



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL  
CANTÓN XETINIMIT Y DE UN SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN  
PAJJI I, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ**

**Melisa Noemi León Urrutia**

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, agosto de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL  
CANTÓN XETINIMIT Y DE UN SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN  
PAJJI I, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MELISA NOEMI LEÓN URRUTIA**  
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA CIVIL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2016

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL  
CANTÓN XETINIMIT Y DE UN SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN  
PAJIJ I, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 2 de febrero de 2016.



**Melisa Noemi León Urrutia**



Guatemala, 03 de mayo de 2016  
REF.EPS.DOC.295.05.16

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

Estimada Ingeniera Classon de Pinto.

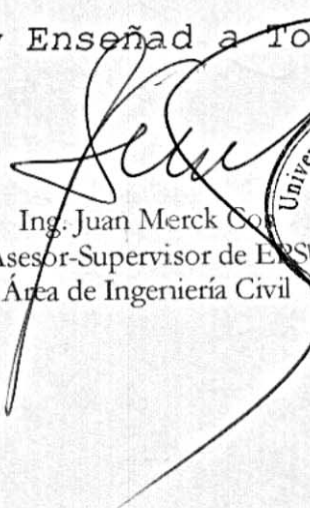
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Melisa Noemí León Urrutia** con carné No. **201114411**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN XETINIMIT Y DE UN SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAJÍ I, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Juan Merck Cos  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
JMC/ra



**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

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



Universidad de San Carlos de Guatemala  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
 Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala,  
 24 de mayo de 2016

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN XETINIMIT Y DE UN SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAJIJ I, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ** desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Melisa Noemí León Urrutia, con Carnet No.2011-14411 , quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

**ID Y ENSEÑADA A TODOS**

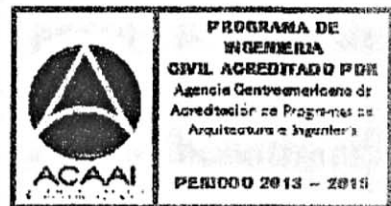
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
 Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO  
 DE  
 HIDRAULICA  
 USAC

/mrrm.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 27 de mayo de 2016  
Ref.EPS.D.202.05.16

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

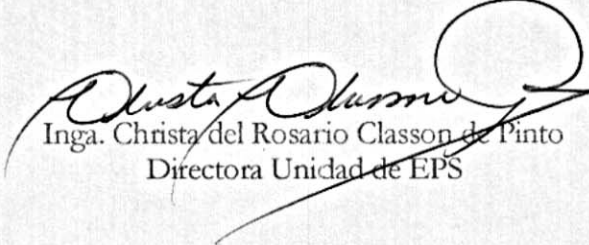
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN XETINIMIT Y DE UN SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAJIJ I, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Melisa Noemí León Urrutia, carné 201114411**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Juan Merck Cos.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor – Supervisor 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 del Rosario Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS

CdRCdP/ra



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación de la estudiante Melisa Noemi León Urrutia, titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN XETINIMIT Y DE UN SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAJIJ I, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

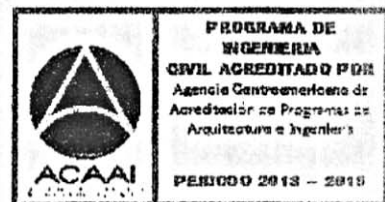
  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, agosto 2016.

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua

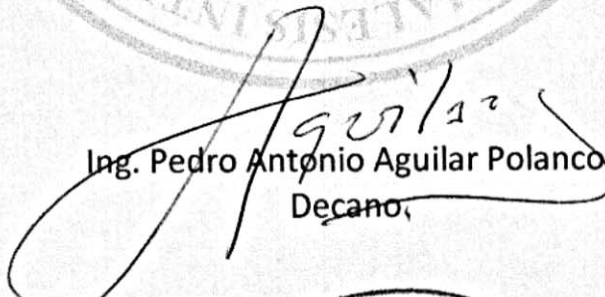






El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN XETINIMIT Y DE UN SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAJI I, SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ**, presentado por la estudiante universitaria: **Melisa Noemí León Urrutia**, 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, agosto de 2016



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme la vida y permitirme alcanzar este triunfo tan anhelado, por darme fortaleza y perseverancia durante mis momentos de debilidad.
- Mi madre** Ángela Urrutia de León, por ser mi mayor apoyo y creer siempre en mí, por su amor y sabios consejos, gracias por ser mi inspiración.
- Mi padre** Cesar León, que con su disciplina, consejos y apoyo incondicional, lograron que fuera la mujer que soy hoy.
- Mis abuelos maternos** Sara Rodríguez de Urrutia y Cecilio Urrutia, por ser un ejemplo de vida, y con su amor me demostraron su apoyo a cada instante.
- Mis abuelos paternos** José León y Feliciano Medrano de León, que desde el cielo han de ver este triunfo, y sé que lo comparten conmigo.
- Mis hermanos** Por ser un apoyo a cada momento, que este triunfo los inspire a alcanzar los suyos. Por prepararme el camino y hacer las oraciones necesarias.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala y  
en especial a la Facultad  
de Ingeniería**

Por haberme instruido durante mi carrera.

**Mi asesor ingeniero  
Juan Merck Cos**

Por su ayuda y acompañarme durante todo mi proceso de graduación, gracias por compartir conmigo sus conocimientos y experiencias.

**Mis primos**

En especial a Delfy León, por ser mi mejor amiga durante estos años, gracias por todos los momentos compartidos.

**Mis amigos**

Nery de León, Ingrid Suriano, Roberto Nimatuj, Iván Cano, José Orozco, Jorge Cardona, Daniel Velásquez, Waleska Ixcuná y Astrid Chiroy, por todos los buenos y malos momentos compartidos, gracias por su amistad, apoyo y buena compañía.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS .....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía de los cantones Xetinimit y Pajij I .....	1
1.1.1. Localización del cantón Xetinimit .....	1
1.1.2. Localización del cantón Pajij I .....	1
1.1.3. Hidrografía .....	3
1.1.4. Clima .....	3
1.1.5. Suelo y topografía .....	4
1.1.6. Aspectos históricos .....	5
1.1.7. Población e idioma .....	5
1.1.8. Actividades económicas .....	6
1.1.9. Servicios .....	6
1.1.9.1. Vías de comunicación .....	7
1.1.9.2. Agua y saneamiento .....	7
1.1.9.3. Energía eléctrica .....	7
1.1.9.4. Salud .....	8
1.1.9.5. Educación .....	8
1.2. Diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura de los cantones Xetinimit y Pajij I .....	8

1.2.1.	Descripción de las necesidades .....	8
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades.....	10
2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	11
2.1.	Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón Xetinimit.....	11
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	11
2.1.2.	Datos preliminares.....	11
2.1.2.1.	Fuente de abastecimiento.....	12
2.1.2.2.	Aforo de la fuente .....	12
2.1.2.3.	Calidad de agua.....	12
2.1.2.4.	Levantamiento topográfico.....	13
2.1.3.	Diseño hidráulico .....	14
2.1.3.1.	Población actual .....	14
2.1.3.2.	Período de diseño.....	14
2.1.3.3.	Población futura.....	15
2.1.3.4.	Dotación .....	15
2.1.3.5.	Caudales del sistema .....	15
2.1.3.5.1.	Caudal medio diario.....	16
2.1.3.5.2.	Caudal máximo diario ...	16
2.1.3.5.3.	Caudal máximo horario .....	17
2.1.3.5.4.	Caudal instantáneo .....	18
2.1.3.5.5.	Caudal de vivienda .....	19
2.1.3.6.	Velocidad del sistema .....	19
2.1.3.7.	Presiones del sistema.....	20
2.1.3.7.1.	Presión estática .....	20
2.1.3.7.2.	Presión dinámica .....	20
2.1.3.8.	Tanque de distribución.....	21

2.1.3.9.	Caja de captación .....	33
2.1.3.10.	Bases de diseño.....	43
2.1.3.11.	Cálculo hidráulico del sistema de abastecimiento .....	44
2.1.3.12.	Obras hidráulicas .....	48
2.1.3.12.1.	Conexiones prediales ....	48
2.1.3.12.2.	Cajas de válvulas .....	48
2.1.3.12.3.	Pasos aéreos y de zanjón .....	49
2.1.3.12.4.	Anclajes de tuberías .....	75
2.1.3.13.	Tubería.....	75
2.1.3.14.	Desinfección .....	76
2.1.3.15.	Presupuesto del proyecto.....	78
2.1.3.16.	Cronograma de ejecución .....	79
2.1.3.17.	Operación y mantenimiento.....	80
2.1.3.17.1.	Mantenimiento preventivo .....	80
2.1.3.17.2.	Mantenimiento correctivo .....	80
2.1.3.17.3.	Propuesta de tarifa .....	81
2.1.3.17.4.	Costo de operación .....	81
2.1.3.17.5.	Costo de mantenimiento.....	82
2.1.3.17.6.	Costo de tratamiento .....	82
2.1.3.17.7.	Tarifa total .....	82
2.1.3.18.	Evaluación de impacto ambiental .....	83
2.1.3.18.1.	Concepto.....	83



	2.1.3.18.2.	Base legal de la evaluación de impacto ambiental .....	84
	2.1.3.18.3.	Evaluación de impacto ambiental del proyecto .....	85
	2.1.3.18.4.	Impacto ambiental producido .....	87
	2.1.3.18.5.	Medidas de mitigación ..	88
	2.1.4.	Planos elaborados .....	89
2.2.		Diseño de un sistema de miniriego para el cantón Pajij I.....	89
	2.2.1.	Descripción del proyecto .....	89
	2.2.2.	Localización del proyecto .....	89
	2.2.3.	Fuente de agua .....	90
	2.2.4.	Aforo de la fuente .....	90
	2.2.5.	Calidad de agua .....	90
	2.2.6.	Tipos de riego.....	90
	2.2.6.1.	Riego .....	91
	2.2.6.2.	Riego de superficie .....	91
	2.2.6.3.	Sub riego .....	91
	2.2.6.4.	Riego por aspersion.....	91
	2.2.7.	Levantamiento topográfico .....	92
	2.2.8.	Período de diseño .....	92
	2.2.9.	Sistema a utilizar .....	93
	2.2.10.	Especificaciones de diseño .....	93
	2.2.10.1.	Caudal de diseño .....	93
	2.2.10.2.	Memoria de cálculo.....	93
	2.2.10.3.	Especificaciones .....	97
	2.2.11.	Cálculo hidráulico .....	97

2.2.12.	Presa de captación .....	101
2.2.13.	Obras hidráulicas .....	101
2.2.13.1.	Caja de válvulas.....	102
2.2.13.2.	Pasos aéreos o de zanjón .....	102
2.2.13.3.	Anclaje de tuberías .....	133
2.2.14.	Presupuesto.....	133
2.2.15.	Cronograma de ejecución .....	135
2.2.16.	Planos elaborados .....	135
CONCLUSIONES .....		137
RECOMENDACIONES.....		139
BIBLIOGRAFÍA.....		141
APÉNDICES.....		143
ANEXOS .....		161



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa del municipio Santa Cruz del Quiché.....	2
2.	Ubicación del cantón Xetimit .....	2
3.	Ubicación del cantón Pajij I .....	3
4.	Dimensiones de tanque de distribución.....	21
5.	Libreta topográfica sistema de agua potable .....	143

### TABLAS

I.	Momento resultante de muro de tanque de distribución .....	30
II.	Momento resultante de muro de caja de captación .....	41
III.	Longitud de péndola de paso aéreo tipo A .....	55
IV.	Resumen de reglones de trabajo .....	79
V.	Características generales del proyecto .....	86
VI.	Longitud de péndola de paso aéreo 92 m .....	108
VII.	Longitud de péndola de paso aéreo de 16 m .....	123
VIII.	Resumen de renglones de trabajo .....	134



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$A_s$	Área de acero
$A_{s_{min}}$	Área de acero mínimo
CM	Carga muerta
$W_v$	Carga por viento
CU	Carga última
CV	Carga viva
Q	Caudal de diseño
$Q_v$	Caudal de vivienda
$Q_{ins}$	Caudal instantáneo
$Q_{maxd}$	Caudal máximo diario
$Q_{maxh}$	Caudal máximo horario
$Q_m$	Caudal medio diario
$Q_{uv}$	Caudal unitario de vivienda
C	Coefficiente de fricción de la tubería
M	Costo de mantenimiento
O	Costo de operación
T	Costo de tratamiento
Tt	Costo total
$C_{pz}$	Cota piezométrica
$\emptyset$	Diámetro de tubería
t	Espesor de loza
l	Longitud de paso aéreo
L	Longitud del tramo

$M_v$	Momento de volteo
$H_f$	Pérdida
$P_A$	Peso de agua
$P_{li}$	Peso de losa inferior
$P_{Ls}$	Peso de losa superior
$P_o$	Población actual
$P_F$	Población futura
$P_a$	Presión activa
$P_{dinámica}$	Presión dinámica
$P$	Presión sobre el suelo
$F_y$	Resistencia del acero
$F'_c$	Resistencia del concreto
$T_H$	Tensión horizontal
$T$	Tensión máxima
$T_v$	Tensión vertical
$V$	Velocidad

## GLOSARIO

<b>Aforo</b>	Determinación del volumen de agua que fluye por un sitio en un determinado tiempo.
<b>Anclaje</b>	Fundición de concreto que sostiene la tubería, de manera que absorbe la energía producida por la presión.
<b>Captación</b>	Un área geográfica, definida por la topografía, de la cual toda el agua de esorrentía escurrirá hacia un solo sistema fluvial o reservorio.
<b>Conducción</b>	Es llevar el agua desde el tanque de captación hasta el terreno que se desea regar.
<b>Desinfección</b>	El tratamiento del agua para eliminar o inactivar virus, bacterias y otros organismos patogénicos.
<b>Distribución</b>	Es el traslado del agua de la tubería principal a los elevadores y microaspersores.
<b>Dotación</b>	La dotación es el volumen de agua que se le asigna a una persona en un determinado período de tiempo.
<b>Fuente</b>	Es el brote de agua del cual se captará el agua para el proyecto.



<b>Infraestructura</b>	Las instalaciones, equipo y materiales necesarios para la operación de un sistema de abastecimiento de agua o de saneamiento.
<b>Lámina de riego</b>	La cantidad de agua que se aplica a un suelo para satisfacer las necesidades de las plantas.
<b>Microaspersor</b>	Es un artefacto que sirve para regar uniformemente, los cultivos.
<b>Miniriego</b>	Es una forma de regar los cultivos en pequeñas áreas y con poca cantidad de agua.
<b>Saneamiento</b>	El proceso de mantener condiciones limpias e higiénicas mediante la eliminación apropiada de la basura y de los desechos humanos.
<b>Sistema de distribución</b>	Cualquier sistema mediante el cual se mueve el agua desde una fuente a sus consumidores.
<b>Tiempo de riego</b>	La cantidad de horas que el micro-aspersor necesita para proporcionar la lámina de agua.
<b>Topografía</b>	Técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno.

## **RESUMEN**

El trabajo de graduación que a continuación se presenta, contiene el diseño de dos proyectos del área de Ingeniería Sanitaria, realizados en la Municipalidad de Santa Cruz del Quiché, Quiché. El primero consiste en el diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón Xetinimit, con el cual se pretende aportar una solución a la problemática que padece la población, en cuanto a la falta de agua potable, el segundo se refiere al diseño de un sistema de miniriego para el cantón Pajij I, con el cual se estará mejorando el sistema de producción agrícola del sector.

El trabajo está conformado de la siguiente forma.

Capítulo 1: en este capítulo se desarrolla la fase de investigación, la cual contiene la monografía de los cantones donde se realizarán los proyectos, así como un diagnóstico de las necesidades que en estos se presentan en cuanto a infraestructura y servicios básicos.

Capítulo 2: contiene la fase del servicio técnico profesional, en el cual se presenta todo el contenido necesario sobre el diseño de los proyectos.

En la parte final este trabajo se presentan los planos y presupuestos de cada uno de los proyectos.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón Xetinit y de un sistema de miniriego para el cantón Pajj I, Santa Cruz del Quiché, Quiché.

### **Específicos**

1. Desarrollar una investigación monográfica y diagnóstica de las necesidades de servicios básicas e infraestructura de los cantones Xetinit y Pajj I, Santa Cruz del Quiché, Quiché.
2. Capacitar a los miembros del comité de los cantones Xetinit y Pajj I, sobre la operación y mantenimiento de los sistemas hidráulicos diseñados.



## INTRODUCCIÓN

El municipio de Santa Cruz del Quiché, cuenta con diversas aldeas y cantones, de manera que cubrir las necesidades de infraestructura y servicios básicos es difícil para la municipalidad del municipio.

