGICO			
O.T. No. 17 902		INF. No. A - 188 516	
INTERESADO:	<u>Facultad de Ingeniería</u> <u>(Ejercicio Profesional</u> <u>Supervisado)</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD</u> <u>DEL AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR:	<u>Angel Efrén M.</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Quebrada de Guarania</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2004-08-09: 08 h 30 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento de río</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2004-08-09: 16 h 45 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>La Unión</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>En Refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Zacapa</u>		
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>Ligera cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA cm ³	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++ ++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++ ++	+++++	+++++
00,10 cm ³	+++ --	+++	+++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		900	900
<p>TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 19TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.</p> <p>OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua es Clasificación II: Calidad bacteriológica que precisa de tratamiento de desinfección. Según Normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.</p>			
Guatemala, 2004-08-16			
Vo.Bo.	 Ing. Francisco Javier Quiñónez Director CII/USAC		 Zorón Muñoz Santos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio

Tabla XXIII. Analisis físico químico sanitario



LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA (EMPAGUA) DE LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO					
O.T. No. 17 902			INF. No. 21 514		
INTERESADO:		Facultad de Ingeniería (Ejercicio Profesional Supervisado)		PROYECTO: CONTROL DE CALIDAD	
RECOLECTADA POR:		Angel Efran Méndez		DEPENDENCIA: USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:		Quebrada de Guaranja		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2004-08-09; 08 h 30 min.	
FUENTE:		Nacimiento de río		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2004-08-10; 16 h 45 min.	
DEPARTAMENTO:		La Unión		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: En refrigeración	
MUNICIPIO:		Zacapa			
RESULTADOS					
1. ASPECTO: Claro		4. OLOR: Inodora		7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) No se reportó	
2. COLOR: 06,00 Unidades		5. SABOR: -----		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 49,00 μ mhos/cm	
3. TURBIEDAD: 02,20 UNT		6. pH: 07,50 unidades			
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,20	6. CLORUROS (Cl ⁻)	06,00	11. SOLIDOS TOTALES	38,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,05	12. SOLIDOS VOLÁTILES	09,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	02,20	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	29,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,03	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
5. MANGANESO (Mn)	----	10. DUREZA TOTAL	28,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	26,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	32,00	32,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: La calidad física, calidad química, compuestos que influyen sobre la potabilidad del agua y compuestos peligrosos para la salud se encuentran dentro de la concentración máxima aceptable; indicadores químicos de contaminación dentro de los Límites Máximos de Concentración. Según Normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 19 TH EDITION 1995, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2004-08-16

