



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR
CHICAPITÁN, SANTA MARÍA DE JESÚS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Erick Antonio Vásquez Orón

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria De Sierra

Guatemala, junio de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR
CHICAPITÁN, SANTA MARÍA DE JESÚS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ERICK ANTONIO VÁSQUEZ ORÓN

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgén Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
EXAMINADOR	Ing. Daniel Alfredo Cruz Pineda
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CHICAPITÁN, SANTA MARÍA DE JESÚS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 5 de mayo de 2016.

Erick Antonio Vásquez Orón



Guatemala, 03 ed febrero de 2017
Ref.EPS.DOC.84.01.17

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Erick Antonio Vásquez Orón** con carné No. **200615074**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CHICAPITÁN, SANTA MARÍA DE JESÚS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
Asesora-Supervisora de EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Área de Ingeniería



c.c. Archivo
MRGS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
24 de febrero de 2017

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CHICAPITÁN, SANTA MARÍA DE JESÚS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Erick Antonio Vásquez Orón, con Carnet No.200615074, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria.

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

Atentamente,

Y ENSEÑADA A TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

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

/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 9 de marzo de 2017
Ref.EPS.D.72.03.17

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

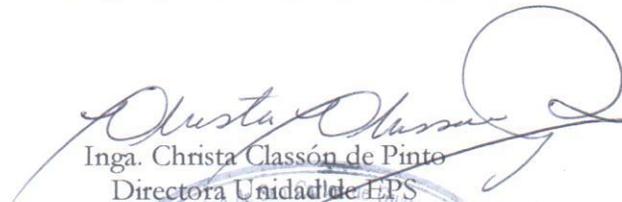
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CHICAPITÁN, SANTA MARÍA DE JESÚS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Erick Antonio Vásquez Orón, Registro Académico 200615074 y CUI 2608 24488 0301**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la **Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra**.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Erick Antonio Vásquez Orón titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR DE CHICAPITÁN, SANTA MARÍA DE JESÚS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2017.

/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua

Universidad de San Carlos
de Guatemala

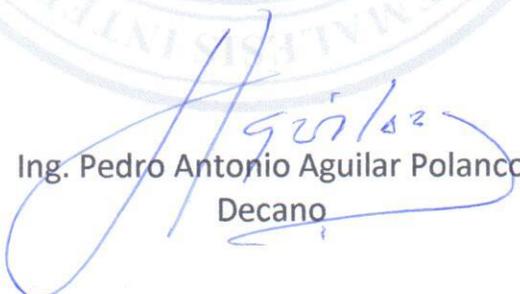


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 250.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CHICAPITÁN, SANTA MARÍA DE JESÚS, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Erick Antonio Vásquez Orón**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, mayo de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por bendecirme cada día para llegar a este momento.
Mi padre q. e. p. d.	José Antonio Vásquez por las enseñanzas que me dejó a lo largo de su vida.
Mi madre	Leocadia Orón Pérez por brindarme todo su amor incondicional.
Mis hermanos	Hugo, Gustavo, Wilian, Jhonathan Vásquez Orón por todo el apoyo, paciencia y afecto.
Mis hermanas	Elma, Mónica y Wendy Vásquez Orón por ser la luz de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San Carlos
de Guatemala**

Por darme la oportunidad de pertenecer a tan prestigiosa casa de estudios.

Facultad de Ingeniería

Por darme la formación necesaria para llegar a ser profesional.

Inga. Mayra García Soria

Por su asesoramiento y colaboración en el ejercicio profesional supervisado, (EPS).

**Municipalidad de Santa
María de Jesús**

Por permitirme realizar mi EPS.

Mi familia

Por todo el apoyo tanto económico como moral para llegar a ser un profesional.

Mis amigos

Porque son parte fundamental de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
JUSTIFICACIÓN.....	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DE JESÚS	1
1.1. Aspectos físicos.....	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.2. División política y colindancias	1
1.1.3. Clima	3
1.1.4. Hidrografía.....	3
1.1.5. Orografía.....	4
1.1.6. Producción agrícola	4
1.1.7. Población.....	4
1.1.8. Aspectos de infraestructura	4
1.1.8.1. Vías de acceso	5
1.1.8.2. Servicios públicos	5
1.1.8.3. Organización comunitaria	5

1.2.	Investigación sobre las necesidades del lugar	6
1.2.1.	Descripción de las necesidades	6
1.2.2.	Priorización de las necesidades	6
2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD	7
2.1.	Descripción general del proyecto	7
2.2.	Visita preliminar de campo	8
2.3.	Estudio hidrológico	8
2.3.1.	Aforo de la fuente	8
2.3.2.	Muestras de agua.....	9
2.4.	Calidad del agua.....	9
2.4.1.	Análisis bacteriológico	9
2.4.2.	Análisis fisicoquímico sanitario	10
2.5.	Levantamiento topográfico	10
2.5.1.	Planimetría	11
2.5.2.	Altimetría	11
2.5.3.	Cálculo de población futura	11
2.5.3.1.	Tasa de crecimiento poblacional	11
2.5.3.2.	Período de diseño	12
2.5.3.3.	Población futura.....	12
2.5.4.	Dotación	12
2.5.5.	Factores de consumo y caudales de diseño	13
2.5.5.1.	Caudal medio diario.....	13
2.5.5.2.	Caudal máximo diario.....	14

	2.5.5.3.	Caudal máximo horario	14
2.6.		Diseño hidráulico	15
	2.6.1.	Fórmulas, coeficiente y diámetros de tuberías	15
	2.6.2.	Clases y presiones de trabajo de tuberías.....	16
	2.6.3.	Velocidades y presiones máximas y mínimas	16
	2.6.4.	Diseño hidráulico de la línea de conducción.....	17
	2.6.5.	Diseño hidráulico de la red de distribución	20
2.7.		Obras hidráulicas	27
	2.7.1.	Caja de captación	27
	2.7.2.	Diseño de tanque de distribución.....	27
		2.7.2.1. Diseño de losa superior del tanque.....	28
		2.7.2.2. Diseño de los muros del tanque.....	34
		2.7.2.3. Diseño de losa inferior de tanque	38
	2.7.3.	Válvula de limpieza.....	39
	2.7.4.	Válvula de aire	40
	2.7.5.	Conexión predial.....	40
2.8.		Sistema de desinfección	40
2.9.		Propuesta de tarifa.....	42
	2.9.1.	Costo de operación.....	42
	2.9.2.	Costo de mantenimiento.....	43
	2.9.3.	Costo de tratamiento	43
	2.9.4.	Gastos administrativos	44
	2.9.5.	Costo de imprevistos	45
	2.9.6.	Cálculo de tarifa.....	45

2.10.	Presupuesto y cronograma de ejecución	46
2.11.	Evaluación socioeconómica	47
2.11.1.	Valor presente neto	48
2.11.2.	Tasa interna de retorno	49
2.11.3.	Relación Beneficio - Costo	51
2.12.	Evaluación de impacto ambiental.....	52
CONCLUSIONES.....		55
RECOMENDACIONES		57
BIBLIOGRAFÍA.....		59
APÉNDICES.....		61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de Santa María de Jesús.....	2
2.	Área de influencia del proyecto	2
3.	Dimensiones de losa	28
4.	Díagrama de momentos en losa – caso núm. 1	31
5.	Momentos en losa	32
6.	Sección de muro de tanque de almacenamiento	35

TABLAS

I.	Datos meteorológicos Santa María de Jesús	3
II.	Servicios públicos.....	5
III.	Dotaciones indicadas en las normas de diseño Unepar.....	13
IV.	Valores comunes del coeficiente de fricción C	16
V.	Peso de sección de muro del tanque de almacenamiento	36
VI.	Presupuesto del sistema de agua potable.....	46
VII.	Cronograma de ejecución del proyecto	47
VIII.	Cálculo de beneficios anuales.....	48
IX.	Resultados Van-Tir.....	50
X.	Resultados Beneficio/Costo	51
XI.	Matriz de Leopold	53
XII.	Cálculo hidráulico 1	61
XIII.	Cálculo hidráulico 2	62
XIV.	Libreta topográfica.....	63

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Afi	Ángulo de fricción interna
As	Área de acero
A	Área de la sección transversal del conducto
Ap	Área de punzonamiento
Av	Área de varilla
At	Área tributaria
CV	Caga viva
CVU	Caga viva última
CDT	Carga dinámica total
CM	Carga muerta
CMU	Carga muerta última
CT	Carga total
PU	Carga última de diseño
CUL	Carga última de losa
CUT	Carga última total
Q	Caudal
Qb	Caudal de bombeo
Qd	Caudal de distribución
Qmáxd	Caudal máximo diario
Qmáxh	Caudal máximo horario
Qmd	Caudal medio diario
Qu	Caudal unitario de vivienda
C	Coefficiente de fricción de tubería PVC
S	Coefficiente de tipo de suelo

Va	Corte actuante
Vc	Corte del concreto
Vcu	Corte último del concreto
Dd	Diámetro interno de la tubería
Dt	Diámetro teórico
f'c	Esfuerzo último del concreto
So	Espaciamiento entre estribos en zona confinada
Smáx	Espaciamiento máximo
t	Espesor de losa
FCU	Factor de carga última
FDM	Factor de día máximo
FHM	Factor de hora máximo
Ø	Factor para estribos
m	Factor que determina cómo trabaja la losa
Fd	Fuerza de estabilidad contra deslizamiento
Fv	Fuerza de volteo
a	Lado corto de losa
b	Lado largo de losa
L	Longitud del tramo
MAsmín	Momento que cubre el área de acero mínimo
Hf	Pérdida de carga por fricción
n	Período de diseño
Ps	Piedra Peso de la piedra
Ps agua	Peso del agua
Psconc	Peso del concreto
Ps cc	Peso del concreto ciclópeo
Ps	Peso del suelo
PF	Población futura
qmáx	Presión máxima

qmín	Presión mínima
R	Tasa de crecimiento poblacional
Vss	Valor de soporte del suelo
v	Velocidad

GLOSARIO

Manantial	Fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas.
Aforo	Es la medición de paso de volumen por unidad de tiempo en una corriente de agua.
Agua potable	Se le dice así al agua sanitariamente segura, apta para consumo humano.
Caudal	Cantidad de volumen por unidad de tiempo.
Topografía	Ciencia que estudia la medición de una superficie o el relieve de un terreno.
Dotación	Cantidad de agua asignada a cada usuario.
Cloración	Desinfección del agua por medio de cloro.
Cota piezométrica	Altura de presión del agua en un punto determinado
Losa	Superficie plana que sirve de techo para un ambiente.
ACI	Siglas de <i>American Concrete Institute</i> .

Área tributaria

Área de carga que afecta a los elementos estructurales verticales.

Estribo

Refuerzo de acero que soporta los esfuerzos transversales de un elemento estructural.

Volteo

Fuerza que tiende a hacer girar el muro de gravedad.

JUSTIFICACIÓN

Los habitantes del Sector Chicapitán han tenido enfermedades gastrointestinales y dermatológicas, por no contar con un adecuado sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, la enfermedad gastrointestinal más común es la diarrea que afecta al 80 % de la población infantil. Otra de las enfermedades que más afectan a la población es la proliferación de microorganismos en la piel, por no tener una adecuada higiene al no contar con el vital líquido.

Este proyecto contribuirá a disminuir las enfermedades en la población infantil, que es la más afectada, mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector al no tener que caminar grandes distancias para transportar el agua, contribuirá a la economía de los hogares, debido a que no tendrán que utilizar gas para hervir el agua, ni pagar este servicio a un precio alto.

RESUMEN

Se contempla la elaboración del diseño de un sistema de agua potable para el sector Chicapitán, Santa María de Jesús, Sacatepéquez, que será de gran beneficio para sus habitantes.

Actualmente los habitantes tienen que recurrir al acarreo del vital líquido de fuentes contaminadas y que la población sufra de enfermedades gastrointestinales, en especial la población infantil.

Para este proyecto se tiene contemplado dos fases, la primera de investigación; donde se encuentra información de la población, ubicación del proyecto y del aspecto socioeconómico de los habitantes del lugar.

Para la segunda fase está contemplado el diseño del sistema de agua potable, los requerimientos técnicos, teorías y diagramas para que el proyecto funcione en su totalidad.

El diseño incluye: captación del manto acuífero, línea de conducción, tanque de distribución de 50 metros cúbicos y la red de distribución. Todo lo anterior para un sistema tipo rural.

OBJETIVOS

General

Realizar el diseño del sistema de agua potable para el Sector Chicapitán, Santa María de Jesús, Sacatepéquez, para beneficiar a la población con el vital líquido.

Específicos

- Realizar pruebas de laboratorio para determinar las características físicas y químicas del agua.
- Elaborar el diseño hidráulico para determinar los diferentes diámetros, presiones y obras hidráulicas que servirán para el almacenamiento, conducción y distribución del líquido.
- Presentar juego de planos, presupuesto y planificación para la ejecución del proyecto.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Santa María de Jesús, Sacatepéquez se encuentra en vías de desarrollo y debido al aumento de la población, hay sectores que no cuentan con un sistema adecuado que los provea de agua potable hasta sus viviendas.

Los vecinos del Sector Chicapitán, municipio de Santa María de Jesús, Sacatepéquez, han solicitado en varias ocasiones a la municipalidad que les den prioridad a un sistema de agua para su comunidad, debido a que actualmente la compran en camiones cisterna o tienen que caminar varios kilómetros para obtenerla, sin saber su procedencia o su nivel de contaminación.

El sistema de agua potable propuesto mejorará la administración del recurso hídrico de la población, por lo cual se pretende tener una sociedad con mejor calidad de vida.

Un sistema de agua potable es de gran beneficio para la población, cada habitante del sector recibirá agua entubada, limpia y económica hasta su hogar.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DE JESÚS

1.1. Aspectos físicos

Corresponde a la recopilación de información de campo del lugar en estudio que servirá para conocer los alcances del proyecto.

1.1.1. Ubicación y localización

El Municipio de Santa María de Jesús corresponde a la jurisdicción del Departamento de Sacatepéquez, situado en el lado sur de este; el cual se localiza a 10 km de la cabecera departamental, a 13 km del municipio de Palín, departamento de Escuintla y a 50 km de la ciudad capital de Guatemala. Corresponde a la Región V, conforme al sistema de regionalización vigente en el país. El municipio de Santa María de Jesús se localiza a 14° 29' 36" latitud norte y 90° 42' 36" longitud oeste, con una altitud de 2 065 msnm.

1.1.2. División política y colindancias

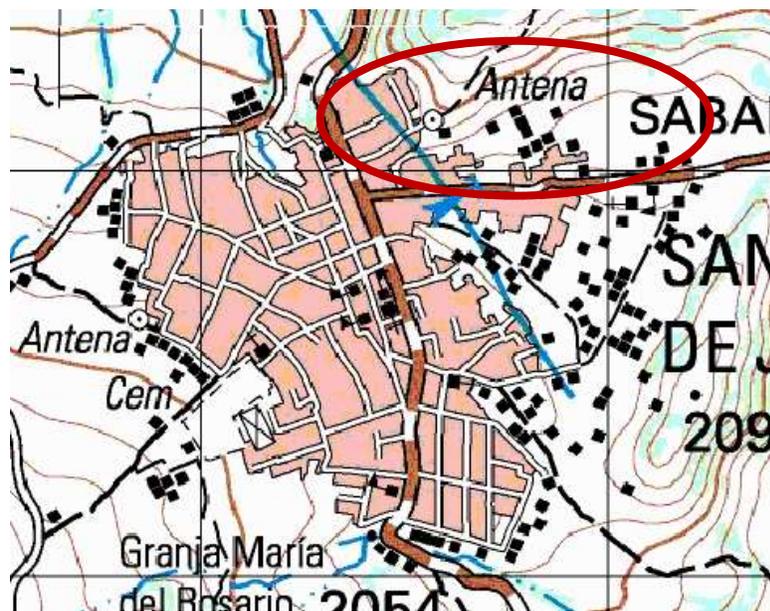
El municipio está dividido en cuatro cantones identificados únicamente con número ordinal (primero, segundo, tercero y cuarto). No cuenta con aldeas ni caseríos; al norte colinda con el Municipio de Magdalena Milpas Altas y la Antigua Guatemala; al Sur con el Municipio de Palín (Escuintla); al este con los Municipios de Magdalena Milpas Altas y Amatitlán (Guatemala) y al oeste con el municipio de Antigua Guatemala.

Figura 1. **Ubicación del Municipio de Santa María de Jesús**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional –IGN–.

Figura 2. **Área de influencia del proyecto**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional –IGN–.

1.1.3. Clima

Los siguientes datos fueron obtenidos por la estación tipo A del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh), ubicada en el municipio de Santa María de Jesús, Sacatepéquez.

Tabla I. **Datos meteorológicos Santa María de Jesús**

Elevación (Msnm)	Temperaturas Max - Min (°C)	Absolutas Max - Min (°C)	Precipitación (Milímetros)	Brillo solar (Total/horas/promedio/mes)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento (Km/h)	Evaporación (Milímetros)
2 065	20,0 - 11,3	29,5 - 7,0	1 221,1	183	85	10	90,1

Fuente: Insivumeh.

En el Municipio de Santa María de Jesús la temperatura promedio anual se registra entre 20 °C y 11,3 °C. La precipitación pluvial promedio anual es de 1 221,1 milímetros, siendo del mes de mayo hasta septiembre los más lluviosos.

El brillo solar promedio mensual en el municipio, es de 183 horas, la humedad relativa es del 85 %, la velocidad del viento promedio anual es de 10 kilómetros por hora y la evapotranspiración es de 90,1 milímetros.

1.1.4. Hidrografía

Este municipio es irrigado por el riachuelo El Mico o Panacoy, entre quebradas existen aguas de las minas, encontrándose los nacimientos Chicapitanchuyá, Cojoljuyu` y Panixin. Estos últimos son los que en la actualidad no se han aprovechado.

1.1.5. Orografía

El municipio se localiza en las faldas del volcán de agua, atractivo turístico del lugar, está rodeado por los cerros: Agua de las minas, Panacoy, Panixín y Pachalí de la Gallina.

1.1.6. Producción agrícola

La base principal de la economía es la producción de maíz, frijol y café, en el cultivo hortícola figuran: tomate, ejote, güicoy, zanahoria, zuchini y güisquil; otros productos como aguacate del cual se produce dos tipos, hass y criollo; así como durazno, manzanilla y manzana que comercializan en el mercado local, departamental, en la Terminal de la zona 4 y Central de Mayoreo de la ciudad capital. En los últimos años se ha incrementado la plantación de arveja china, producción que está destinada a la exportación.

1.1.7. Población

Según datos del censo municipal realizado en los años 2008-2009, Santa María de Jesús cuenta con una población de 28 630 habitantes, con una relación porcentual de 48 y 52 % de mujeres y hombres. Actualmente existe una población de 29 958 habitantes.

1.1.8. Aspectos de infraestructura

Corresponden a las obras públicas que el municipio ofrece a sus habitantes para su desarrollo y organización.

1.1.8.1. Vías de acceso

Para el municipio de Santa María de Jesús las vías de acceso son desde el norte por la carretera CA-1 y por el sur por la carretera CA-9, llegando al Municipio de Antigua Guatemala, Sacatepéquez, luego se toma la vía principal hasta el municipio.

También se puede llegar al Municipio de Santa María de Jesús por la carretera de terracería que proviene del Municipio de Palín, Escuintla.

1.1.8.2. Servicios públicos

Son todos aquellos servicios destinados al uso de los habitantes del municipio, suministrados por el Estado de Guatemala.

Entre los servicios públicos se tienen:

Tabla II. **Servicios públicos**

Descripción	Cantidad
Escuela preprimaria	3
Escuela primaria	2
Estación de policía	1
Estación de bomberos	1
Centro de salud	1

Fuente: elaboración propia.

1.1.8.3. Organización comunitaria

Hasta el mes de enero del presente año se han constituido legalmente 13 Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE).

1.2. Investigación sobre las necesidades del lugar

Son todas aquellas que contribuyan al desarrollo del municipio y de sus habitantes.

1.2.1. Descripción de las necesidades

Entre las necesidades que tiene el municipio se encuentran:

- Agua potable
- Drenaje sanitario
- Desechos sólidos
- Planta de tratamiento de desechos sólidos
- Salud
- Educación

1.2.2. Priorización de las necesidades

El agua potable como fuente de vida para los habitantes del municipio, quedó deshabilitada y olvidada después de la última administración, dejando a la población sin el vital líquido durante aproximadamente siete meses, las personas emigraban hacia distintos municipios circunvecinos para adquirirla, para su uso en la cocina e higiene personal y otras para lavar la ropa, esto generó a que la población padeciera de enfermedades gastrointestinales, de la piel, entre otras. Algunos municipios donde la población fue a adquirir agua que son los siguientes; Pastores, San Miguel Dueñas, Jocotenango, Ciudad Vieja, Santa Lucía Milpas Altas, La Antigua Guatemala.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

2.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua por medio de gravedad, consta de una caja de captación de 1 m³ con rebalse hecha de concreto armado, una línea de conducción de 876,74 metros lineales con tubería PVC con un diámetro de 2 pulgadas y resistencia de 160 psi, un tanque de distribución de 50 m³ hecho de concreto ciclópeo (30 % concreto clase 210 kg/cm² y 70 % piedra bola, según las especificaciones generales de construcción de carreteras y puentes de la Dirección General de Caminos).

El tanque de almacenamiento consta de losa y viga perimetral de concreto armado clase 210 kg/cm², además de un sistema de rebalse y válvulas de compuerta en la entrada y salida del tanque.

La línea de distribución será de 2 424,28 metros lineales utilizando tubería PVC de diámetros de 2", 1-1/2", 1-1/4" y 1" con resistencia de 160 psi, también diámetros de 3/4" con 250 psi y 1/2" con resistencia de 325 psi.

Se construirán 96 conexiones domiciliarias tipo rural con tubería PVC diámetro de 1/2", válvula de paso de bronce y llave de grifo de 1/2", además de un sistema de desinfección de agua con pastillas de cloro al 65 %.

2.2. Visita preliminar de campo

Se realizó el recorrido hacia la fuente de captación y visualizando la orografía del lugar, además de conocer el punto de ubicación del tanque de distribución y las demás obras hidráulicas propuestas en el diseño.

Se tomaron muestras de agua para los análisis que determinan si el agua es apta para consumo humano. Luego de tomar las muestras se procedió a aforar la fuente de captación.

Durante la visita se logró identificar el área influencia del proyecto, así como el número de las viviendas que serán beneficiadas con el mismo.

2.3. Estudio hidrológico

Consiste en conocer la fuente de captación que proveerá del recurso hídrico a la población beneficiaria. De no tener resultados satisfactorios se tendrá que buscar otra opción para abastecer a los habitantes del lugar.