Para contribuir con el desarrollo de este municipio y la mejora de calidad de vida de habitantes de algunos cantones, se realizó el diseño de dos proyectos los cuales son, un sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón Xetinimit y un miniriego para el cantón Pajij I.

El sistema de abastecimiento de agua potable se priorizó debido a que es un servicio básico e importante para mejorar la calidad de vida de los pobladores, de manera que ya no tendrán que caminar largas distancias para obtener el vital líquido en abundancia y apta para consumo humano.

El sistema será por gravedad, y con ramales abiertos, consta de línea de conducción y red de distribución, para abastecer a 444 personas en total, tanque de distribución, y obras hidráulicas como cajas de válvulas, pasos aéreos o de zanjón, conexiones domiciliarias, entre otros.

El proyecto de miniriego se realizará para mejorar la productividad agrícola del cantón Pajij I, y contribuir al desarrollo económico de los pobladores del cantón. Así como mejorar la calidad y diversificar los productos agrícolas en el municipio.

Este proyecto será por gravedad, para cubrir 267 cuerdas de área. Beneficiando a aproximadamente a 89 familias. El diseño incluye obras hidráulicas como cajas de válvulas, pasos aéreos y de zanjón, caja de captación, anclajes y otros.

En ambos proyectos se presentan los ensayos de calidad de agua, juego de planos, presupuesto y cronograma de actividades, para su construcción.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía de los cantones Xetinimit y Pajij I**

Para la presente fase se dan a conocer cada una de las monografías de los cantones de Xetinimit y Pajij I, del municipio de Santa Cruz del Quiché, departamento de Quiché, para ello se obtuvo información tanto de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Santa Cruz del Quiché como de los mismos pobladores de los diferentes cantones.

### **1.1.1. Localización del cantón Xetinimit**

El cantón Xetinimit de la aldea Santa Rosa Chujuyub, municipio de Santa Cruz del Quiché, Quiché. Está asentada 18 000 metros al nor-orienté de la cabecera municipal a 2 029 metros sobre el nivel del mar. En la sierra de Chuacús, por vereda al norte. Las coordenadas latitud 15°06'40" Norte, longitud 91°08'00" Oeste.

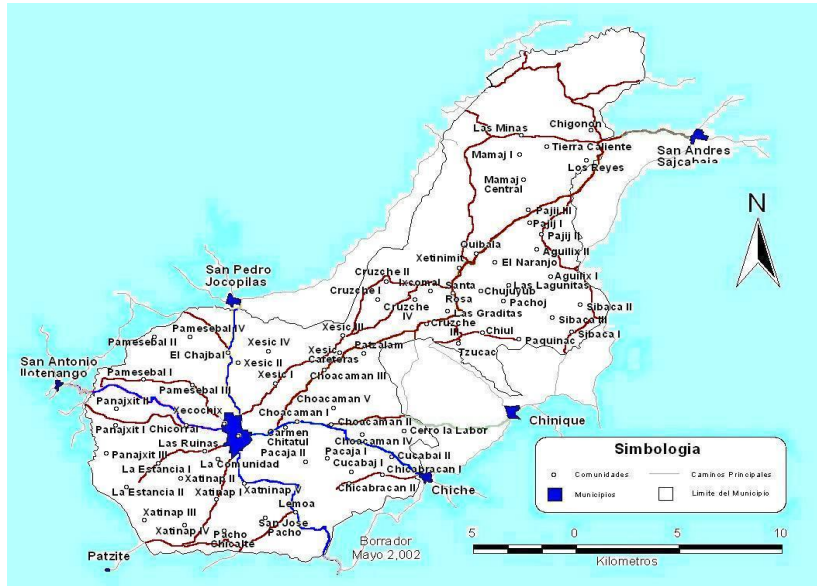
### **1.1.2. Localización del cantón Pajij I**

Pajij I, es un cantón de la aldea Santa Rosa Chujuyub, municipio de Santa Cruz del Quiché, Quiché. Al margen este del río Pajij, al oeste de la quebrada Tujabaj, sierra de Chuacús.

10 000 metros por vereda al noreste de la aldea. A 1 600 mts SNM, y coordenadas latitud 15°07'44" Norte, longitud 91°00'58" Oeste.

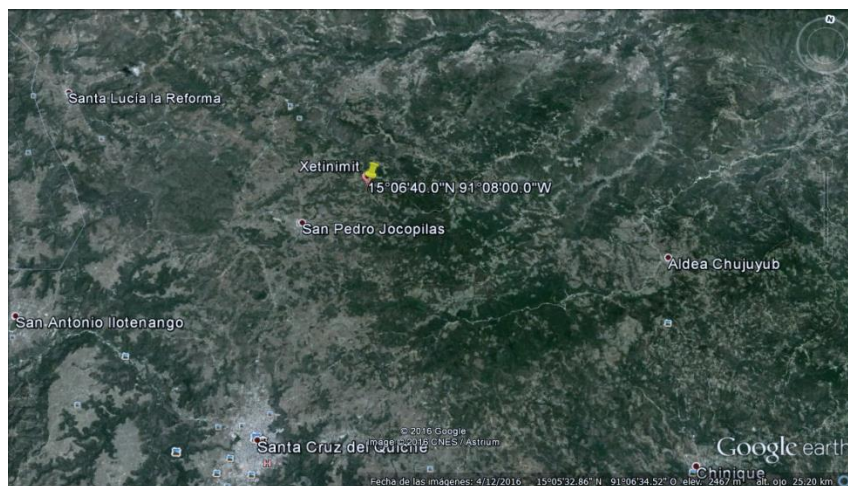


Figura 1. **Mapa del municipio Santa Cruz del Quiché**



Fuente: Diagnóstico del municipio de Santa Cruz del Quiché.

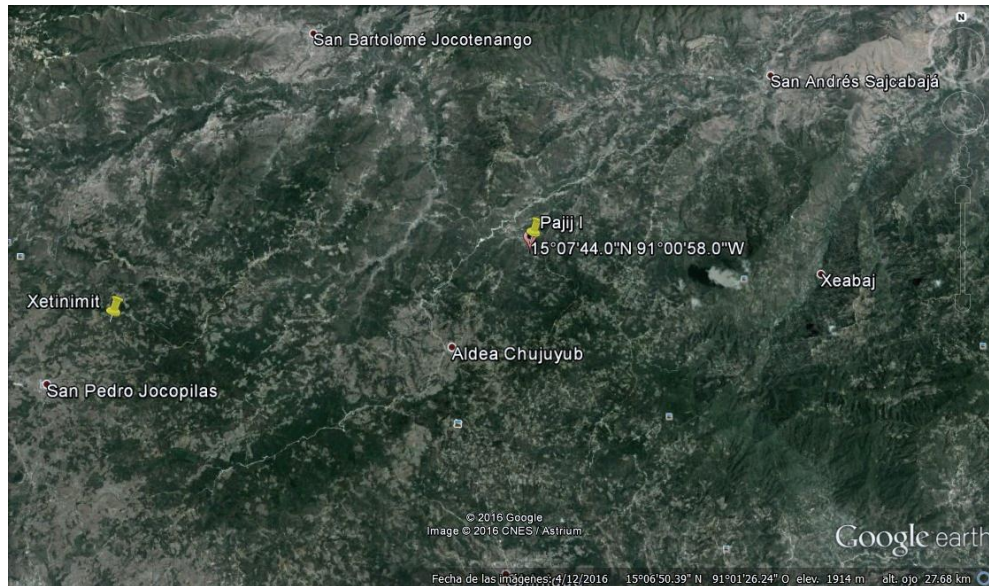
Figura 2. **Ubicación del cantón Xetinit**



Fuente: Google Earth. [www.earth.google.com](http://www.earth.google.com).

Consulta: 09 de mayo de 2016.

Figura 3. **Ubicación del cantón Pajij I**



Fuente: Google Earth. [www.earth.google.com](http://www.earth.google.com).

Consulta: 09 de mayo de 2016.

### **1.1.3. Hidrografía**

Xetinit cuenta con un río que pasa por su territorio, con poco caudal durante el verano y mayor en el invierno.

Los ríos que pasan por el cantón Pajij I son, Aguilix, río Naranja, con poco caudal durante el verano y mayor en el invierno.

### **1.1.4. Clima**

El clima en la región va desde templado a frío, debido a que cuenta con montañas bajas y colinas fuertemente escarpadas y que determina relativa variedad climática, en los últimos años se ha visto más prolongado el verano.

La estación meteorológica más cercana a los cantones Xetimit y Pajij I es la estación Chinique, la cual indica una temperatura media anual de entre 15,7-18,5 grados centígrados.

La temperatura máxima se encuentra entre 22,2 – 23,8 grados centígrados, la temperatura mínima anual se encuentra entre 6,6 – 11,5 grados centígrados, mientras que la temperatura máxima absoluta está entre 27- 31 grados centígrados, y la temperatura mínima absoluta está entre 0,5- 5 grados centígrados. Se registra un promedio de 136 días lluviosos.

Se registra una nubosidad de 5 octas anuales y una evaporación PICHE entre 1,7- 3,6 milímetros anuales

#### **1.1.5. Suelo y topografía**

Los grandes paisajes que se manifiestan son: lomas y valles con una extensión que representa un alto porcentaje del territorio, por lo general los suelos son profundos; la textura guarda una proporción del 50 % entre pesada y mediana; el drenaje va de bueno a moderadamente bien drenado.

Según la *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*, el tipo de suelo que se encuentra en el sector de los proyectos es de IIIA denominado suelos de los Cerros de Caliza, que son suelos profundos, están los suelos Amay y Carchá. Ocupan pendientes menos inclinadas y son más adaptables para el desarrollo agrícola.

### **1.1.6. Aspectos históricos**

En el Título Real de don Francisco Ixquín Nehaíb, fechado en 1558, así como en el Título de la Casa Ixquín-Nehaíb, Señora del Territorio de Otzoyá, se menciona que durante el período indígena el poblado se conocía como Ah Tinamit.

El acuerdo gubernativo del 17 noviembre de 1904, dispuso la creación del municipio Santa Rosa Chujuyub.

El poblado fue llamado Xetinamit como categoría de caserío durante varios años, se tiene registro que desde el 2008, fue cambiado a Xetinimit y como categoría de cantón.

El cantón Pajij I es parte de la aldea Santa Rosa Chujuyub. Durante muchos años fue clasificado como caserío y solamente con el nombre Pajij.

Sin embargo, debido a que se fue extendiendo la población se debió clasificar en Pajij I y Pajij II a partir de 2008.

### **1.1.7. Población e idioma**

Según censo de 2002, la población es de 401 habitantes en el cantón Xetinimit, 210 de sexo masculino y 191 de sexo femenino.

En el cantón Pajij I, según censo de 2002, se registra un aproximado de 255 habitantes, el promedio de habitantes por vivienda es de 6 personas.

El idioma predominante en estos cantones es el k'iche'.

### **1.1.8. Actividades económicas**

La principal actividad económica en el cantón Xetinimit, es la agricultura, de maíz, frijol y habas, la mayor parte es destinada a autoconsumo.

Hay crianza de ganado vacuno, cerdos, ovejas, caballos y aves de corral. El ganado vacuno y cerdos se venden en el mercado de Santa Rosa.

La principal producción artesanal es la elaboración de trenza de palma y la confección de blusas que se vende en los mercados de Quiché. El comercio interno tiene relativa importancia, hay tiendas, molino de nixtamal, carpintería, panadería y sastres.

Las principales actividades económicas para el cantón Pajij I son, la siembra de maíz, frijol y tomate. La crianza de ganado vacuno y porcino, estos productos se venden en el mercado de Chujuyub.

El comercio interno tiene relativa importancia, existen tiendas, molino de nixtamal y carpintería.

### **1.1.9. Servicios**

Los servicios con que cuentan los cantones de Xetinimit y Pajij I, del municipio de Santa Cruz del Quiché, son diversos y aunque no suficientes proveen a la población algunas facilidades para su desarrollo comunitario, para ello se determinan los servicios de la manera indicada a continuación.

### **1.1.9.1. Vías de comunicación**

En el cantón Xetinimit existen caminos de terracería, que conducen hacia San Andrés Sajcabajá y a Santa Rosa. No existen caminos asfaltados.

Para el cantón Pajij I se tiene un acceso que es de terracería, que viene desde Santa Cruz del Quiché, y conduce hasta San Andrés Sajcabajá.

### **1.1.9.2. Agua y saneamiento**

Una parte de la población del cantón Xetinimit es abastecida de agua potable, y la mayoría de la población cuenta con letrinas. La población que no cuenta con agua potable, debe acudir al nacimiento para trasladarla a su vivienda.

En el cantón Pajij I, el 90 % de la población es abastecida de agua potable, y la mayoría de pobladores cuentan con letrinas.

### **1.1.9.3. Energía eléctrica**

El 53 % de la población del cantón Xetinimit cuenta con energía eléctrica y existen 5 focos de alumbrado público.

El cantón Pajij I cuenta con energía eléctrica, aunque no en todo el cantón, ni cuenta con alumbrado público.

#### **1.1.9.4. Salud**

No se cuenta con centros de salud en los cantones, el más cercano está ubicado en la aldea Santa Rosa. Actualmente se está construyendo un nuevo centro de salud en el cantón El Naranjo, para cubrir las necesidades de la población de los alrededores.

#### **1.1.9.5. Educación**

En Xetinimit funciona una escuela, con falta de aulas, y no existe educación para los niños de preprimaria.

El cantón Pajij I, cuenta con una escuela, la cual es compartida con los pobladores de los cantones Pajij II y Pajij III.

### **1.2. Diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura de los cantones Xetinimit y Pajij I**

Una característica importante de los cantones de estudio son los servicios básicos y la infraestructura con que cuenta cada uno de ellos, por lo que se realiza individualmente, la descripción de las de mayor importancia.

#### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

Cantón Xetinimit

- Falta de aplicación de infraestructura en la escuela, ya que las aulas existentes no cumplen con la demanda de la población estudiantil en el sector.

- Falta de agua potable, una gran población del cantón no cuenta con agua potable en su vivienda, de manera que deben recorrer grandes distancias para obtener el vital líquido para consumo personal.
- Falta de minirriegos, gran parte de la población del sector se dedica a la producción agrícola, de manera que proyectos de miniriego mejorarían la economía de los pobladores.
- Falta de caminos asfaltados, que mejoren el acceso a la comunidad ya que el camino actual es de terracería.
- Falta de centro infraestructura para un centro de salud en el cantón, actualmente los pobladores asisten a centros de salud de lugares aledaños.

#### Cantón Pajij I

- Falta de infraestructura para centro de salud, de manera que los pobladores deben asistir a centros de salud en cantones aledaños.
- En este cantón no cuentan con sistemas de miniriego, sin embargo, la economía de los pobladores dependen de la producción agrícola por lo cual es necesario implementar proyectos de este tipo.
- Falta de agua potable en algunas viviendas del sector, obligando a las personas a utilizar y consumir agua sin la calidad necesaria para este tipo de uso.
- Mejoramiento del camino de acceso, por el momento solamente existe un acceso peatonal ya que las condiciones de este hacen imposible que vehículos puedan llegar al lugar.



### **1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades**

#### Cantón Xetinimit

- Falta de agua potable para los pobladores del cantón
- Falta de infraestructura para un centro de salud
- Ampliación de infraestructura en la escuela que funciona en el cantón
- Mejoramiento de carretera de acceso al cantón
- Falta de sistema de miniriego

#### Cantón Pajij I

- Falta de un sistema de miniriego en el sector
- Falta de agua potable para los pobladores del cantón
- Falta de infraestructura para un centro de salud
- Mejoramiento del camino de acceso hacia el cantón

## **2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón Xetinimit**

Como parte del diagnóstico realizado se determinó necesario un sistema de abastecimiento de agua potable, a continuación se presentan todas las características de diseño de dicho proyecto.

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón Xetinimit, en Santa Cruz del Quiché, Quiché. El cual será por gravedad, debido a la topografía del lugar, se conducirá el agua desde la captación hacia el tanque de distribución.

El sistema de abastecimiento está compuesto de ramales abiertos, por la ubicación de las viviendas beneficiarias. La tubería a utilizar será de PVC. La población a beneficiar será de 444 personas.

#### **2.1.2. Datos preliminares**

Los datos preliminares consisten en describir los recursos, características y parámetros con los que cuenta dicho proyecto.

### **2.1.2.1. Fuente de abastecimiento**

La fuente de agua para el proyecto es un nacimiento, el cual se encuentra en la parte alta del cantón. Dicho nacimiento es actualmente la fuente de abastecimiento principal de los pobladores, aunque esto los obliga a caminar hasta el nacimiento para recolectar agua.