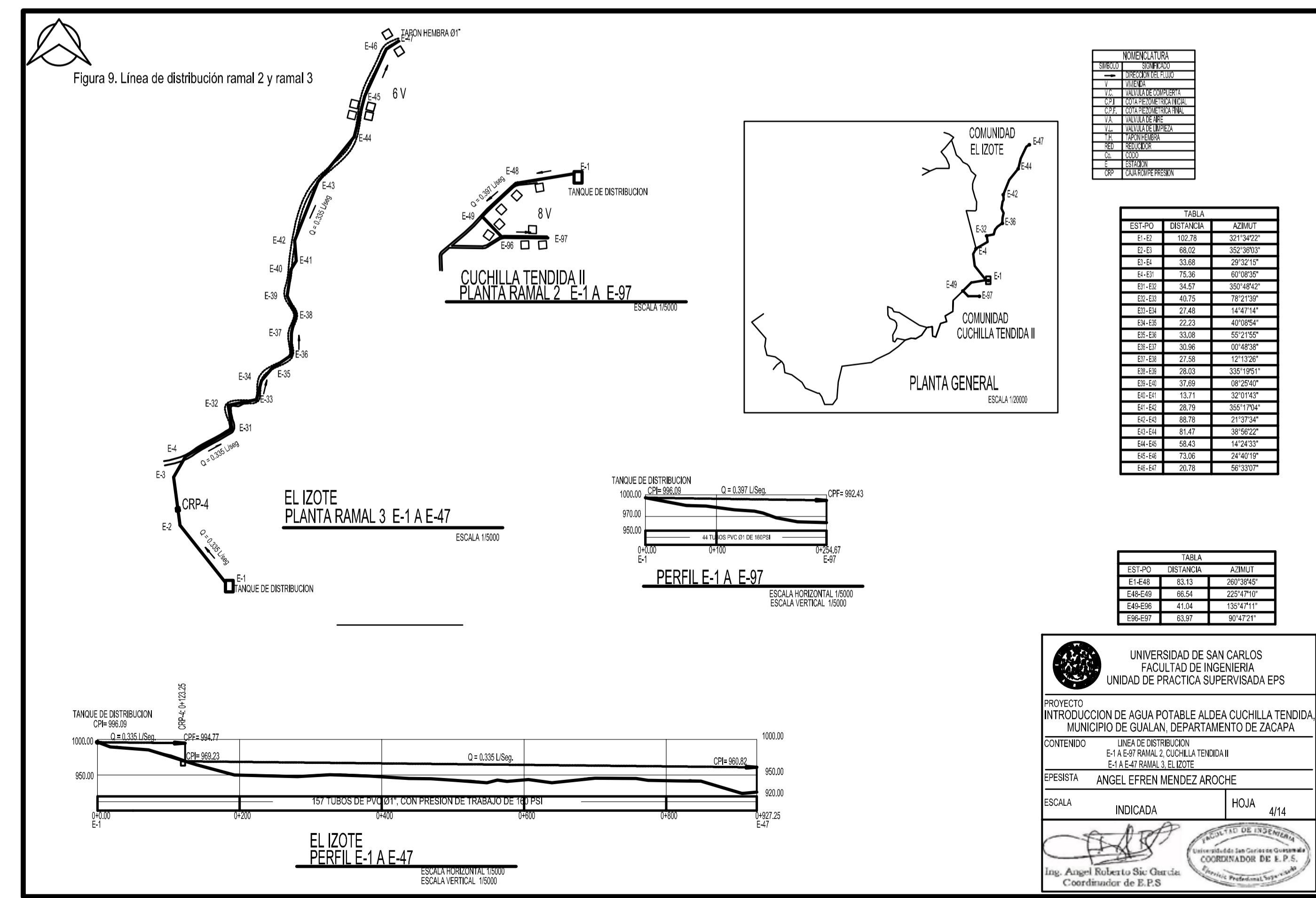
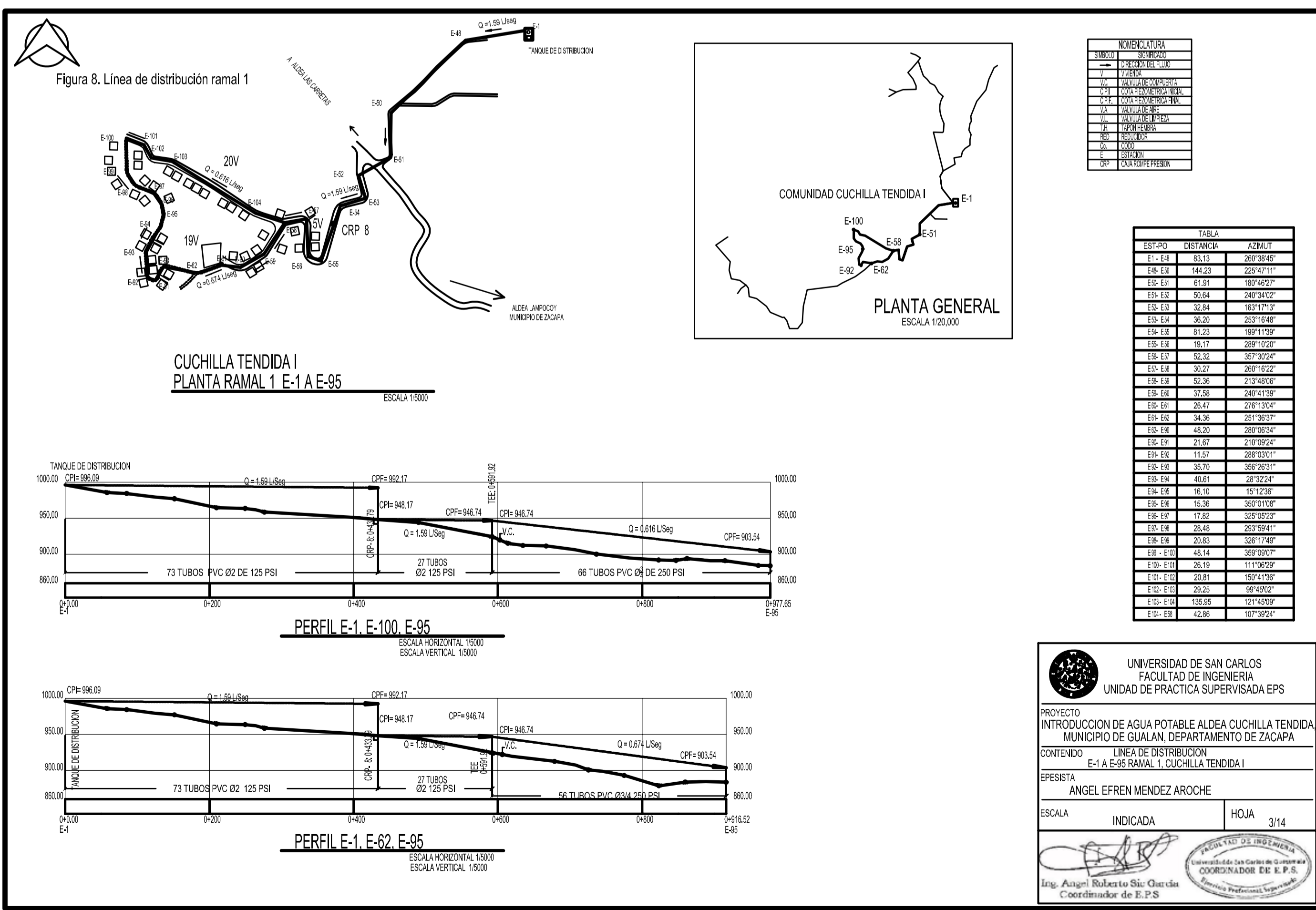
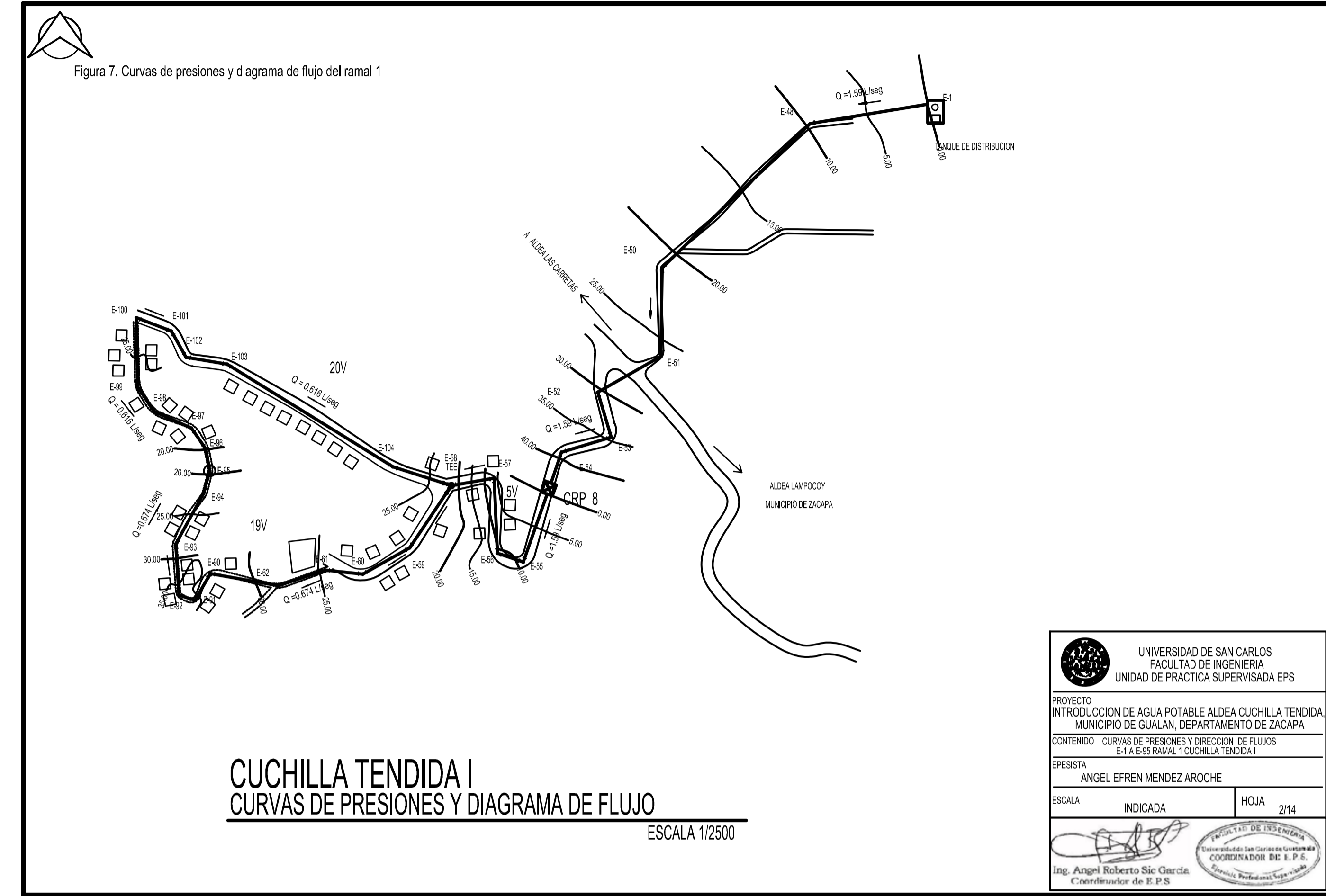
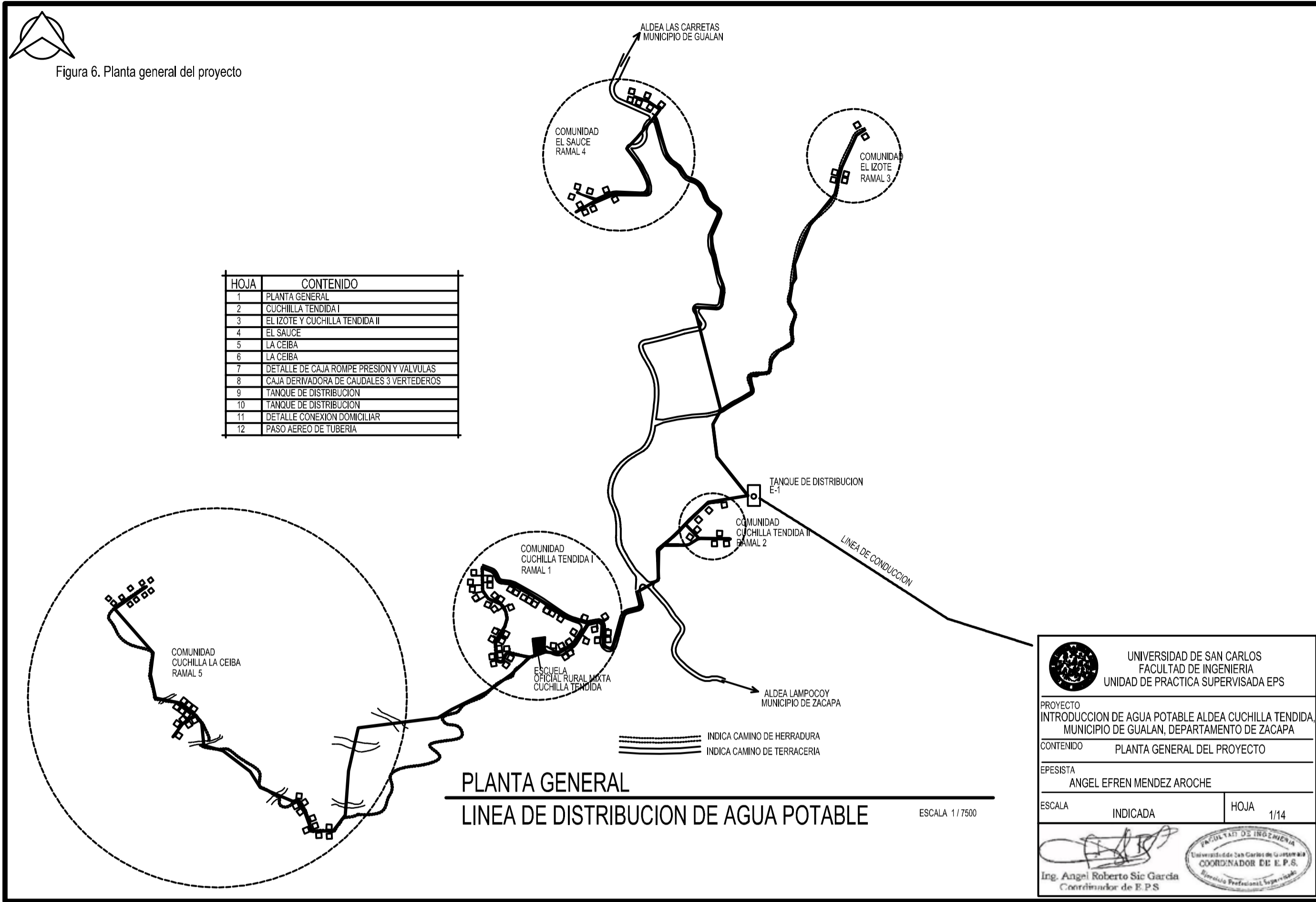
Vo.Bo.