2.3.1. Aforo de la fuente

El aforo de la fuente se hizo por el método volumétrico, utilizando un recipiente de 5 galones (18,93 litros). Se llenó 5 veces el recipiente y el tiempo promedio de llenado fue de 8,64 segundos, por lo tanto:

$$Q_{af} = \frac{V_r}{t}$$

Dónde:

Q_{af} = caudal de aforo

Vr = volumen del recipiente en litros

t = tiempo de llenado

Sustituyendo:

$$Qaf = \frac{18,93 \text{ litros}}{8,64 \text{ segundos}}$$

Qaf = 2,19 litros/segundo

2.3.2. Muestras de agua

Se tomaron muestras de agua para el análisis fisicoquímico y bacteriológico, para saber si el agua es apta para consumo humano.

El método utilizado fue el indicado por el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala; para el examen fisicoquímico se utilizó un recipiente de 1 galón, para el examen bacteriológico se utilizó un recipiente de vidrio esterilizado de boca ancha y tapón hermético. Las dos tipos de muestras se transportaron enfriadas con hielo.

2.4. Calidad del agua

Se debe garantizar que la población será abastecida con agua sanitariamente segura por lo que se realizan análisis fisicoquímicos y bacteriológicos para conocer el estado en que se encuentra.

2.4.1. Análisis bacteriológico

Según los resultados obtenidos de las muestras respectivas (ver anexos), el número más probable de gérmenes coliformes en una muestra de 100 cm³

es igual a 22, por lo que desde el punto de vista bacteriológico, el agua no exige más que un simple tratamiento de desinfección por medio de pastillas de cloro al 65 %, según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

2.4.2. Análisis fisicoquímico sanitario

Desde el punto de vista de la calidad física el agua cumple con las normas. Desde el punto de vista químico la muestra presentó una concentración alta de nitratos en 50,2 mg/L los rangos aceptables y permisibles se encuentran entre 10 y 50 mg/L, respectivamente.

Haciendo las investigaciones necesarias se encontró que a principios de año 2016 hubo actividades agrícolas clandestinas cerca del nacimiento de agua, por lo que la utilización de fertilizantes que contienen altos niveles de nitratos, dio origen a la contaminación del suelo y eso provocó ese incremento de los mismos en el agua.

Actualmente la municipalidad dio la orden de no realizar actividades agrícolas cercanas al nacimiento de agua, esperando que dentro de un año máximo, los niveles de nitrato ya hayan bajado a un nivel aceptable, según lo normado por la Organización Mundial de la Salud.

2.5. Levantamiento topográfico

En general el estudio de topografía consiste en realizar trabajos de planimetría y altimetría con información básica para la elaboración del diseño del sistema de agua.

2.5.1. Planimetría

El trazo fue de primer orden, por medio de teodolito óptico de precisión modelo TD-1EA utilizando el método de conservación de azimut. Las distancias entre estaciones se midieron con cinta métrica de precisión.

2.5.2. Altimetría

Se realizó una nivelación de precisión sobre la línea levantada de planimetría, para ello se tomaron las siguientes elevaciones:

- De las coronas, fondos de zanjones y quebradas
- De todos los puntos donde haya cambio de pendiente
- En los cruces de calles
- En los puntos donde había cambios de dirección
- Puntos salientes y depresiones del terreno
- Alturas máximas y mínimas del cuerpo de agua que se captará
- De todas las viviendas que se encuentren dentro del área de influencia del Proyecto

2.5.3. Cálculo de población futura

Consiste en calcular cuántos habitantes habrán al finalizar el periodo de diseño del proyecto mediante un modelo matemático.

2.5.3.1. Tasa de crecimiento poblacional

Para el sector Chicapitán, se utilizará una tasa de crecimiento del 2,3 %, según el dato proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística.

2.5.3.2. Período de diseño

Según las normas de diseño de Unepar, el tiempo efectivo de este tipo de proyectos de obras es de 20 años de vida útil, más dos años de trámites para su realización; en total el periodo de diseño será de 22 años.

2.5.3.3. Población futura

El cálculo de la población futura se hizo por el método del crecimiento geométrico, el cual se detalla a continuación:

$$Pf = P_0 (1+Tc)^n$$

Donde:

Pf = población futura

P0 = población actual

Tc = tasa de crecimiento del sector

n = periodo de diseño

Sustituyendo:

$$Pf = 576(1+0,023)^{22}$$

$$Pf = 950 \text{ habitantes}$$

2.5.4. Dotación

El uso del consumo de la población es de tipo domiciliario rural. Según las normas de diseño de Unepar la cantidad de agua asignada a cada usuario es de 120 litros/habitante/día. (Ver tabla III)

Tabla III. **Dotaciones indicadas en las normas de diseño Unepar**

Descripción	Dotación (L/hab./día.)
Llenacántaros	15-40
Conexiones prediales	60-90
Conexiones domiciliarias en el área rural	90-150
Conexiones domiciliarias en el área urbana	150-250

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

2.5.5. Factores de consumo y caudales de diseño

Son parámetros que se utilizarán para realizar el diseño hidráulico de los diferentes componentes del sistema.

2.5.5.1. Caudal medio diario

El caudal medio se obtiene del producto de la dotación por el núm. de habitantes al final del periodo de diseño.

$$Q_{md} = \frac{Dot \times P_f}{86\,400}$$

Donde:

Q_{md} = caudal medio

Dot = dotación en litros/habitante/día

P_f = población futura

Sustituyendo:

$$Q_{md} = \frac{120 \text{ litros/habitante/día} \times 950 \text{ habitantes}}{86\,400}$$

$$Q_{md} = 1,32 \text{ litros/segundo}$$

2.5.5.2. Caudal máximo diario

Es el mayor consumo que se da en un día al año, se obtiene de multiplicar el caudal medio por un factor que oscila entre 1,2 para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes y 1,5 para poblaciones menores a 1 000 habitantes. En este caso se usará el factor de 1,5.

$$Q_{maxd} = Q_{md} \times FDM$$

Donde:

Q_{maxd} = caudal máximo diario

Q_{md} = caudal medio diario

FDM = factor de día máximo

Sustituyendo:

$$Q_{maxd} = 1,32 \text{ litros/segundo} \times 1,5$$

$$Q_{maxd} = 1,98 \text{ litros/segundo}$$

2.5.5.3. Caudal máximo horario

Se le conoce también como caudal de distribución, es el máximo consumo que se da en una hora del día. Se obtiene del resultado de multiplicar el consumo medio diario, por un factor que va de 2 para poblaciones futuras mayores a 1 000

habitantes y 3 para poblaciones futuras menores a 1 000 habitantes. Para este caso se utilizará un factor de 3.

$$Q_{\max H} = Q_{md} \times FHM$$

Donde:

$Q_{\max H}$ = caudal máximo horario

Q_{md} = caudal medio diario

FHM = factor de hora máximo

Sustituyendo:

$$Q_{\max H} = 1,32 \text{ litros/segundo} \times 3$$

$$Q_{\max H} = 3,96 \text{ litros/segundo}$$

2.6. Diseño hidráulico

Este determinará las dimensiones y clase de tuberías de los componentes del sistema que conducirá el líquido hasta su destino.

2.6.1. Fórmulas, coeficiente y diámetros de tuberías

Para el cálculo de la línea de conducción y la línea de distribución se utilizó la ecuación de Hazen-Williams, la cual se utiliza para encontrar pérdidas de carga por fricción en tuberías cerradas a presión, lo que a continuación se detalla:

$$H_f = \frac{1743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga por fricción en metros

L = longitud del tramo en metros

Q = caudal de conducción en litros/segundo

C = coeficiente de rugosidad según el material, 150 para tubería PVC, este dato es adimensional (ver tabla IV)

D = diámetro interno de la tubería en pulgadas

Tabla IV. **Valores comunes del coeficiente de fricción C**

Material	C
Acero galvanizado	100
Hierro fundido	100
Asbesto o cemento	100
Plástico (PVC)	150

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria* 1. P. 41.

2.6.2. Clases y presiones de trabajo de tuberías

Para el proyecto se utilizará tubería de cloruro de polivinilo (PVC) en diámetros de 1/2" y 3/4".

La tubería de 1/2" tiene especificación SDR 13,5, la presión de trabajo es de 315 psi (222 m.c.a.), la tubería de 3/4" es de 250 (176 m.c.a.) con SDR 17.

2.6.3. Velocidades y presiones máximas y mínimas

La velocidad mínima será de 0,6 metros/segundo y la máxima recomendada es de 3 metros/segundo.

La presión estática no debe de sobrepasar el 80 % de la presión de trabajo de la tubería. Para la red de distribución la presión de trabajo debe estar comprendida entre 10 m.c.a. y los 60 m.c.a., debido a que los accesorios no soportan presiones mayores a esta.

2.6.4. Diseño hidráulico de la línea de conducción

Esta línea es la que conduce el agua de la caja de captación en la estación E-0 hasta el tanque de distribución que se encuentra en la estación E-10.

Para hacer los cálculos correspondientes se tienen los siguientes datos:

Longitud del tramo: 876,74 metros

Caudal: 1,98 litros/segundo

Tubería: PVC (coeficiente de rugosidad = 150)

Cota E-0: 1 000 metros

Cota E-10: 940,15 metros

Se procede a calcular la diferencia de nivel entre estaciones, este valor será la carga disponible.

$$H_f \text{ disponible} = \text{Cota E-0} - \text{Cota E-10} = 1\,000 - 940,15 = 59,85 \text{ metros}$$

Con esta pérdida de carga disponible se encuentra un diámetro teórico, despejando de la ecuación de Hazen-Williams.

$$D = \left(\frac{1743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times H_f} \right)^{1/4,87}$$

Sustituyendo:

$$D = \left(\frac{1743,811 \times 876,74 \times 1,98^{1,85} \cdot 1/4,87}{150^{1,85} \times 59,85} \right)$$

D=1,55 pulgadas

Este resultado se aproxima a un diámetro comercial superior e inferior, en este caso será 1,5 y 2 pulgadas. Luego se calcula la pérdida de carga para cada diámetro:

$$H_f \varnothing 1,5" = \frac{1743,811 \times 876,74 \times 1,98^{1,85}}{C^{1,85} \times 1,5^{4,87}}$$

$$H_f \varnothing 1,5" = \frac{1743,811 \times 876,74 \times 1,98^{1,85}}{C^{1,85} \times 1,5^{4,87}}$$

Hf $\varnothing 1,5" = 70,77$ metros

Hf $\varnothing 2" = 17,43$ metros

Como se puede observar el diámetro de 1,5 pulgadas produce una pérdida de carga de 70,77 metros, sobrepasa la pérdida de carga máxima que es de 59,85 metros, por lo que se escoge el diámetro de 2 pulgadas para el diseño de la línea de conducción que produce una pérdida de carga de 17,43 metros por debajo de la pérdida de carga máxima.

La presión estática a la que va a estar sometida la línea de conducción; es la carga disponible antes calculada, que es de 59,85 m.c.a., no sobrepasa el 80 % de la presión de trabajo de la tubería, así:

Presión de trabajo de la tubería (160 psi) = 112,48 m.c.a.

80 % presión de trabajo de la tubería = 89,98 m.c.a.

Presión de diseño = 59,85 m.c.a.

80 % presión de trabajo de la tubería > Presión de diseño.

Por lo que la tubería propuesta sí resiste la presión de diseño.

La presión dinámica se calcula restando a la presión estática menos la pérdida de carga concentrada en ese punto.

La cota piezométrica en la estación E-10 se calcula de la siguiente manera:

$$Cp \text{ E-10} = \text{Cota}_{\text{E-0}} - Hf_{\text{E-0 a E-10}} = 1\ 000 - 17,54 = 982,46 \text{ metros}$$

Por último, para chequear la velocidad en el tramo se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = A \times V$$

Donde:

Q = caudal en m³/segundo

A = área de la sección m²

V = velocidad metros/segundo

También:

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

Donde:

A = área de la sección m²

D = diámetro de la tubería en metros

Despejando V de la ecuación de caudal:

$$V=Q/A$$

Sustituyendo:

$$V = \frac{1,98 \times 4}{1\,000 \times \pi \times (2 \times 0,0254)^2}$$

$$V=0,977 \text{ metros/segundo}$$

Como se puede observar $0,60 \text{ metros/segundo} < 0,977 \text{ metros/segundo} < 3 \text{ metros/segundo}$, la velocidad está entre las velocidades máximas y mínimas estipuladas, por lo que sí chequea.

2.6.5. Diseño hidráulico de la red de distribución

Para diseñar la red de distribución, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Caudal de diseño: es el caudal que se usará para el dimensionamiento de tuberías y los diferentes componentes hidráulicos del sistema de abastecimiento de agua.
- Presión estática en la tubería: se produce cuando todo el líquido de la tubería y del recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua; multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente. Para efectos de diseño de este proyecto se usará el 80 % de la presión de trabajo de las tuberías, teóricamente pueden soportar más, pero por efectos de seguridad, si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompedor presión o tubería de 250 PSI o HG.

En la línea de distribución, la máxima presión estática permitida es de 80 m.c.a., ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería, a menos que sea necesario utilizar presiones mayores por necesidad de salvar puntos altos.

- Presión dinámica en la tubería: cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor, que se disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería; lo que era altura de carga estática, ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión, conocida como pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía, respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería. La presión en un punto A es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota de terreno de ese punto. La menor presión dinámica que puede haber en la red de distribución es de 10 m.c.a., que es la necesaria, para que el agua pueda subir con cierta presión a las llaves de chorro. Se pueden tener presiones hasta 7 m.c.a. siempre que sea debidamente justificado. La presión máxima sugerida es de 40 m.c.a., pudiendo exceder este límite siempre y cuando se tengan razones justificadas para hacerlo.
- Línea piezométrica: es la forma de representar gráficamente los cambios de presión en la tubería, esto indica para cada punto de la tubería, tres elementos: la distancia que existe entre la línea piezométrica y la presión estática en cada punto, que representa la pérdida de carga o de altura de presión que ha sufrido el líquido, a partir del recipiente de alimentación, es decir, el tanque de distribución hasta el punto de estudio. La distancia entre la línea piezométrica y la tubería, que representa el resto de presión estática, es decir, la presión que se mediría si se pone en el momento del flujo un manómetro en ese punto.

Esta presión está disponible para ser gastada en el recorrido del agua dentro de la tubería. La pendiente de la línea piezométrica, que representa la cantidad de altura de presión que se está consumiendo por cada unidad de longitud en metros, que recorre el agua. Cuanto mayor sea la velocidad, mayor será el consumo de presión por metro de tubería.

- Verificación de velocidades: en todo diseño hidráulico, es necesario revisar la velocidad del líquido, para ver si se encuentra entre los límites recomendados. Para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua con material en suspensión, sedimentable o erosivo, se consideran los límites de velocidad desde 0,60 m/s hasta 3 m/s máxima. Si se trata de agua sin material sedimentable o erosivo, no hay límite inferior y se dará lo que resulte del cálculo hidráulico. El límite superior se fijará solamente en precaución a la sobrepresión, que se debe al golpe de ariete.
- Descripción de la conexión domiciliar: esta es la última unidad de todo sistema de agua potable y tiene como finalidad, suministrar finalmente el vital líquido en condición aceptable a la población, ya sea a través de un servicio domiciliar o bien un servicio tipo comunitario (llena cántaros o chorros públicos). Hoy en día, se construyen con tubería y accesorios de PVC, y dependiendo de las condiciones del funcionamiento del sistema, pueden incluir o no aparatos de medición del caudal servido (contadores de agua). Básicamente, consiste en una derivación de la tubería de la red a través de un tubo de diámetro pequeño, generalmente de $\frac{1}{2}$ o $\frac{3}{4}$ " de poca longitud, que termina en una llave de paso o en un medidor de caudal para la instalación interna del servicio en el domicilio y termina en un grifo en los servicios públicos.

Para este proyecto las conexiones domiciliarias estarán compuestas por los siguientes accesorios:

- Tee reductora PVC \emptyset de tubería principal x 1/2"
- Niple (tubo PVC) longitud variable \emptyset 1/2"
- Adaptador macho PVC \emptyset 1/2"
- Llave de paso de bronce \emptyset 1/2"
- Tubo PVC longitud variable \emptyset 1/2"
- Codo PVC 90° \emptyset 1/2" con rosca
- Niple hg h. 1,50 m \emptyset 1/2"
- Codo hg 90° \emptyset 1/2"
- Niple hg h. 0,15 m \emptyset 1/2"
- Copla hg 1/2"
- Chorro hg 1/2"

El diseño de la red de distribución se efectuará por medio de ramales abiertos; ya que las viviendas se encuentran dispersas en el lugar y además la topografía lo permite.

El caudal de diseño será el caudal máximo horario, las presiones y velocidades máximas y mínimas serán las mencionadas en el numeral 2.6.3.

Primero se determina el caudal unitario de vivienda con la siguiente ecuación:

$$Q_u = \frac{Q_{\max H}}{T_v}$$

Donde:

Qu = caudal unitario de vivienda litros/segundo/vivienda

QmaxH = caudal máximo horario litros/segundo

Tv = total de viviendas

Sustituyendo:

$$Qu = \frac{3,98 \text{ litros/segundo}}{96}$$

$$Qu = 0,0414 \text{ litros /segundo/vivienda}$$

Con el caudal unitario de vivienda se calcula cada tramo en la red de distribución. Para cada tramo se encuentra un caudal de vivienda que es el producto del caudal unitario, por el núm. de viviendas en ese tramo.

A continuación se muestra el cálculo hidráulico para el tramo que va de la estación E-10 a la estación E-20, por lo que se usarán los datos siguientes:

Longitud del tramo = 421,40 + 5 % ondulación = 442,47 metros

Cota E-10 = 940,15 metros

Cota E-20 = 902,71 metros

Núm. de viviendas en el tramo = 27 unidades

Con los datos anteriores se calcula el caudal de vivienda con la siguiente ecuación:

$$Qv = Qu \times \text{núm. de viviendas}$$

Donde:

Q_v = caudal de vivienda litros/segundo

Q_u = caudal unitario litros/segundo

Sustituyendo:

$Q_v = 0,0414 \times 27 = 1,12$ litros/segundo

Este resultado será el caudal de diseño para el tramo, luego se calcula la diferencia de nivel entre cotas del tramo para hallar la carga disponible.

$H_f \text{ disponible} = \text{Cota E-10} - \text{Cota E-20} = 940,15 \text{ metros} - 902,71 = 37,44 \text{ metros}$

Con esta pérdida de carga disponible se encuentra un diámetro teórico, despejando de la ecuación de Hazen-Williams.

$$D = \left(\frac{1743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times H_f} \right)^{1/4,87}$$

Sustituyendo:

$$D = \left(\frac{1743,811 \times 442,47 \times 1,12^{1,85}}{150^{1,85} \times 37,44} \right)^{1/4,87}$$

$D = 1,19$ pulgadas

Este resultado se aproxima a un diámetro comercial superior e inferior, en este caso será 1,5 y 1 pulgadas. Luego se calcula la pérdida de carga para cada diámetro:

$$H_f \text{ } \varnothing 1,5'' = \frac{1743,811 \times 442,47 \times 1,98^{1,85}}{C^{1,85} \times 1,5^{4,87}}$$

$$H_f \varnothing 1,5" = \frac{1743,811 \times 442,47 \times 1,98^{1,85}}{C^{1,85} \times 1,5^{4,87}}$$

$$H_f \varnothing 1,5" = 12,45 \text{ metros}$$

$$H_f \varnothing 1" = 89,67 \text{ metros}$$

El diámetro que reúne las condiciones adecuadas para el diseño hidráulico es el de 2 pulgadas, ya que produce menos pérdida de carga.

La presión estática a la que va a estar sometido el tramo es la carga disponible antes calculada, que es de 37,44 m.c.a, esta no sobrepasa el 80 % de la presión de trabajo de la tubería, que es 89,98 m.c.a.

La presión dinámica se calcula restando a la presión estática menos la pérdida de carga concentrada en ese punto.

La cota piezométrica en la estación E-20 se calcula de la siguiente manera:

$$C_p \text{ E-20} = \text{Cota}_{\text{E-10}} - H_f_{\text{E-10 a E-20}} = 940,15 - 14,44 = 925,71 \text{ m.c.a.}$$

Por último se chequea la velocidad

$$V = \frac{1,12 \times 4}{1000 \times \pi \times (1,5 \times 0,0254)^2}$$

$$V = 0,982 \text{ metros/segundo}$$

Como se puede observar $0,60 \text{ metros/segundo} < 0,982 \text{ metros/segundo} > 3 \text{ metros/segundo}$, la velocidad está entre las velocidades máximas y mínimas estipuladas, por lo que sí chequea.

2.7. Obras hidráulicas

Son las estructuras que permiten el paso adecuado del agua en el sistema de abastecimiento para que esta llegue a su destino.

2.7.1. Caja de captación

Esta caja se utilizará para la captación de un brote definido en ladera. La captación estará conformada de un filtro de piedra bola, grava y arena con una capacidad de 1 metro cúbico, el cual tendrá una tubería hacia la caja de captación de la misma, ambas con su respectivo rebalse. La tubería de salida llevará una válvula de control de bronce. Alrededor de la captación se colocará una contra cuneta, para que el agua de lluvia proveniente de la ladera no contamine el manantial.

El paso a dicha caja o tanque de captación deberá estar restringido, para protegerla de un posible daño a su estructura y garantizar su funcionamiento.

2.7.2. Diseño de tanque de distribución

Primero se calcula el volumen del tanque por medio de la siguiente ecuación:

$$V_t = \frac{F_v \times Q_m \times 24 \text{ horas} / \text{día} \times 3\,600 \text{ segundos/hora}}{1\,000 \text{ litros/m}^3}$$

Donde:

V_t = volumen del tanque en m^3

L = longitud del tramo en metros

Fv = factor según normas Unepar

Qm = caudal medio diario litros/segundo

Sustituyendo:

$$V_t = \frac{0,40 \times 1,32 \times 24 \times 3\,600}{1\,000 \text{ litros/m}^3}$$

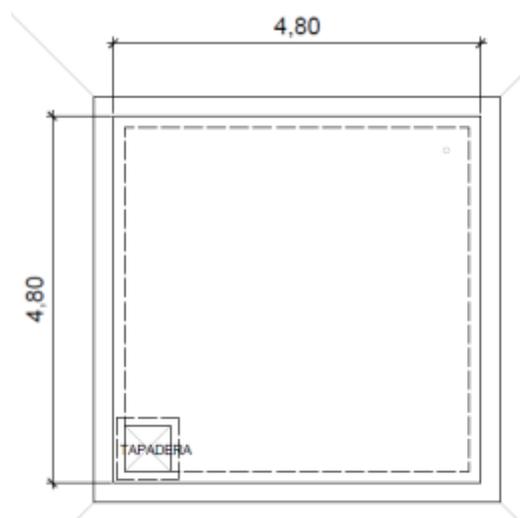
$$V_t = 45,61 \text{ m}^3$$

Se usará un volumen de 50 m³ para estar arriba de la demanda.