### **2.1.2.2. Aforo de la fuente**

El aforo se realiza con el objetivo de conocer el caudal de agua de una fuente. Para este proyecto el caudal a conocer es el del nacimiento, para saber si es el necesario para abastecer la demanda de la población.

Existen distintos métodos para medir el caudal, para este caso se utilizó el aforo volumétrico, con un recipiente de 5 galones, se tomó el tiempo necesario para llenarlo, dicho procedimiento se realizó tres veces, y se utilizó el promedio de esos tres, para el diseño del sistema.

Caudal de aforo

$$Q = \frac{12 \text{ galones}}{1,4 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{3,79 \text{ litros}}{1 \text{ galón}} = 0,541 \frac{\text{litros}}{\text{segundo}}$$

### **2.1.2.3. Calidad de agua**

Para clasificar el agua, como agua potable esta debe ser sanitariamente agradable a los sentidos, debe ser sin sabor, inodora e incolora, sin embargo, también debe cumplir con normas establecidas que rigen los parámetros,

físicos, químicos y bacteriológicos, para el agua potable. En Guatemala se utiliza la Norma Coguanor NGO 29001.

El análisis del agua se obtiene por medio de ensayos de laboratorio, entre ellos el análisis fisicoquímico y el bacteriológico, para conocer las condiciones del agua, tanto físicos como los índices de contaminación que presenta. Por lo cual se hicieron los estudios necesarios en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El resultado del análisis fisicoquímico sanitario indica desde el aspecto físico que el agua tiene aspecto turbio, olor ligero a materia orgánica, desde el aspecto químico los resultados obtenidos cumplen con las normas, según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

El resultado del examen bacteriológico indica que los resultados obtenidos se encuentran en la clasificación III, contaminación intensa, que obliga a tratamientos más activos. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

#### **2.1.2.4. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico consiste en tomar ángulos y medidas necesarias, para realizar una representación gráfica del lugar. Se realizó con teodolito, sin embargo, puede existir inexactitud en los datos, según la precisión del aparato, por lo cual se recomienda tomar en cuenta esos márgenes de error para los cálculos de diseño. Se realizó con un teodolito y se hizo con el método de planimetría y taquimetría.

### **2.1.3. Diseño hidráulico**

Este consiste en determinar el dimensionamiento de toda la red de tubería, para lo cual se calculan los distintos tipos de caudales, las pérdidas, presiones, diámetros de tubería, entre otras.

#### **2.1.3.1. Población actual**

Se determinó que el proyecto beneficiará actualmente a 37 familias. Cuando se hizo el levantamiento topográfico, se entrevistaron a los vecinos de la comunidad y se determinó un promedio de 5 personas por familia, de manera que el proyecto actualmente beneficiará a 185 personas.

Cálculo de población actual

$$\begin{aligned} \text{Núm. familias} &= 37 \\ P_o &= 37 \text{ fam} * 5 \frac{\text{personas}}{\text{fam}} = 185 \text{ personas} \end{aligned}$$

#### **2.1.3.2. Período de diseño**

Es el tiempo durante el cual, el sistema de abastecimiento funcionará de manera eficiente, para determinar el período de diseño se consideró la población futura en el cantón, la capacidad de la fuente para cubrir la demanda futura, también se debe tomar si es viable realizar la inversión de dicho proyecto, ya que si el proyecto funcionara pocos años, no sería viable realizar la inversión. De manera que el período de diseño estimado es de 22 años.

### 2.1.3.3. Población futura

Para determinar la población futura con base en el período de diseño, se utilizó el método geométrico, con una tasa de crecimiento poblacional de 4,05 %, la cual es la calculada para el municipio de Santa Cruz del Quiché, según el INE.

Cálculo de población futura

$$P_F = P_o * (1 + R)^n$$

$$P_F = 185 * (1 + 0,0405)^{22} = 443,096 \cong 444 \text{ personas}$$

$$P_f = \text{poblacion futura}$$

$$P_o = \text{poblacion inicial}$$

$R = \text{tasa de crecimiento (4,05 \% para el municipio de Sta. Cruz del Quiché)}$

$n = \text{período de diseño del proyecto (22 años)}$

### 2.1.3.4. Dotación

La dotación es la cantidad (en volumen por unidad de tiempo) de agua que se le asigna a cada habitante. Se estableció con base en el clima de la región, las costumbres y hábitos, instalaciones de saneamiento. También se estableció según las normas de Unepar, las cuales establecen que para área rural, la dotación deberá ser entre 60 y 110 lts/hab/día, por lo cual se decidió establecer una dotación de 80 lts/hab/día.

### 2.1.3.5. Caudales del sistema

Para el diseño hidráulico de un sistema de agua potable es necesario determinar los distintos caudales que actúan en el sistema, ya que estos

determinan las características de la tubería a utilizar, a continuación se presenta la descripción de los distintos tipos de caudales.

#### **2.1.3.5.1. Caudal medio diario**

Se refiere a la cantidad de agua que consume una población en un período de 24 horas. Puede referirse también como el promedio de los consumos diarios durante un año.

Dicho caudal está en función de los habitantes y la dotación calculados al final del período de diseño.

Caudal medio necesario para población presente

$$Q_o = \frac{80 \frac{lbs}{hab} * 185 hab}{86\ 400 seg} = 0,17 lbs/seg$$

Caudal medio necesario para población futura

$$Q_f = \frac{80 \frac{lbs}{hab} * 444 hab}{86\ 400 seg} = 0,411 lbs/seg$$

#### **2.1.3.5.2. Caudal máximo diario**

Este caudal se utiliza para diseñar la línea de conducción, y se define como el máximo consumo de agua durante un período de 24 horas, observado durante un año. Se calcula para compensar las variaciones de consumo medio diario.

Para estimarlo, se deberá multiplicar el caudal medio diario por un factor de día máximo (Fdm). El factor varía según la población, para el área rural se recomienda un factor entre 1,2 a 1,8.

Cálculo de caudal máximo diario presente

$$Q_{maxd} = 0,17 \frac{lbs}{seg} * FD_{max}$$
$$Q_{maxd} = 0,17 \frac{lbs}{seg} * 1,3 = 0,221 \text{ lbs/seg}$$

Cálculo de caudal máximo diario futuro

$$Q_{maxd} = 0,411 \frac{lbs}{seg} * FD_{max}$$
$$Q_{maxd} = 0,411 \frac{lbs}{seg} * 1,3 = 0,5343 \text{ lbs/seg}$$
$$Q_{maxd} < Q$$
$$0,5343 \text{ lbs/seg} < 0,541 \text{ lbs/seg}$$

### **2.1.3.5.3. Caudal máximo horario**

Se define como el consumo máximo en una hora del día, observado durante un año. Dicho caudal se utiliza para diseñar la red de distribución.

Para estimarlo, se deberá multiplicar el caudal medio diario por un factor llamado “factor máximo horario”, que se utiliza para compensar las variaciones de consumo medio diario, este factor está comprendido en el rango de 1,8 a 2, según sean las necesidades.



Cálculo de caudal de horario máximo presente

$$Q_{maxh} = 0,17 \frac{lbs}{seg} * FH_{max}$$

$$Q_{maxh} = 0,17 \frac{lbs}{seg} * 1,8 = 0,31 lbs/seg$$

Cálculo de caudal de horario máximo futuro

$$Q_{maxh} = 0,411 \frac{lbs}{seg} * FH_{max}$$

$$Q_{maxh} = 0,411 \frac{lbs}{seg} * 1,8 = 0,74 lbs/seg$$

#### 2.1.3.5.4. Caudal instantáneo

Este caudal estima la probabilidad de que se empleen al mismo tiempo las conexiones domiciliarias en un mismo ramal. El caudal instantáneo nunca deberá tomar valores menores de 0,20 lbs/seg.

Caudal instantáneo

$$Q_{ins} = k\sqrt{(N - 1)}$$

$$Q_{ins} = \text{caudal instantáneo}$$

$N$  = número de viviendas actuales

$$K = 0,15$$

$$Q_{ins} = 0,15\sqrt{(37 - 1)} = 0,9 lbs/seg$$

### 2.1.3.5.5. Caudal de vivienda

Este caudal estima un valor destinado a cada vivienda, y se calcula multiplicando el número de viviendas por el caudal de vivienda unitario.

El caudal de vivienda unitario se calcula dividiendo el caudal máximo horario dentro del número de viviendas actuales del proyecto.

Caudal unitario de vivienda

$$Q_{uv} = \frac{Q_{maxh}}{No_v}$$

$Q_{uv}$  = caudal unitario de vivienda (lts/seg/vivienda)

$Q_{maxh}$  = caudal máximo horario

$No_v$  = número de viviendas actuales

$$Q_{uv} = \frac{0,7398 \text{ lts/seg}}{37 \text{ viviendas}} = 0,02 \text{ lts/seg}$$

Caudal de vivienda

$$Q_v = 0,02 \frac{\text{lts}}{\text{seg}} * N$$

$$Q_v = 0,02 \frac{\text{lts}}{\text{seg}} * 37 = 0,74 \text{ lts/seg}$$

### 2.1.3.6. Velocidad del sistema

La velocidad del sistema deberá estar entre ciertos límites de manera que el sistema funcione correctamente.

Se recomienda una velocidad máxima de 3 mts/seg, para evitar el golpe de ariete y el desgaste de la tubería.

Para calcular la velocidad se utilizó la ecuación de continuidad, que adaptada a unidades de medidas convencionales se expresa así:

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

$V = \text{velocidad (mts/seg)}$

$Q = \text{caudal (lts/seg)}$

$\phi = \text{diametro (plg)}$

### **2.1.3.7. Presiones del sistema**

Las presiones del sistema son calculadas para indicar las características necesarias que deberá tener las tuberías que conforman el sistema.

#### **2.1.3.7.1. Presión estática**

Es la presión ejercida en las paredes de la tubería a sección llena, ejercida cuando el fluido está en reposo dentro de la misma.

#### **2.1.3.7.2. Presión dinámica**

Esta presión se presenta cuando el agua está en movimiento dentro de una tubería, se estima como la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno.

### 2.1.3.8. Tanque de distribución

La función principal es compensar el volumen de agua requerido respecto a las variaciones horarias, además de proveer almacenamiento contra incendios. El volumen de dicho tanque puede estimarse tomando un porcentaje de 25 a 40 % del caudal medio diario.

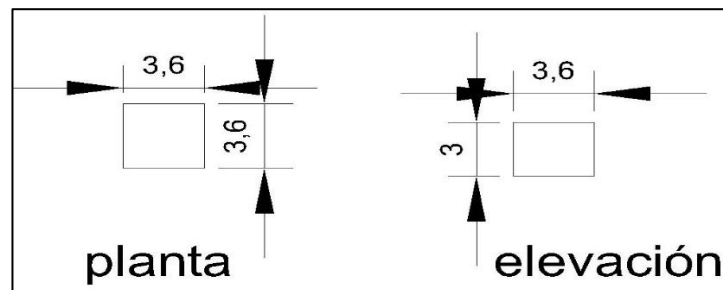
Para este proyecto se optó por tomar el volumen de agua que se recolecta durante 12 horas, ya que se pretende recolectar el agua durante toda la noche.

Diseño del tanque de distribución

Se tomará el volumen de agua que se acumule durante 12 horas, ya que es lo que se recolectará durante toda la noche.

$$V_t = 0,534 \frac{lbs}{seg} * 12 \text{ horas} * \frac{3\,600 \text{ seg}}{1 \text{ hora}}$$
$$V_t = 23\,068,80 \text{ lbs}$$
$$V_t = 23,07 \text{ m}^3$$

Figura 4. Dimensiones de tanque de distribución



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de losa de tanque de distribución

Dimensiones del tanque

Ancho= 3,6 m

Largo= 3,6 m

Alto=3 m

F'c= 3 000 psi=210 kg/cm<sup>2</sup>

Fy=40 000 psi= 2 810 kg/cm<sup>2</sup>

Dirección en que trabaja la losa

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

Si  $m \leq 0,5$  trabaja en un sentido

Si  $m \geq 0,5$  trabaja en dos sentidos

$$m = \frac{3,6 \text{ m}}{3,6 \text{ m}} = 1$$

Significa que la losa trabaja en dos sentidos.

Espesor de losa

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180}$$

$$t = \frac{4 * 3,6}{180} = 0,08 \text{ m}$$

Según el ACI 318-2008 en sección 9.5.3, el espesor mínimo a utilizar en losas que trabajan en dos direcciones es 0,10 m por lo cual es el que se utilizará.

Integración de cargas

Carga muerta

$$CM = \text{peso de losa} + \text{sobre carga}$$

$$CM = 0,1 \text{ m} * 2 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} + 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CM = 340 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva  
75 kg/m<sup>2</sup>  
Carga última

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

Donde

*CU = carga última*

*CM = carga muerta*

*CV = carga viva*

$$CU = 1,4 (340 \text{ kg/m}^2) + 1,7(75 \text{ kg/m}^2)$$

$$CU = 603,5 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos

$$Ma^+ = Ca^+ * CU * a^2$$

Donde

*Ma<sup>+</sup> = momento positivo en el lado corto de la losa*

*Ca<sup>+</sup> = coeficiente*

*CU = carga última*

*a = lado corto de la losa*

$$Ma^+ = (0,036) * (603,5) * 3,6^2$$

$$Ma^+ = 281,57 \text{ kg} - m$$

Para este caso el momento negativo será 1/3 de momento positivo, ya que el método 3 del ACI no indica el coeficiente para calcular el momento negativo.

$$Ma^- = \frac{1}{3} * Ma^+$$

Donde

$Ma^-$  = momento negativo en el lado corto de la losa

$Ma^+$  = momento positivo en el lado corto de la losa

$$Ma^- = \frac{1}{3} * 281,57 \text{ kg} - m$$

$$Ma^- = 93,86 \text{ kg} - m$$

$$Mb^+ = Cb^+ * CU * b^2$$

Donde

$Mb^+$  = momento positivo en lado largo de la losa

$Cb^+$  = coeficiente

$CU$  = carga última

$b$  = lado largo de la losa

$$Mb^+ = (0,036) * (603,5) * 3,5^2$$

$$Mb^+ = 281,57 \text{ kg} - m$$

$$Mb^- = \frac{1}{3} * Mb^+$$

Donde

$Mb^-$  = momento negativo en el lado largo de la losa

$Mb^+$  = momento positivo en el lado largo de la losa

$$Mb^- = \frac{1}{3} * 281,57 \text{ kg} - m$$

$$Mb^- = 93,86 \text{ kg} - m$$

Cálculo de área de acero necesaria

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

Donde

$d = \text{peralte}$

$t = \text{espesor de losa}$

$rec = \text{recubrimiento}$

$\emptyset = \text{diametro de varilla de refuerzo}$

$$d = 10 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} - \frac{\left(\frac{3}{8}\right) * 2,54}{2} \text{ cm} = 7,02 \text{ cm}$$

Cálculo de área mínima de acero

$$As_{min} = \frac{1,4}{fy} * bw * d$$

Donde

$As_{min} = \text{área de acero mínimo}$

$fy = \text{resistencia del acero}$

$bw = \text{base a analizar}$

$d = \text{peralte}$

$$As_{min} = \frac{1,4}{2810 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 7,02 \text{ cm}$$



$$As_{min} = 3,49 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero transversal

$$As = \left[ bd - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \left( \frac{0,85 * f'c}{fy} \right)$$

Donde

*As = área de acero*

*b = base*

*d = peralte*

*Mu = momento último*

*f'c = resistencia del concreto*

*fy = resistencia del acero*

$$As = \left[ 100 * 7,02 - \sqrt{(100 * 7,02)^2 - \frac{281,57 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \left( \frac{0,85 * 210}{2810} \right)$$

$$As M- = 1,62 \text{ cm}^2$$

$$As = \left[ 100 * 7,02 - \sqrt{(100 * 7,02)^2 - \frac{93,86 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \left( \frac{0,85 * 210}{2810} \right)$$

$$As M+ = 0,53 \text{ cm}^2$$

Por lo cual utilizar acero mínimo

Cálculo de espaciamiento

$$3,49 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } X$$

$$X = 20,34 \text{ cm}$$

Se definirá un espaciamiento de 20 cm

Cálculo de acero máximo

Según ACI 318-2008 en sección 13.3

$$S_{max} = 2t$$

Donde

$$S_{max} = \text{acero máximo}$$

$$t = \text{espesor de losa}$$

$$S_{max} = 2 * 10 \text{ cm} = 20 \text{ cm/m}$$

Cálculo del momento que resiste el As

$$M_{As_{min}} = 0,90 * (As * fy) * \left( d - \frac{As * fy}{1,7 * f'c * b} \right)$$