Ing. Francisco Javier Quiñónez
Director CII/USAC



Zenén Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio





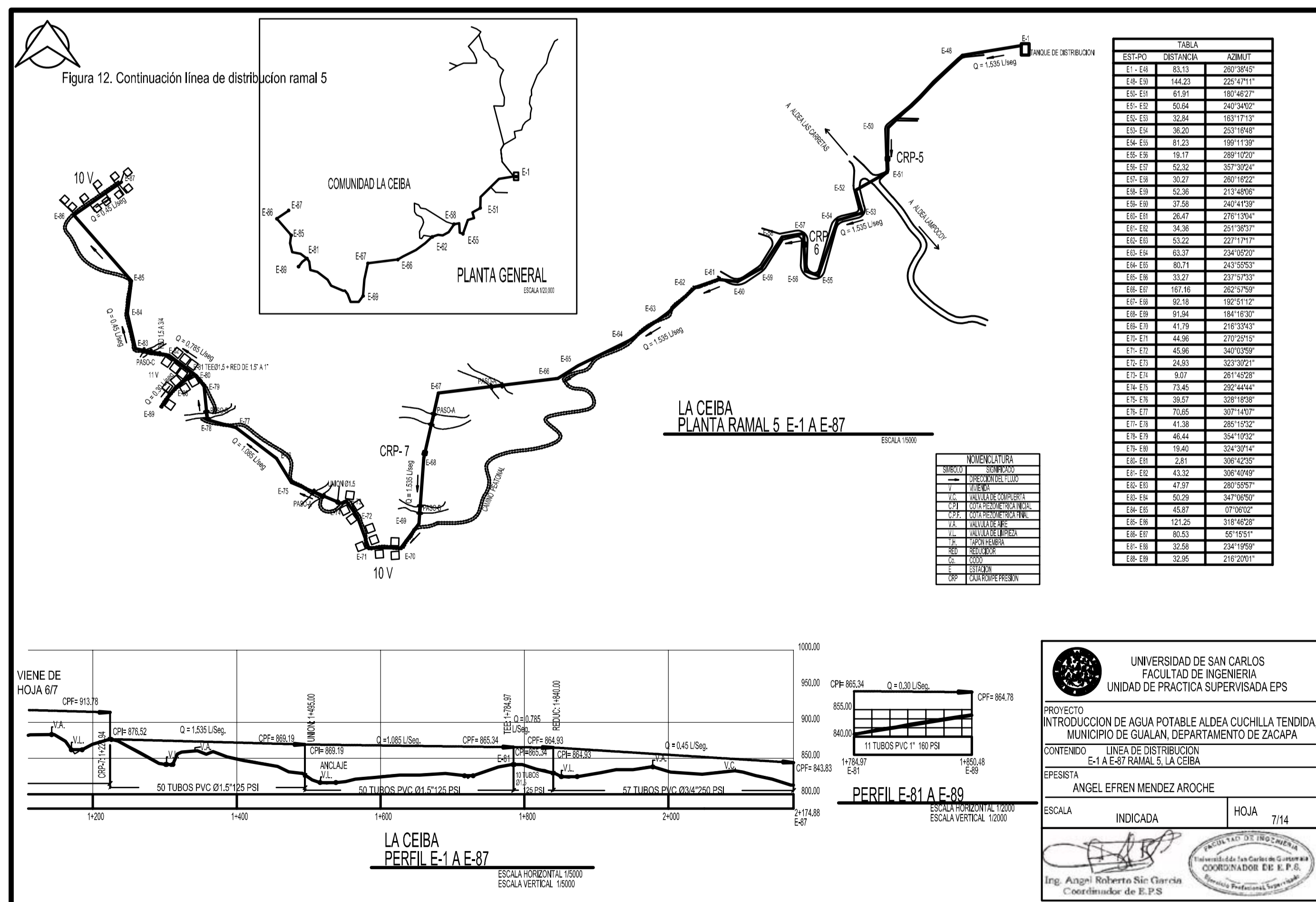