2.7.2.1. Diseño de losa superior del tanque

Para el diseño se utilizó el método 3 del American Concrete Institute (ACI). Por ser una losa discontinua en los cuatro lados se diseña por el caso núm. 1, las dimensiones de la losa son 4,80 x 4,80.

Figura 3. Dimensiones de losa



Fuente: elaboración propia.

- Funcionamiento de losa

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

Donde:

m = factor que indica funcionamiento de la losa

a = lado corto de la losa

b = lado largo de la losa

m > 0,5 = dos sentidos

m < 0,5 = un sentido

$$m = \frac{4,80}{4,80}$$

$$m = 1$$

Como m > 1 la losa se diseñará en dos sentidos

- Espesor de losa

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

Donde:

t = espesor de losa en metros

P = perímetro de la losa

$$m = \frac{4,8 \times 4}{180}$$

$$m = 0,106 \text{ metros}$$

El espesor de diseño será de 0,11 m

- Integración de cargas

Carga muerta:

CM = peso propio de losa + acabados

CM = peso concreto x espesor de losa + acabados

CM = $2400 \text{ Kg/m}^3 \times 0,11 \text{ m} + 90 \text{ Kg/m}^2$

CM = 360 Kg/m^2

Carga viva:

CV = 100 Kg/m^2 (esta losa no tiene movimiento de personas)

Carga muerta última:

CMU = $1,4 \times \text{CM} = 1,4 \times 360 \text{ Kg/m}^2 = 504 \text{ Kg/m}^2$

Carga viva última:

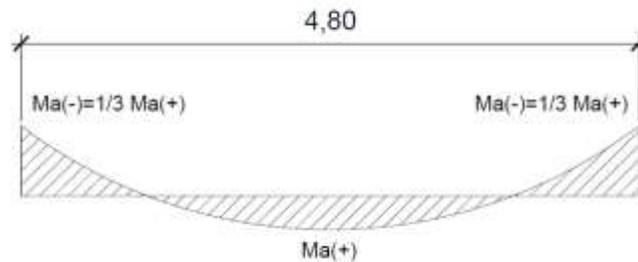
CVU = $1,4 \times \text{CV} = 1,4 \times 100 \text{ Kg/m}^2 = 140 \text{ Kg/m}^2$

Carga última total:

CUT = $\text{CMU} + \text{CVU} = 504 \text{ Kg/m}^2 + 170 \text{ Kg/m}^2 = 674 \text{ Kg/m}^2$

- Determinación de momentos:

Figura 4. **Diagrama de momentos en losa – caso núm. 1**



Fuente: elaboración propia.

$$M_{a^+} = (C_{av^+} \times W_{vu} \times a^2) + (C_{am^+} \times W_{mu} \times a^2)$$

$$M_{a^-} = 1/3 \times M_{a^+}$$

$$M_{b^+} = (C_{bv^+} \times W_{vu} \times b^2) + (C_{bm^+} \times W_{mu} \times b^2)$$

$$M_{b^-} = 1/3 \times M_{b^+}$$

Donde:

M_{a^+} = momento positivo del lado "a" en kg-m

M_{a^-} = momento negativo del lado "a" en kg-m

M_{b^+} = momento positivo del lado "b" en kg-m

M_{b^-} = momento negativo del lado "b" en kg-m

C_{am^+} = coeficiente para el momento positivo "a" producido en la losa por la carga muerta última, adimensional.

C_{av^+} = coeficiente para el momento positivo "a" producido en la losa por la carga viva última, adimensional.

C_{bm^+} = Coeficiente para el momento positivo "b" producido en la losa por la carga muerta última, adimensional.

C_{bv^-} = Coeficiente para el momento negativo "b" producido en la losa por la carga viva última, adimensional.

CVU = carga viva última en Kg/m

CMU= carga muerta última en Kg/m

a = medida en metros de lado corto de la losa

b = medida en metros del lado largo de la losa

$$Ma^+ = (0,036 \times 170 \text{ Kg/m} \times 4,80^2\text{m}^2) + (0,036 \times 504 \text{ Kg/m} \times 4,80^2\text{m}^2)$$

$$Ma^+ = 559,04\text{kg}\cdot\text{m}$$

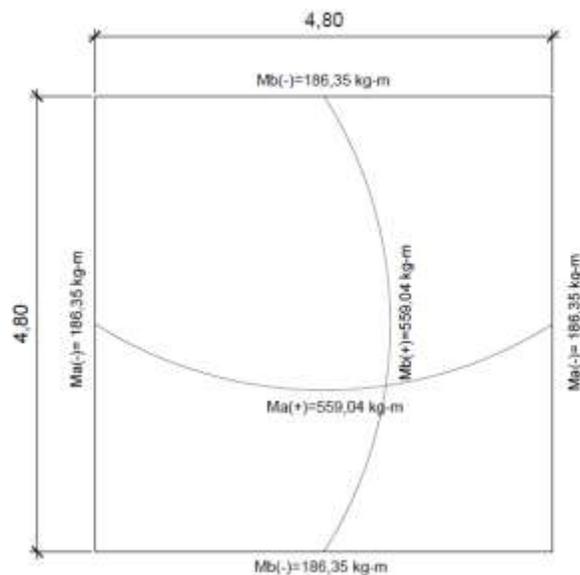
$$Mb^+ = (0,036 \times 170 \text{ Kg/m} \times 4,80^2\text{m}^2) + (0,036 \times 504 \text{ Kg/m} \times 4,80^2\text{m}^2)$$

$$Mb^+ = 559,04\text{kg}\cdot\text{m}$$

$$Ma^- = 1/3 \times 559,04\text{kg}\cdot\text{m} = 186,35\text{kg}\cdot\text{m}$$

$$Mb^- = 1/3 \times 559,04 \text{ kg}\cdot\text{m} = 186,35 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Figura 5. **Momentos en losa**



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del refuerzo

Se diseña con un recubrimiento mínimo de 0,25 cm para 1 metro lineal.

Peralte "d"

$d = t - \text{recubrimiento} - \text{diámetro de varilla núm. 3}$

$$d = 11 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} - 3/8 \times 2,54 \text{ cm} = 7,55 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo:

$$A_{smín} = \phi \times (14,1/f'y) \times FU \times d$$

Donde:

FU = franja unitaria

d = peralte

f'y = resistencia del acero 2 810 Kg/cm²

ϕ = factor de seguridad de 0,40

$$A_{smín} = 0,40 \times (14,1 / 2\ 810) \times 100 \times 7,55 = 1,52 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo:

$$S_{max} = 2 \times t = 2 \times 11 \text{ cm} = 22 \text{ cm}$$

Espaciamiento con varilla núm. 3 grado 40:

$$S = \frac{100 \text{ cm} \times 0,71 \text{ cm}^2}{1,52 \text{ cm}} = 46,71 \text{ cm}$$

El espaciamento es mayor, por lo tanto, se calcula el acero mínimo con el espaciamento máximo.

$$A_{smin} = \frac{100 \text{ cm} \times 0,71 \text{ cm}^2}{22 \text{ cm}} = 3,22 \text{ cm}^2$$

Cálculo del momento que resiste el área de acero mínimo:

$$M_{Asmin} = \phi \times A_{smin} \times f_y \left(d - \frac{A_{smin} \times f_y}{1,7 \times f'_c \times FU} \right)$$

Donde:

M_{Asmin} = momento que resiste con el A_{smin}

d = peralte

A_{smin} = área de acero mínimo

f_y = resistencia del acero 2 810 Kg/cm²

f'_c = resistencia del concreto 210 Kg/cm²

ϕ = factor de seguridad de 0,90

FU = franja unitaria

$$M_{Asmin} = 0,90 \times 3,22 \times 2\,810 \left(7,55 - \frac{3,22 \times 2\,810}{1,7 \times 210 \times 100} \right) \times 0,01 = 594 \text{ kg-m}$$

El momento resistente es mayor al momento calculado en ambos lados de la losa por lo que el armado a utilizar es de varillas núm. 3 espaciados a cada 0,20 cm.

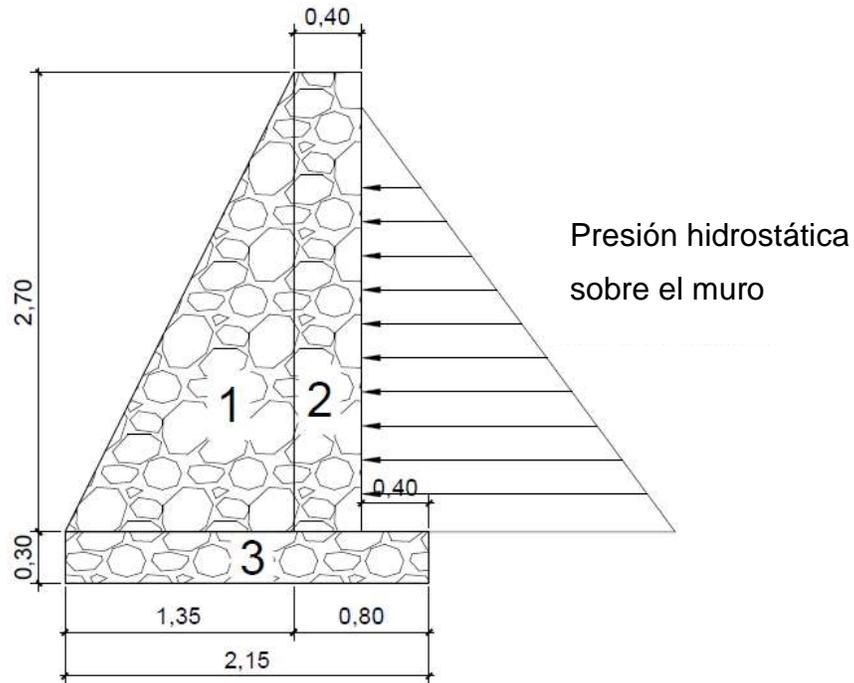
En el plano respectivo se podrán apreciar los detalles constructivos de la losa.

2.7.2.2. Diseño de los muros del tanque

El tanque se diseñará con muros de concreto ciclópeo con carga en la parte superior, debido al peso de la losa y viga perimetral.

Se analiza la sección como un muro de gravedad.

Figura 6. Sección de muro de tanque de almacenamiento



Fuente: elaboración propia.

Presión horizontal del agua a una profundidad h:

$$P_{\text{agua}} = P_s \text{ agua} \times h = 1 \text{ t/m}^3 \times 2,50 \text{ m} = 2,50 \text{ t/m}^2$$

Carga de la presión de agua a una profundidad h:

$$q_{\text{agua}} = \frac{1}{2} P_{\text{agua}} \times h = \frac{1}{2} \times 2,50 \text{ m} \times 2,50 \text{ t/m}^2 = 3,13 \text{ t/m}$$

Momento respecto de O debido a la carga del agua:

$$M_{\text{agua}} = q_{\text{agua}} \times \text{brazo}$$

$$M_{\text{agua}} = 3,13 \text{ t/m} \times [0,30 \text{ m} + (1/3 \times 2,50 \text{ m})] = 3,55 \text{ T/m} - \text{m}$$

Tabla V. **Peso de sección de muro del tanque de almacenamiento**

No.	Área (m ²)		Ps concreto ciclópeo (T/m ³)	Carga (T/m)	Brazo (m)	Momento (T/m-m)
1	0,5x2,70x1,35	1,82	2,5	4,555	0,90	4,0995
2	0,40x2,70	10,08	2,5	2,025	1,50	3,0375
3	2,15x0,30	0,64	2,5	1,613	1,08	1,7415
			Sumatoria	8,19		8,88

Fuente: elaboración propia.

Cálculo del peso de la losa más viga perimetral:

$$W_{\text{losa+viga}} = [\text{CUT} \times \text{Área tributaria}/L] + (\text{Psconc} \times \text{sección viga} \times \text{f.s.})$$

$$W_{\text{losa+viga}} = [674 \times 5,76/4,80] + (2,4 \times 0,15 \times 0,20 \times 1,40)$$

$$W_{\text{losa+viga}} = 809 \text{ Kg/m} = 0,809 \text{ T/m}$$

Momento que provoca la losa y viga perimetral:

$$\text{Momento viga+losa} = (\text{Plosa} + \text{Pviga}) \times \text{brazo}$$

$$\text{Momento viga+losa} = 0,809 \text{ T/m} \times 1,50\text{m} = 1,21 \text{ T/m} \cdot \text{m}$$

Chequeo contra volteo:

$$F_v = \frac{\sum \text{momentos pasivos}}{\sum \text{momentos activos}} > 1,5$$

$$F_v = \frac{M_{\text{muro}} + M_{\text{lv}}}{M_{\text{agua}}}$$

$$F_v = \frac{10,03+1,21}{3,55} = 3,17 > 1,5 \text{ por lo tanto, sí chequea}$$

Chequeo contra deslizamiento:

$$F_d = \frac{\sum \text{Fuerzas pasivas}}{\sum \text{Fuerzas activas}} (\mu \times \tan 30^\circ > 1,5)$$

$$F_d = \frac{W_{\text{muro}} + (P_{\text{losa}} + v_{\text{viga}})}{q_{\text{agua}}} (0,90 \times \tan 30^\circ > 1,5)$$

$$F_d = \frac{8,87+0,809}{3,13} (0,90 \times \tan 30^\circ) = 1,60 > 1,5 \text{ por lo tanto, sí chequea}$$

Chequeo de presiones:

La distancia "x" donde actúan las cargas verticales respecto a O será:

$$x = \frac{\sum M_o +}{\sum \text{Fuerzas de muro}} = \frac{(M_{\text{muro}} + (M_{\text{l}} + v) - M_{\text{agua}})}{W_{\text{muro}} + (W_{\text{l}} + v)}$$

$$x = \frac{10,03+1,21-3,55}{8,87+0,809} \quad x = 0,79 \text{ m}$$

$$3a > L \text{ (pie de muro = 2,15 m)}$$

$$3a = 3 \times 0,79 \text{ m} = 2,37 > 2,15; \text{ por lo tanto, sí cumple}$$

La excentricidad "e" se encuentra de la siguiente manera:

$$e = L/2 - x = 2,37 / 2 - 0,79 = 0,40 \text{ m}$$

Con la excentricidad se encuentran las presiones máximas y mínimas.

$$q = \frac{(M_{\text{muro}} + (M_{\text{l}} + v))}{\text{Base} \times L} \times \left[1 \pm \frac{6e}{\text{Base} \times L} \right]$$

$$q = \frac{10,03 + 1,2}{1,35 \times 2,15} \times \left[1 \pm \frac{6 \times 0,40}{1,35 \times 2,15} \right]$$

$$q_{\max} = 7,24 \frac{T}{m^2} < \text{valor soporte del suelo } 8 \frac{T}{m^2} \text{ por lo que sí chequea}$$

$$q_{\max} = 0,67 \frac{T}{m^2} > 0; \text{ no hay presiones negativas por lo que sí chequea}$$

2.7.2.3. Diseño de losa inferior de tanque

$$\text{Volumen de agua} = 4,50 \times 4,50 \times 2,50 = 50 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agua sobre la losa} = P_s \text{ agua} \times \text{Volumen de Agua}$$

$$\text{Peso del agua sobre la losa} = 1 \text{ T/m}^3 \times 50 \text{ m}^3 = 50 \text{ T}$$

Peso sobre losa inferior (PLI)

$$\text{PLI} = \text{Peso del agua sobre la losa} / \text{área de losa inferior}$$

$$\text{PLI} = 50 \text{ Ton} / (4,50 \times 4,50) = 2,47 \text{ T/m}^2$$

Como $2,47 \text{ T/m}^2 < \text{valor soporte del suelo}$ solo se requiere refuerzo mínimo, por lo que se utilizará un piso de concreto ciclópeo de 30 cm de espesor, que luego se impermeabilizará para evitar filtraciones hacia el suelo.

Verificación de corte en el talón:

Fuerza última de resistencia en una franja unitaria:

$$V_{cu} = \frac{0,85 \times 0,53 \times \sqrt{f'c} \times \text{franja unitaria} \times t}{1\ 000}$$

$$V_{cu} = \frac{0,85 \times 0,53 \times \sqrt{210} \times 100 \times 30}{1\ 000}$$

$$V_{cu} = 19,60 \text{ toneladas}$$

Peso soporte del talón:

$$W_{\text{talón}} = P_s \text{ cc} \times F_U \times (t \text{ losa} + t \text{ talón}) \times P_s \text{ agua} \times F_U \times \text{altura del agua}$$

$$W_{\text{talón}} = 2,50 \text{ T/m}^3 \times 1\text{m} \times (0,10 + 0,30)\text{m} \times 1 \text{ T/m}^3 \times 1 \text{ m} \times 2,50 \text{ m}$$

$$W_{\text{talón}} = 2,50 \text{ T/m}$$

Corte actuante:

$$V_a = \frac{W_{\text{talón}} \times \text{base talón}}{2}$$

$$V_a = \frac{2,50 \times 0,40}{2} = 0,50 \text{ toneladas}$$

El corte resistente V_{cu} es mucho mayor al corte actuante V_a , por lo que el talón resiste el corte sin necesidad de refuerzo.

2.7.3. Válvula de limpieza

Se ubican en las partes más bajas de la línea de conducción y la red de distribución. Su principal función es remover arena sedimentada, esto evitará futuros taponamientos de la tubería.

La válvula de compuerta será de bronce y el diámetro igual a la tubería donde esté ubicada.

2.7.4. Válvula de aire

Se ubican en las partes más altas de la línea de conducción y la red de distribución. Su principal función es liberar aire que está acumulado en la tubería, esto impide el flujo adecuado del líquido.

La válvula será de bronce y el diámetro igual a la tubería donde esté ubicada.

2.7.5. Conexión predial

Consiste en una llave de grifo de 1/2" ubicada en el límite de cada propiedad. Se conecta desde la red con una tee reductora a tubería de 1/2" y una válvula de paso. Esto para cada una de las propiedades contempladas en el proyecto.

2.8. Sistema de desinfección

La desinfección final del agua tiene una importancia fundamental debido a que constituye la última barrera contra la transmisión de enfermedades bacterianas y víricas por el agua. Aunque los productos que más se utilizan con este fin son: el cloraminas, dióxido de cloro, ozono, radiaciones ultravioleta e hipoclorito de calcio al 65 %, este último es el propuesto para este proyecto.

El equipo adecuado para la dosificación del hipoclorito de calcio se determina de acuerdo a la cantidad de tabletas que consume el sistema de agua por cada mes. Para eso primero se necesita conocer el flujo de cloro.

- Determinación del flujo de cloro:

$$F_c = Q \times D_c \times 0,06$$

Donde:

F_c = flujo de cloro en gramos/hora

Q = caudal a clorar (caudal de aforo) en litros/minuto

D_c = demanda de cloro (2 partes por millón) en ppm

$$F_c = 90 \times 2 \times 0,06$$

$$F_c = 10,8 \text{ gramos/hora}$$

- Dosificación del equipo de cloración:

El flujo de cloro en el hipoclorador será de 10,8 gramos/hora entonces la cantidad de tabletas al mes son:

$$C_t = \frac{F_c \times 24 \times 30}{300}$$

Donde:

C_t = cantidad de tabletas por mes

F_c = flujo de cloro en gramos/hora

Sustituyendo:

$$C_t = \frac{10,8 \text{ gramos/hora} \times 24 \text{ horas/día} \times 30 \text{ días/mes}}{300 \text{ gramos/tableta}}$$

$$C_t = 26 \text{ tabletas/mes}$$

2.9. Propuesta de tarifa

La tarifa mensual que cada conexión predial que tendrá que pagar es para contemplar los diferentes gastos para que el sistema funcione adecuadamente durante el periodo para el que fue diseñado.

Estos gastos contemplan lo que son: mantenimientos preventivos, correctivos, administrativos e imprevistos. Además de cubrir los gastos de un fontanero que realice todos estos trabajos.

2.9.1. Costo de operación

Este contempla el pago mensual de un fontanero que se encargará de verificar el buen funcionamiento del sistema de agua y al sistema de cloración.

El cálculo del costo se basa en que un fontanero revisa 20 conexiones y 3 kilómetros de línea de conducción y distribución al día. Por lo tanto:

$$Co = \left(\frac{L}{3} + \frac{Nc}{20} \right) \times Pj \times Fp$$

Donde:

Co = costo de operación

L = longitud de línea del sistema

Nc = núm. de conexiones

Pj = pago de jornalero al día

Fp = factor que incluye prestaciones, para este caso 1,67

Sustituyendo:

$$Co = \left(\frac{2}{3} + \frac{96}{20} \right) \times Q75 \times 1,67$$

$$Co = Q685,00$$

2.9.2. Costo de mantenimiento

Para determinarlo se estima el 3 por millar del total de materiales estimados para el proyecto, este costo servirá para la compra de materiales que estén dañados o para los que se quieran cambiar.

$$Cm = \left(\frac{3}{1\ 000} \right) \times \frac{Tm}{n}$$

Donde:

Cm = costo de mantenimiento

Tm = total de materiales presupuestados

n = periodo de diseño

Sustituyendo:

$$Cm = \left(\frac{3}{1\ 000} \right) \times \frac{Tm}{n}$$

$$Cm = Q47,72$$

2.9.3. Costo de tratamiento

Este costo se determina en base a la cantidad de hipoclorito de calcio que se compra al mes.

$$Ct = Hc * \text{Costo de tableta}$$

Donde:

Ct = costo de tratamiento

Hc = número de tabletas de hipoclorito de calcio al mes

Sustituyendo:

$$Ct = 26 \times Q10,50$$

$$Ct = Q273,00$$

2.9.4. Gastos administrativos

Estos gastos se generan al momento de realizar trámites, inspecciones por parte de entidades sanitarias, entre otros. Se estima como un 10 % de la sumatoria del costo de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$Ga = 10 \% (Co + Ct + Ct)$$

Donde:

Ga = gastos administrativos

Co = costos de operación

Ct = costo de tratamiento

Sustituyendo:

$$Ga = 0,10(685 + 47,72 + 273)$$

$$Ga = Q100,57$$

2.9.5. Costo de imprevistos

Este costo se utilizará para eventos que no se tengan planificados tales como sabotajes, desastres naturales, vandalismo, entre otros.