Donde

$$M_{As_{min}} = \text{momento resistente con área de acero}$$

$$As = \text{área de acero}$$

$$fy = \text{resistencia del acero}$$

$$d = \text{peralte}$$

$$f'c = \text{resistencia del concreto}$$

$$b = \text{base}$$

$$M_{As_{min}} = 0,90 * (4,26 * 2810) * \left( 7,02 - \frac{3,55 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right)$$

$$M_{As_{min}} = 726,19 \text{ kg} * \text{m}$$

Armado

Núm. 3 @ 20 cm en ambos sentidos

Diseño de muros

En condición crítica (cuando el tanque está lleno)

Altura del muro  $h = 2,9 \text{ m} = 11,02 \text{ pies}$

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 3\,000 \text{ lb/pul}^2$

$Fy = 2\,810 \text{ kg/cm}^2 = 40\,000 \text{ lb/pul}^2$

Peso de agua retenido  $W = 62,34 \text{ lb/pie}^3$

El valor soporte del suelo es de  $15 \text{ ton/m}^2$

Ángulo de fricción interna del suelo  $30^\circ$

Calculando presión activa ejercida por el agua

$$Pa = \gamma * \frac{b * h}{2}$$

Donde

*Pa = presión activa*

*$\gamma$  = peso específico del agua*

*b = base del área de presiones*

*h = altura del área de presiones*

$$Pa = 62,34 \text{ lb/pie}^3 * \frac{(1,50 \text{ m} * 3,28 \text{ pie})(11,02 \text{ pies})}{2}$$

$$PA = 1689,99 \text{ lb/pie}$$

Calculando el momento de volteo ejercido por el agua (Mv)

$$Mv = Pa * \left(\frac{h}{3}\right)$$

Donde

$Mv = \text{momento de volteo}$

$Pa = \text{presión activa}$

$$Mv = 1\,407,81 * \left( \frac{11,02}{3} + 0,33\text{pies} \right)$$

$$Mv = 5\,635,93$$

Verificación de estabilidad

Contra volteo

$$Fs = \frac{\sum MR}{\sum MO}$$

Donde

$Fs = \text{factor de volteo}$

$\sum MR = \text{suma de momentos resistentes}$

$\sum MO = \text{suma de momentos actuantes}$

$$Fs = \frac{7\,919,40}{4\,772,48} = 1,66 > 1,5 \text{ OK}$$

Tabla I. **Momento resultante de muro de tanque de distribución**

Figura	Área	Peso específico	A*Peso específico	Brazo	Momento
1	9,34	149,63	1 397,54	4,26	5 953,54
2	17,94	149,63	2 684,36	2,51	6 737,749
3	22,58	62,34	1 407,64	3,39	4 771,89
		W	5 489,54	Momento resultante	7 919,397

Fuente: elaboración propia.

Coeficiente de fricción (Cf)

$$Cf = 0,9 * \tan\theta$$

Donde

*cf = coeficiente de fricción*

*θ = ángulo de fricción interna del suelo*

$$Cf = 0,9 * \tan 30$$

$$Cf = 0,52$$

Fuerza de fricción

$$Ff = Cf * W$$

Donde

*Ff = fuerza de fricción*

$Cf = \text{coeficiente de fricción}$

$W = \text{peso total}$

$$Ff = 0,52 * 5\ 489,54$$

$$Ff = 2\ 854,56\ lb$$

Verificación de estabilidad contra deslizamiento

$$Fd = \frac{Ff}{Pa}$$

Donde

$Fd = \text{factor de deslizamiento}$

$Ff = \text{fuerza de fricción}$

$Pa = \text{presión activa}$

$$Fd = \frac{2\ 854,56}{1\ 407,81}$$

$$Fd = 2,03 > 1,5\ ok$$

Cálculo de chequeo de presiones

$$X = \frac{M_R - M_V}{W_t}$$

Donde

$X = \text{distancia media}$

$M_R = \text{momento resistente}$

$M_V = \text{momento de volteo}$

$W_t = \text{peso total}$

$$X = \frac{7\,919,40 - 4\,772,48}{5\,489,54}$$

$$X = 0,573$$

Cálculo de excentricidad

$$e = \left| \frac{B}{2} - X \right|$$

Donde

*e = excentricidad*

*B = base*

*X = distancia media*

$$e = \left| \frac{1,45}{2} - 0,573 \right|$$

$$e = 0,15$$

Las presiones ejercidas por el muro deberán ser menores que el valor soporte del suelo que es 15 ton/m<sup>2</sup>.

$$q_s = \frac{W}{B * L} * \left( 1 \pm \frac{6 * e}{B} \right)$$

Donde

*q<sub>s</sub> = carga resultante*

*W = peso total*

*B = base*

*L = longitud*

$e = \text{excentricidad}$

$$q_s = \frac{5\,489,54}{1,45 * 1} * \left(1 \pm \frac{6 * 0,15}{1,45}\right)$$

$$q_{max} = \frac{5\,489,54}{1,45 * 1} * \left(1 + \frac{6 * 0,15}{1,45}\right)$$

$$q_{max} = 6\,163,95 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{max} = 6,16 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} < 15 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{min} = \frac{5\,489,54}{1,45 * 1} * \left(1 - \frac{6 * 0,15}{1,45}\right)$$

$$q_{min} = 1\,407,82$$

$$q_{min} = 1,41 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} < 15 \text{ ton/m}^2$$

Como las presiones son menores que el valor soporte, si cumple con las condiciones.

### 2.1.3.9. Caja de captación

Debido a que la fuente del proyecto es un nacimiento, se deberá construir una estructura que proteja dicho nacimiento de personas ajenas, y de elementos que contaminen y deterioren la fuente.

Cálculo de caja de captación

Losa de presa

Ancho=2 m

Largo=2 m

$F^c=3\,000 \text{ psi}$  (210kg/cm<sup>2</sup>)

$F_y=4\,000 \text{ psi}$  (2 810 kg/cm<sup>2</sup>)



Dirección en que trabaja la losa

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

Si  $m \leq 0,5$  trabaja en un sentido

Si  $m \geq 0,5$  trabaja en dos sentidos

$$m = \frac{2 \text{ m}}{2 \text{ m}} = 1$$

Significa que la losa trabaja en dos sentidos.

Espesor de losa

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180}$$
$$t = \frac{4 * 2}{180} = 0,04 \text{ m}$$

Según el ACI 318-2008 en sección 9.5.3, el espesor mínimo a utilizar en losas que trabajan en dos direcciones es 0,10 m. por lo cual es el que se utilizará.

Integración de cargas

Carga muerta

$$CM = \text{peso de losa} + \text{sobre carga}$$

$$CM = 0,1\text{m} * 2 * 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} + 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$CM = 340 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva  
75 kg/m<sup>2</sup>  
Carga última

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

Donde

*CU = carga última*

*CM = carga muerta*

*CV = carga viva*

$$CU = 1,4 (340 \text{ kg/m}^2) + 1,7(75 \text{ kg/m}^2)$$

$$CU = 603,5 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de momentos

$$Ma^+ = Ca^+ * CU * a^2$$

Donde

*Ma<sup>+</sup> = momento positivo en el lado corto de la losa*

*Ca<sup>+</sup> = coeficiente*

*CU = carga última*

*a = lado corto de la losa*

$$Ma^+ = (0,036) * (603,5) * 2^2$$

$$Ma^+ = 86,90 \text{ kg} - m$$

$$Ma^- = \frac{1}{3} * Ma^+$$

Donde

$Ma^-$  = momento negativo en el lado corto de la losa

$Ma^+$  = momento positivo en el lado corto de la losa

$$Ma^- = \frac{1}{3} * 86,90$$

$$Ma^- = 28,97 \text{ kg} - m$$

$$Mb^+ = Cb^+ * CU * b^2$$

Donde

$Mb^+$  = momento positivo en lado largo de la losa

$Cb^+$  = coeficiente

$CU$  = carga última

$b$  = lado largo de la losa

$$Mb^+ = (0,036) * (603,5) * 2^2$$

$$Mb^+ = 86,90 \text{ kg} - m$$

$$Mb^- = \frac{1}{3} * Mb^+$$

Donde

$Mb^-$  = momento negativo en el lado largo de la losa

$Mb^+$  = momento positivo en el lado largo de la losa

$$Mb^- = \frac{1}{3} * 86,90$$

$$Mb^- = 28,97 \text{ kg} - m$$

Cálculo de área de acero necesaria

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

Donde

*d = peralte*

*t = espesor de losa*

*rec = recubrimiento*

*ϕ = diametro de varilla de refuerzo*

$$d = 10 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} - \frac{\left(\frac{3}{8}\right) * 2,4}{2} \text{ cm} = 7,02 \text{ cm}$$

Cálculo de área mínima de acero

$$As_{min} = \frac{1,4}{fy} * bw * d$$

Donde

*As<sub>min</sub> = área de acero mínimo*

*fy = resistencia del acero*

*bw = base a analizar*

*d = peralte*

$$As_{min} = \frac{1,4}{281 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 7,02 \text{ cm}$$

$$As_{min} = 3,49 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero transversal

$$As = \left[ bd - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \left( \frac{0,85 * f'c}{fy} \right)$$

Donde

*As = área de acero*

*b = base*

*d = peralte*

*Mu = momento último*

*f'c = resistencia del concreto*

*fy = resistencia del acero*

$$As = \left[ 100 * 7,02 - \sqrt{(100 * 7,02)^2 - \frac{86,90 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \left( \frac{0,85 * 210}{2810} \right)$$

$$As M- = 0,49 \text{ cm}^2$$

$$As = \left[ 100 * 7,02 - \sqrt{(100 * 7,02)^2 - \frac{28,97 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \left( \frac{0,85 * 210}{2810} \right)$$

$$As M+ = 0,16 \text{ cm}^2$$

Utilizar área de acero mínimo

Cálculo de espaciamiento

$$3,49 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } X$$

$$X = 20,34 \text{ cm}$$

Se definirá un espaciamiento de 20 cm

Cálculo de acero máximo

Según ACI 318-2008 en sección 13.3

$$S_{max} = 2t$$

Donde

$S_{max}$  = acero máximo

$t$  = espesor de losa

$$S_{max} = 2 * 10 \text{ cm} = 20 \text{ cm/m}$$

Cálculo del momento que resiste el As

$$M_{As_{min}} = 0,90 * (As * fy) * \left( d - \frac{As * fy}{1,7 * f'c * b} \right)$$

Donde

$M_{As_{min}}$  = momento resistente con área de acero

$As$  = área de acero

$fy$  = resistencia del acero

$d$  = peralte

$f'c$  = resistencia del concreto

$b$  = base

$$M_{As_{min}} = 0,90 * (3,55 * 2\ 810) * \left( 7,02 - \frac{3,55 * 2\ 810}{1,7 * 210 * 100} \right)$$

$$M_{As_{min}} = 605,17 \text{ kg} * \text{m}$$

Armado

Núm. 3 @ 20 cm en ambos sentidos

Cálculo de muro por gravedad

Condición crítica (cuando el tanque está lleno)

Altura del muro  $h = 1,5 \text{ m} = 4,92 \text{ pies}$

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 3\,000 \text{ lb/pul}^2$

$Fy = 2\,800 \text{ kg/cm}^2 = 40\,000 \text{ lb/pul}^2$

Peso de agua retenido  $W = 62,34 \text{ lb/pie}^3$

Calculando presión activa ejercida por el agua

$$Pa = \gamma * \frac{b * h}{2}$$

Donde

$Pa = \text{presión activa}$

$\gamma = \text{peso específico del agua}$

$b = \text{base del área de presiones}$

$h = \text{altura del área de presiones}$

$$Pa = 62,34 \text{ lb/pie}^3 * \frac{(1,6 \text{ m} * 3,28 \text{ pie})(4,92 \text{ pies})}{2}$$

$$Pa = 804,81 \text{ lb/pie}$$

Calculando el momento de volteo ejercido por el agua (Mv)

$$Mv = Pa * \left(\frac{h}{3}\right)$$

$Mv = \text{momento de volteo}$

$Pa = \text{presión activa}$

$$Mv = 804,81 * \left(\frac{1}{3} * 4,92\right)$$

$$Mv = 1\,319,89 \text{ lb} * \text{pie}$$

Verificación de estabilidad

Contra volteo

$$Fs = \frac{\sum MR}{\sum MO}$$

Donde

$Fs = \text{factor de volteo}$

$\sum MR = \text{suma de momentos resistentes}$

$\sum MO = \text{suma de momentos actuantes}$

$$Fs = \frac{1\,994,13}{1\,319,89} = 1,51 > 1,5$$

Tabla II. **Momento resultante de muro de caja de captación**

Figura	Área	Peso específico	A*Peso específico	Brazo	Momento
1	12,91	62,34	804,81	1,64	1 319,88742
2	5,65	149,63	845,41	1,53	-1 293,47654
3	4,84	149,63	724,21	2,79	-2 020,54367
		W	2 374,4281	Momento resultante	-1 994,13279

Fuente: elaboración propia.



Coeficiente de fricción (Cf)

$$Cf = 0,9 * \tan\theta$$

Donde

*cf = coeficiente de fricción*

*θ = ángulo de fricción interna del suelo*

$$Cf = 0,9 * \tan 30$$

$$Cf = 0,52$$

Fuerza de fricción (Ff)

$$Ff = Cf * W$$

Donde

*Ff = fuerza de fricción*

*Cf = coeficiente de fricción*

*W = peso total*

$$Ff = 0,52 * 2\,374,43$$

$$Ff = 1\,234,70 \text{ lb}$$

Verificación de estabilidad contra deslizamiento (Fd)

$$Fd = \frac{Ff}{Pa}$$

Donde

*Fd = factor de deslizamiento*

*Ff = fuerza de fricción*

*Pa = presión activa*

$$Fd = \frac{1\,234,70}{804,81}$$

$$Fd = 1,53 > 1,5 \text{ ok}$$

### **2.1.3.10. Bases de diseño**

Tipo de fuente	nacimiento
Aforo de la fuente	0,541 lts/seg
Tipo de sistema	por gravedad
Red de distribución	ramales abiertos
Clima	templado frío
Viviendas actuales	37 viviendas
Densidad de población	5 hab/viv
Población actual	185 habitantes
Población futura	444 habitantes
Tasa de crecimiento	4,05 %
Período de diseño	22 años
Dotación	80 lts/hab/dia
Factor de día máximo	1,3
Factor de hora máximo	1,8
Caudal medio diario	0,41 lts/seg
Caudal máximo diario	0,53 lts/seg
Caudal máximo horario	0,74 lts/seg
Caudal unitario de vivienda	0,02 lts/seg

Volumen del tanque	23,07 m <sup>3</sup>
Tubería a utilizar	PVC
Constante de fricción de PVC	150
Constante k del caudal instantáneo	0,15

### 2.1.3.11. Cálculo hidráulico del sistema de abastecimiento

Para este proyecto se diseñó la línea de conducción y red de distribución. Como ejemplo de cálculo se diseña el tramo de la captación a E-0 que pertenece a la línea de conducción.

Diseño línea de conducción

Captación a E-0

$$H_f = 1\,000,6 - 1\,000 = 0,60\ m$$

Q= 0,532 lts/seg

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

Donde

*H<sub>f</sub> = diferencia de cotas*

*L = longitud*

*Q = caudal*

*C = coeficiente de fricción dependiendo del material de la tubería*

*ϕ = diámetro de la tubería*

$$l = 8 \text{ m}$$

$$\phi_{teórico} = \left[ \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * Hf} \right]^{4,87}$$

$$\phi_{teórico \text{ cap-E0}} = \left[ \frac{1\,743,811 * 8 * 0,534^{1,85}}{150^{1,85} * 0,6} \right]^{4,87}$$

$$\phi = 0,926 \text{ pulg}$$

El diámetro comercial a utilizar será 1 1/2 pulg. Que tiene como diámetro real 1 502 pulg.