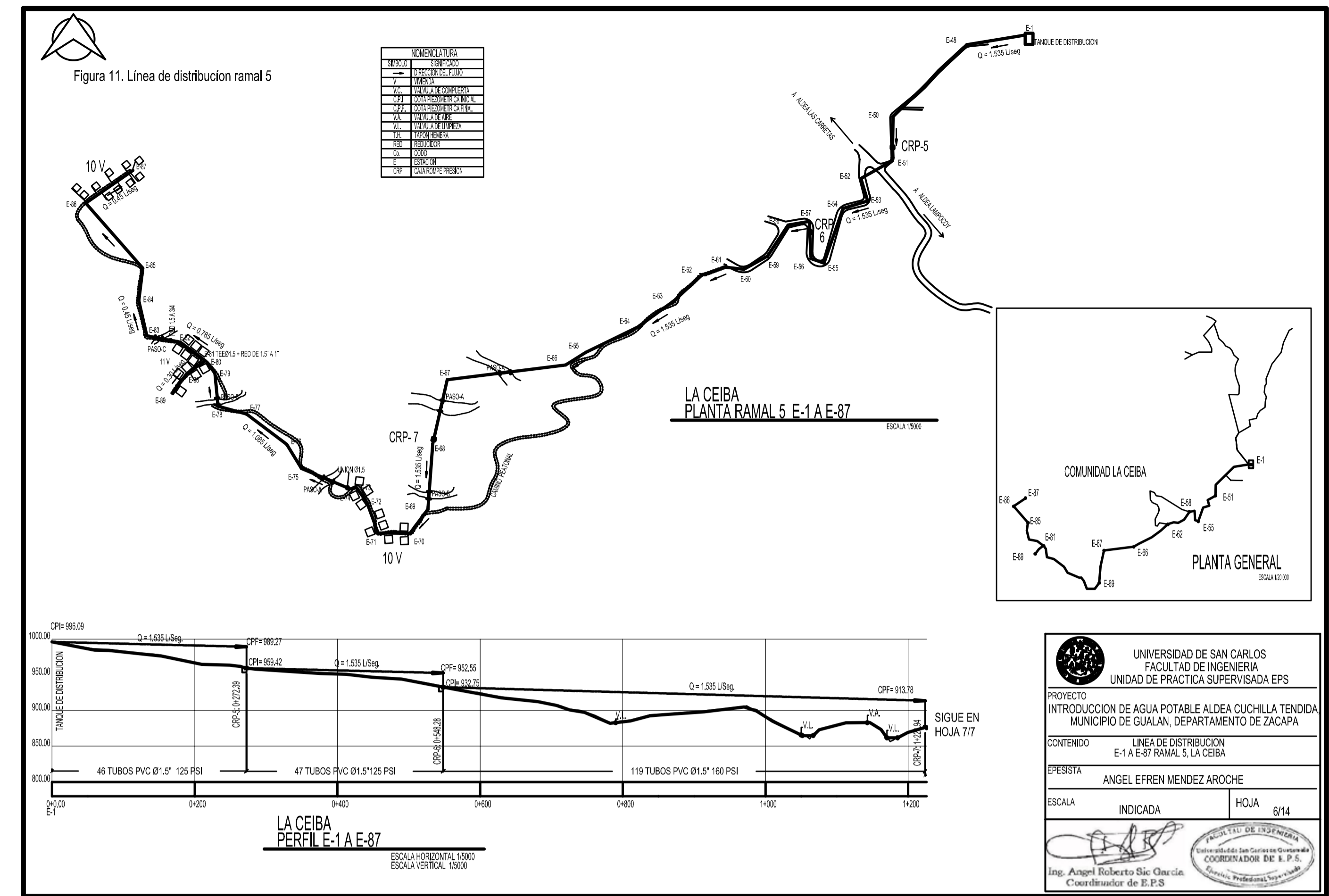
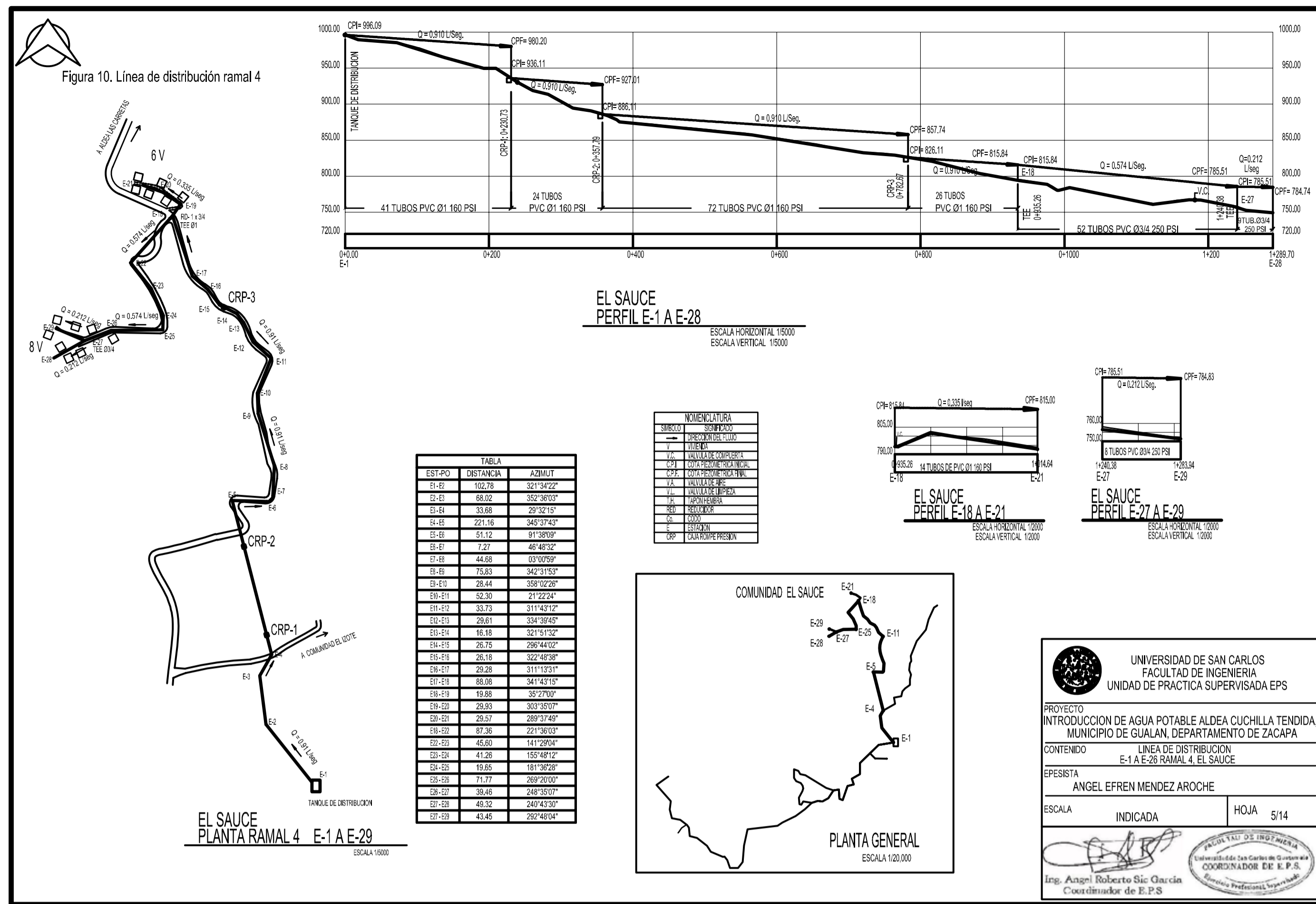
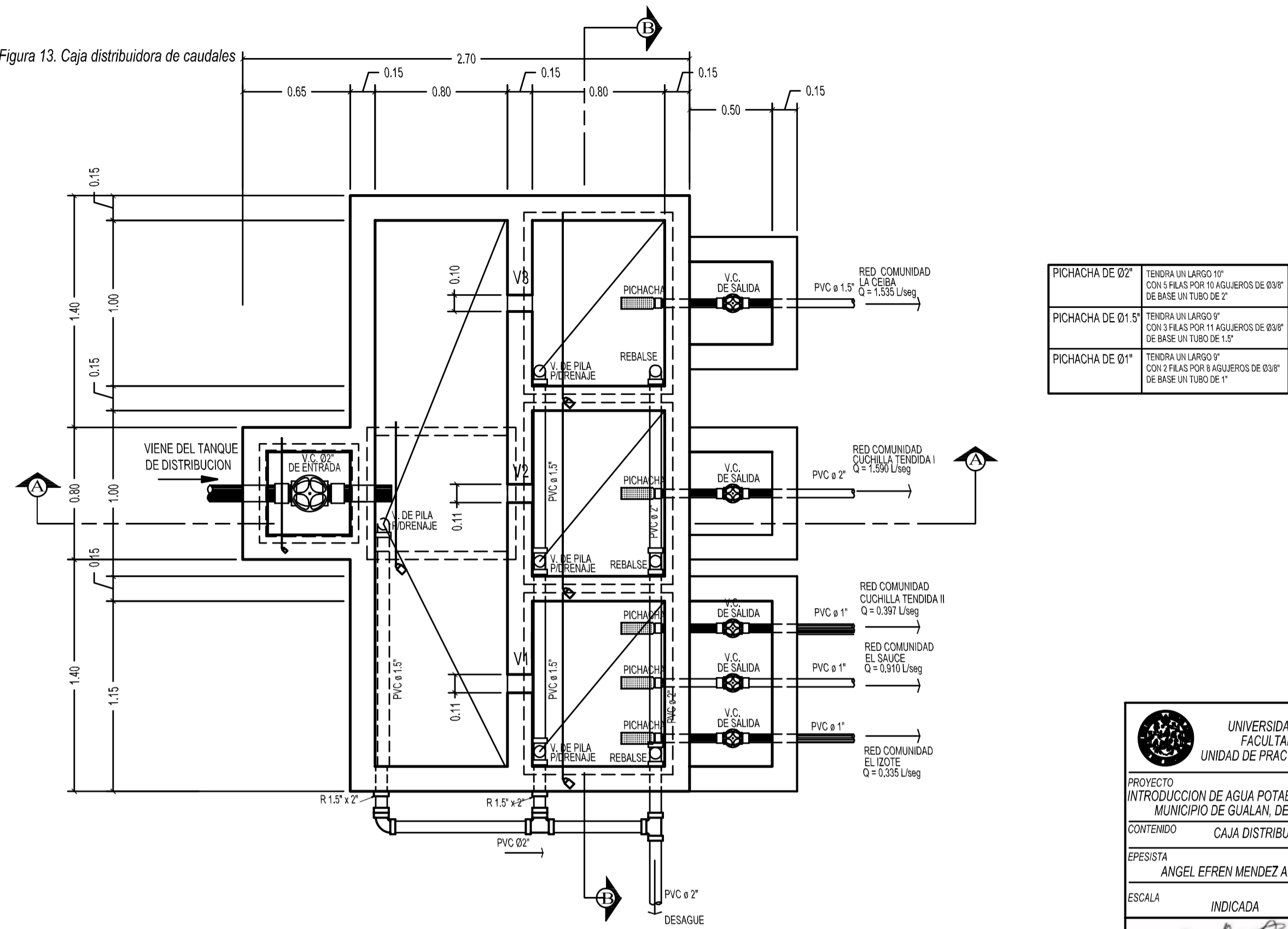