Al igual que los gastos administrativos; este se determina como un 10 % de la sumatoria de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

Costo de imprevistos = Q100,57

2.9.6. Cálculo de tarifa

Se determina sumando todos los costos anteriores y dividiendo entre el total de conexiones prediales del proyecto.

$$\text{Tarifa propuesta} = \frac{\sum \text{costos/gastos}}{\text{total de conexiones}}$$

$$\text{Tarifa propuesta} = \frac{\text{Co} + \text{Cm} + \text{Ct} + \text{Ga} + \text{Ci}}{96}$$

Donde:

Co = costos de operación

Cm = costos de mantenimiento

Ct = costo de tratamiento

Ga = gastos administrativos

Ci = costo de imprevistos

Sustituyendo:

$$\text{Tarifa propuesta} = \frac{685+47.72+273+100,57+100,57}{96}$$

Tarifa propuesta= Q12,57

2.10. Presupuesto y cronograma de ejecución

El presupuesto detalla los costos para la construcción del proyecto y el cronograma detalla el tiempo en que se ejecutará.

Tabla I. **Presupuesto del sistema de agua potable**

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Preliminares				
1,01	Bodega	1,00	unidad	Q 4 867,00	Q 4 867,00
1,02	Replanteo topográfico	1,00	global	Q 6 220,00	Q 6 220,00
2	Línea de conducción				
2,01	Tubería PVC ø 2" 160 psi.	876,74	ml	Q 86,00	Q 75 399,64
3	Línea de distribución				
3,01	Tubería PVC de ø 2" 160 psi	854,22	ml	Q 86,00	Q 73 462,92
3,02	Tubería PVC de ø 1-1/2" 160 psi	421,80	ml	Q 72,00	Q 30 369,60
3,03	Tubería PVC de ø 1-1/4" 160 psi	146,76	ml	Q 65,00	Q 9 539,40
3,04	Tubería PVC de ø 1" 160 psi	497,17	ml	Q 60,00	Q 29 830,20
3,05	Tubería PVC de ø 3/4" 250 psi	417,52	ml	Q 57,00	Q 23 798,64
3,06	Tubería PVC de ø 1/2" 315 psi	86,81	ml	Q 56,00	Q 4 861,36
4	Obras hidráulicas				
4,01	Captación	1,00	unidad	Q 31 866,00	Q 31 866,00
4,02	Tanque de distribución de 50 m3	1,00	unidad	Q 113 070,00	Q 113 070,00
4,03	Cajas con válvula de aire ø2"	1,00	unidades	Q 2 242,00	Q 2 242,00
4,04	Cajas con válvula de compuerta ø2"	2,00	unidades	Q 2 027,00	Q 4 054,00
4,05	Conexiones domiciliarias	96,00	unidades	Q 455,00	Q 43 680,00
5	Sistema de desinfección				
		1,00	unidad	Q 3 028,00	Q 3 028,00
Total del proyecto					Q 456 288,76

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Cronograma de ejecución del proyecto**

Ítem	Descripción	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
		Semana				Semana				Semana			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Preliminares												
1,01	Bodega	■											
1,02	Replanteo topográfico												
2	Línea de conducción												
2,01	Tubería PVC \varnothing 2" 160 psi.			■	■	■	■						
3	Línea de distribución												
3,01	Tubería PVC de \varnothing 2" 160 psi			■	■	■	■						
3,02	Tubería PVC de \varnothing 1-1/2" 160 psi				■	■	■	■					
3,03	Tubería PVC de \varnothing 1-1/4" 160 psi					■	■	■	■				
3,04	Tubería PVC de \varnothing 1" 160 psi						■	■	■	■			
3,05	Tubería PVC de \varnothing 3/4" 250 psi							■	■	■	■		
3,06	Tubería PVC de \varnothing 1/2" 315 psi								■	■	■	■	
4	Obras hidráulicas												
4,01	Captación			■	■	■	■						
4,02	Tanque de distribución de 50 m3							■	■	■	■		
4,03	Cajas con válvula de aire \varnothing 2"									■	■	■	
4,04	Cajas con válvula de compuerta \varnothing 2"										■	■	■
4,05	Conexiones domiciliarias											■	■
4,06	Sistema de desinfección											■	■
5	Preliminares											■	■

Fuente: elaboración propia.

2.11. Evaluación socioeconómica

Tiene como fin identificar el impacto que tiene el proyecto sobre el bienestar de la población beneficiada. También se interesa en resolver si es o no factible el proyecto planteado. El valor presente neto y la tasa interna de retorno indican que tan factible será el proyecto. En este caso no se planteará en las ganancias que genere el proyecto, sino en el beneficio que tendrá la población.

Tabla III. **Cálculo de beneficios anuales**

Beneficios anuales por familia		
Beneficios directos		
Tarifa anual	Q 240,00	
Total beneficios directos		Q 240,00
Beneficios indirectos		
Plusvalía de terreno	Q 700,00	
Ahorro gastos médicos	Q 500,00	
Ahorro al no faltar al trabajo por enfermedades	Q 800,00	
Total Beneficios indirectos		Q 2 000,00
Total Beneficios anuales por familia		Q 2 240,00
Total beneficios anuales por 96 familias		Q 215 040,00

Fuente: elaboración propia.

2.11.1. Valor presente neto

Es el valor actual de los beneficios netos que genera el proyecto durante su periodo de vida útil. Para su cálculo se requiere determinar una tasa de descuento, que para este análisis será de 12 %, la ecuación para calcularlo es la siguiente:

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

VPN = valor Presente Neto

I₀ = inversión Inicial

N = núm. de años

T = periodo en años

Bt = beneficios en el periodo t

Ct = costos en el periodo t

R = tasa de descuento

Si $TIR < r$, se rechazará el proyecto

Si $TIR > r$, se aceptará el proyecto

2.11.2. Tasa interna de retorno

Es la tasa que iguala el valor presente neto a cero, indica la rentabilidad promedio anual que genera el capital invertido en un proyecto. Representa el máximo costo que se tendría que pagar por el capital prestado. Se calcula de la siguiente manera.

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} = 0$$

Donde:

VPN = valor presente neto

I₀ = inversión inicial

n = núm. de años

t = periodo en años

Bt = beneficios en el periodo t

Ct = costos en el periodo t

TIR = tasa interna de retorno

Si $VPN < 0$, no producirá beneficios

Si $VPN > 0$, producirá beneficios

Si $VPN = 0$, no producirá beneficios ni pérdidas

Tabla VI. **Resultados Van-Tir**

Introducción de agua potable				
Año	Costo de Inversión	Costo de operación y mantenimiento	Beneficios Anuales	Beneficios netos
0	-Q 455 000,00	0	0	-Q 455 000,00
1		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
2		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
3		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
4		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
5		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
6		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
7		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
8		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
9		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
10		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
11		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
12		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
13		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
14		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
15		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
16		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
17		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
18		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
19		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
20		-Q 14 469,12	Q 215 040,00	Q 200 570,88
Totales	- 455 000,00	-Q 289 382,40	Q4 300 800,00	Q 3 556 417,60

Tasa de descuento 12 %
TIR 44 % ACEPTADO
VAN Q 931 386,50 ACEPTADO

Fuente: elaboración propia.

2.11.3. Relación Beneficio - Costo

Este es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar en una comunidad.

Es el cociente de dividir el valor actualizado de los beneficios del proyecto (ingresos) entre el valor actualizado de los costos (egresos), a una tasa de actualización igual a la tasa de rendimiento mínima aceptable.

Si $B/C < 1$ se rechazará el proyecto

Si $B/C > 1$ se aceptará el proyecto

Tabla VII. **Resultados Beneficio/Costo**

Tasa de Descuento 12%

AÑO	Costo de operación y mantenimiento	Beneficios Anuales
0	Q 455 000,00	0
1	Q 14 469,12	Q 215 040,00
2	Q 14 469,12	Q 215 040,00
3	Q 14 469,12	Q 215 040,00
4	Q 14 469,12	Q 215 040,00
5	Q 14 469,12	Q 215 040,00
6	Q 14 469,12	Q 215 040,00
7	Q 14 469,12	Q 215 040,00
8	Q 14 469,12	Q 215 040,00
9	Q 14 469,12	Q 215 040,00
10	Q 14 469,12	Q 215 040,00
11	Q 14 469,12	Q 215 040,00
12	Q 14 469,12	Q 215 040,00
13	Q 14 469,12	Q 215 040,00
14	Q 14 469,12	Q 215 040,00
15	Q 14 469,12	Q 215 040,00
16	Q 14 469,12	Q 215 040,00
17	Q 14 469,12	Q 215 040,00
18	Q 14 469,12	Q 215 040,00
19	Q 14 469,12	Q 215 040,00
20	Q 14 469,12	Q 215 040,00
VAN	Q 563 076,28	Q 1 606 229,16
	Beneficio/Costo	2,85

Fuente: elaboración propia.

2.12. Evaluación de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental permite determinar si el proyecto genera efectos perjudiciales al medio ambiente. El método que se usará para determinar los efectos será el Método de Leopold, también llamada Matriz de Leopold.

Método de Leopold

Se base en el desarrollo de una matriz con el objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo a las características del proyecto.

Consiste en una lista de control bidimensional; en las filas se detallan las etapas del proyecto, en las columnas se identifican las categorías ambientales que pueden ser afectadas por el proyecto.

En cada celda de la matriz se colocarán dos números enumerados del 1 al 10 como una forma cuantitativa de valorización, también se pueden utilizar colores para identificar la magnitud de cada celda.

Los resultados (Evaluaciones) indican cuál es la actividad más perjudicial o beneficiosa para el ambiente y cuáles son las variables más afectadas, tanto positiva como negativamente.

Tabla VIII. **Matriz de Leopold**

		Medio Físico										Medio Biológico		Medio Percepti	Medio Económico					Medio social y cultural				Evaluaciones						
		Agua	Aire			Suelos		Sub-suelo	Flora	Fauna																				
FACTORES AMBIENTALES	ACCIONES DEL PROYECTO	Agua Superficial	Agua Subterránea	Partículas	Gases	Olores	Nivel sonoro	Características físicas-químicas	Erosión	Compactación	Características físicas-químicas	Vegetación terrestre	Vegetación Acuática	Fauna Terrestre	Fauna acuática	Hábitat	Paisaje	Relieve	Tránsito vehicular	Medios de transporte	Turismo y comercio	Economía local	Generación de empleo	Plusvalía del área	Vivienda	Redes de servicio básico	Salud y seguridad ocupacional	Educación ambiental	Orden territorial	Ambiente Cultural
		CONSTRUCCION	Movimiento de personal							4	6	8		5	1	1	1	2	1	1	1	2	1	5	5	5				
Circulación de vehículos				3	3	3	2										2	1					1	10						12
Limpieza del sitio																					3	7	5	10						8
Disposición de residuos																					3	7	5	10						17
Compactación y conformación			3				3			8	5	5	8			4	5	8				7	5	10						38
Rellenos			3	2			5			8	7	5	8			8	8						8	10						16
Excavaciones				2	5		1	5				5	5	1	3								8	10						17
Fundiciones										5	8	3	5	1	5								6	10						17
Acarreo de materiales										3	5	3	5										4	10						10
Construcción de estructuras superficiales										3	5	3	5				7	8					8	10						21
Evaluaciones				8	3	3	7	4	25	5	21	3	5	10	10	5	1	1	1	7	15	5	57	5					175	
				9	2	2	12	5	34	7	40	9	10	11	8	8	1	1	2	15	5	5	100	10					282	

NOMENCLATURA

Magnitud del posible impacto del 1 al 10 4
3 Importancia del posible impacto del 1 al 10

Fuente: elaboración propia.

En relación a los resultados obtenidos de la tabla anterior, se puede decir que:

- El impacto positivo mayor es la creación de empleo; ya que en la fase de construcción del proyecto un 95 % de los trabajadores serán originarios del municipio beneficiado.

- El factor ambiental más afectado es el de vegetación terrestre, debido al movimiento de personal, excavaciones y compactación del suelo.
- La etapa de construcción que crea un mayor impacto es de la compactación y conformación del suelo; al igual que el movimiento de personal, pues se excavará la corteza terrestre y por lo mismo dañará la flora y fauna del lugar. Esto en un pequeño porcentaje.
- En general no hay impactos negativos perjudiciales para el medio ambiente en la fase de construcción del proyecto.

CONCLUSIONES

1. La construcción del sistema de agua potable mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector Chicapitán, contarán con agua entubada y debidamente desinfectada.
2. Las pruebas de laboratorio que se realizaron a las muestras de agua de la fuente de captación, demostraron que el agua es apta para consumo humano.
3. Con el diseño hidráulico se procedió a realizar los planos, detalles estructurales del tanque de captación y distribución, al igual que las obras de arte que se utilizarán.
4. Con toda la planificación se procedió a estimar los renglones de trabajo del proyecto dando un valor de Q. 456 288,76.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Santa María de Jesús:

1. Capacitar a los usuarios para que realicen un uso óptimo del sistema y el beneficio que trae el proyecto a su vida.
2. Se recomienda realizar los trabajos en época seca para evitar contratiempos por la lluvia, posibles hundimientos y deslaves.
3. Durante la ejecución del proyecto se deberá contratar al personal de trabajo, el equipo de seguridad necesario durante la ejecución de la obra.
4. Realizar por escrito la legalización de la fuente de captación y los derechos de paso de la tubería, para que no exista algún tipo de problema, tanto en la ejecución del proyecto como en la fase de operación y mantenimiento.
5. Implementar un plan de mantenimiento del sistema, para que funcione en óptimas condiciones.
6. Actualizar los precios del presupuesto tanto en materiales como en mano de obra, por estar sujetos a cambios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto de Fomento Municipal, INFOM. Unidad ejecutora del programa de acueductos rurales UNEPAR. Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Guatemala: noviembre de 2011. 64 p.
2. Reglamentos *para las construcciones de concreto estructural y comentarios, ACI 318-99. Chile: 1999.*
3. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria* 1. Tesis de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 170 p.
4. BARRERA CHINCHILLA, Miguel Ángel. *Diseño del sistema de agua potable por gravedad y bombeo en la aldea Joconal y escuela primaria en la aldea Campanario Progreso, municipio de la Unión, departamento de Zacapa, Guatemala.* Tesis de graduación de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011. 142 p.
5. GÓMEZ SAGASTUME, Freddy Paolo. *Diseño del sistema de agua potable para la aldea La Catocha y caserío El Poshte y diseño de muro de contención para la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte, municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula.* Tesis de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 136 p.

6. RAMOS SOBERANIS, AMÍLCAR NOÉ. *Metodologías matriciales de evaluación ambiental para países en desarrollo: Matriz de Leopold y Método Mel-Enel*. Tesis de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 116 p.

7. Norma COGUANOR NTG 29001. Agua para consumo humano (agua potable). Guatemala: 2010.

Tabla IX. Cálculo hidráulico 1

Línea de conducción													
EST.	P.O.	COTA	Ø (Plg)	Resistencia de tubería (PSI/m.c.a.)	Longitud (m)	Viviendas actuales EST.	Caudal (L/s)	Coefficiente de Rugosidad	Perdida de Carga por fricción (m)	Cota Piezométrica C.P. (m)	Presión estática(m.c.a.)	Presión dinámica(m.c.a.)	velocidad (m/s)
	E0	1 000,00								1 000,00			
E0	E1	962,95	2,00	160/112,48	75,12	30	1,98750	150	1,50	998,50	37,05	35,55	0,981
E1	E2	947,75	2,00	160/112,48	122,26	30	1,98750	150	2,45	996,05	52,25	48,30	0,981
E2	E3	943,95	2,00	160/112,48	80,22	30	1,98750	150	1,61	994,45	56,05	50,50	0,981
E3	E4	941,95	2,00	160/112,48	71,40	30	1,98750	150	1,43	993,02	58,05	51,07	0,981
E4	E5	933,50	2,00	160/112,48	75,30	30	1,98750	150	1,51	991,51	66,50	58,01	0,981
E5	E6	931,15	2,00	160/112,48	76,13	31	1,98750	150	1,52	989,99	68,85	58,84	0,981
E6	E7	941,10	2,00	160/112,48	104,26	32	1,98750	150	2,09	987,90	58,90	46,80	0,981
E7	E8	957,25	2,00	160/112,48	110,60	33	1,98750	150	2,21	985,69	42,75	28,44	0,981
E8	E9	948,70	2,00	160/112,48	85,10	34	1,98750	150	1,70	983,99	51,30	35,29	0,981
E9	E10	940,15	2,00	160/112,48	76,35	35	1,98750	150	1,53	982,46	59,85	42,31	0,981
Línea de distribución ramal 1													
	E10	940,15								940,15			
E10	E11	922,45	2,00	160/112,48	54,44	6	1,90440	150	1,006	939,14	17,70	16,69	0,940
E11	E12	905,55	2,00	160/112,48	58,07	6	1,90440	150	1,073	938,07	34,60	32,52	0,940
E12	E13	903,65	2,00	160/112,48	54,08	6	1,90440	150	1,000	937,07	36,50	33,42	0,940
E13	E14	903,49	2,00	160/112,48	37,47	6	1,90440	150	0,693	936,38	36,66	32,89	0,940
E14	E15	902,90	2,00	160/112,48	24,76	1	1,86300	150	0,439	935,94	37,25	33,04	0,919
E15	E16	903,85	2,00	160/112,48	43,11	1	1,86300	150	0,765	935,17	36,30	32,27	0,919
E16	E17	903,61	2,00	160/112,48	52,30	1	1,86300	150	0,928	934,25	36,54	30,63	0,919
E17	E18	903,28	2,00	160/112,48	47,27	2	1,78020	150	0,771	933,48	36,87	30,20	0,878
E18	E19	903,09	2,00	160/112,48	10,06	3	1,73880	150	0,157	933,32	37,06	30,23	0,858
E19	E20	902,71	2,00	160/112,48	39,84	4	1,73880	150	0,622	932,70	37,44	29,99	0,858
E20	E21	902,57	2,00	160/112,48	26,11		1,69740	150	0,390	932,31	37,58	29,74	0,837
E21	E22	902,30	2,00	160/112,48	26,60		1,44900	150	0,297	932,01	37,85	29,71	0,715
E22	E23	900,40	2,00	160/112,48	82,76		1,44900	150	0,923	931,09	39,75	30,69	0,715
E23	E24	899,45	1,50	160/112,48	37,10		1,15920	150	1,111	929,98	40,70	30,52	1,017
E24	E25	908,00	1,25	160/112,48	63,06		0,62100	150	1,446	928,53	32,15	20,53	0,784
E25	E26	915,10	1,00	160/112,48	71,51		0,33120	150	1,520	927,01	25,05	11,91	0,654
Línea de distribución ramal 1.1													
	E23	900,40								931,09			
E23	E27	901,95	1,00	160/112,48	60,22	6	0,53820	150	3,142	927,94	38,20	25,99	1,062
E27	E28	902,51	1,00	160/112,48	49,76	6	0,37260	150	1,315	926,63	37,64	24,12	0,735
E28	E29	901,31	1,00	160/112,48	45,70	6	0,33120	150	0,971	925,66	38,84	24,35	0,654
E29	E30	902,95	0,75	250/175,75	8,65	6	0,24840	150	0,438	925,22	37,20	22,27	0,872
E30	E31	903,51	0,75	250/175,75	41,90	1	0,20700	150	1,515	923,71	36,64	20,20	0,726
E31	E32	902,17	0,50	325/228,47	41,14	1	0,12420	150	4,165	919,54	37,98	16,03	0,980
Línea de distribución ramal 1.2													
	E20	902,71								932,70			
E20	E33	902,28	0,75	250/175,75	31,91	6	0,20700	150	1,154	931,54	37,87	29,26	0,726
E33	E34	904,08	0,75	250/175,75	35,28	6	0,20700	150	1,276	930,27	36,07	26,18	0,726
E34	E35	907,63	0,75	250/175,75	42,46	6	0,20700	150	1,535	928,73	32,52	21,10	0,726
E35	E36	905,88	0,50	325/228,47	45,67	6	0,12420	150	4,624	924,11	34,27	18,23	0,980

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Cálculo hidráulico 2

LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 2													
EST.	P.O.	COTA	Ø (Pig)	Resistencia de tubería (PSI/m.c.a.)	Longitud (m)	Viviendas actuales EST.	Caudal (L/s)	Coefficiente de Rugosidad	Perdida de Carga por fricción (m)	Cota Piezométrica C.P. (m)	Presión estática(m.c.a.)	Presión dinámica(m.c.a.)	velocidad (m/s)
	E10	940,15								940,15			
E10	E11	903,65	2,00	160/112,48	54,97	6	2,07000	150	1,185	938,97	36,50	35,32	1,021
E11	E12	901,75	2,00	160/112,48	57,39	6	2,07000	150	1,238	937,73	38,40	35,98	1,021
E12	E37	906,50	2,00	160/112,48	70,98	6	2,07000	150	1,531	936,20	33,65	29,70	1,021
E37	E38	904,60	2,00	160/112,48	67,19		2,02860	150	1,396	934,80	35,55	30,20	1,001
E38	E39	902,70	2,00	160/112,48	46,82		2,02860	150	0,973	933,83	37,45	31,13	1,001
E39	E40	900,80	1,50	160/112,48	48,59		0,82800	150	0,781	933,05	39,35	32,25	0,726
E40	E41	901,75	1,25	160/112,48	40,30		0,62100	150	0,924	932,12	38,40	30,37	0,784
E41	E42	897,95	1,00	160/112,48	78,39	6	0,49680	150	3,527	928,60	42,20	30,65	0,980
E42	E43	901,75	1,00	160/112,48	40,30		0,45540	150	1,544	927,05	38,40	25,30	0,899
E43	E44	897,95	1,00	160/112,48	78,39	6	0,37260	150	2,072	924,98	42,20	27,03	0,735
LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 3													
	E38	901,75								934,80			
E38	E45	904,60	1,50	160/112,48	49,34	6	1,20060	150	1,577	933,22	35,55	28,62	1,053
E45	E46	904,27	1,50	160/112,48	40,35	6	1,15920	150	1,208	932,02	35,88	27,75	1,017
E46	E47	903,32	1,50	160/112,48	23,27	6	1,15920	150	0,697	931,32	36,83	28,00	1,017
E47	E48	901,42	1,50	160/112,48	56,58		1,07640	150	1,477	929,84	38,73	28,42	0,944
E48	E49	898,57	1,50	160/112,48	24,10		0,95220	150	0,502	929,34	41,58	30,77	0,835
E49	E50	895,72	1,50	160/112,48	30,65		0,91080	150	0,588	928,75	44,43	33,03	0,799
E50	E51	894,77	1,50	160/112,48	50,18		0,86940	150	0,883	927,87	45,38	33,10	0,763
E51	E52	894,65	1,50	160/112,48	61,64	6	0,70380	150	0,733	927,14	45,50	32,48	0,617
E52	E53	895,60	1,25	160/112,48	43,40		0,62100	150	0,995	926,14	44,55	30,54	0,784
E53	E54	895,37	1,00	160/112,48	72,90		0,41400	150	2,341	923,80	44,78	28,43	0,817
LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 3.1													
	E52	894,65								927,14			
E52	E55	897,50	0,75	250/175,75	25,10	6	0,20700	150	0,908	926,23	42,65	28,72	0,726
E55	E56	900,90	0,75	250/175,75	37,96	6	0,20700	150	1,373	924,85	39,25	23,95	0,726
E56	E57	902,30	0,75	250/175,75	64,86	6	0,20700	150	2,345	922,51	37,85	20,21	0,726
LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL 3.2													
	E53	895,60								926,14			
E53	E58	896,55	0,75	250/175,75	55,18	6	0,28980	150	3,718	922,42	43,60	25,87	1,017
E58	E59	901,90	0,75	250/175,75	40,24	6	0,24840	150	2,039	920,38	38,25	18,48	0,872
E59	E60	902,35	0,75	250/175,75	33,98	6	0,20700	150	1,229	919,15	37,80	16,80	0,726