Cálculo de pérdida

$$Hf_{cap-E0} = \frac{1\,743,811 * 8,24 * 0,534^{1,85}}{150^{1,85} * (1,754)^{4,87}}$$

$$Hf_{cap-E0} = 0,027 \text{ m}$$

Cálculo de cota piezométrica

$$C_{pz \text{ cap-E0}} = C_{E0} - Hf_{cap-E0}$$

$$C_{pz \text{ cap-E0}} = 1\,000,60 \text{ m} - 0,027 \text{ m} = 1\,000,57 \text{ m}$$

Cálculo de presión

$$P_{dinámica} = C_{E0} - C_{pz \text{ cap-E0}}$$

$$P_{dinámica} = 1\,000 - 1\,000,57 = 0,57 \text{ m}$$

Cálculo de velocidad

$$V = \frac{1,974 * Q}{\phi^2}$$
$$V = \frac{1,974 * 0,534}{1,754^2} = 0,34 \text{ m/seg}$$

Diseño red de distribución

E=20 a A-1

$$H_f = 995,5 - 990 = 5,5 \text{ m}$$

Q=0,14 lts/seg

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

Donde

$H_f$  = pérdida de presión

$L$  = longitud

$Q$  = caudal

$C$  = coeficiente de fricción dependiendo del material de la tubería

$\phi$  = diámetro de la tubería

$l = 80,34 \text{ m}$

$$\phi_{\text{teórico}} = \left[ \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * H_f} \right]^{4,87}$$

$$\phi_{\text{teórico E=20 a A-1}} = \left[ \frac{1\,743,811 * 80,34 * 0,14^{1,85}}{150^{1,85} * 5,5} \right]^{4,87}$$

$\phi = 0,82 \text{ pulg}$

El diámetro comercial a utilizar será 1 pulg. Que tiene como diámetro real 1,19 pulg.

Cálculo de pérdida

$$Hf_{E=20 \text{ a } A-1} = \frac{1\,743,811 * 80,34 * 0,14^{1,85}}{150^{1,85} * (1,19)^{4,87}}$$
$$Hf_{E=20 \text{ a } A-1} = 0,89 \text{ m}$$

Cálculo de cota piezométrica

$$C_{pz \text{ E=20 a } A-1} = C_{E=20} - Hf_{E=20 \text{ a } A-1}$$
$$C_{pz \text{ cap-E0}} = 995,5 \text{ m} - 0,89 \text{ m} = 994,61 \text{ m}$$

Cálculo de presión

$$P_{dinámica} = C_{A-1} - C_{pz \text{ E=20 a } A-1}$$
$$P_{dinámica} = 990 - 994,61 = 4,61 \text{ m}$$

Cálculo de velocidad

$$V = \frac{1,974 * Q}{\phi^2}$$
$$V = \frac{1,974 * 0,14}{1,19^2} = 0,51 \text{ m/seg}$$

Ver tabla de cálculo en anexo.

### **2.1.3.12. Obras hidráulicas**

Son llamadas también obras de arte, las cuales son parte fundamental en un sistema de abastecimiento de agua potable, estas contribuyen al buen funcionamiento del sistema.

#### **2.1.3.12.1. Conexiones prediales**

Estas son las conexiones que llegan directamente a las viviendas, esta instalación hace posible utilizar ya el agua potable, ya que se conecta a un grifo dentro del lote o predio.

Está compuesto por tee reductora PVC de diámetro de tubería principal por 1/2", tubo de PVC de longitud variable de 1/2" de diámetro, adaptador macho de PVC de 1/2" de diámetro, llave de paso de bronce de 1/2" de diámetro, codo 90° de PVC de 1/2" de diámetro con rosca, tubo de HG de 1,5 metros de 1/2" de diámetro, codo HG 90° de 1/2" de diámetro, tubo HG de 0,15 metros de 1/2" de diámetro, adaptador de tubo liso a rosca de 1/2" de diámetro, grifo, caja de concreto para contador, llave de compuerta de bronce de 1/2" de diámetro, contador de bronce de 1/2" diámetro, tubo conector de contador de 1/2" de diámetro, adaptador hembra PVC de 1/2" de diámetro.

En el caso que se encuentre una vivienda a una altura mayor que la línea piezométrica del ramal más cercano se utilizará llena cántaros.

#### **2.1.3.12.2. Cajas de válvulas**

Estas se utilizan, para proteger las válvulas que componen el sistema, y así poder aislar cualquier sector cuando uno de estos se dañe o requiera de

mantenimiento, y no se vean afectados los otros. El tamaño de la caja dependerá del tamaño de la válvula y facilite su operación y mantenimiento.

Se colocaron cajas para válvula de compuesta al final de la captación, en la entrada y salida del tanque de distribución, y al inicio de cada ramal para darle mantenimiento a los distintos sectores de la red.

Se colocaron cajas de válvulas de aire en partes altas según la topografía durante la línea de conducción. Y cajas de válvulas de limpieza en partes bajas según la topografía durante la línea de conducción.

#### **2.1.3.12.3. Pasos aéreos y de zanjón**

Estos se colocan cuando se necesita salvar una depresión del terreno o un río. Se recomienda que un paso de zanjón tenga máximo una longitud de 12 metros (dos tubos), mayores a ese tamaño deberán ser diseñados como pasos aéreos. Estos pasos serán diseñados con tubería HG.

Paso aéreo tipo A

Datos:

Longitud del claro: 17,60 m

Tubería: 1 1/2 pulgadas HG tipo liviano

Peso del tubo: 2,72 lb/ft

Peso específico del agua: 62,4 lb/ft<sup>3</sup>

Cálculo de cargas verticales

Carga muerta:

$$CM = P_{tubo} + P_{agua}$$



$$CM = 2,72 \frac{lb}{ft} + \frac{\pi}{4} * \left(\frac{1,61}{12}\right)^2 * 62,4 lb/ft^3$$

$$CM = 3,05 lb/ft$$

Carga viva: se asume que una persona pasaría sobre la tubería.

$$CV = \frac{170 lb}{20 ft} = 8,50 lb/ft$$

Cargas horizontales: la carga horizontal que se tomará será la del viento, se asumirá una velocidad de viento de 70 Km/h, que conlleva una presión de 20 lb/ft<sup>2</sup>.

$$W_v = \phi_{tub} * presión_{viento}$$

Donde

$$W_v = carga\ del\ viento$$

$$\phi_{tub} = diámetro\ de\ tubería$$

$$W_v = \left(\frac{1,61}{12}\right) ft * 20 \frac{lb}{ft^2}$$

$$W_v = 2,68 lb/ft$$

Según ACI 350 en sección 9.2

$$CU = 0,75 * (1,4 Cm + 1,7 Cv + 1,7 W)$$

Donde

$$CU = carga\ última$$

$C_m = \text{carga muerta}$

$C_v = \text{carga viva}$

$W = \text{carga del viento}$

$$CU = 0,75 * (1,4 * 3,05 + 1,7 * 8,50 + 1,7 * 2,68)$$

$$CU = 17,46 \text{ lb/ft}$$

CU no debe ser menor que  $1,4 C_m + 1,7 C_v$

$$CU = 1,4 * 3,05 + 1,7 * 8,50$$

$$CU = 18,72 \text{ lb/ft}$$

Se utiliza  $CU = 18,72 \text{ lb/ft}$

Cálculo de flecha

Se utilizará la relación  $l/12$

$$d = \frac{l}{12}$$

Donde

$d = \text{flecha}$

$l = \text{luz de paso aéreo}$

$$d = \frac{17,6}{12} = 1,47 \text{ mts}$$

Se propone utilizar cable de 1/2" de diámetro con un esfuerzo de ruptura de 10,68 toneladas (23 496 lb).

Se calcula nuevamente la carga muerta pero esta vez se toma en cuenta el peso del cable que es de 0,1290 kg/m. (0,0865 lb/ft).

$$CM = CM + peso_{cable}$$

$$CM = 3,05 \frac{lb}{ft} + 0,0865 lb/ft$$

$$CM = 3,14 lb$$

Se calcula nuevamente la carga última (CU)

$$CU = 0,75 * (1,4 CM + 1,7 CV + 1,7 W)$$

Donde

*CU = carga última*

*Cm = carga muerta*

*Cv = carga viva*

*W = carga del viento*

$$CU = 0,75 * (1,4 * 3,14 + 1,7 * 8,50 + 1,7 * 2,68)$$

$$CU = 17,55 lb/ft$$

CU no debe ser menor que 1,4 CM+1,7 CV

$$CU = 1,4 * 3,14 + 1,7 * 8,5$$

$$CU = 18,85 lb/ft$$

Como CU es menor, entonces utilizar 18,85 lb/ft

Con la nueva carga última se procede a calcular las tensiones del cable.

Tensión del cable.

$$T_H = \frac{CU * l^2}{8 * d}$$

$$T = T_H * \left(1 + \frac{16 * d^2}{l^2}\right)^{1/2}$$

$$T_v = (T^2 - T_H^2)^{1/2}$$

Donde

$CU =$  carga última

$T_H =$  tensión horizontal

$T =$  tensión máxima

$T_v =$  tensión vertical

$l =$  luz

$d =$  flecha

$$T_H = \frac{18,85 * (17,6 * 3,28)^2}{8 * (1,47)} = 5\,341,67 \text{ lb}$$

$$T = 5\,341,67 * \left(1 + \frac{16 * (1,47)^2}{(17,6 * 3,28)^2}\right)^{1/2} = 5\,369,31 \text{ lb}$$

$$T_v = (5\,369,31^2 - 5\,341,67^2)^{1/2} = 544,11 \text{ lb}$$

Como el cable de 1/2" tiene un esfuerzo de ruptura de 10,68 toneladas (23 496 lb), por lo que si soporta la tensión aplicada.

Péndola o tirantes

2 mts de separación

$$Q_P = CU * \text{separación}_{\text{péndola}}$$

Donde

$$Q_p = \text{carga de péndola}$$

$$CU = \text{carga última}$$

$$Q_p = 18,85 * (2 * 3,28)$$

$$Q_p = 123,66 \text{ lb}$$

Si se utiliza cable de  $\frac{1}{4}$  de diámetro con una resistencia de 2 150

$$Y = CU * X \frac{(L - X)}{2 * T_H}$$

Donde

$$Y = \text{variación de la flecha}$$

$$U = \text{carga última (kg/m)}$$

$$X = \text{separación de la péndola respecto torre más cerca (mts)}$$

$$L = \text{luz del paso aéreo (mts)}$$

$$T_H = \text{tensión horizontal}$$

$$Y = 18,85 * (2) * \frac{(17,6 - 2)}{2 * 5\,341,67}$$

$$Y = 0,055 \text{ m}$$

A la longitud de péndola se la añade 15 % más por atadura y dobleces

Tabla III. Longitud de péndola de paso aéreo tipo A

Número péndola	X m	S-X m	W/2*H	Y m	Longitud m	Número Péndola	Lx péndola m
1	2	15,6	0,00176443	0,05505018	1,94494982	1	2,889899637
2	4	13,6	0,00176443	0,09598493	1,90401507	1	2,808030137
3	6	11,6	0,00176443	0,12280425	1,87719575	1	2,754391499
4	8	9,6	0,00176443	0,13550814	1,86449186	1	2,728983723
5	10	7,6	0,00176443	0,1340966	1,8659034	1	2,731806809
6	12	5,6	0,00176443	0,11856962	1,88143038	1	2,762860758
7	14	3,6	0,00176443	0,08892722	1,91107278	1	2,822145568
8	16	1,6	0,00176443	0,04516938	1,95483062	1	2,909661241
Suma							22,40777937
Con 15 %							25,76894628

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de columnas soporte:

Determinar la esbeltez con fórmula de Euler; Si  $E < 21$ , se diseña como columna corta y se utilizan los datos originales del análisis estructural. Si  $21 \leq E \leq 100$ , se diseña como columna intermedia y se deberá magnificar los momentos actuantes. Si  $E > 100$  será una columna larga y por lo tanto no se construye.

$$E = \frac{2 * Lu}{r}$$

$$r = \left(\frac{I}{A}\right)^{1/2}$$

Donde

$E =$  esbeltez

$lu =$  longitud libre de la columna

$r = \text{radio de giro}$

$I = \text{ineria}$

$A = \text{área}$

Datos

$F'c=210 \text{ kg/cm}^2$

$Fy= 2\ 810 \text{ kg/cm}^2$

Ancho de columna = 0,30 m

Base de columna = 0,30 m

Longitud libre = 3 m

Longitud total = 3 m+ 1 m= 4 m

Carga actuante en la columna = 544,11 libras

$$r = \left( \frac{0,30^4}{12} \right)^{1/2} = 0,087$$

$$E = \frac{2 * 3}{0,087} = 68,97$$

La columna es columna intermedia, ya que  $100 > E > 21$ .

Cálculo carga crítica

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(k * l)^2}$$

Donde

$P_{cr} = \text{carga crítica}$

$I = \text{ineria}$

$l = \text{longitud}$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2(15\,100 * \sqrt{210}) * (30^4/12)}{(2 * 400)^2} * (1/1\,000)$$

$$P_{cr} = 404,94 \text{ toneladas}$$

Cálculo de refuerzo de columnas

$$A_{s_{min}} = 0,01 * \frac{30^2}{2}$$

$$A_{s_{min}} = 4,5 \text{ cm}^2$$

Distribuyendo el área en varillas

Varilla núm. 4

Área 1,29 cm<sup>2</sup>

Refuerzo a utilizar 4 núm. 4

Cálculo de carga última para área de acero real

$$P_u = \emptyset * (0,85 * f'c * (A_g - A_s) + A_s * f_y)$$

Donde

$P_u = \text{carga última}$

$f'c = \text{resistencia del concreto}$

$A_g = \text{área de la columna}$

$A_s = \text{área de acero}$

$f_y = \text{resistencia del acero}$

$$P_u = 0,7 * (0,85 * 210 * (30^2 - 5,16) + 5,16 * 2\,810)$$

$$P_u = 121,96 \text{ toneladas}$$



Como  $P_u >$  carga actuante, entonces la columna si soportará la carga axial aplicada.

Para refuerzo transversal se tendrán estribos núm.2 @ 20 cm

Cálculo de zapatas

Se asume un peralte de 20 cm y recubrimiento de 7,5 cm con dimensiones de 0,80\*0,80 mts.

Cálculo de factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{CM + CV}$$

Donde

*F<sub>cu</sub> = factor de carga última*

*CU = carga última*

*CM = carga muerta*

*CV = carga viva*

$$F_{cu} = \frac{18,85}{3,14 + 8,50}$$

$$F_{cu} = 1,62$$

Cálculo de integración de cargas que soporta la zapata

Carga última	0,37 ton
Peso de columna	0,65 ton
Peso de suelo	0,30 ton
Peso propio	1,80 ton
Total	3,12 ton

$$\frac{Pt}{Az^2} = \frac{3,12}{0,8^2} = 4,88 \text{ ton}$$

Cálculo de carga última soportada por la zapata

$$Cu = 4,88 \text{ ton} * 1,62$$

$$Cu = 7,90 \text{ ton/m}^2$$

Verificar corte simple

$$d = 20 - 7,5 \text{ cm} = 12,5 \text{ cm}$$

$$e = 40 - 15 - 12,5 = 12,5 \text{ cm}$$

Corte actuante

$$Va = Cu * \text{ancho de zapata} * e$$

Donde

$$Va = \text{corte actuante}$$

$$Cu = \text{carga última}$$

$$e = \text{corte simple}$$

$$Va = 7,90 * 0,8 * 0,125$$

$$Va = 0,79 \text{ ton}$$

Corte resistente

$$Vc = 0,85 * 0,53 * f^{\frac{1}{2}} * b * d$$

Donde

$V_c = \text{corte resistente}$

$f'c = \text{resistencia del concreto}$

$b = \text{base}$

$d = \text{peralte}$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * 210^{\frac{1}{2}} * 80 * 12,5 * \frac{1}{1\ 000}$$

$$V_c = 6,53 \text{ ton}$$

Por lo que si cumple que  $V_a < V_c$

Verificar corte punzonante

Corte punzonante actuante

$$C_{pa} = C_u * (A_z - A_{pz})$$

Donde

$C_{pa} = \text{corte punzonante actuante}$

$C_u = \text{carga última}$

$A_z = \text{área de zapata}$

$A_{pz} = \text{área punzonante de la zapata}$

$$C_{pa} = 7,90 * (0,8^2 - (0,3 + 0,125)^2)$$

$$C_{pa} = 3,63 \text{ ton}$$

Corte punzonante resistente

$$C_{pc} = 0,85 * Per_{punz} * d * 1,07 * \sqrt{f'c}$$

Donde

$C_{pc} = \text{corte punzonate}$

$Per_{punz} = \text{perímetro punzonante}$

$d = \text{peralte}$

$f'c = \text{resistencia del concreto}$

$$C_{pc} = 0,85 * (4 * (30 + 12,5)) * (12,5) * 1,07 * \sqrt{210} * \frac{1}{1\ 000}$$

$$C_{pc} = 28,01 \text{ ton}$$

Si se cumple que  $C_{pa} < C_{pc}$

Cálculo de acero

$$Mu = \frac{7,90 * ((0,8 - 0,30)/2)^2}{2} * 1\ 000$$

$$Mu = 246,88 \text{ kg} * \text{m}$$

$$As = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{fy}$$

Donde

$As = \text{área de acero}$

$b = \text{base}$

$d = \text{peralte}$

$Mu = \text{momento último}$

$f'c = \text{resistencia del concreto}$

$fy = \text{resistencia del acero}$

$$As = \left[ 80 * 12,5 - \sqrt{(80 * 12,5)^2 - \frac{246,88 * 80}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2 * 810}$$

$$As = 0,79 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero mínimo

$$As_{min} = \frac{1,4}{fy} * b * d$$

Donde

$As_{min}$  = área de acero mínimo

$b$  = base

$d$  = peralte

$fy$  = resistencia del acero

$$As_{min} = \frac{1,4}{2 * 810} * 80 * 12,5$$

$$As_{min} = 0,50 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero por temperatura

$$As_{temp} = 0,002 * b * d$$

Donde

$As_{temp}$  = área de acero por temperatura

$b$  = base

$d$  = peralte

$$As_{temp} = 0,002 * 80 * 12,5$$

$$A_{s_{temp}} = 2 \text{ cm}^2$$

Por lo cual total a utilizar es de 2,79 cm<sup>2</sup>

Armado

4 Núm. 3

As total = 0,71\*4= 2,84 cm<sup>2</sup>

Cálculo de anclajes

Serán de concreto ciclópeo con una dimensiones propuestas de 0,9\*0,9\*0,9

Tensiones del cable principal

Donde

$T_H = \text{tensión horizontal}$

$T = \text{tensión total}$

$T_v = \text{tensión vertical}$

A continuación se realiza una conversión de medidas para que se facilite el cálculo.