Figura 13. Caja distribuidora de caudales



PICHACHA DE 02"	TENDRÁ UN LARGO 10" CON 3 FILAS POR 11 AGUJEROS DE Ø3/8" DE BASE UN TUBO DE 2"
PICHACHA DE 01.5"	TENDRÁ UN LARGO 7" CON 3 FILAS POR 11 AGUJEROS DE Ø3/8" DE BASE UN TUBO DE 1.5"
PICHACHA DE 01"	TENDRÁ UN LARGO 7" CON 3 FILAS POR 8 AGUJEROS DE Ø3/8" DE BASE UN TUBO DE 1"

PLANTA DE CAJA DISTRIBUIDORA DE 3 VERTEDEROS

ESCALA 1:25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE PRACTICA SUPERVISADA EPS

PROYECTO
INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA CUCHILLA TENDIDA
MUNICIPIO DE GUALAN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

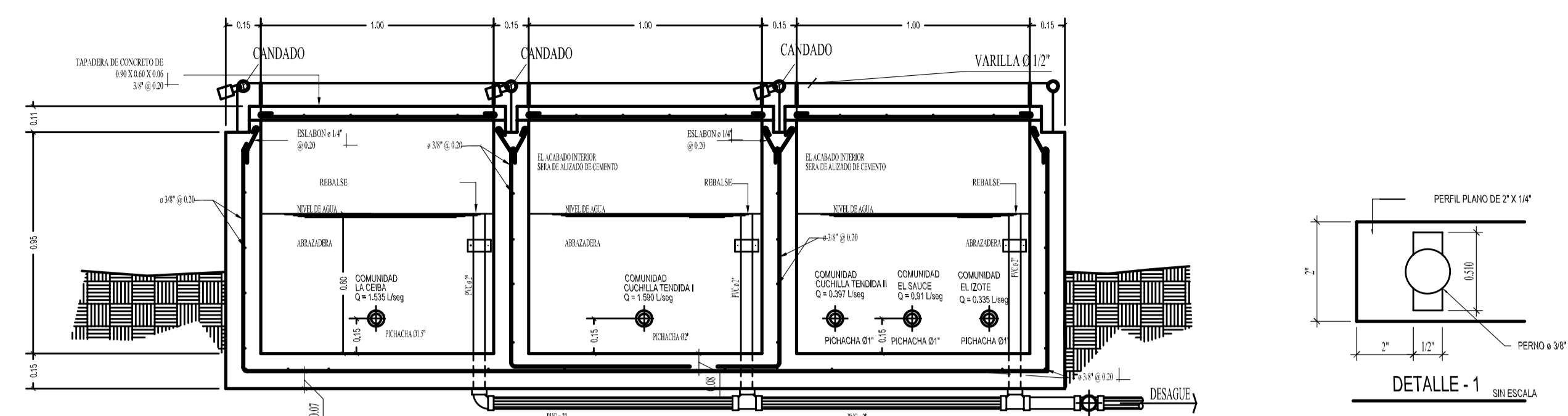
CONTENIDO
CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES

EPESISTA
ANGEL EFREN MENDEZ AROCHE

ESCALA INDICADA HOJA 8/14

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Coordinador de E.P.S.

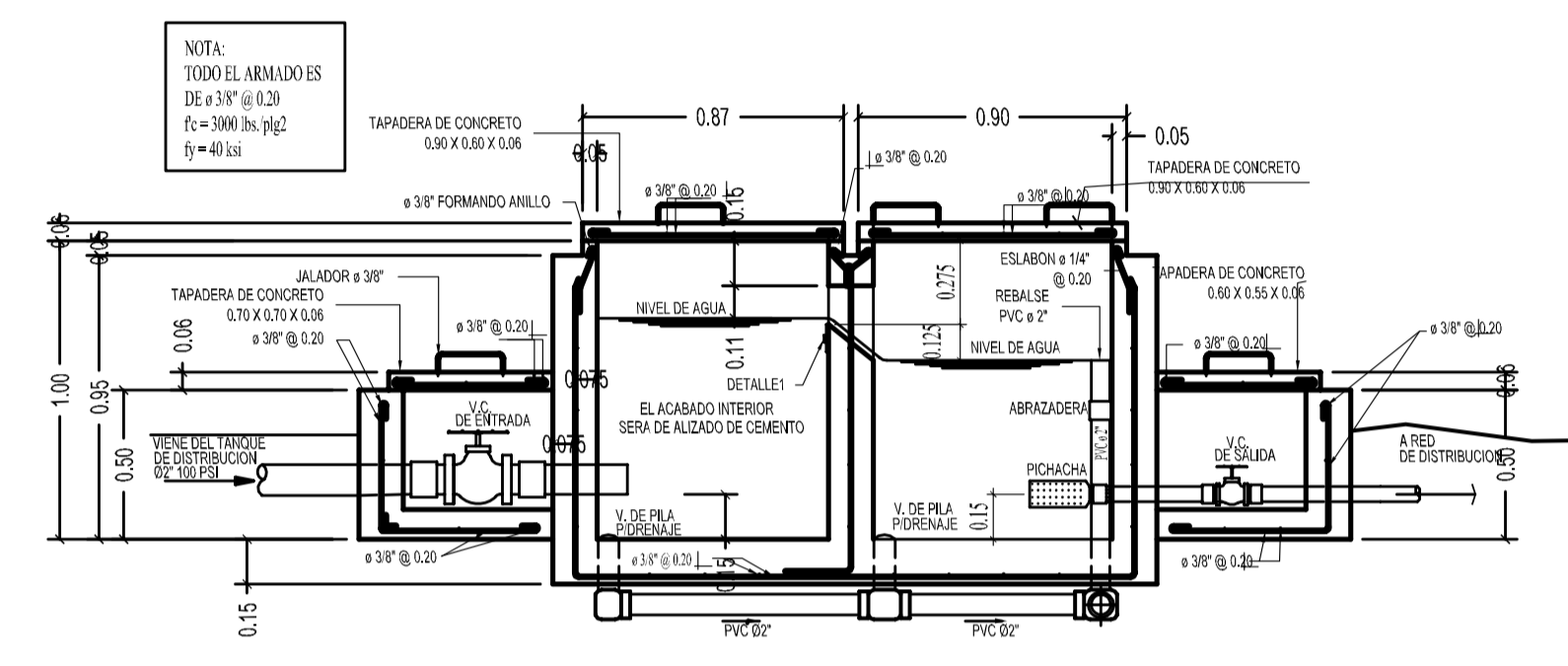
Figura 14. Detalles caja distribuidora de caudales