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Libreta topográfica**

Estación.	P.O.	Distancia	Azimut	Cota
	E0			1 000,00
E0	E1	75,12	219d12'10"	962,95
E1	E2	122,26	214d43'55"	947,75
E2	E3	80,22	228d39'8"	943,95
E3	E4	71,40	228d39'8"	941,95
E4	E5	75,30	223d20'8"	933,50
E5	E6	76,13	223d20'8"	931,15
E6	E7	104,26	214d59'19"	941,10
E7	E8	110,60	215d34'18"	957,25
E8	E9	85,10	229d47'20"	948,70
E9	E10	76,35	229d47'20"	940,15
E10	E11	54,44	237d32'3"	922,45
E11	E12	58,07	204d55'38"	905,55
E12	E13	54,08	274d29'10"	903,65
E13	E14	37,47	247d38'0"	903,49
E14	E15	24,76	191d2'24"	902,90
E15	E16	43,11	254d45'23"	903,85
E16	E17	52,30	256d55'38"	903,61
E17	E18	47,27	263d10'50"	903,28
E18	E19	10,06	336d53'18"	903,09
E19	E20	39,84	268d20'41"	902,71
E20	E21	26,11	268d37'30"	902,57
E21	E22	26,60	192d7'17"	902,30
E22	E23	82,76	264d42'0"	900,40
E23	E24	37,10	264d42'0"	899,45
E24	E25	63,06	338d53'52"	908,00
E25	E26	71,51	329d13'23"	915,10
E23	E27	60,22	336d16'51"	901,95
E27	E28	49,76	333d2'42"	902,51
E28	E29	45,70	333d44'8"	901,31
E29	E30	8,65	26d35'40"	902,95
E30	E31	41,90	66d52'55"	903,51
E31	E32	41,14	61d19'46"	902,17
E20	E33	31,91	357d27'19"	902,28
E33	E34	35,28	357d37'43"	904,08
E34	E35	42,46	352d1'52"	907,63
E35	E36	45,67	356d17'20"	905,88
E12	E37	54,97	202d18'15"	906,50
E37	E38	57,39	210d2'37"	904,60
E38	E39	70,98	261d31'30"	902,70
E39	E40	67,19	263d25'34"	900,80
E40	E41	46,82	267d32'42"	901,75
E41	E42	48,59	269d16'42"	897,95
E42	E43	40,30	268d1'32"	901,75
E43	E44	78,39	263d16'57"	897,95
E38	E45	49,34	204d3'9"	904,60
E45	E46	40,35	208d34'0"	904,27
E46	E47	23,27	235d47'44"	903,32
E47	E48	56,58	259d13'29"	901,42
E48	E49	24,10	190d40'19"	898,57
E49	E50	30,65	207d6'33"	895,72
E50	E51	50,18	207d1'8"	894,77
E51	E52	61,64	205d13'20"	894,65
E52	E53	43,40	206d54'26"	895,60
E53	E54	72,90	206d4'49"	895,37
E52	E55	25,10	116d29'50"	897,50
E55	E56	37,96	296d29'50"	900,90
E56	E57	64,86	119d46'13"	902,30
E53	E58	55,18	119d45'41"	896,55
E58	E59	40,24	119d12'29"	901,90
E59	E60	33,98	119d12'29"	902,35

Fuente: elaboración propia.

Anexo 1. Análisis físico-químico y sanitario



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



O.T. No. 36465

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO

No. 10001
INF. No. 26638

INTERESADO: <u>ERICK ANTONIO VÁSQUEZ ORÓN,</u> CARNÉ No. 2006-15074	PROYECTO: <u>EPS: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CHICAPITÁN, SANTA MARÍA DE JESÚS SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA"</u>
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Sector Chicapitán</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-09-13; 10 h 20 min.</u>
FUENTE: <u>Chicapitán nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2016-09-14; 10 h 45 min.</u>
MUNICIPIO: <u>Santa María de Jesús</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO: <u>Sacatepéquez</u>	

RESULTADOS

1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>15,0 °C</u>	
2. COLOR: <u>02,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>186,40 µmhos/cm</u>	
3. TURBIEDAD: <u>00,43 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,16 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>99,00 mg/L</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. CALCIO (Ca)	16,03	6. CLORUROS (Cl)	09,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,026	7. MAGNESIO (Mg)	11,70
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	50,20	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	06,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01
5. MANGANESO (Mn)	00,002	10. DUREZA TOTAL	88,00

HIDRÓXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
00,00	00,00	56,00	56,00

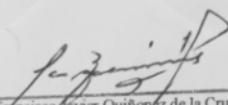
OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física el agua cumple con las normas. Desde el punto de vista de la calidad química COMPONENTES PELIGROSOS PARA LA SALUD Nitratos sobrepasan la concentración máxima aceptable. 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. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2016-10-11

Vo Bo.



Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC



Zenón Much Santos
Ing. Químico Col. No. 428
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



LABORATORIO
INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA
SANITARIA
"DRA. ALBA
TABARINI
MOLINA"
USAC
GUATEMALA

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

Anexo 2. Análisis bacteriológico



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



No. 10003

EXAMEN BACTERIOLÓGICO		INF. No. A - 362495
O.T. No. 36465 INTERESADO: <u>ERICK ANTONIO VÁSQUEZ ORÓN</u> <small>CARNE No. 2006 15074</small> MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u> LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Sector Chicapitán</u> FUENTE: <u>Chicapitán nacimiento</u> MUNICIPIO: <u>Santa María de Jesús</u> DEPARTAMENTO: <u>Sacatepéquez</u>	PROYECTO: <u>EPS "DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CHICAPITÁN, SANTA MARÍA DE JESÚS SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA"</u> DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u> FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-09-13, 10 h20 min.</u> FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-09-14, 10 h45 min.</u> CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
SABOR: <u>----</u> ASPECTO: <u>Clara</u> OLOR: <u>Inodora</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u> CLORO RESIDUAL: _____	

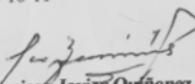
INVESTIGACIÓN DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AERÓGENOS)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACIÓN DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN 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		22	< 1,8

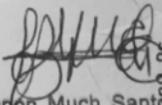
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua

Guatemala, 2016-10-11

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CII/USAC

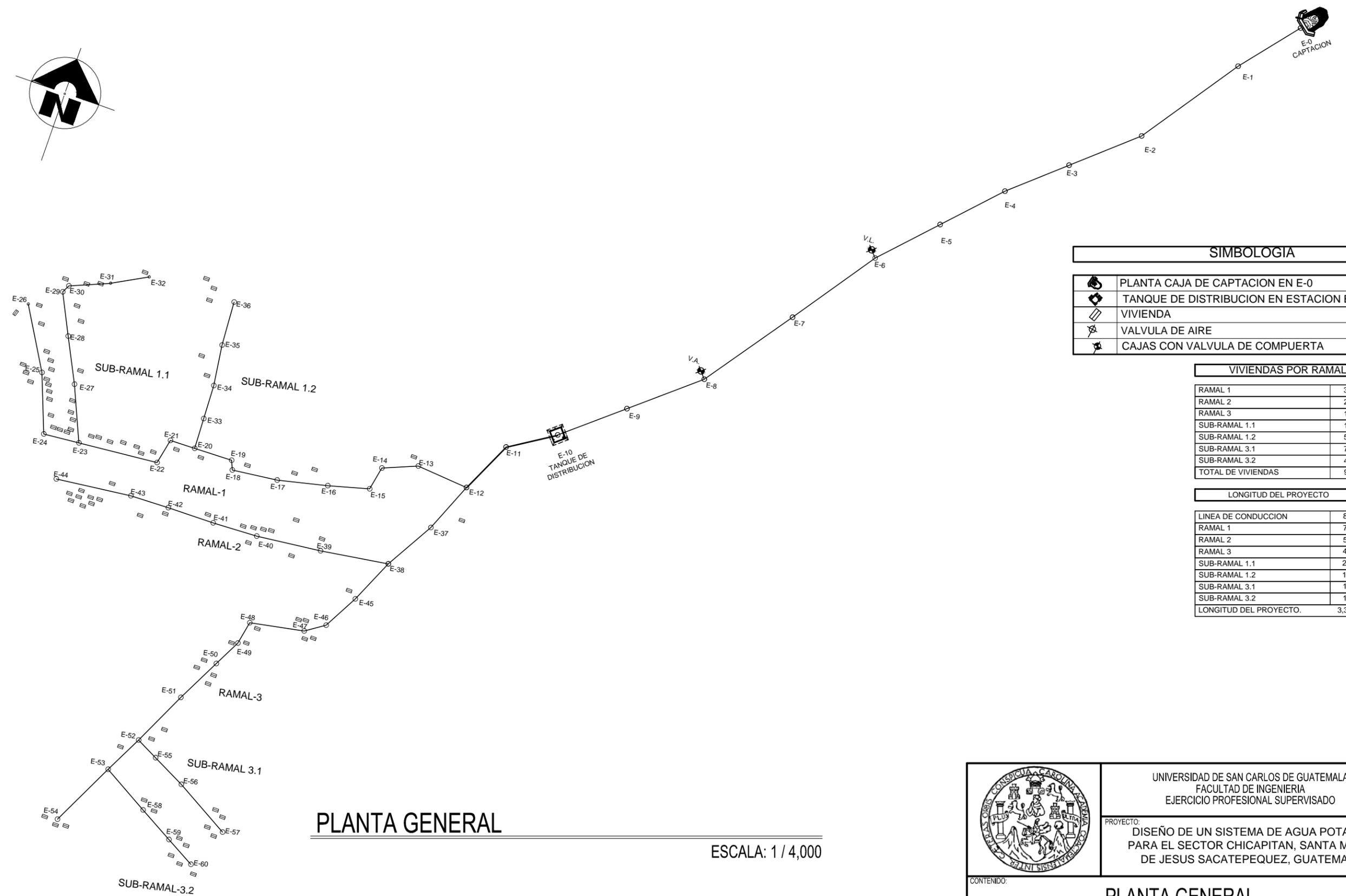
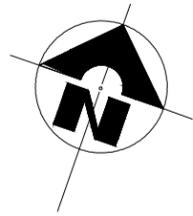




Zenón Much Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio



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



SIMBOLOGIA

	PLANTA CAJA DE CAPTACION EN E-0
	TANQUE DE DISTRIBUCION EN ESTACION E-10
	VIVIENDA
	VALVULA DE AIRE
	CAJAS CON VALVULA DE COMPUERTA

VIVIENDAS POR RAMAL

RAMAL 1	30 VIV.
RAMAL 2	21 VIV.
RAMAL 3	18 VIV.
SUB-RAMAL 1.1	11 VIV.
SUB-RAMAL 1.2	5 VIV.
SUB-RAMAL 3.1	7 VIV.
SUB-RAMAL 3.2	4 VIV.
TOTAL DE VIVIENDAS	96 VIV.

LONGITUD DEL PROYECTO

LINEA DE CONDUCCION	876.74 m.
RAMAL 1	728.54 m.
RAMAL 2	583.32 m.
RAMAL 3	452.41 m.
SUB-RAMAL 1.1	247.37 m.
SUB-RAMAL 1.2	155.32 m.
SUB-RAMAL 3.1	127.92 m.
SUB-RAMAL 3.2	129.40 m.
LONGITUD DEL PROYECTO.	3,301.02 m.

PLANTA GENERAL

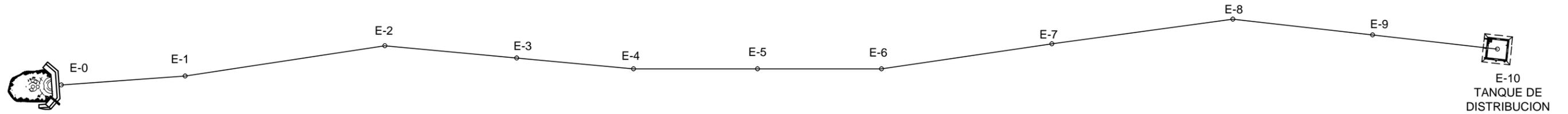
ESCALA: 1 / 4,000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

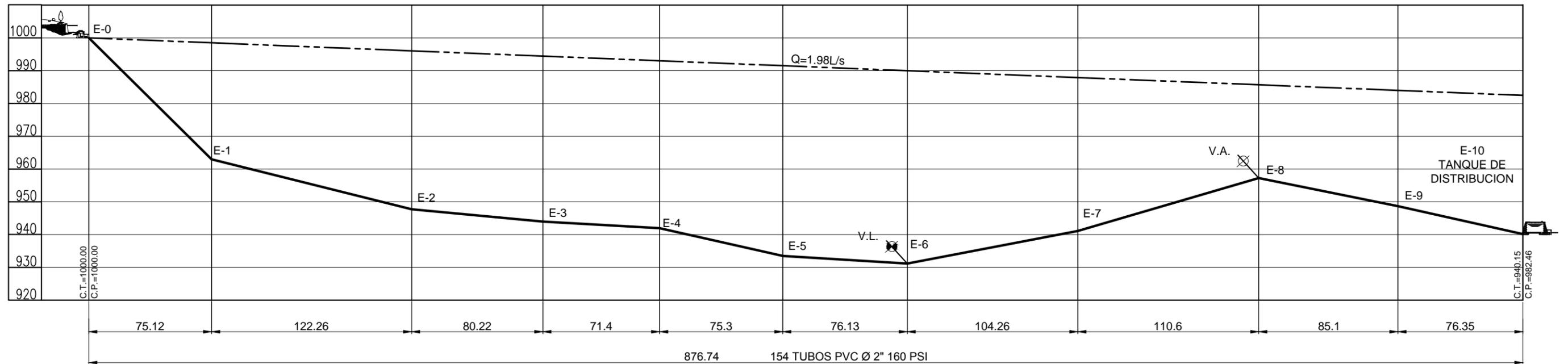
PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARA EL SECTOR CHICAPITAN, SANTA MARIA
DE JESUS SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

CONTENIDO:				PLANTA GENERAL	
FECHA:	JUNIO DE 2016	DISEÑO:	ERICK VASQUEZ	Bo.Vo:	
CALCULÓ:	ERICK VASQUEZ	ESCALAS:	INDICADAS		HOJA No.
DIBUJÓ:	ERICK VASQUEZ	REVISIÓN:	INGA. MAYRA GARCIA		1 / 10



PLANTA
LINEA DE CONDUCCIÓN

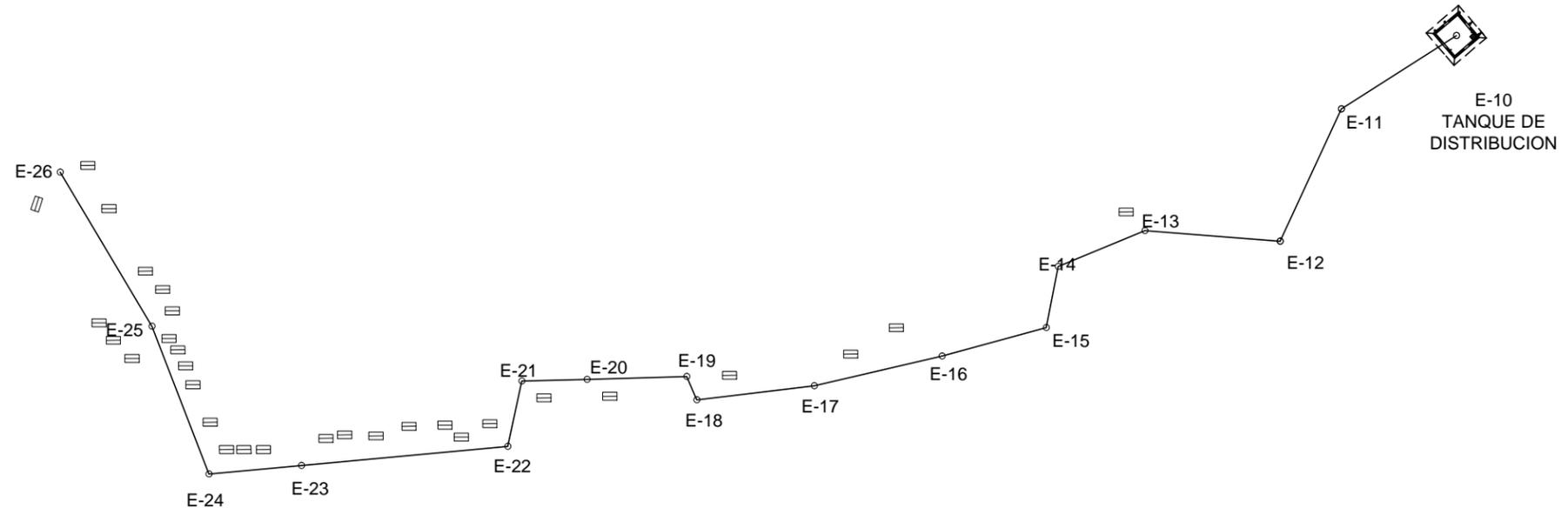
ESCALA: 1 / 2,500



PERFIL
LINEA DE CONDUCCIÓN

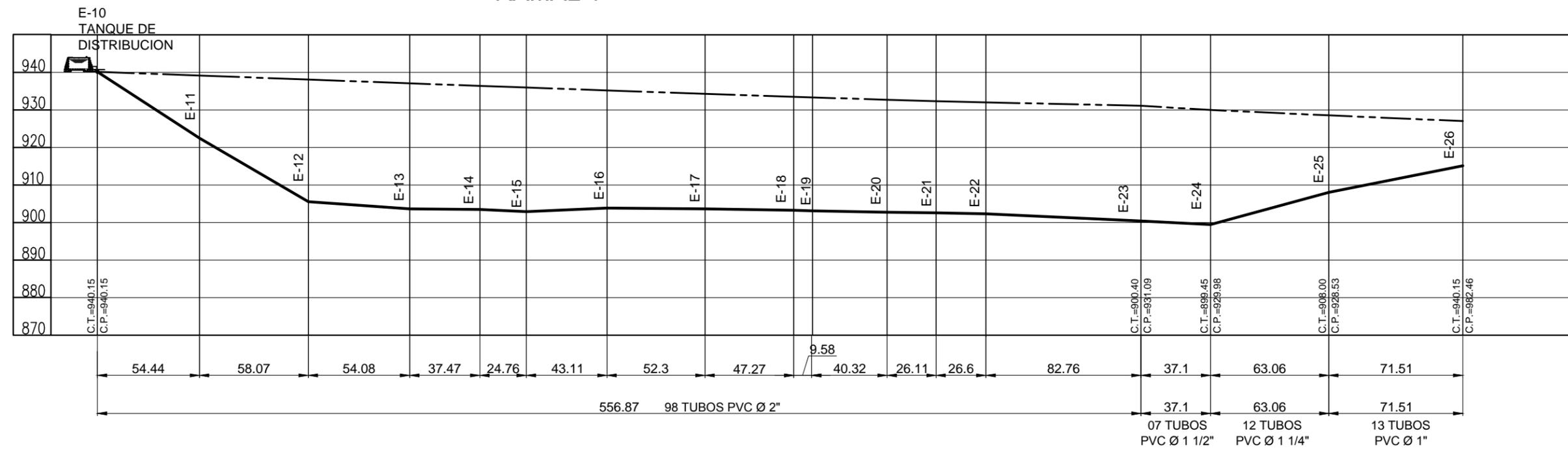
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2,500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1,250

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CHICAPITAN, SANTA MARIA DE JESUS SACATEPEQUEZ, GUATEMALA	
PLANTA - PERFIL		
FECHA: JUNIO DE 2016	DISEÑO: ERICK VASQUEZ	Bo.Vo:
CALCULO: ERICK VASQUEZ	ESCALAS: INDICADAS	HOJA No. 2 / 10
DIBUJO: ERICK VASQUEZ	REVISION: INGA. MAYRA GARCIA	



**PLANTA
RAMAL 1**

ESCALA 1 / 2,500



**PERFIL
RAMAL 1**

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2,500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1,250