$$T_H = 5\,341,67 \text{ lb} = 2\,428,03 \text{ kg}$$

$$T = 5\,369,31 \text{ lb} = 2\,440,60 \text{ kg}$$

$$T_v = 544,11 \text{ lb} = 247,32 \text{ kg}$$

Como la tensión total se divide en dos ya que se reparte en un anclaje de cada lado, se procede a dividir las tensiones en 2.

$$T_H = 2\,428,03 \text{ kg}/2 = 1\,214,01 \text{ kg}$$

$$T = 2\,440,60/2 = 1\,220,30 \text{ kg}$$

$$T_v = 247,32 /2 = 123,66 \text{ kg}$$

Cálculo del peso del anclaje, el cual deberá ser 1,5 mayor que la tensión total ejercida en el mismo.

$$W_{ciclópeo} = \text{volumen} * \text{Peso específico Concreto ciclópeo}$$

$$W_{ciclópeo} = (0,9^3) * 2\,500 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$W_{ciclópeo} = 1\,822,5 \text{ kg}$$

Chequeo por deslizamiento

$$\frac{W_{ciclópeo}}{T} \geq 1,5$$

Donde

$$W_{ciclópeo} = \text{peso del anclaje}$$

$$T = \text{tensión total}$$

$$\frac{1\,822,5}{1\,220,30} = 1,50 \geq 1,50$$

Paso de zanjón Tipo A

Datos:

Longitud del claro: 11 m =36,08 ft

Tubería: 1 1/2 pulgadas HG tipo liviano

Peso del tubo: 2,72 lb/ft

Peso específico del agua: 62,4 lb/ft<sup>3</sup>

Cálculo de cargas verticales

Carga muerta:

$$\begin{aligned}CM &= P_{tubo} + P_{agua} \\CM &= 2,72 \frac{lb}{ft} + \frac{\pi}{4} * \left(\frac{1,61}{12}\right)^2 * 62,4 \text{ lb/ft}^3 \\CM &= 3,60 \text{ lb/ft}\end{aligned}$$

Carga viva: se asume que una persona pasaría sobre la tubería.

$$CV = \frac{170 \text{ lb}}{20 \text{ ft}} = 8,50 \text{ lb/ft}$$

Cargas horizontales: la carga horizontal que se tomará será la del viento, se asumirá una velocidad de viento de 70 Km/h, que conlleva una presión de 20 lb/ft<sup>2</sup>.

$$W_v = \phi_{tub} * presión_{viento}$$

Donde

$$\begin{aligned}W_v &= \text{carga del viento} \\ \phi_{tub} &= \text{diámetro de la tubería} \\ W_v &= \left(\frac{1,61}{12}\right) \text{ ft} * 20 \frac{lb}{ft^2} \\ W_v &= 2,68 \text{ lb/ft}\end{aligned}$$



Integración de cargas:

Según ACI 350 en sección 9.2

$$CU = 0,75 * (1,4 Cm + 1,7 Cv + 1,7 W)$$

Donde

*CU = carga última*

*Cm = carga muerta*

*Cv = carga viva*

*W = carga de viento*

$$CU = 0,75 * (1,4 * 3,60 + 1,7 * 8,50 + 1,7 * 2,68)$$

$$CU = 18,03 \text{ lb/ft}$$

CU no debe ser menor que  $1,4 Cm + 1,7 Cv$

$$CU = 1,4 * 3,60 + 1,7 * 8,50$$

$$CU = 19,49 \text{ lb/ft}$$

Utilizar  $CU = 19,49 \text{ lb/ft}$

Cálculo de columna

$$P = \frac{Wl}{2}$$

Donde

*P = carga en columna*

*W = carga última*

$$l = \text{longitud del paso aéreo}$$

$$P = \frac{(19,49 \text{ lb/ft}) * (36,08 \text{ ft})}{2}$$

$$P = 351,60 \text{ lb}$$

Cálculo de columnas soporte:

Determinar la esbeltez con fórmula de Euler; Si  $E < 21$ , se diseña como columna corta y se utilizan los datos originales del análisis estructural. Si  $21 \leq E \leq 100$ , se diseña como columna intermedia y se deberá magnificar los momentos actuantes. Si  $E > 100$  será una columna larga y por lo tanto no se construye.

$$E = \frac{2 * Lu}{r}$$

$$r = \left(\frac{I}{A}\right)^{1/2}$$

Donde

$E = \text{esbeltez}$

$lu = \text{longitud libre de la columna}$

$r = \text{radio de giro}$

$I = \text{inercia}$

$A = \text{área}$

Datos:

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$

Longitud libre = 1 m

Longitud total = 1 m+ 0,8 m= 1,8 m

Base de columna = 0,20 m

Ancho de columna = 0,20 m

Carga actuante =351,60 lb

$$r = \left( \frac{0,20^4}{12} \right)^{1/2} = 0,058$$
$$E = \frac{2 * 1}{0,058} = 34,48$$

La columna es columna intermedia, ya que  $100 > E > 21$ .

Cálculo carga crítica

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(k * l)^2}$$

Donde

*P<sub>cr</sub> = carga crítica*

*I = inercia*

*l = longitud*

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 (15\ 100 * \sqrt{210}) * (20^4/12)}{(2 * 180)^2} * (1/1\ 000)$$

*P<sub>cr</sub> = 222,19 toneladas*

Cálculo de refuerzo de columnas

$$A_{s_{min}} = 0,01 * \frac{20^2}{2}$$

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

Distribuyendo el área en varillas

Varilla Núm. 3

Área 0,71 cm<sup>2</sup>

Refuerzo a utilizar 4 Núm. 3

Cálculo de carga última para área de acero real

$$P_u = \phi * (0,85 * f'c * (A_g - A_s) + A_s * f_y)$$

Donde

*P<sub>u</sub> = carga última*

*f'c = resistencia del concreto*

*A<sub>g</sub> = área de la columna*

*A<sub>s</sub> = área de acero*

*f<sub>y</sub> = resistencia del acero*

$$P_u = 0,7 * (0,85 * 210 * (20^2 - 2,85) + 2,85 * 2 810)$$

$$P_u = 552,29 \text{ toneladas}$$

Como P<sub>u</sub> es menor que la carga actuante, entonces la columna si soportará la carga axial aplicada.

Para refuerzo transversal se tendrán estribos núm. 2 @ 20 cm.

Cálculo de zapatas

Se asume un peralte de 20 cm y recubrimiento de 7,5 cm con dimensiones de 0,75\*0,75 mts.

Se supone valor soporte del suelo 15 ton/m<sup>2</sup>

Cálculo de factor de carga última

$$Fcu = \frac{CU}{CM + CV}$$

Donde

*Fcu = factor de carga última*

*CU = carga última*

*CM = carga muerta*

*CV = carga viva*

$$Fcu = \frac{19,49}{3,60 + 8,50}$$

$$Fcu = 1,61$$

Cálculo de integración de cargas que soporta la zapata

Carga última	0,37 ton
Peso de columna	0,38 ton
Peso de suelo	0,30 ton
Peso propio	0,26 ton
Total	1,31 ton

$$\frac{Pt}{Az^2} = \frac{1,31}{0,75^2} = 2,33 \text{ ton/m}^2 < 15 \text{ ton/m}^2$$

Cálculo de carga última soportada por la zapata

$$CU = 2,33 \text{ ton} * 1,61$$

$$CU = 3,75 \text{ ton}$$

Verificar corte simple

$$d = 20 - 7,5 \text{ cm} = 12,5 \text{ cm}$$

$$e = 37,5 - 12,5 - 10 = 15 \text{ cm}$$

Corte actuante

$$Va = CU * \text{ancho de zapata} * e$$

Donde

$$Va = \text{corte actuante}$$

$$CU = \text{carga última}$$

$$e = \text{corte simple}$$

$$Va = 3,75 * 0,75 * 0,15$$

$$Va = 0,42 \text{ ton}$$

Corte resistente

$$Vc = 0,85 * 0,53 * f'c^{\frac{1}{2}} * b * d$$

Donde

$$Vc = \text{corte resistente}$$

$$f'c = \text{resistencia del concreto}$$

$$b = \text{base}$$

$$d = \text{peralte}$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * 210^{\frac{1}{2}} * 75 * 12,5 * \frac{1}{1000}$$

$$V_c = 6,12 \text{ ton}$$

Por lo que si cumple que  $V_a < V_c$

Verificar corte punzonante

Corte punzonante actual

$$C_{pa} = CU * (Az - Apz)$$

Donde

$C_{pa}$  = corte punzonante actual

$CU$  = carga última

$Az$  = área de zapata

$Apz$  = área punzonante de la zapata

$$C_{pa} = 3,75 * (0,75^2 - (0,2 + 0,125)^2)$$

$$C_{pa} = 1,71 \text{ ton}$$

Corte punzonante resistente

$$C_{pc} = 0,85 * Per_{punz} * d * 1,07 * \sqrt{f'c}$$

Donde

$C_{pc}$  = corte punzonante resistente

$Per_{punz}$  = perímetro punzonante

$d$  = peralte

$f'c$  = resistencia del concreto

$$C_{pc} = 0,85 * (4 * (20 + 12,5)) * (12,5) * 1,07 * \sqrt{210} * \frac{1}{1\ 000}$$

$$C_{pc} = 21,42 \text{ ton}$$

Si se cumple que  $C_{pa} < C_{pc}$

Cálculo de acero

$$Mu = \frac{3,75 * ((0,75 - 0,20)/2)^2}{2} * 1\ 000$$

$$Mu = 141,80 \text{ kg} * \text{m}$$

$$As = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{fy}$$

Donde

$As$  = área de acero

$b$  = base

$d$  = peralte

$Mu$  = momento último

$f'c$  = resistencia del concreto

$fy$  = resistencia del acero

$$As = \left[ 75 * 12,5 - \sqrt{(75 * 12,5)^2 - \frac{141,80 * 75}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2\ 810}$$

$$As = 0,45 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero mínimo

$$As_{min} = \frac{1,4}{fy} * b * d$$



Donde

$A_{s_{\min}}$  = área de acero mínimo

$b$  = base

$d$  = peralte

$f_y$  = resistencia del acero

$$A_{s_{\min}} = \frac{1,4}{2 \cdot 810} * 75 * 12,5$$

$$A_{s_{\min}} = 0,47 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero por temperatura

$$A_{s_{\text{tem}}} = 0,002bd$$

Donde

$A_{s_{\text{tem}}}$  = área de acero por temperatura

$b$  = base

$d$  = peralte

$$A_{s_{\text{tem}}} = 0,002 * 75 * 12,5$$

$$A_{s_{\text{tem}}} = 1,88 \text{ cm}^2$$

Por lo cual el área de acero a utilizar será de 1,88 cm<sup>2</sup>

Armado 3 Núm. 3

As total = 0,71\*3= 2,13 cm<sup>2</sup>

#### **2.1.3.12.4. Anclajes de tuberías**

Deberán construirse de concreto simple o armado, y su función principal es sujetar los accesorios de la tubería y absorber los esfuerzos producidos por la presión interna.

Los anclajes deberán colocarse en los puntos en donde la tubería sufre un cambio brusco de dirección con respecto a su eje principal o donde se encuentren accesorios, dicho anclaje consiste en la fundición de 0,01 m<sup>3</sup> de concreto a los costados del accesorio.

#### **2.1.3.13. Tubería**

Para este proyecto en su mayoría se utiliza tubería de cloruro de polivinilo (PVC), a excepción de los pasos aéreos y de zanjón, en los cuales se utiliza tubería de hierro galvanizado (HG).

Se utilizan varios diámetros de tubería, para la línea de conducción es tubería PVC de diámetro de 1 ½ pulgadas, mientras que para la línea de distribución se utiliza tubería PVC con diámetros de 1 pulgada y 1 ¼ de pulgadas. Para las conexiones domiciliarias se utiliza tubería PVC de ½ pulgada.

Para el diseño del sistema se toma en cuenta el diámetro interno real, para que los cálculos sean más exactos.

La tubería deberá cumplir con las normas que rigen la calidad de las mismas. A todas las tuberías se les efectuará la prueba de presión interna, aplicándole agua a presión, antes de rellenar las zanjas. En esta prueba,

primero deberá aplicarse agua en toda la tubería, hasta que quede sin aire, para después aplicarle presión por medio de una bomba manual, y verificar que no existan fugas de agua en el sistema, y que los accesorios estén bien colocados.

#### **2.1.3.14. Desinfección**

La desinfección se realiza para eliminar la contaminación del agua y convertirla en apta para el consumo humano.

Para este proyecto se plantea una desinfección por medio de pastillas de tricloro, ya que es un método muy utilizado en áreas rurales en Guatemala. La desinfección debe asegurar cloro residual de 2 mg/lt en el punto más lejano.

Sin embargo, debido a los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, se observó que el agua de la fuente está altamente contaminada, por lo cual se recomienda cubrir y limpiar el área de la fuente y verificar que no existan factores altamente contaminantes cercanos a la fuente, y realizar nuevamente los ensayos de laboratorio, de manera que si mejora la calidad de agua con este procedimiento, utilizar el sistema de coloración propuesto.

De lo contrario se recomienda un sistema de desinfección intensiva para el sistema, que incluya: coagulación, decantación, filtración, afino con carbón activo y desinfección.

### Dosificación de la demanda de cloro

Las tabletas a utilizar serán de 3" de diámetro y 1" de grueso, con un peso de 200 gramos, que se diluye a razón de 15 gramos/día en agua en reposo y 60 gramos/día en agua en circulación.

A la recámara del dosificador se le pueden colocar de 1 a 20 tabletas, esta cantidad depende del caudal de agua conducida.

### Cálculo de la dosis requerida

$$\tau = Q * 0,012 * Dc$$

Donde

$$\tau = \text{libras de cloro en 24 horas}$$

$$Q = \text{caudal de agua conducida en galones/min}$$

$$Dc = \text{demanda de cloro en mg/lt}$$

$$Q = \frac{0,534 \text{ lts}}{1 \text{ seg}} * \frac{1 \text{ galón}}{3,785 \text{ lts}} * \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ minuto}}$$

$$Q = 8,46 \text{ galones/minuto}$$

$$\tau = 8,46 * 0,012 * 2 \text{ g/lt}$$

$$\tau = 0,20 \text{ libras de cloro en 24 horas}$$

Es decir 91,25 gramos de cloro en 24 horas.

Si una tableta de 200 gramos se diluye a razón de 60 gramos en 24 horas, se necesita mantener en la recámara del dosificador un mínimo de:

$$\frac{(91,25 \text{ gramos})}{200 \frac{\text{gramos}}{\text{tableta}}} = 0,46 \text{ tabletas}$$

$$\text{número de tabletas} = 0,46 \text{ tabletas} * 30 \text{ días}$$

$$\text{número de tabletas} = 14 \text{ tabletas}$$

Por lo que para un mes se necesitarán 14 tabletas.

### **2.1.3.15. Presupuesto del proyecto**

Se describe los materiales a utilizar, y el costo de cada uno de ellos, así como la mano de obra. Los precios establecidos, son los que maneja la Municipalidad de Santa Cruz del Quiché.