SECCION TRANSVERSAL B-B ESCALA 1:20

DETALLE - 1

ESCALA



SECCION LONGITUDINAL A-A

ESCALA 1:25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE PRACTICA SUPERVISADA EPS

PROYECTO
INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA CUCHILLA TENDIDA
MUNICIPIO DE GUALAN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

CONTENIDO
CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES

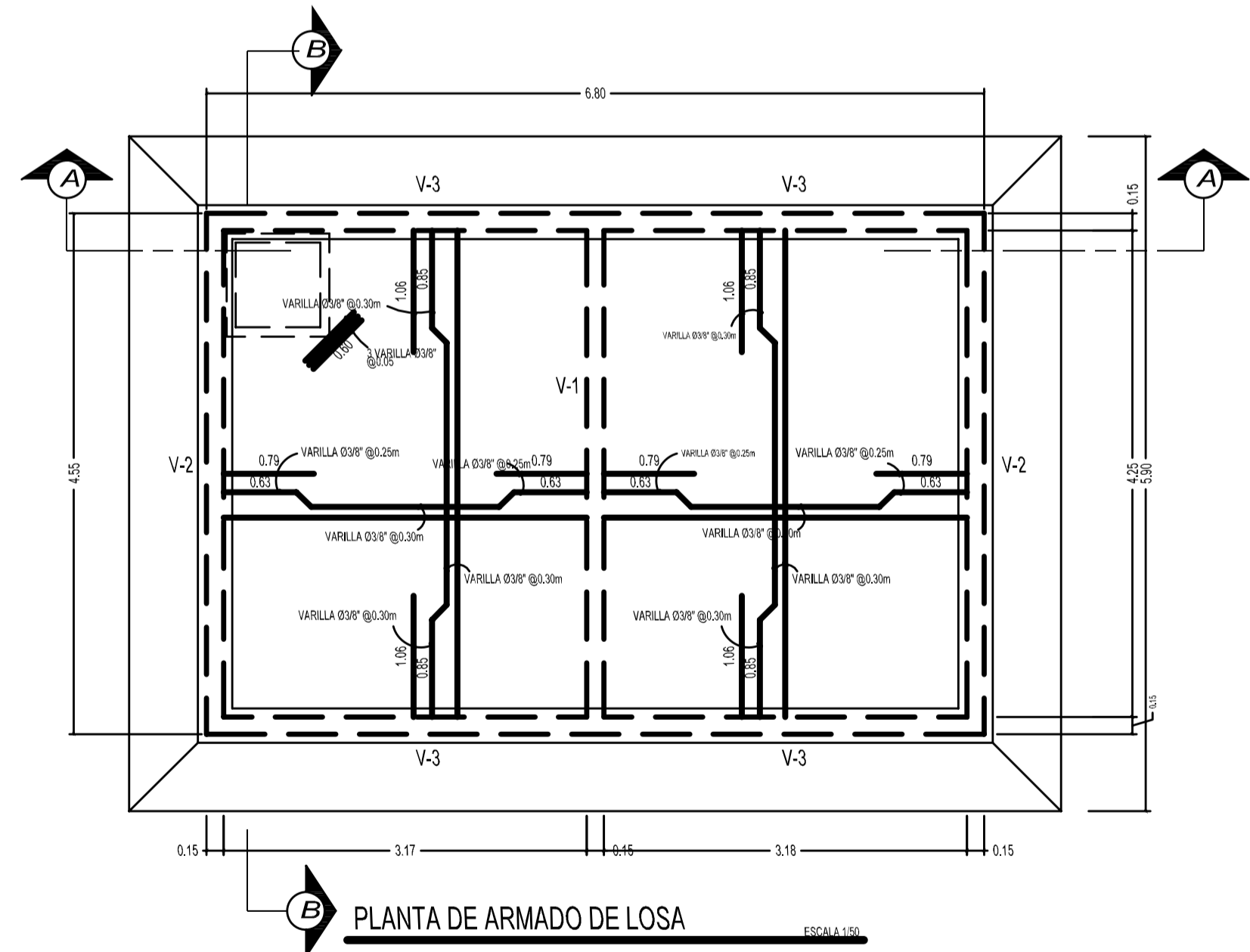
EPESISTA
ANGEL EFREN MENDEZ AROCHE

ESCALA INDICADA HOJA 9/14

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Coordinador de E.P.S.

Figura 15. Tanque de distribución

- NOTAS GENERALES**
- MATERIALES**
- 1" CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Pg²) A LOS 28 DIAS 5000
 - 2" ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615 5000
 - 3" VARIOS: LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
 - 4" TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS
 - 5" LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3cm, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - 6" EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
 - 7" LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
 - 8" LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:3)
 - 9" LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERRADAS CON CEMENTO ARENA.
 - 10" LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE MAMPOSTERIA: 67% PIEDRA BOLA 33% SABIETA-CEMENTO-ARENA 1:2
 - 11" EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.03m.

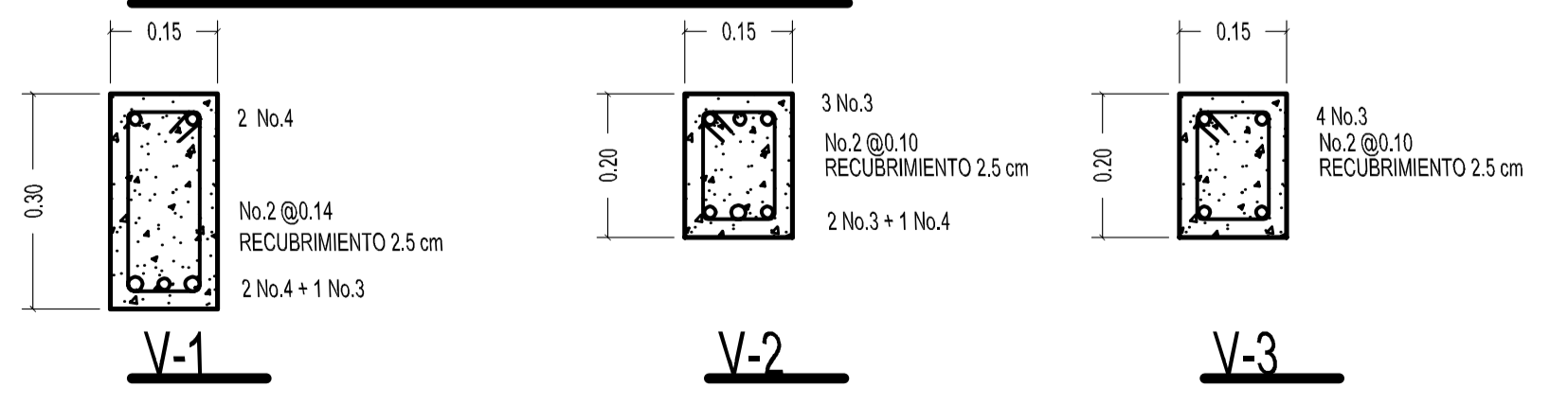


PLANTA DE ARMADO DE LOSA

ESCALA 1:10

TIPOS DE VIGA

ESCALA 1/10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE PRACTICA SUPERVISADA EPS

PROYECTO
INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA CUCHILLA TENDIDA
MUNICIPIO DE GUALAN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