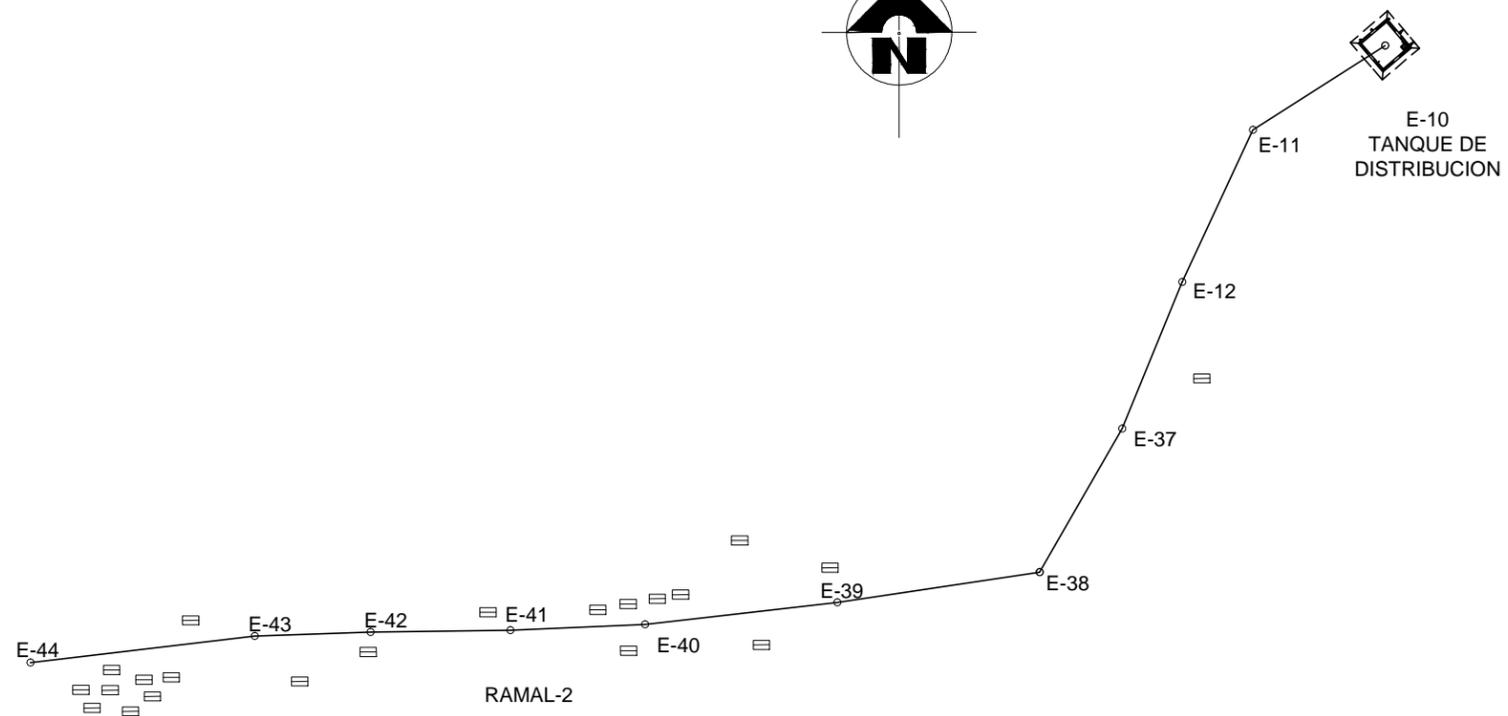
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARA EL SECTOR CHICAPITAN, SANTA MARIA
DE JESUS SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

CONTENIDO:

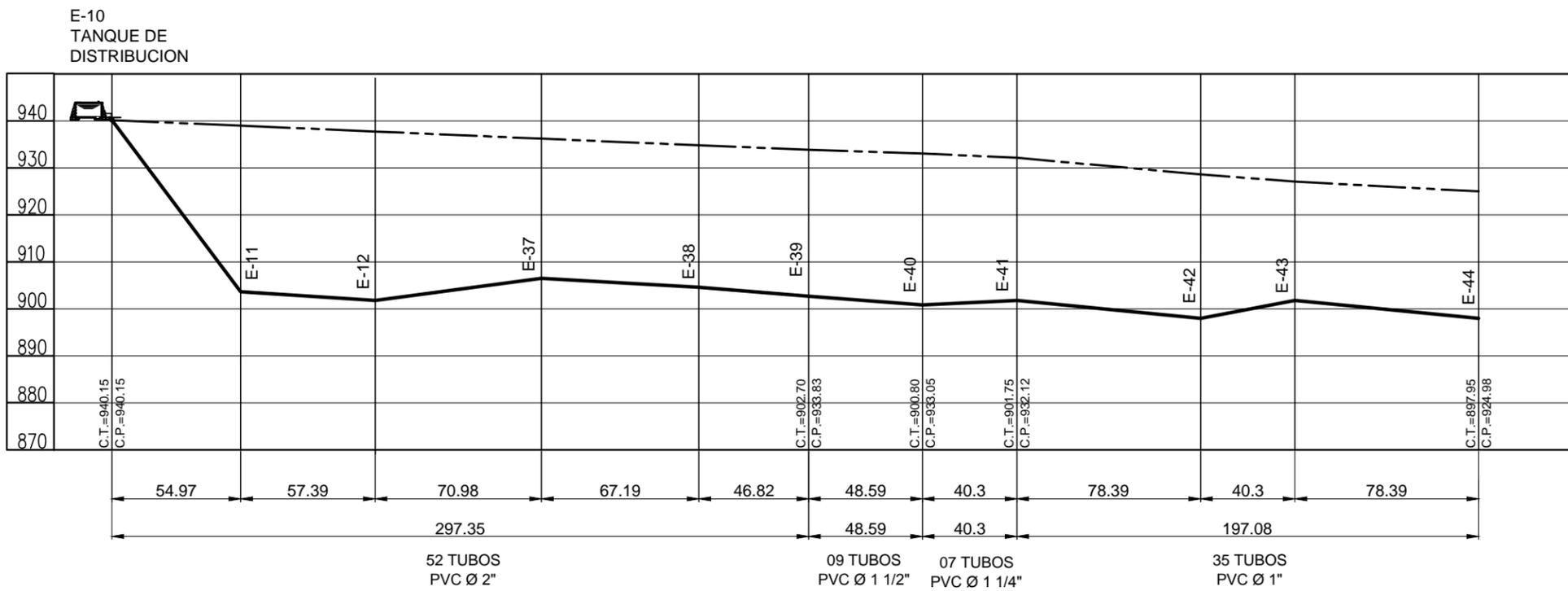
PLANTA - PERFIL

FECHA: JUNIO DE 2016	DISEÑO: ERICK VASQUEZ	Ba.Vo:	HOJA No. 3
CALCULÓ: ERICK VASQUEZ	ESCALAS: INDICADAS		10
DIBUJÓ: ERICK VASQUEZ	REVISIÓN: INGA, MAYRA GARCIA		



**PLANTA
RAMAL 2**

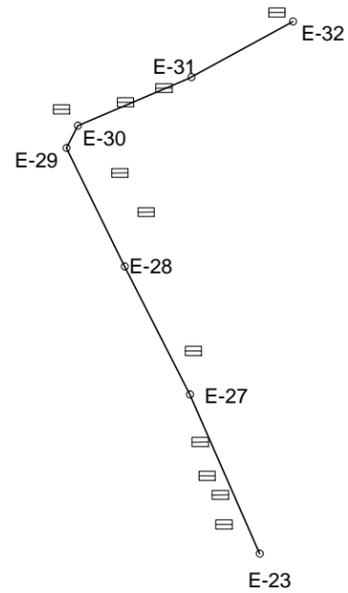
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2,500



**PERFIL
RAMAL 2**

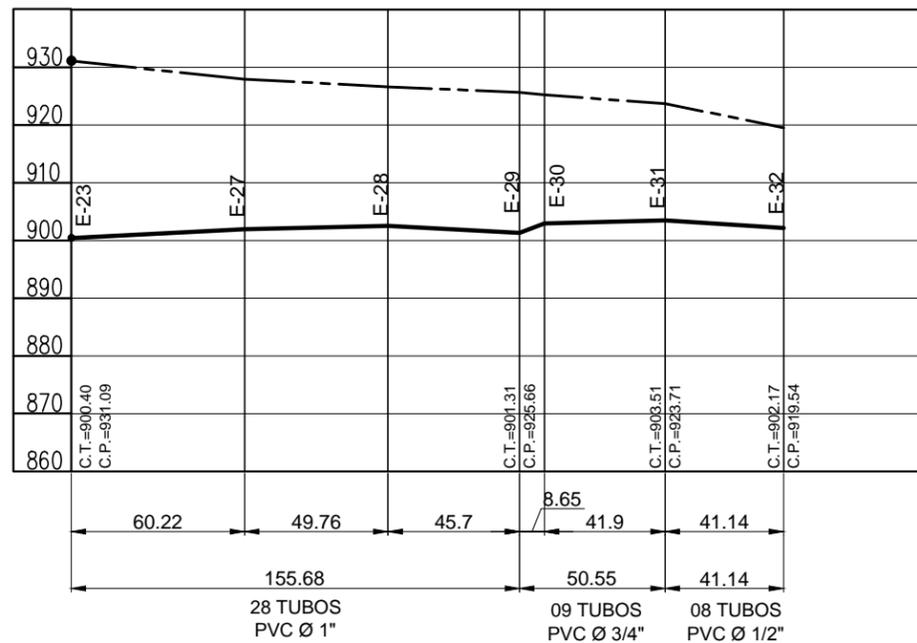
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2,500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1,250

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CHICAPITAN, SANTA MARIA DE JESUS SACATEPEQUEZ, GUATEMALA	
PLANTA - PERFIL		
FECHA: JUNIO DE 2016	DISEÑO: ERICK VASQUEZ	Bo.Vo:
CALCULO: ERICK VASQUEZ	ESCALAS: INDICADAS	HOJA No. 4 / 10
DIBUJO: ERICK VASQUEZ	REVISIÓN: INGA. MAYRA GARCIA	



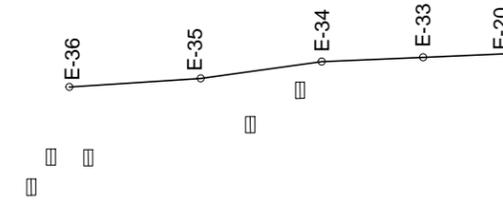
PLANTA
SUB-RAMAL 1.1

ESCALA : 1 / 2,500



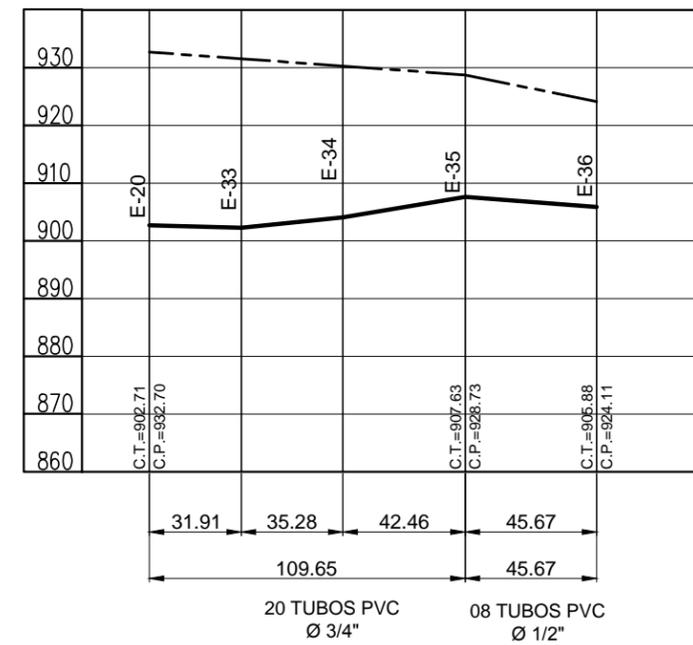
PERFIL
SUB-RAMAL 1.1

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2,500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1,250



PLANTA
SUB-RAMAL 1.2

ESCALA : 1 / 2,500



PERFIL
SUB-RAMAL 1.2

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2,500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1,250



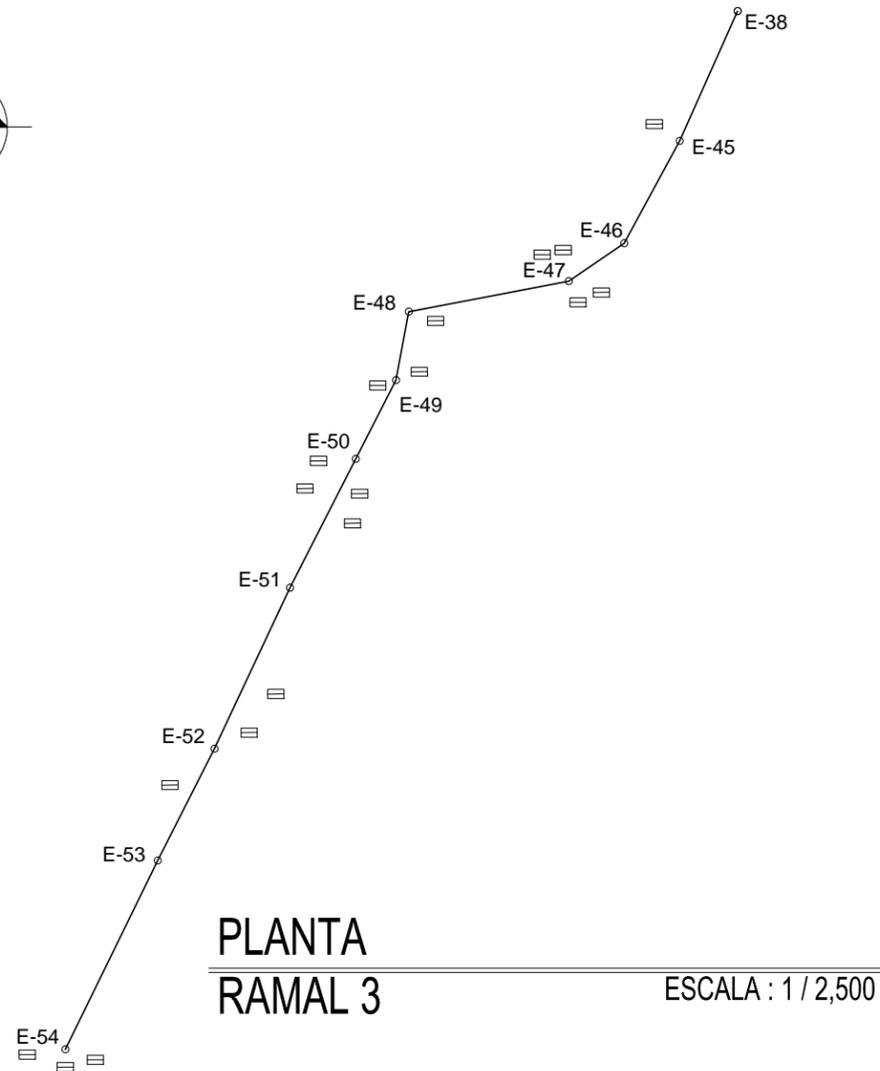
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARA EL SECTOR CHICAPITAN, SANTA MARIA
DE JESUS SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL

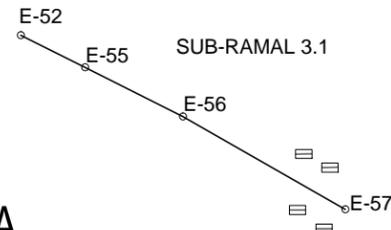
FECHA: JUNIO DE 2016	DISEÑO: ERICK VASQUEZ	Ba.Vo:	HOJA No. 5
CALCULÓ: ERICK VASQUEZ	ESCALAS: INDICADAS		10
DIBUJÓ: ERICK VASQUEZ	REVISIÓN: INGA. MAYRA GARCIA		



**PLANTA
RAMAL 3**

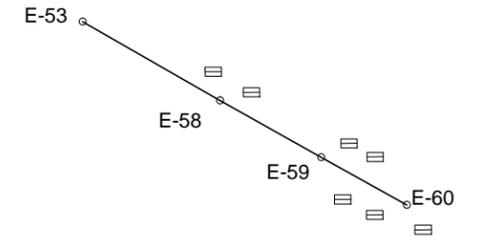
ESCALA : 1 / 2,500

PLANTA

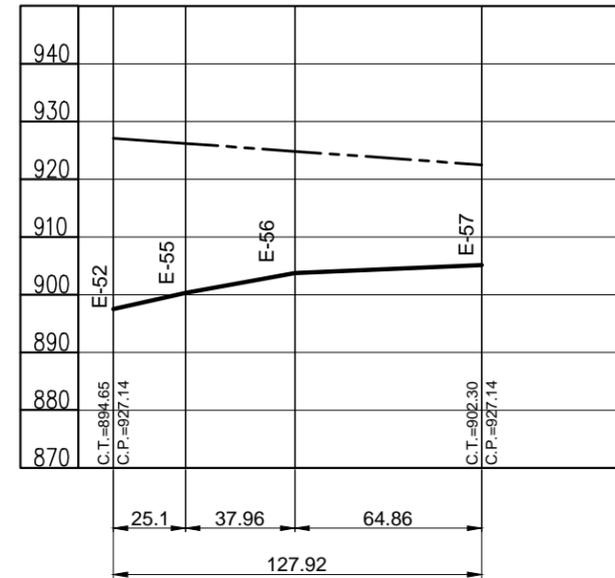


ESCALA : 1 / 2,500

PLANTA



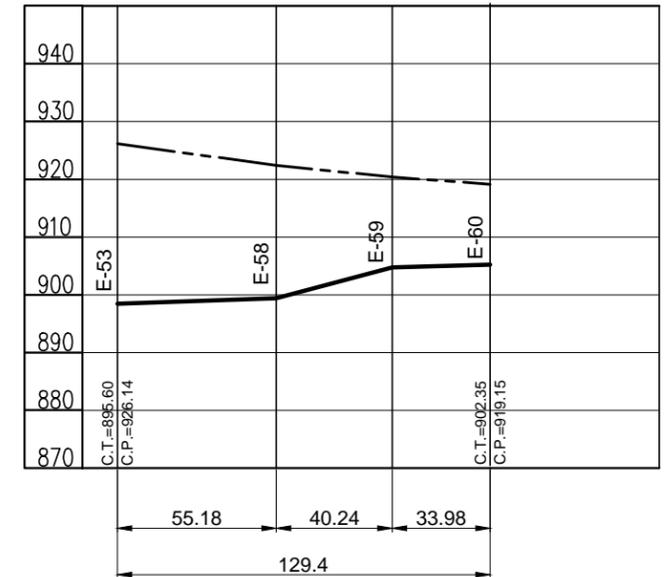
ESCALA : 1 / 2,500



23 TUBOS
PVC Ø 3/4"

**PERFIL
SUB-RAMAL 3.1**

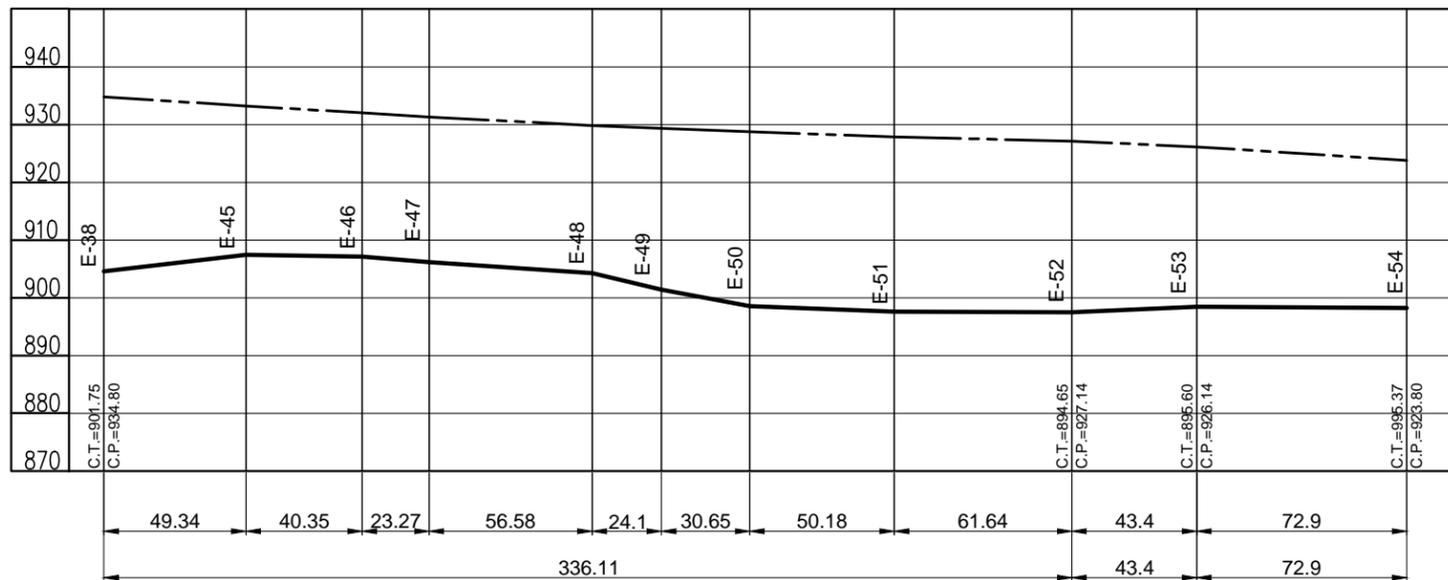
ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2,500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1,250



23 TUBOS
PVC Ø 3/4"

**PERFIL
SUB-RAMAL 3.2**

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2,500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1,250



59 TUBOS
PVC Ø 1 1/2"

08 TUBOS
PVC Ø 1 1/4"

13 TUBOS
PVC Ø 1"

**PERFIL
RAMAL 3**

ESCALA HORIZONTAL: 1 / 2,500
ESCALA VERTICAL: 1 / 1,250



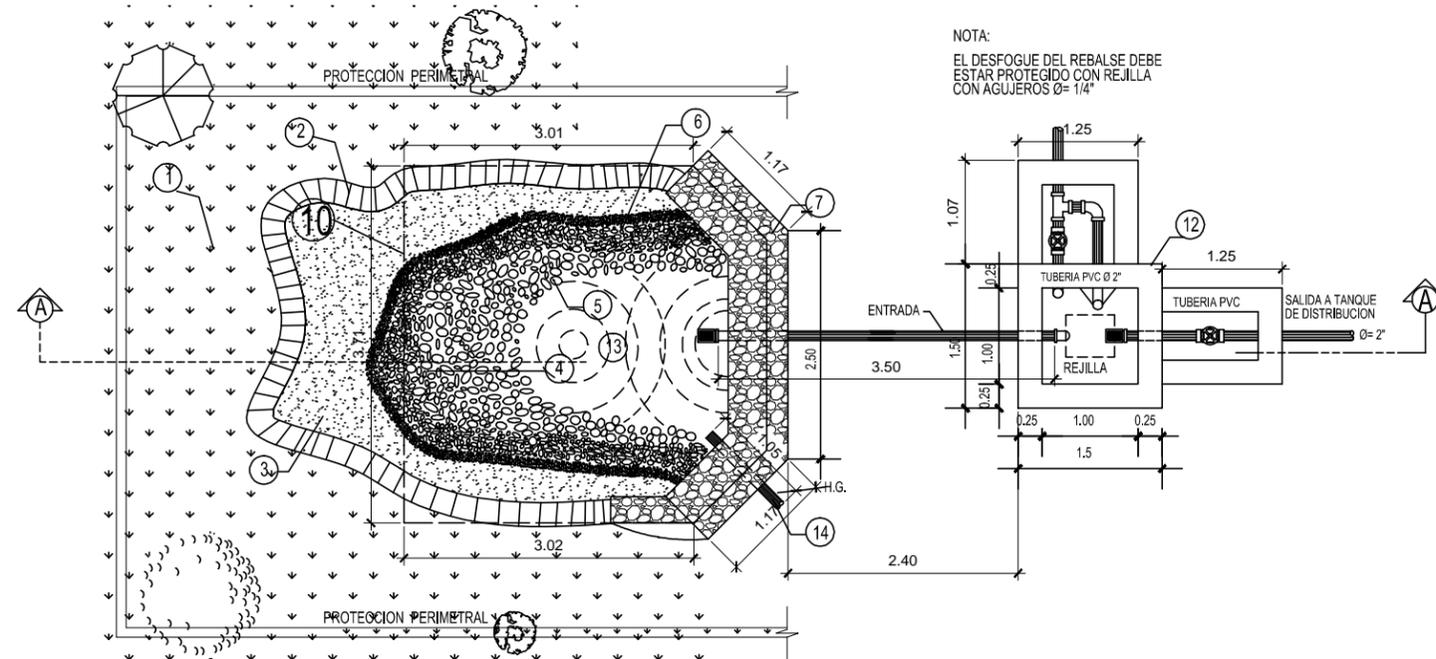
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARA EL SECTOR CHICAPITAN, SANTA MARIA
DE JESUS SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL

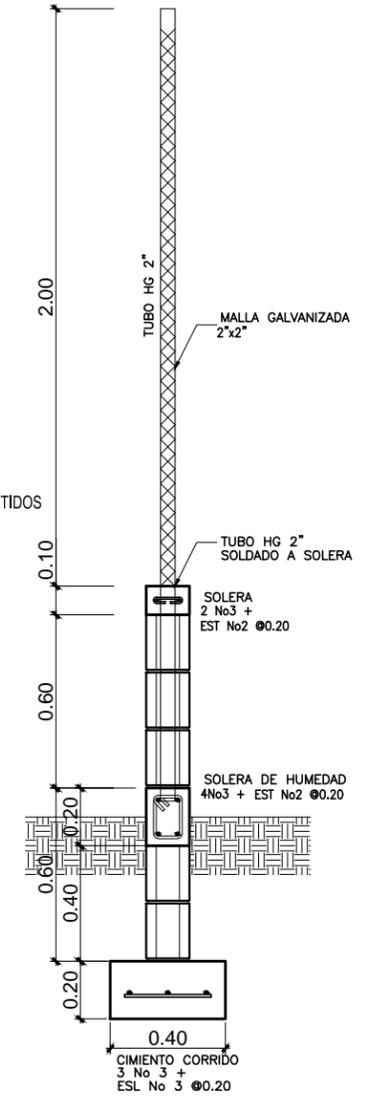
FECHA: JUNIO DE 2016	DISEÑO: ERICK VASQUEZ	Ba.Vo:	HOJA No. 6
CALCULO: ERICK VASQUEZ	ESCALAS: INDICADAS		10
DIBUJO: ERICK VASQUEZ	REVISION: INGA, MAYRA GARCIA		



NOTA:
EL DESFOGUE DEL REBASE DEBE ESTAR PROTEGIDO CON REJILLA CON AGUJEROS Ø=1/4"

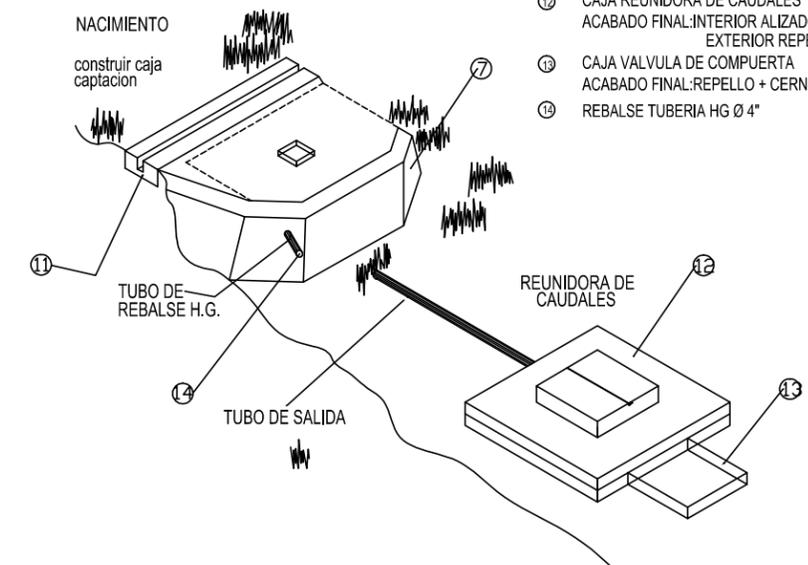
ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES	
CONCRETO CICLOPEO 30% CONCRETO 70% PIEDRA BOLA	AGREGADOS FINOS Y GRUESOS: NORMATIVA NTG 41007 PARA AGREGADOS
CONCRETO F'c = CONCRETO 210 kg/cm ² 28 DIAS AGREGADO Ø 3/4"	EMPALMES DE VARILLAS Y LONGITUDES DE ANCLAJE VARILLA LONGITUD No 3 0.40 m No 4 0.50 m
ACERO DE REFUERZO Fy = 2,810 kg/cm ²	RECUBRIMIENTOS COLUMNAS 2.5 cm. VIGAS 2.5 cm. CIMENTOS 7.5 cm.
CONCRETO ARMADO RESISTENCIA A COMPRESION 210 Kg/Cm. ²	
CODIGOS DE REFERENCIA ACI-318-99 UBC-97	

- ① TERRENO NATURAL
- ② ACUIFERO
- ③ GRAVA 1/2"
- ④ GRAVA 3"
- ⑤ PIEDRA BOLA DE 6"-10"
- ⑥ MANTO DE ROCA
- ⑦ MURO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO CICLOPEO
ACABADO FINAL: REPELLO + CERNIDO PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO ARENA)
VIGA 0.20 X 0.20 4 No. 3 CORRIDOS + EST. No. 2 @ 0.20
ACABADO FINAL: ALIZADO DE CEMENTO PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO ARENA)
- ⑧ TANQUE
ACABADO FINAL: INTERIOR ALIZADO DE CEMENTO PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO ARENA)
EXTERIOR REPELLO + CERNIDO 1:2 (CEMENTO ARENA)
- ⑩ SELLO SANITARIO DE CONCRETO ESPESOR 8 cms. HIERRO No. 3 @ 0.20 m EN AMBOS SENTIDOS
- ⑪ CONTRACUNETTA REVESTIDA
ACABADO FINAL: REPELLO + CERNIDO PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO ARENA)
- ⑫ CAJA REUNIDORA DE CAUDALES
ACABADO FINAL: INTERIOR ALIZADO DE CEMENTO PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO ARENA)
EXTERIOR REPELLO + CERNIDO 1:2 (CEMENTO ARENA)
- ⑬ CAJA VALVULA DE COMPUERTA
ACABADO FINAL: REPELLO + CERNIDO PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO ARENA)
- ⑭ REBASE TUBERIA HG Ø 4"



PLANTA CAPTACION

ESCALA 1:75

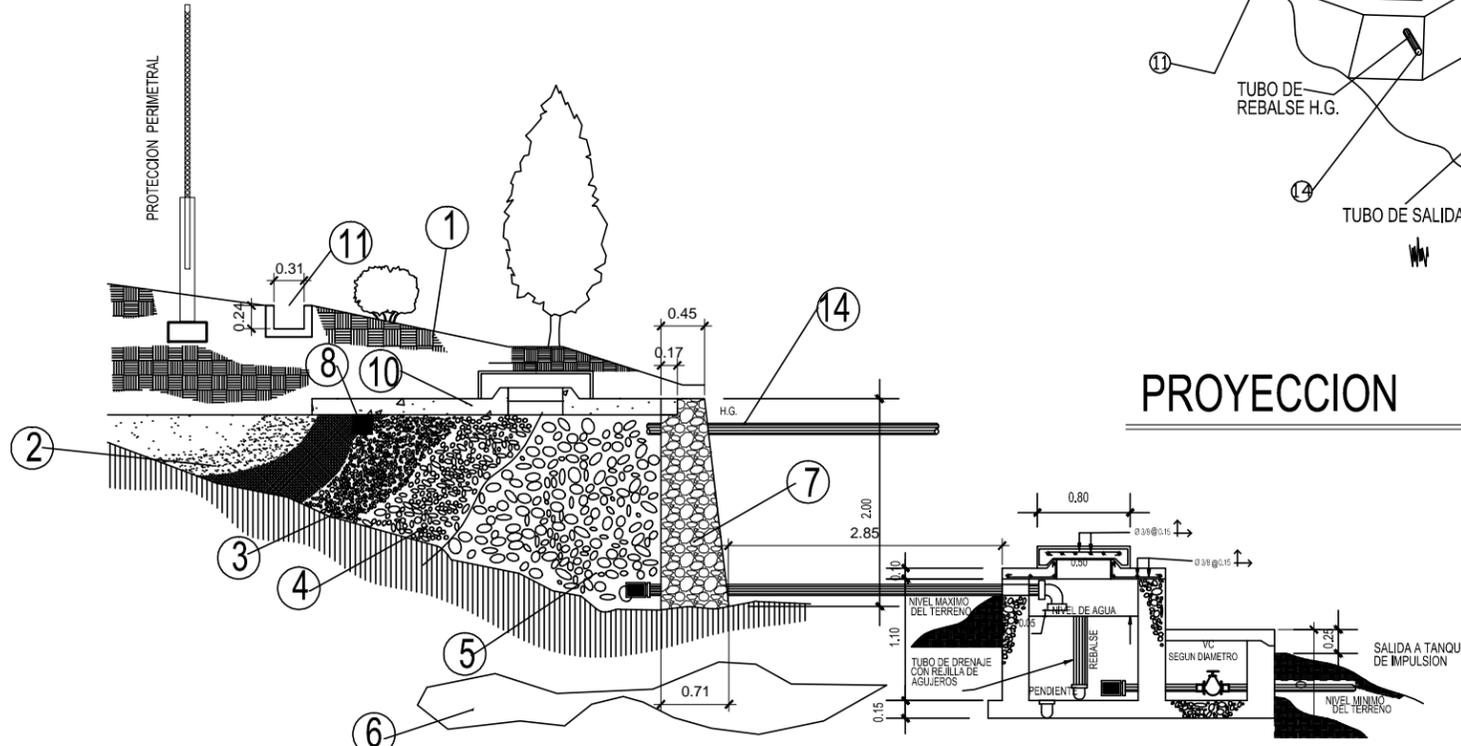


PROYECCION

SIN ESCALA

SECCION PROTECCION PERIMETRAL

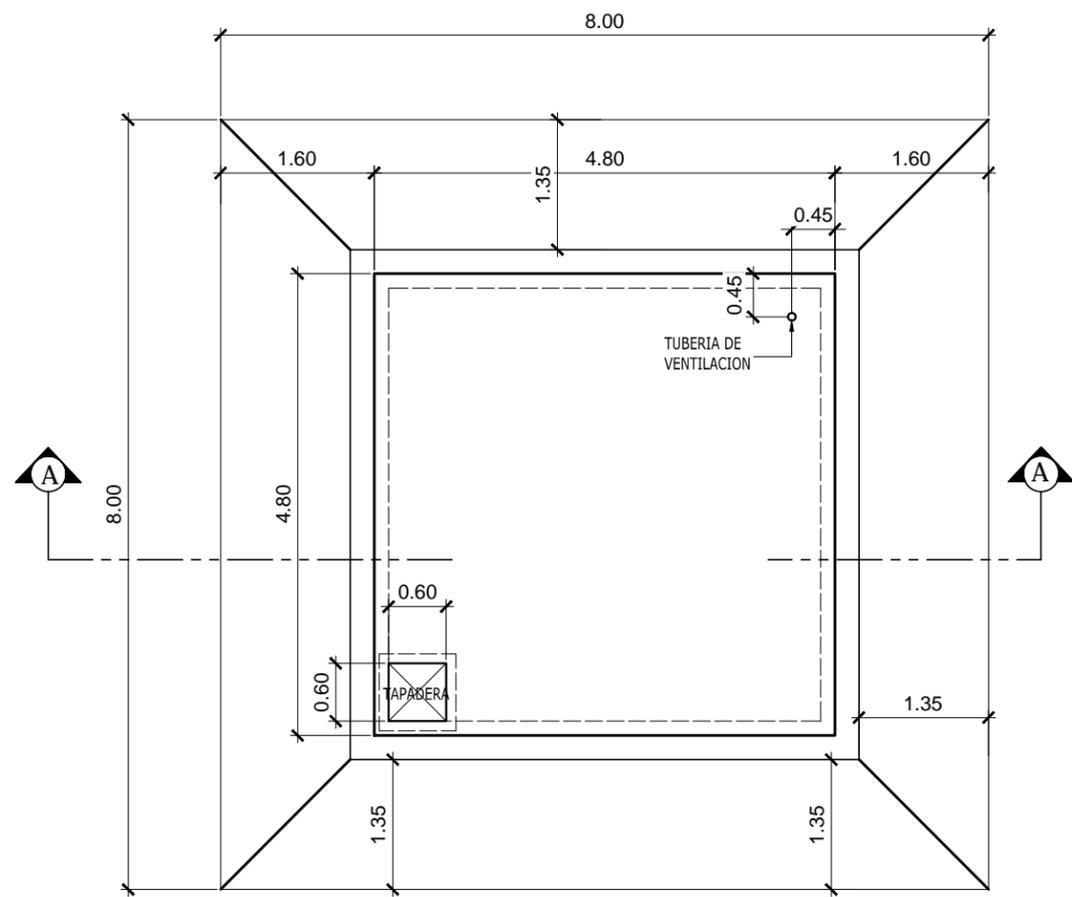
ESCALA 1:25



SECCION AA CAPTACION

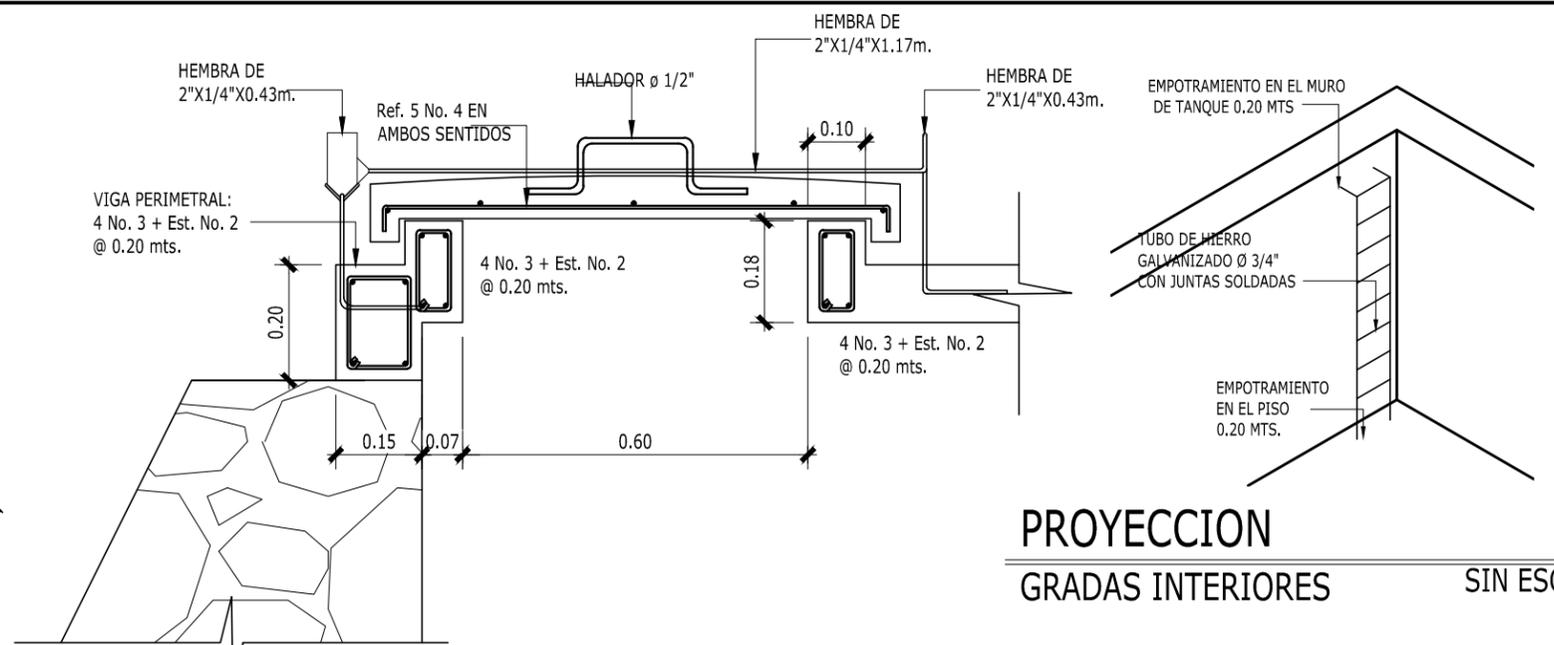
ESCALA 1:75

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CHICAPITAN, SANTA MARIA DE JESUS SACATEPEQUEZ, GUATEMALA	
CONTENIDO: <h2 style="text-align: center;">CAPTACION</h2>		
FECHA: JUNIO DE 2016	DISEÑO: ERICK VASQUEZ	B.O. No.:
CALCULO: ERICK VASQUEZ	ESCALAS: INDICADAS	HOJA No. <h1 style="text-align: center;">7</h1> <h1 style="text-align: center;">10</h1>
DIBUJO: ERICK VASQUEZ	REVISIÓN: INGA. MAYRA GARCIA	



PLANTA ACOTADA

ESCALA 1:75



SECCION

DETALLE DE TAPADERA + VIGA PERIMETRAL

ESCALA: 1 / 12.5

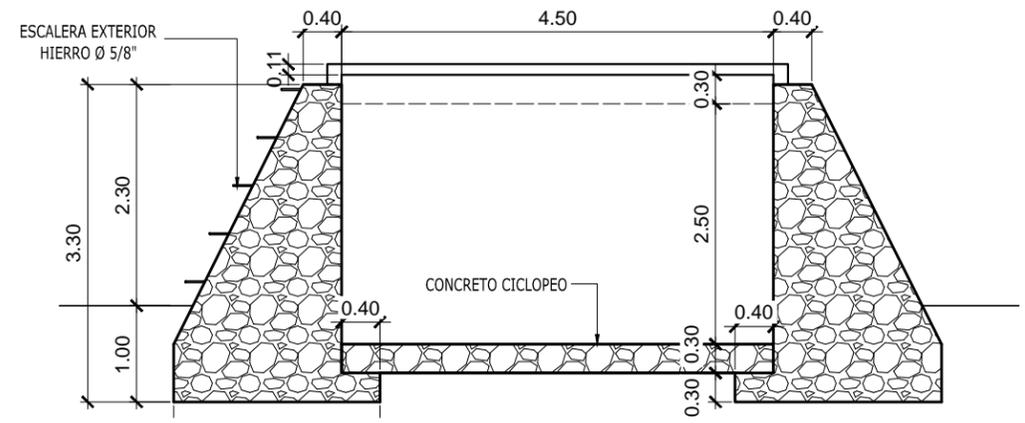
PROYECCION
GRADAS INTERIORES

SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES	
CONCRETO CICLOPEO 30% CONCRETO 70% PIEDRA BOLA	AGREGADOS FINOS Y GRUESOS: NORMATIVA NTG 41007 PARA AGREGADOS
CONCRETO F _c = CONCRETO 210 kg/cm ² 28 DIAS AGREGADO Ø 3/4"	EMPALMES DE VARILLAS Y LONGITUDES DE ANCLAJE
ACERO DE REFUERZO F _y = 2,810 kg/cm ²	VARILLA LONGITUD No 3 0.40 m No 4 0.50 m
CONCRETO ARMADO RESISTENCIA A COMPRESION 210 Kg/Cm. ²	LONGITUD
CODIGOS DE REFERENCIA ACI-318-2005 UBC-97	RECRUBRIMIENTOS COLUMNAS 2.5 cm. VIGAS 2.5 cm. CIMENTOS 7.5 cm.