Tabla IV. **Resumen de regiones de trabajo**

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN  
XETINIMIT  
SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ**

Núm.	Renglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario (Q)	Costo (Q)
1	Replanteo topográfico	km	2,89	4 532,58	13 099,16
2	Línea de conducción tubería PVC 1 1/4"	ml	616,97	80,50	49 667,05
3	Red de distribución tubería PVC 1 1/4"	ml	336,82	100,58	33 876,43
4	Red de distribución tubería PVC 1"	ml	1 887,25	102,62	193 672,78
4	Caja de captación	unidad	1	12 946,36	12 946,36
5	Tanque de distribución de 25,2 m <sup>3</sup>	unidad	1	27 240,16	27 240,16
6	Caja con válvula de limpieza	unidad	6	1 324,40	7 946,42
7	Caja con válvula de aire	unidad	7	1 558,40	10 908,82
8	Caja con válvula de compuerta	unidad	11	1 667,33	18 340,65
9	Paso aéreo 17,6 m	unidad	2	8 253,18	16 506,37
10	Pasos de zanjón 11 m	unidad	1	3 386,56	3 386,56
11	Pasos de zanjón 6 m	unidad	1	2 617,61	2 617,61
12	Anclajes de tuberías	unidad	18	34,21	615,87
13	Conexión domiciliar	unidad	37	3 096,93	114 586,45
14	Hipoclorador de pastillas	global	1	10 000,00	10 000,00
15	Transporte	global	1	4 200,00	4 200,00
<b>Total de proyecto</b>					<b>519 610,68</b>

Fuente: elaboración propia.

El presupuesto es quinientos diecinueve mil con seiscientos diez quetzales con sesenta y ocho centavos.

### 2.1.3.16. Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución tiene el objetivo de planificar las actividades y tiempos que deben cumplirse durante la ejecución del proyecto (ver apéndice).

### **2.1.3.17. Operación y mantenimiento**

Para asegurar el buen funcionamiento del sistema de agua potable, será necesario darle mantenimiento y revisarlo periódicamente para verificar su funcionamiento, y de ser necesario realizar los arreglos correspondientes.

#### **2.1.3.17.1. Mantenimiento preventivo**

Son todas las acciones que se planean anticipadamente para evitar problemas y daños en el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

Las acciones que se deberán realizar para evitar el mal funcionamiento del sistema son:

- Verificar si en el trayecto de las tuberías se perciben áreas húmedas, esto puede ser un indicador de fugas.
- Revisar periódicamente el funcionamiento de válvulas y la existencia de fugas en las mismas.
- Verificar derrumbes o hundimientos en el trayecto de la tubería.
- Revisar los candados de las tapas de las válvulas, y de ser necesario engrasarlos o cambiarlos por el óxido que se les puede generar.

#### **2.1.3.17.2. Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo consiste en reparar o cambiar alguna pieza del sistema debido a que esta ha sufrido un daño, y ya no trabaja de la manera correcta.

Las acciones de mantenimiento correctivo que se deben realizar son:

- Reparación de tuberías en caso de fugas visibles
- Cambio de válvulas debido al deterioro o fugas en estas
- Reparaciones en caja de captación y tanque de distribución

#### **2.1.3.17.3. Propuesta de tarifa**

Debido a que el mantenimiento del sistema requiere de gastos, se deberá recolectar de los usuarios del sistema. Deberán pagar por el servicio mensualmente, con el objetivo de garantizar el mantenimiento y buen funcionamiento del sistema.

En este cobro se deberá incluir los costos de mantenimiento, operación y tratamiento.

#### **2.1.3.17.4. Costo de operación**

Este costo estará destinado a una persona con capacidades de fontanería para que revise las tuberías y el buen funcionamiento del sistema, también la operación del sistema de desinfección, así como la lectura de los contadores y revisar el funcionamiento de las conexiones domiciliarias.

Para el cálculo de este costo, se asumirá que el fontanero al cual se le pagará el salario mínimo que es de Q 2 497,04.

$$O = Q2\,497,04/mes$$



### 2.1.3.17.5. Costo de mantenimiento

Este costo estará destinado a la compra de materiales o accesorios para reemplazar los dañados. Para este cálculo se tomará el 4 por millar del costo total de la obra que fue presupuestado para 20 años.

$$M = \frac{0,004 * costo_{obra}}{n_{años}}$$

Donde

$$M = \text{costo de mantenimiento}$$

$$n_{años} = \text{número de años}$$

$$M = \frac{0,004 * Q519\ 610,68}{20_{años}}$$

$$M = Q\ 103,92/mes$$

### 2.1.3.17.6. Costo de tratamiento

Este costo cubrirá la compra de suministros para el sistema de desinfección, así como el mantenimiento de este sistema.

$$T = costo_{tabletas} * \text{Núm. tabletas al mes}$$

$$T = Q\ 60,00 /tableta * 14\ tabletas/mes$$

$$T = Q\ 840,00/mes$$

### 2.1.3.17.7. Tarifa total

La tarifa total se calcula sumando todos los costos de operación, mantenimiento y tratamiento, dividido dentro de la cantidad de viviendas. Se

debe destacar que por el aumento de población en un futuro el ingreso será mayor y este se utilizará para ir cubriendo los gastos de imprevistos que se presenten en el sistema.

$$Tt = \frac{O + M + T}{\text{Núm. viviendas}}$$

Donde

*Tt = tarifa total*

*O = costo de operación*

*M = costo de mantenimiento*

*T = costo de tratamiento*

$$Tt = \frac{Q2\,497,04 + Q103,92 + Q\,480,00}{37}$$

$$Tt = Q\,83,27/\text{mes}$$

### **2.1.3.18. Evaluación de impacto ambiental**

Es el procedimiento técnico y administrativo que sirve para identificar y prevenir los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado.

#### **2.1.3.18.1. Concepto**

Se entiende como impacto ambiental a cualquier cambio en el medio ambiente ya sea positivo o negativo, provocado por la construcción, uso o abandono de una obra de infraestructura.

Para conocer el impacto ambiental se recurre a la evaluación del mismo, la cual es un registro ambiental, político y toma las decisiones que velará por la correcta realización de un diagnóstico del área donde se realizará el proyecto o actividad, detallando también las medidas de mitigación o protección al medio ambiente que se deberán tomar.

Los resultados de la evaluación de impacto ambiental aportarán elementos técnicos y científicos sobre la gestión de medio ambiente. Esto servirá de referencia para las personas que toman decisiones y con ellos determinar las mejores opciones a la hora de ejecutar proyectos.

El estudio de impacto ambiental ayuda a conocer los impactos adversos o benéficos que sufre el medio ambiente, teniendo como principio fundamental establecer un equilibrio entre el medio ambiente y la actividad humana, sin que se pretenda frenar el desarrollo de la población, al contrario, será referencia para que los recursos naturales no se exploten desmedidamente, ya que las consecuencias futuras de la sobre explotación de la naturaleza son devastadoras para la mayoría de la población.

#### **2.1.3.18.2. Base legal de la evaluación de impacto ambiental**

Se fundamenta en la “Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente” Decreto 68-86 del Congreso de la República de Guatemala, que en su Artículo 8 indica:

“para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede sufrir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los

recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental “.

### **2.1.3.18.3. Evaluación de impacto ambiental del proyecto**

Se debe realizar un diagnóstico de impactos ambientales que se pueden producir en él debido a la construcción y el uso de un sistema de agua potable en el cantón Xetinit, y tomar las medidas de mitigación necesarias.

#### Localización del proyecto

El proyecto se localiza en el cantón Xetinit, de la aldea Chujuyub, a 18 km nororiente de la cabecera departamental.

#### Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón Xetinit, del municipio de Santa Cruz del Quiché, Quiché. Funcionará por gravedad, se conducirá agua desde un nacimiento hasta un tanque de distribución con capacidad para 23,07 m<sup>3</sup>, y de ahí se distribuirá hacia las viviendas, dicho proyecto beneficiará a 185 personas actualmente, y luego de su tiempo de vida que serán 22 años, se espera que beneficie a 444 personas.

Tabla V. **Características generales del proyecto**

Longitud del sistema	2 800 metros
Tipo de sistema	Por gravedad
Período de diseño	22 años
Tipo de fuente	Nacimiento
Aforo de fuente	0,534 lts/seg
Dotación	80 lts/hab/día
Número de viviendas actuales	37
Población actual	185 habitantes
Población futura	444 habitantes
Costo del proyecto	Q 519 610,68
Tiempo aproximado de construcción	3 meses

Fuente: elaboración propia.

#### Situación legal del terreno

Parte de la tubería pasará por terrenos de los propios usuarios, con lo cual están de acuerdo en ceder el derecho de paso, y se asignó a la municipalidad, el derecho para la construcción del tanque de distribución en un terreno.

#### Uso de recursos naturales

Se utilizará el suelo del cantón para el relleno de la tubería, y se tomará agua de los lugares aledaños para la realización de concreto.

#### Preparación del terreno

Para la realización de dicho proyecto, se deberá limpiar y chapear, replantear, escavar y rellenar, la línea de conducción y distribución, así como las obras hidráulicas.

## Materiales utilizados

El material principal a utilizar, será tubería de PVC y en casos especiales HG, para anclajes y obras hidráulicas se utilizará, cemento, arena y piedrín, para la realización de concreto.

### **2.1.3.18.4. Impacto ambiental producido**

#### Residuos generados

La mayoría de residuos a producir serán sólidos durante la fase de construcción, estos sólidos pueden ser, sobrantes de tubería, desechos de acero corrugado, sobras de concreto o de cemento, arena y piedrín, así como trozos de madera.

#### Partículas sólidas en suspensión

Se refiere principalmente a las producidas por la descarga o movimiento de elementos que suelten partículas al aire, como el cemento, arena y piedrín, las cuales las personas pueden respirar o se les puede introducir en los ojos, provocando enfermedades o molestia.

#### Descarga de aguas residuales

Para este proyecto no se espera que se genere gran cantidad de aguas residuales, la mayor parte de los trabajadores será del mismo cantón de manera que podrán utilizar las fosas sépticas ya existentes en viviendas.

### Ruidos o vibraciones

Este impacto se produce principalmente en el tiempo de construcción, será producido por utilizar herramientas de trabajo.

### Contaminación visual

Este se producirá principalmente, por la construcción de obras hidráulicas, en especial por la caja de captación y el tanque de distribución, los cuales serán visibles, ya que la mayor parte del sistema estará enterrado.

#### **2.1.3.18.5. Medidas de mitigación**

Para reducir los impactos producidos en el ambiente, se tomarán las siguientes medidas:

- Retirar los residuos sólidos de la obra, luego de terminar su ejecución.
- Cubrir con una lona los materiales que puedan producir partículas en suspensión.
- Se pedirá a los pobladores del cantón que permitan a los trabajadores que no son de la región usar las letrinas del lugar.
- Solamente se trabajará durante el día para evitar molestar a los vecinos con ruidos durante la noche.
- Para disminuir el impacto visual se pretende construir la mayor parte del sistema enterrado, y evitar que se vea directamente el proyecto.

#### **2.1.4. Planos elaborados**

Los planos contienen todas las especificaciones técnicas para la ejecución del proyecto. Para este proyecto se tiene planta de diseño general, perfiles, detalles de obras hidráulicas detalle de cajas de válvulas (ver anexo).

### **2.2. Diseño de un sistema de miniriego para el cantón Pajij I**

Luego del análisis de las necesidades de servicios e infraestructura para el cantón Pajij I del municipio de Santa Cruz del Quiché, Quiché, se determinó necesario diseñar un sistema de miniriego, el cual se describe a continuación.

#### **2.2.1. Descripción del proyecto**

El proyecto es un sistema de miniriego, diseñado para facilitar y mejorar la producción agrícola en el cantón Pajij I.

De manera que beneficiará a 89 familias, cada parcela es de 3 cuerdas, teniendo un total de área a regar de 267 cuerdas.

El sistema se diseñará por gravedad, ya que la topografía lo permite, se captará agua de un río, y el sistema tendrá una longitud de 12 km, y será conectado a un aspersor por familia.

#### **2.2.2. Localización del proyecto**

El proyecto se localiza en el cantón Pajij I, en la aldea Santa Rosa Chujuyub, con coordenadas latitud 15°07'44", longitud 91°00'58".



### **2.2.3. Fuente de agua**

La fuente de agua para este sistema de miniriego es proveniente del río Pajil, el caudal será desviado a una caja de captación.

### **2.2.4. Aforo de la fuente**

El aforo se realiza con el objetivo de conocer el caudal de agua de una fuente. Para este proyecto se quería conocer el caudal del río del cual se captará el agua para el sistema de miniriego.

El caudal disponible para el sistema de miniriego es de 18,95 lts/seg.

### **2.2.5. Calidad de agua**

Para conocer si el agua obtenida es apta para uso en riegos, se deberá realizar exámenes de laboratorio, hechos por el Centro de Investigaciones de Ingeniería. El agua deberá cumplir con ciertos estándares para un sistema de riego.

### **2.2.6. Tipos de riego**

Existen distintos métodos utilizados para el riego en cultivos y sembradíos, de manera que a continuación se describen algunos de ellos, para elegir el que se utilizará en el proyecto.

### **2.2.6.1. Riego**

El riego consiste en aportar agua al suelo para que los vegetales tengan el suministro de agua que necesitan favoreciendo así su crecimiento. Se utiliza en la agricultura y en jardinería.

### **2.2.6.2. Riego de superficie**

Las unidades de operación en riego superficial, se denominan tablas y se trata de una parcela más o menos regular dividida en canteros, sobre los que se aplica el riego.

Si el suelo tiene pendiente se tendrán riegos por escurrimiento y si no tiene, riegos por inundación. Esta es la clasificación más simple del riego por superficie.

### **2.2.6.3. Sub riego**

El sub riego, es decir la dispersión en el subsuelo de las aguas residuales, es una técnica muy utilizada en zonas residenciales o en instalaciones no atendidas por el alcantarillado. Es importante que el proceso sea eficiente, con el fin de evitar problemas de salud para los seres humanos y para el medio ambiente.

### **2.2.6.4. Riego por aspersion**

Este tipo de riego se caracteriza porque el agua alcanza a las plantaciones por medio de una lluvia restringida a cierto sector.

El riego por aspersión puede ser llevado a cabo en terrenos poco uniformes, colindares, con pendientes, entre otros, y se suele utilizar en la mayor parte de cultivos y suelos.

A través de una dosificación adecuada es posible emplearlo para regar en cantidades tanto menores como abundantes. Además, no es necesario que el individuo encargado de realizar el riego posea alguna habilidad específica.

### **2.2.7. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico, consiste en la toma de ángulos y distancias, para graficar el terreno, de manera que se pueda tener la planta del lugar, y los perfiles del mismo.

El levantamiento topográfico se realizó con un teodolito, con el método de planimetría y taquimetría, por los métodos y el aparato utilizado puede que los datos no sean tan precisos, se recomienda tomar en cuenta este margen de error en los cálculos a realizar.

### **2.2.8. Período de diseño**

El período de diseño se define según el tiempo de vida que tendrá el sistema. Tomando en cuenta que el área de riego no aumentará, de manera que la demanda no aumentará en dicho período. Así que el factor principal sería la fuente de agua, ya que esta puede disminuir con el paso del tiempo.

Por lo cual se define un período de diseño de 20 años, para que la inversión del proyecto sea factible, y el sistema funcione correctamente.

### **2.2.9. Sistema a utilizar**

El sistema será por gravedad y aspersión, ya que la topografía del lugar es favorable para dicho sistema.

### **2.2.10. Especificaciones de diseño**

Para el diseño del sistema de miniriego fue necesario utilizar parámetros técnicos los cuales fueron usados durante el proceso de diseño y de igual manera algunos serán necesarios para el ejecución de dicho proyecto.

#### **2.2.10.1. Caudal de diseño**

El caudal de diseño se define por el tipo de suelo de la región, y las condiciones climáticas del lugar.

El caudal disponible es de 18,95 lts/seg. De manera que este caudal será el caudal que se utilizará para el diseño del sistema de miniriego.

#### **2.2.10.2. Memoria de cálculo**

- Lámina de riego

Se define como la altura de agua que se administrará sobre el suelo, que cubrirá las necesidades de humedad de la planta, en función de la permeabilidad y tipo de suelo que se trate.

Para definir la lámina de riego se investigó en proyectos similares o cercanos al municipio, para establecer una similitud entre ellos. Se pudo

observar una lámina de riego de 18 mm, por lo cual para este proyecto se utilizó la misma lámina de riego.

- Frecuencia de riego

La frecuencia de riego se refiere al intervalo entre dos riegos consecutivos, esta debe aplicarse, sin causar daños al suelo o al cultivo, y no deberá ser mayor de doce días.