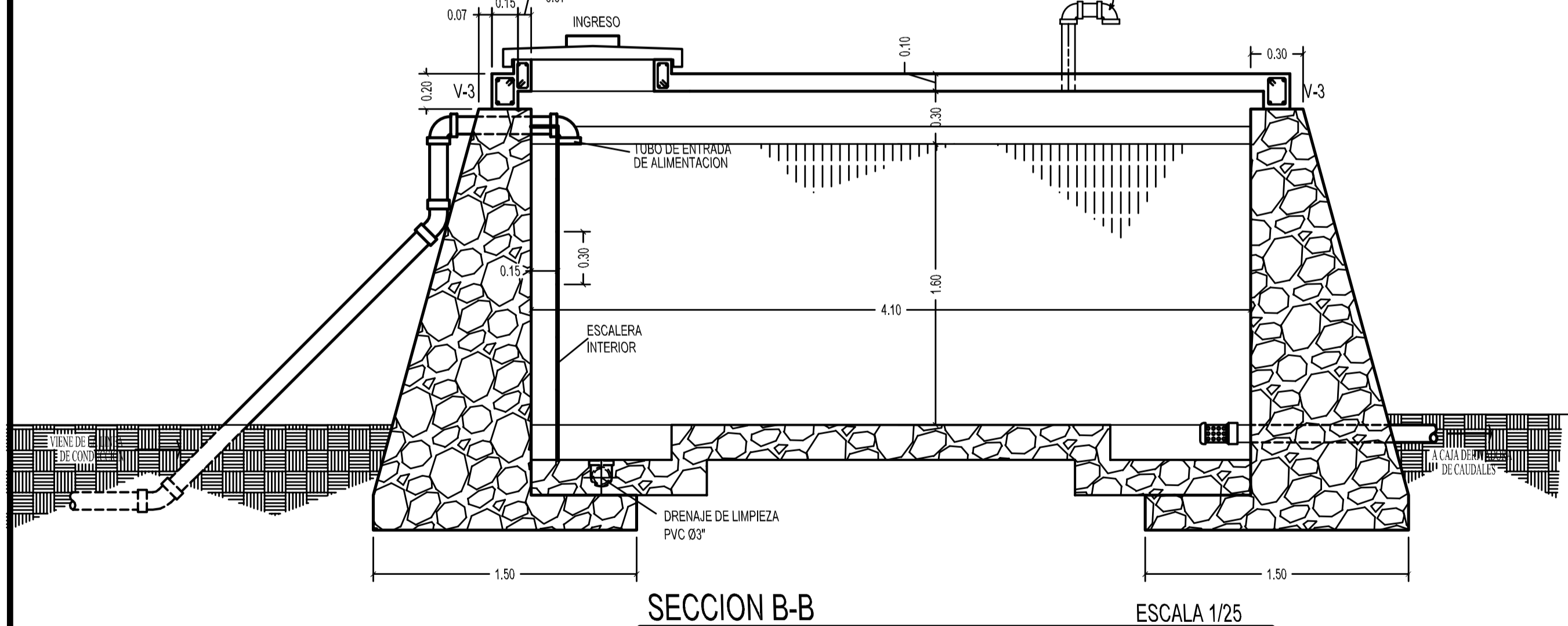
CONTENIDO
TANQUE DE DISTRIBUCION

EPESISTA
ANGEL EFREN MENDEZ AROCHE

ESCALA INDICADA HOJA 10/14

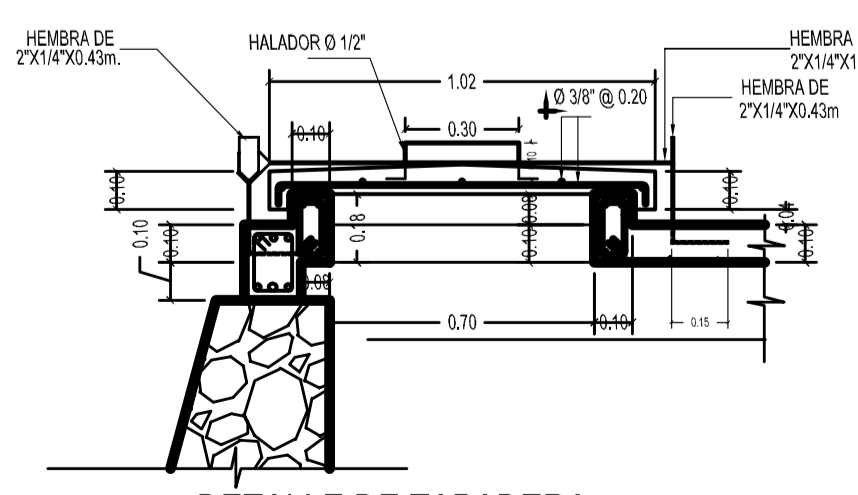
Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Coordinador de E.P.S.

Figura 16. Detalles de tanque de distribución



SECCION B-B

ESCALA 1/25



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE PRACTICA SUPERVISADA EPS

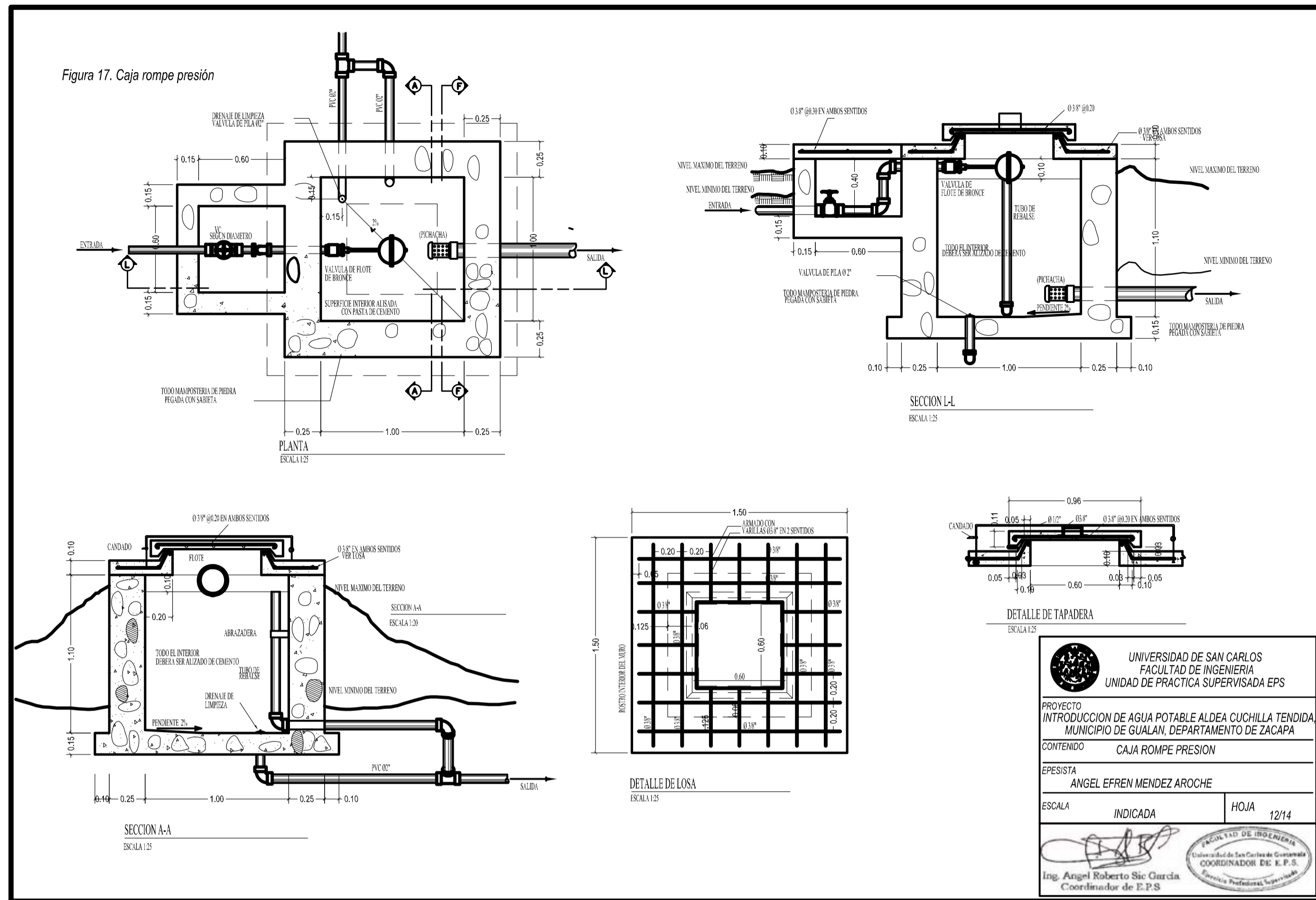
PROYECTO
INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA CUCHILLA TENDIDA
MUNICIPIO DE GUALAN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