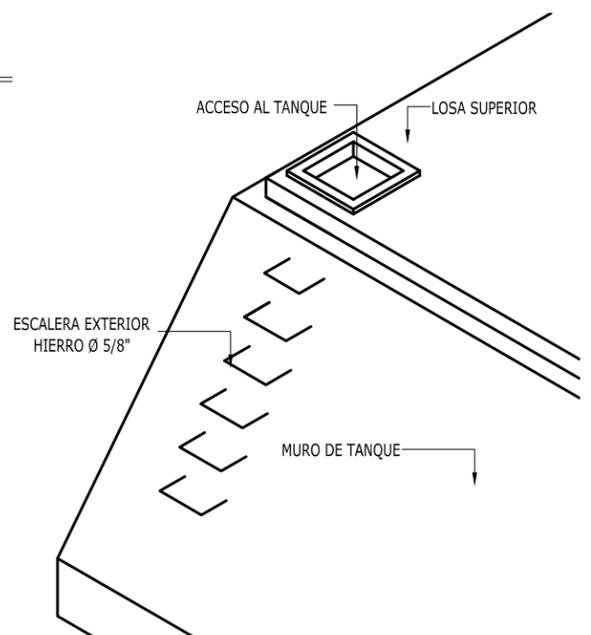
NOTAS DE CONSTRUCCION:

- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCIÓN, EN VOLUMEN 1:2:3; CEMENTO, ARENA DE RÍO Y PIEDRÍN DE 1/2", RESPECTIVAMENTE CON UNA RESISTENCIA F_c=3,000 PSI.
- EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO SE REPELLARA EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SABIETA: PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECRUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA DE UN 2%. SE REPELLARA EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SABIETA: PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECRUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS.
- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.
- EL ACERO A UTILIZAR DEBERÁ SERÁ GRADO 40 LEGITIMO.
- CONSULTAR CARACTERISTICAS PARA LAS VÁLVULAS EN EL ANEXO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DE MATERIALES



SECCION AA

ESCALA 1:75

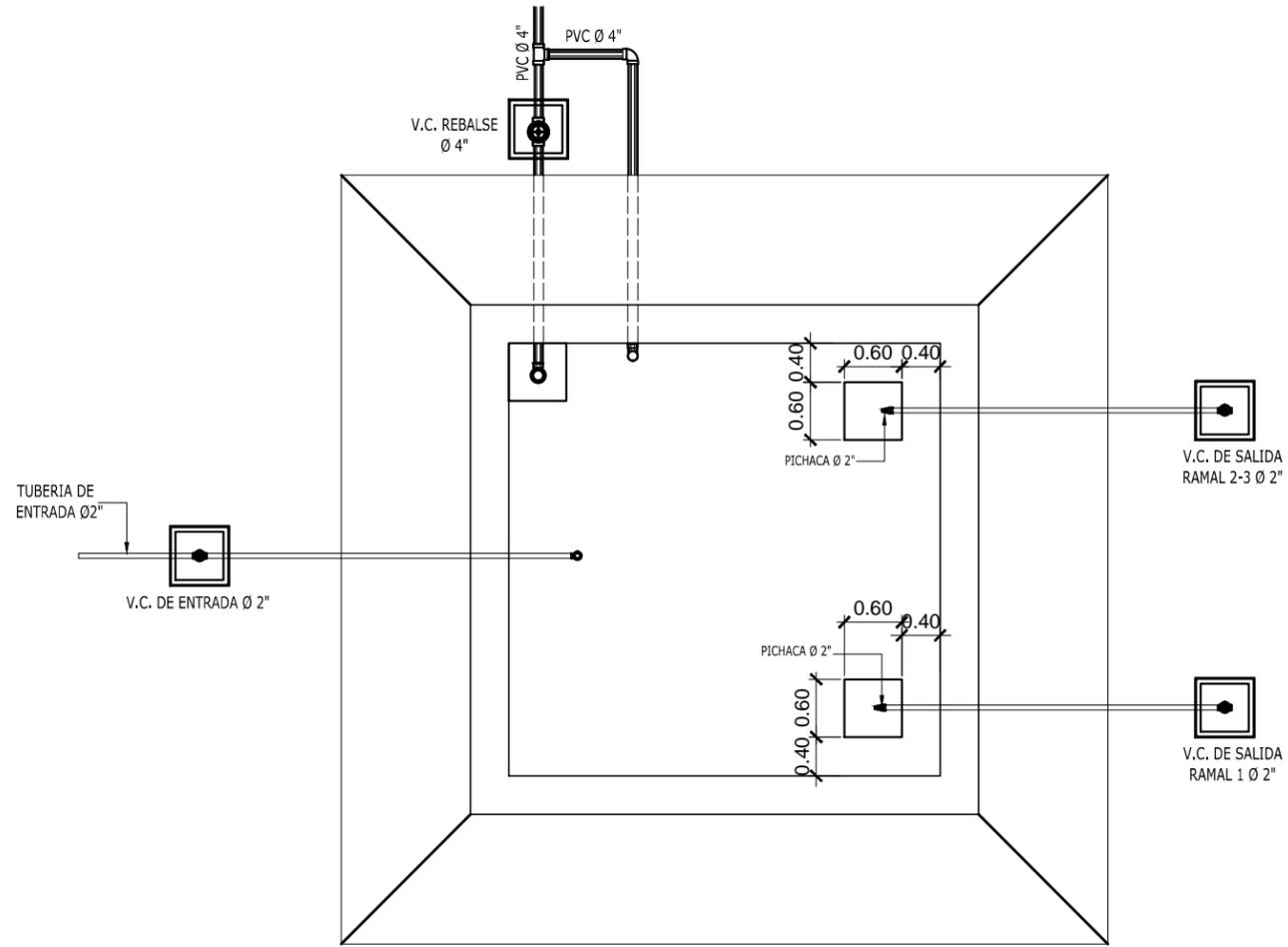


PROYECCION

GRADAS EXTERIORES

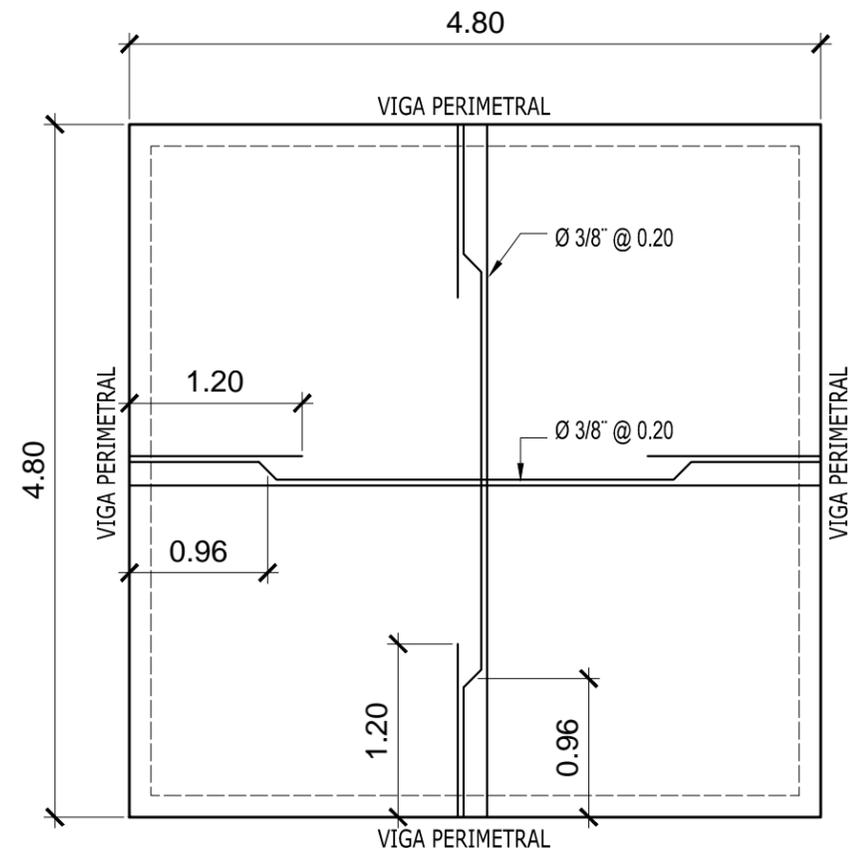
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CHICAPITAN, SANTA MARIA DE JESUS SACATEPEQUEZ, GUATEMALA	
CONTENIDO: <h2 style="text-align: center;">TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</h2>		
FECHA: JUNIO DE 2016	DISEÑO: ERICK VASQUEZ	Ho.No:
CALCULO: ERICK VASQUEZ	ESCALAS: INDICADAS	<div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">8</div> <div style="text-align: right; font-size: 2em; font-weight: bold;">10</div>
DIBUJO: ERICK VASQUEZ	REVISION: INGA, MAYRA GARCIA	



PLANTA
UBICACION DE VALVULAS

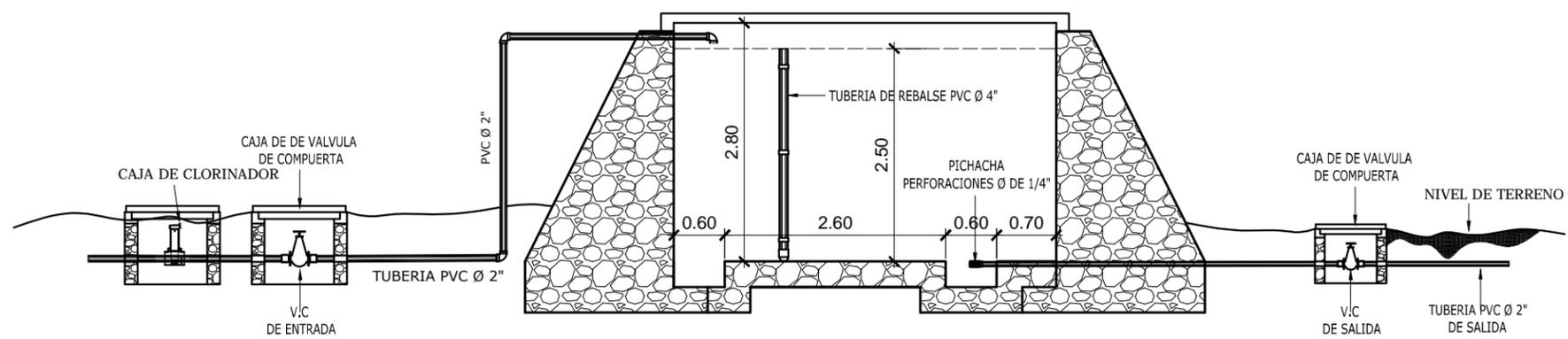
ESCALA 1:75



PLANTA ACOTADA
ARMADO DE LOSA

ESCALA 1:50

- NOTAS DE CONSTRUCCION:
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCIÓN, EN VOLUMEN 1:2:3; CEMENTO, ARENA DE RÍO Y PIEDRÍN DE 1/2", RESPECTIVAMENTE CON UNA RESISTENCIA $f_c=3,000$ PSI.
 - EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO SE REPELLARA EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SABIETA: PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS.
 - EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA DE UN 2%. SE REPELLARA EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SABIETA: PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS.
 - SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.
 - EL ACERO A UTILIZAR DEBERÁ SERÁ GRADO 40 LEGITIMO.
 - CONSULTAR CARACTERISTICAS PARA LAS VÁLVULAS EN EL ANEXO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DE MATERIALES

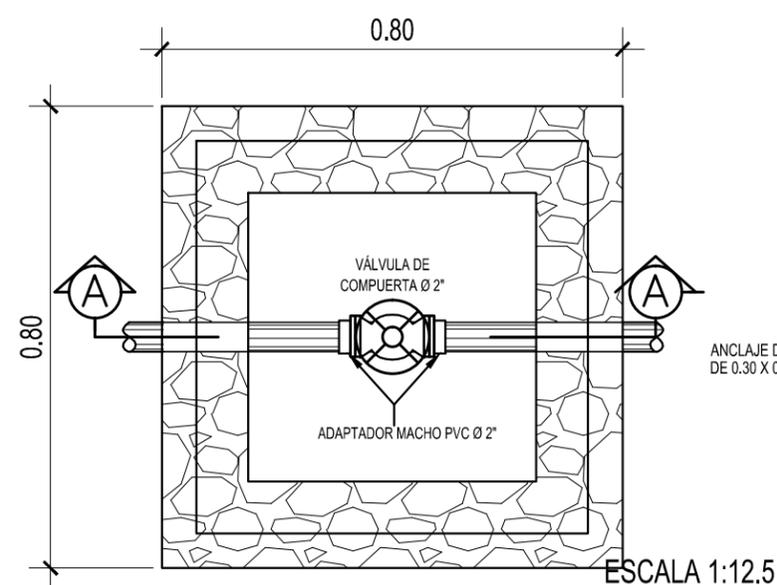


SECCION AA
UBICACION DE VALVULAS

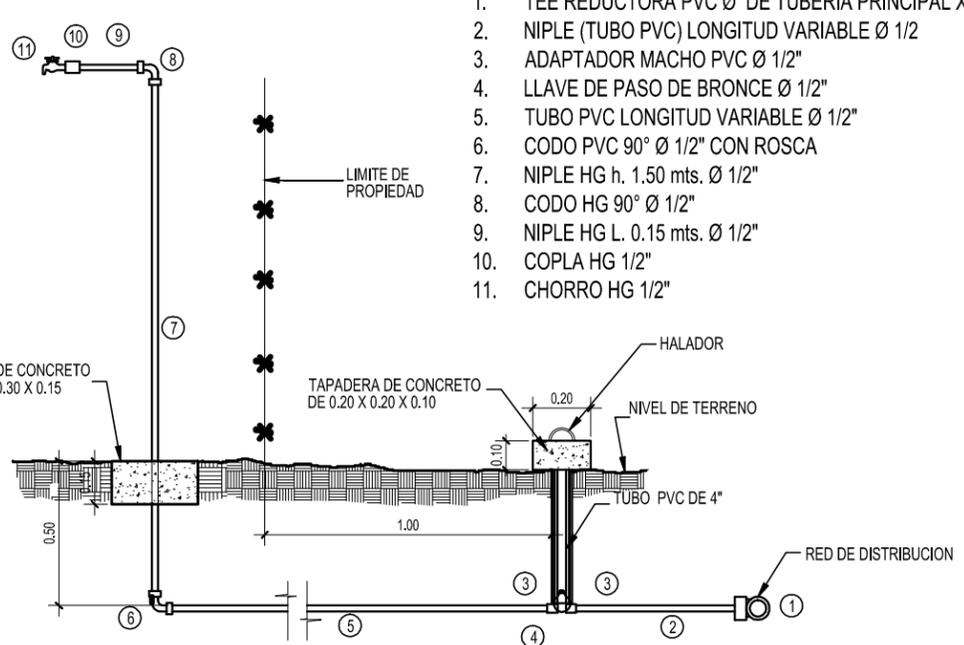
ESCALA 1:75

ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES	
CONCRETO CICLOPEO 30% CONCRETO 70% PIEDRA BOLA	AGREGADOS FINOS Y GRUESOS: NORMATIVA NTG 41007 PARA AGREGADOS
CONCRETO $F'c = \text{CONCRETO } 210 \text{ kg/cm}^2$ 28 DIAS AGREGADO $\phi 3/4"$	EMPALMES DE VARILLAS Y LONGITUDES DE ANCLAJE VARILLA LONGITUD No 3 0.40 m No 4 0.50 m
ACERO DE REFUERZO $Fy = 2,810 \text{ kg/cm}^2$	RECUBRIMIENTOS COLUMNAS 2.5 cm. VIGAS 2.5 cm. CIMENTOS 7.5 cm.
CONCRETO ARMADO RESISTENCIA A COMPRESION 210 Kg/cm. ²	
CODIGOS DE REFERENCIA ACI-318-2005 UBC-97	

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CHICAPITAN, SANTA MARIA DE JESUS SACATEPEQUEZ, GUATEMALA	
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN		
FECHA: JUNIO DE 2016	DISEÑO: ERICK VASQUEZ	Bo.Vo:
CALCULO: ERICK VASQUEZ	ESCALAS: INDICADAS	HOJA No. 9 / 10
DIBUJO: ERICK VASQUEZ	REVISION: INGA, MAYRA GARCIA	



PLANTA ACOTADA
CAJA VALVULA DE COMPUERTA Ø 2"
ESCALA 1:12.5

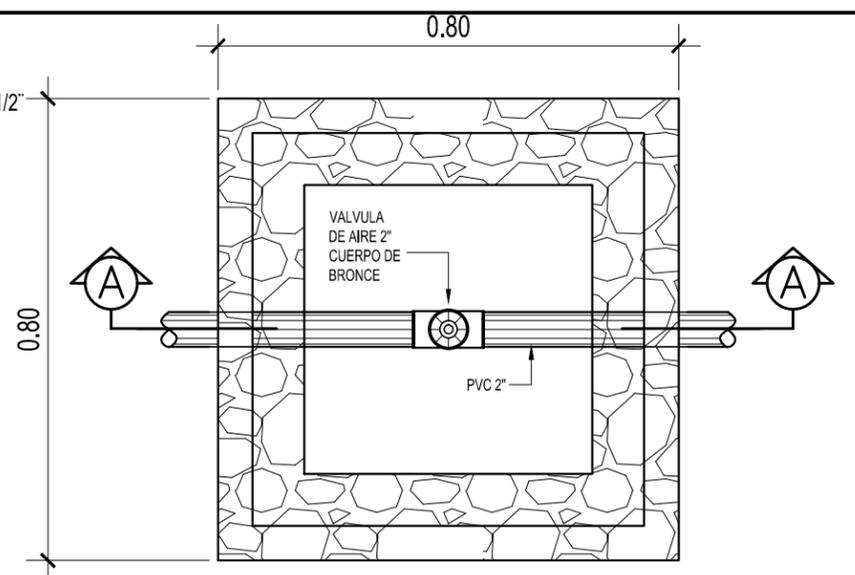


DETALLE DE CONEXION PREDIAL
ESCALA 1:12.5

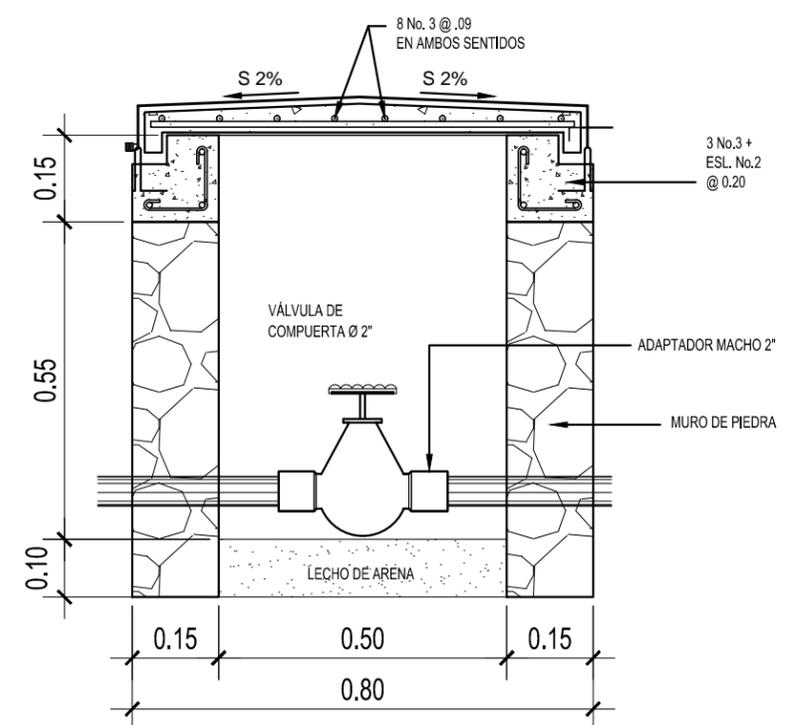
REFERENCIA DE MATERIALES

1. TEE REDUCTORA PVC Ø DE TUBERIA PRINCIPAL X 1/2"
2. NIPLA (TUBO PVC) LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
5. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
6. CODO PVC 90° Ø 1/2" CON ROSCA
7. NIPLA HG h. 1.50 mts. Ø 1/2"
8. CODO HG 90° Ø 1/2"
9. NIPLA HG L. 0.15 mts. Ø 1/2"
10. COPLA HG 1/2"
11. CHORRO HG 1/2"

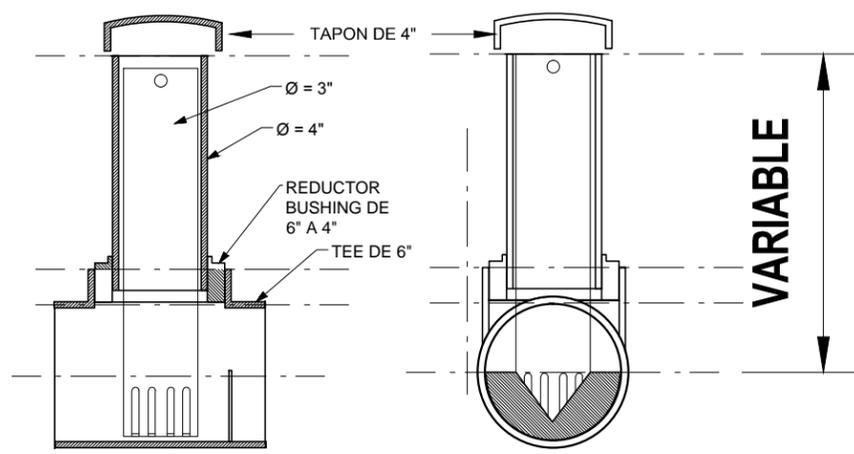
- NOTAS DE CONSTRUCCION DE CAJAS PARA VALVULAS:**
- MUROS HECHOS DE CONCRETO CICLOPEO CON 30% CONCRETO Y 70% PIEDRA BOLA NO MAYOR A 10 CM.
 - EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCIÓN, EN VOLUMEN 1:2:3; CEMENTO, ARENA DE RÍO Y PIEDRÍN DE 1/2", RESPECTIVAMENTE CON UNA RESISTENCIA FC=3,000 PSI.
 - EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO SE REPELLARA EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SABIETA: PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RÍO RESPECTIVAMENTE CON UN RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CMS.
 - EN LAS TAPADERAS SE DEJARÁ UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA DE UN 2%. SE REPELLARA EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SABIETA: PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RÍO RESPECTIVAMENTE CON UN RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CMS.
 - SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.



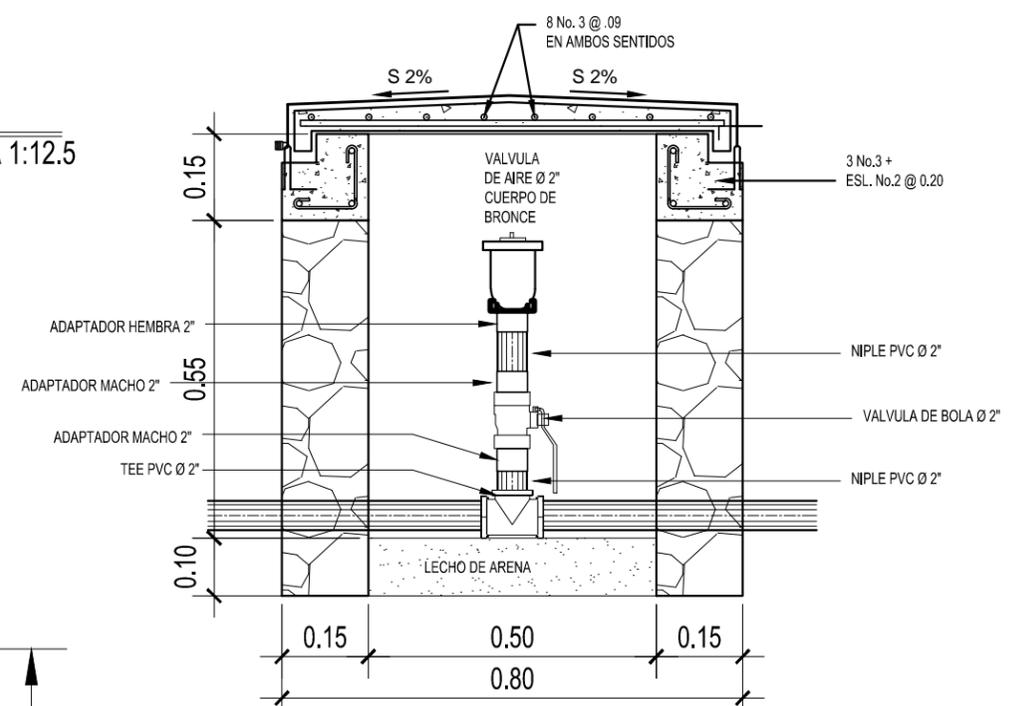
PLANTA ACOTADA
CAJA VALVULA DE AIRE Ø 2"
ESCALA 1:12.5



ELEVACION ACOTADA
CAJA VALVULA DE COMPUERTA Ø 2"
ESCALA 1:12.5



SECCION DETALLE DE CLORADOR
ELEVACION
ESCALA 1:12.5



ELEVACION ACOTADA
CAJA VALVULA DE AIRE Ø 2"
ESCALA 1:12.5

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR CHICAPITAN, SANTA MARIA DE JESUS SACATEPEQUEZ, GUATEMALA	
CAJAS DE VALVULAS - CONEXION PREDIAL		
FECHA: JUNIO DE 2016	DISEÑO: ERICK VASQUEZ	Ho. Vo:
CALCULO: ERICK VASQUEZ	ESCALAS: INDICADAS	HOJA No. 10 / 10
DIBUJO: ERICK VASQUEZ	REVISIÓN: INGA. MAYRA GARCIA	