CONTENIDO
TANQUE DE DISTRIBUCION

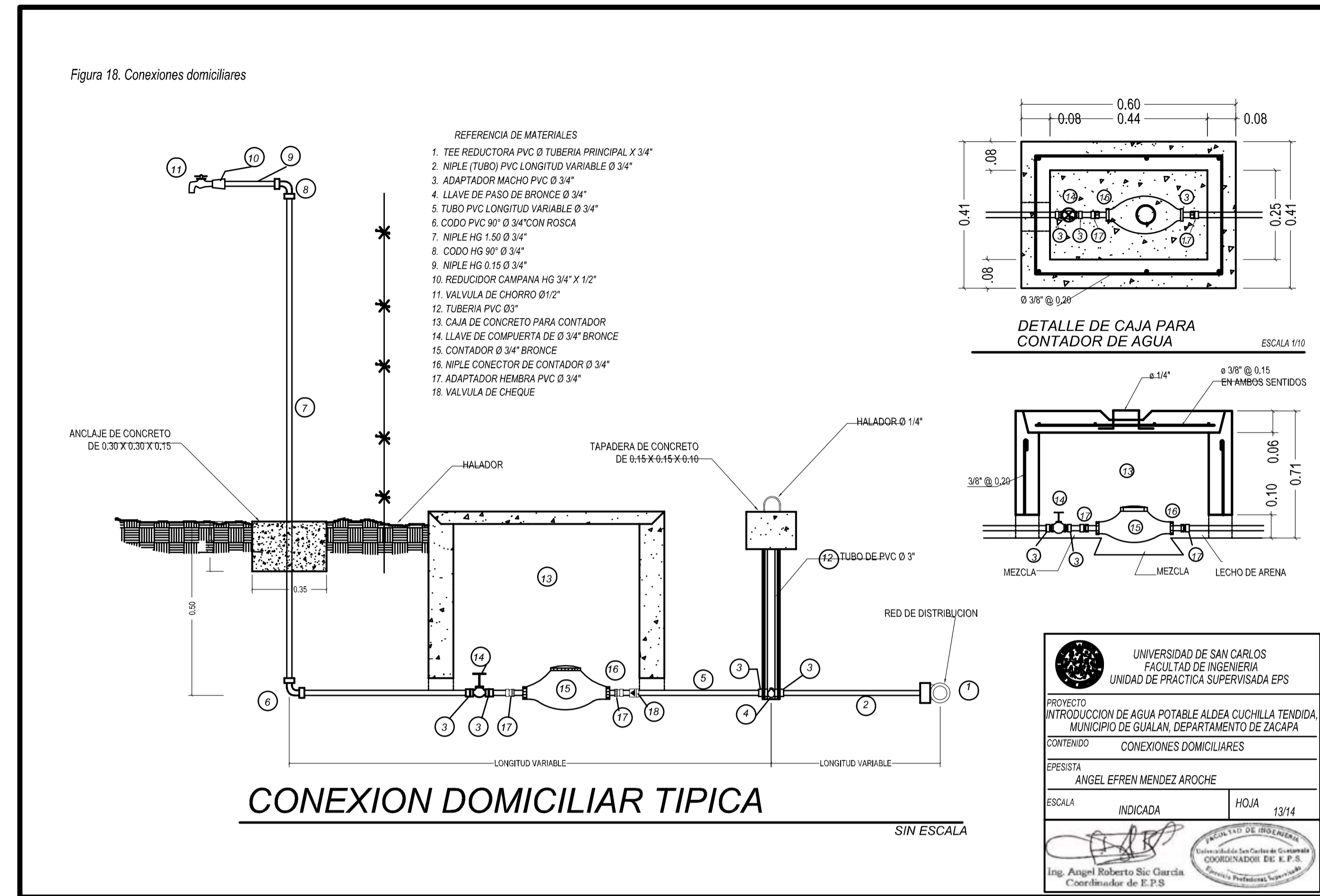
EPESISTA
ANGEL EFREN MENDEZ AROCHE

ESCALA INDICADA HOJA 11/14

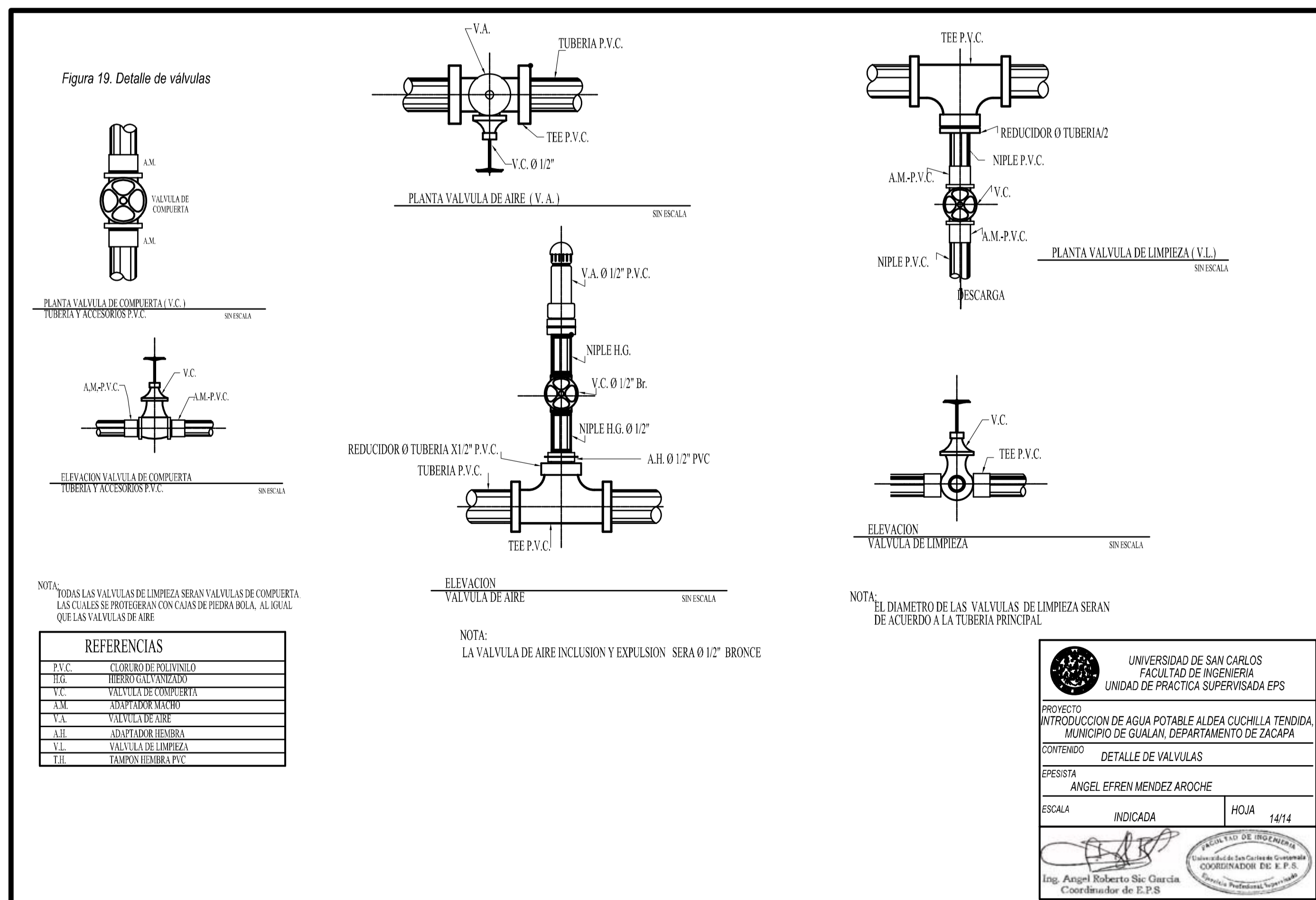
Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Coordinador de E.P.S.



131



133



135