La frecuencia de riego permitirá a su vez, que el agricultor pueda dedicarse a realizar otras actividades, y que el suelo pueda absorber por completo la lámina de riego.

Para este proyecto la frecuencia de riego será de tres días. Debido a que el caudal no es suficiente para cubrir la demanda del área, se procedió a dividir el área de riego en tres sectores, de manera que se riegue uno cada día.

- Tiempo de riego

El tiempo de riego es el período en el cual deberá estar encendido un aspersor para regar el área de cada parcela y cumplir con la lámina de riego establecida. Para este caso se establece que serán 12 horas/día.

Cálculo de diseño

Caudal disponible

$$\frac{5 \text{ gal}}{1 \text{ seg}} * \frac{3,79 \text{ lt}}{1 \text{ gal}} = 18,95 \text{ lts/seg}$$

$$\frac{18,95 \text{ lts}}{1 \text{ seg}} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lts}} * \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ hora}} = 68,22 \text{ m}^3/\text{h}$$

Datos:

Lámina de riego = 18 mm

Área inscrita = 267 cuerdas

Caudal de diseño = 18,95 lts/seg = 68,22 m<sup>3</sup>/hora

Tiempo de riego = 12 hrs/día

Las 267 cuerdas se regarán en 3 grupos, de manera que se debe calcular la cantidad de cuerdas a regar en cada grupo.

$$\text{cuerdas por grupo} = \frac{267 \text{ cuerdas}}{3 \text{ grupos}} = 89 \text{ cuerdas}$$

Cantidad de cuerdas a regar simultáneamente con el caudal disponible.

$$A = Q * \frac{t}{\text{lámina de riego}}$$

Donde

$A = \text{área}$

$Q = \text{caudal disponible}$

$t = \text{tiempo de riego}$

$$A = 68,22 * \frac{12}{0,018}$$

$$A = 45480 \text{ m}^2$$

Cálculo de número de cuerdas que se pueden regar con el caudal disponible.

$$\text{área de una cuerda} = 436,70 \text{ m}^2$$

$$\text{Núm. cuerdas} = \frac{45\,480 \text{ m}^2}{436,70 \text{ m}^2}$$

$$\text{Núm. cuerdas} = 104,14 \text{ cuerdas}$$

Por lo que el caudal si cubre con la demanda de área diaria que sería 89 cuerdas.

Cálculo de velocidad de aspersor

$$\text{velocidad del aspersor} = \frac{\text{lámina riego}}{\text{tiempo por posición}}$$

$$\text{velocidad del aspersor} = \frac{1,8 \text{ cm}}{12 \text{ h}/3} = 0,45 \text{ cm/h}$$

Caudal del aspersor

$$q = \text{vel} * (\text{distancia entre aspersores})/360$$

$$q = 0,45 * (14,79 * 14,79)/360$$

$$q = 0,27 \text{ l/seg} = 4,33 \text{ G.P.M}$$

Cálculo del número de aspersores necesarios

$$\text{Núm. aspersores} = \frac{\text{caudal de diseño}}{\text{caudal del aspersor}}$$

$$\text{Núm. aspersores} = \frac{303,90 \text{ G.P.M.}}{4,33 \text{ G.P.M.}}$$

$$\text{Núm. aspersores} = 70,19 \cong 71 \text{ aspersores}$$

Sin embargo, se colocará un aspersor por parcela, por lo cual serán 89 aspersores, de manera que si se cumple con la demanda de aspersores necesarios.

### **2.2.10.3. Especificaciones**

Sistema:	gravedad aspersion
Área inscrita:	11,73 hectáreas (267 cuerdas)
Caudal de diseño:	18,95 litros/segundo
Número de usuarios:	89 familias
Lámina de riego:	18 milímetros
Frecuencia de riego:	3 días
Tiempo por posición:	4 horas
Tiempo de riego/día:	12 horas
Distanciamiento entre aspersores:	14,79 metros *14,79 metros
Diámetro mojado:	30 metros
Tipo de aspersores:	Naan 5022 ½-M, boquilla 4,0 mm
Presión de trabajo del aspersor:	2 atm.
Caudal del aspersor:	0,27 litros/segundo
Número de aspersores simultáneo:	72 aspersores

### **2.2.11. Cálculo hidráulico**

El sistema de riego por gravedad y aspersion trabaja por medio de la presión del agua, la cual se logra por la posición topográfica de la fuente con respecto al área de riego.



Para el cálculo se utilizó la fórmula de Hazen-Williams, utilizando en la mayor parte de los tramos tubería de PVC, y en pasos de zanjón o aéreos se utilizó tubería de hierro galvanizado.

Cálculo hidráulico

E=6 a E=47

$$Hf = 948 - 898 = 50 \text{ m}$$

Q=18,95 lts/seg

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

$\phi$  = diámetro en pulgadas

L = longitud en metros

Q = caudal en litros/seg

Hf = diferencia de altura en metros

C = coeficiente que depende del tipo de material

$$l = 1\,454,25 \text{ m}$$

$$\phi = \left[ \frac{1\,743,811 * l * Q^{1,85}}{C^{1,85} * Hf} \right]^{4,87}$$

$$\phi_{E=6-E=47} = \left[ \frac{1\,743,811 * 1\,454,25 * 18,95^{1,85}}{150^{1,85} * 50} \right]^{4,87}$$

$$\phi = 4,19 \text{ pulg}$$

El diámetro comercial que se utilizará es de 8 pulgadas, ya que de lo contrario la presión no sería suficiente para cumplir con la trayectoria total.

Cálculo de pérdida

$$Hf_{E=6-E=46} = \frac{1\,743,811 * 1\,454,25 * 18,95^{1,85}}{150^{1,85} * (7,609)^{4,87}}$$

$$Hf_{E=6-E=47} = 2,75 \text{ m}$$

Cálculo de cota piezométrica

$$C_{pz\ E=6-E=47} = C_{E=6} - Hf_{E=6-E=47}$$

$$C_{pz\ E=6-E=47} = 948 \text{ m} - 2,75 \text{ m} = 945,25 \text{ m}$$

Cálculo de presión

$$P_{dinámica} = C_{E=47} - C_{pz\ E=6-E=47}$$

$$P_{dinámica} = 898 - 945,25 = 47,25 \text{ m}$$

Cálculo de velocidad

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

$$V = \frac{1,974 * 18,95}{7,609^2} = 0,64 \text{ m/seg}$$

Cálculo red de distribución

E=52 a E-8

$$Hf = 828 - 680 = 148 \text{ m}$$

Q=1,47 lts/seg

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

$\phi$  = diámetro en pulgadas

$L$  = longitud en metros

$Q$  = caudal en litros/seg

$Hf$  = diferencia de altura en metros

$C$  = coeficiente que depende del tipo de material

$$l = 382,20 \text{ m}$$

$$\phi = \left[ \frac{1\,743,811 * l * Q^{1,85}}{C^{1,85} * Hf} \right]^{4,87}$$

$$\phi_{teorico E=52 \text{ a } E-8} = \left[ \frac{1\,743,811 * 382,20 * 1,47^{1,85}}{150^{1,85} * 148} \right]^{4,87}$$

$$\phi_{teorico E=53 \text{ a } E-8} = 1,13 \text{ pulg}$$

El diámetro comercial que se utilizará es de 1,5 pulgadas.

Cálculo de pérdida

$$Hf_{E=52 \text{ a } E-8} = \frac{1\,743,811 * 382,20 * 1,47^{1,85}}{150^{1,85} * (1,70)^{4,87}}$$

$$Hf_{E=52 \text{ a } E-8} = 20,47 \text{ m}$$

Cálculo de cota piezométrica

$$C_{pz E=52 \text{ a } E-8} = C_{E=6} - Hf_{E=6-E=47}$$

$$C_{pz E=52 \text{ a } E-8} = 944,60 \text{ m} - 20,47 \text{ m} = 924,13 \text{ m}$$

Cálculo de presión

$$P_{dinamica} = C_{E-8} - C_{pz E=52 \text{ a } E-8}$$

$$P_{dinámica} = 680 - 924,13 = 244,13 \text{ m}$$

Cálculo de velocidad

$$V = \frac{1,974 * Q}{\emptyset^2}$$
$$V = \frac{1,974 * 1,47}{1,70^2} = 1,00 \text{ m/seg}$$

### **2.2.12. Presa de captación**

La captación consiste en la serie de obras hidráulicas cuyo objetivo es retener y desviar el caudal necesario para conducirlo al sistema.

Para este proyecto se desviará parte del caudal del río Pajij por medio de un canal de sección trapezoidal y una longitud de 10 metros, para luego introducirlo a un desarenador de 2,10 metros cúbicos de capacidad, para minimizar el paso de partículas como grava y arena que pueda llevar el agua.

De ahí saldrá directamente a la línea de conducción del sistema de miniriego (ver en anexo plano de obras hidráulicas).

### **2.2.13. Obras hidráulicas**

Son las estructuras requeridas para el buen funcionamiento y facilita el manejo y mantenimiento del sistema hidráulico.

### 2.2.13.1. Caja de válvulas

La caja de válvulas será diseñada para cubrir de cualquier factor externo los distintos tipos de válvulas que componen el sistema. Estas cajas facilitarán el manejo y mantenimiento de dichas válvulas.

Se utilizaron cajas para válvula de compuesta, al final de la captación y al inicio de cada ramal para poder controlar su funcionamiento. Las cajas de válvulas de aire y limpieza se colocaron en puntos altos y bajos de la tubería respectivamente, según la topografía.

### 2.2.13.2. Pasos aéreos o de zanjón

Estos pasos son utilizados cuando la topografía lo requiere o existe algún elemento que impida el paso de la tubería.

Paso aéreo tipo A

Datos:

Longitud del claro: 92 m

Tubería: 8 pulgadas HG tipo pesado

Peso del tubo: 16,94 lb/ft

Peso específico del agua: 62,4 lb/ft<sup>3</sup>

Cálculo de cargas verticales

Carga muerta:

$$Cm = P_{tubo} + P_{agua}$$
$$Cm = 16,94 \frac{lb}{ft} + \frac{\pi}{4} * \left(\frac{7,61}{12}\right)^2 * 62,4 \text{ lb/ft}^3$$

$$Cm = 36,65 \text{ lb/ft}$$

Carga viva: se asume que una persona pasaría sobre la tubería.

$$Cv = \frac{170 \text{ lb}}{20 \text{ ft}} = 8,50 \text{ lb/ft}$$

Cargas horizontales: la carga horizontal que se tomará será la del viento, se asumirá una velocidad de viento de 70 Km/h, que conlleva una presión de 20 lb/ft<sup>2</sup>.

$$W_v = \phi_{tub} * presión_{viento}$$

Donde

$$W_v = \text{carga de viento}$$

$$\phi_{tub} = \text{diámetro de tubería}$$

$$W_v = \left(\frac{7,61}{12}\right) \text{ft} * 20 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2}$$

$$W_v = 12,68 \text{ lb/ft}$$

Según ACI 350 en sección 9.

$$U = 0,75 * (1,4 Cm + 1,7 Cv + 1,7 W)$$

Donde

$$U = \text{carga última}$$

$$Cm = \text{carga muerta}$$

$C_v = \text{carga viva}$

$W = \text{carga de viento}$

$$U = 0,75 * (1,4 * 36,65 + 1,7 * 8,50 + 1,7 * 12,68)$$

$$U = 65,49 \text{ lb/ft}$$

U no debe ser menor que  $1,4 C_m + 1,7 C_v$

$$U = 1,4 * 36,65 + 1,7 * 8,50$$

$$U = 65,76 \text{ lb/ft}$$

Se utiliza  $U = 65,76 \text{ lb/ft}$

Tensión del cable

$$T_H = \frac{U * l^2}{8 * d}$$

$$T = T_H * \left(1 + \frac{16 * d^2}{l^2}\right)^{1/2}$$

$$T_v = (T^2 - T_H^2)^{1/2}$$

Donde

$U = \text{carga última}$

$T_H = \text{tensión horizontal}$

$T = \text{tensión máxima}$

$T_v = \text{tensión vertical}$

$l = \text{luz}$

$d = \text{flecha}$

Cálculo de flecha

Se utilizará la relación  $l/12$

$$d = \frac{l}{12}$$

Donde

$$d = \text{flecha}$$

$$l = \text{luz de paso aéreo}$$

$$d = \frac{80}{12} = 6,67 \text{ mts}$$

Se propone utilizar cable de 2" de diámetro con un esfuerzo de ruptura de 41,71 toneladas (91 762 lb).

Se calcula nuevamente la carga muerta pero esta vez se toma en cuenta el peso del cable que es de 2,71 kg/m (1,82 lb/ft).

$$Cm = Cm + \text{peso}_{\text{cable}}$$

$$Cm = 36,65 \frac{\text{lb}}{\text{ft}} + 1,82 \text{ lb/ft}$$

$$Cm = 38,47 \text{ lb/ft}$$

Se calcula nuevamente la carga última

$$U = 0,75 * (1,4 Cm + 1,7 Cv + 1,7 W)$$

Donde

$$U = \text{carga última}$$



$C_m = \text{carga muerta}$

$C_v = \text{carga viva}$

$W = \text{carga de viento}$

$$U = 0,75 * (1,4 * 38,47 + 1,7 * 8,50 + 1,7 * 12,68)$$

$$U = 67,40 \text{ lb/ft}$$

U no debe ser menor que  $1,4 C_m + 1,7 C_v$

$$U = 1,4 * 38,47 + 1,7 * 8,5$$

$$U = 68,31 \text{ lb/ft}$$

Como U es menor que  $1,4 C_m + 1,7 C_v$ , entonces utilizar 68,31 lb/ft

Con la nueva carga última se procede a calcular las tensiones del cable.

$$T_H = \frac{68,31 * (80 * 3,28)^2}{8 * (6,67)} = 88 144,68 \text{ lb}$$

$$T = 88 144,68 * \left(1 + \frac{16 * (6,67)^2}{(80 * 3,28)^2}\right)^{1/2} = 88 599,14 \text{ lb}$$

$$T_v = (88 599,14^2 - 88 144,68^2)^{1/2} = 8 962,31 \text{ lb}$$

Se propone utilizar cable de 1" de diámetro con un esfuerzo de ruptura de 41,71 toneladas (91 762 lb), de manera que el cable si resistirá la carga aplicada.

Péndola o tirantes

2 mts de separación

$$Q_P = U * \text{separación}_{\text{péndola}}$$

Donde

$$Q_p = \text{carga de péndola}$$

$$U = \text{carga última}$$

$$Q_p = 68,31 * (2 * 3,28)$$

$$Q_p = 448,11$$

Se propone utilizar cable de 1/4" de diámetro con un esfuerzo de ruptura de 2,74 toneladas (6 028 lb).

$$Y = U * X \frac{(L - X)}{2 * T_H}$$

Donde

$$Y = \text{variación de la flecha}$$

$$U = \text{carga última (kg/m)}$$

$$X = \text{separación de la péndola respecto torre más cerca (mts)}$$

$$L = \text{luz del paso aéreo (mts)}$$

$$T_H = \text{tensión horizontal}$$

$$Y = 68,31 * (2) * \frac{(92 - 2)}{2 * 88\,072,07}$$

$$Y = 0,07$$

Tabla VI. Longitud de péndola de paso aéreo 92 m

Número péndola	X m	S-X m	W/2*H	Y m	Long m	Número péndola	Lx péndola m
1	2	90	0,00038749	0,06974783	1,93025217	1	2,860504331
2	4	88	0,00038749	0,13639577	1,86360423	1	2,727208469
3	6	86	0,00038749	0,19994379	1,80005621	1	2,600112415
4	8	84	0,00038749	0,26039192	1,73960808	1	2,479216169
5	10	82	0,00038749	0,31774014	1,68225986	1	2,36451973
6	12	80	0,00038749	0,37198845	1,62801155	1	2,256023098
7	14	78	0,00038749	0,42313686	1,57686314	1	2,153726274
8	16	76	0,00038749	0,47118537	1,52881463	1	2,057629258
9	18	74	0,00038749	0,51613398	1,48386602	1	1,967732049
10	20	72	0,00038749	0,55798268	1,44201732	1	1,884034647
11	22	70	0,00038749	0,59673147	1,40326853	1	1,806537053
12	24	68	0,00038749	0,63238037	1,36761963	1	1,735239267
13	26	66	0,00038749	0,66492936	1,33507064	1	1,670141288
14	28	64	0,00038749	0,69437844	1,30562156	1	1,611243116
15	30	62	0,00038749	0,72072762	1,27927238	1	1,558544752
16	32	60	0,00038749	0,7439769	1,2560231	1	1,512046196
17	34	58	0,00038749	0,76412628	1,23587372	1	1,471747447
18	36	56	0,00038749	0,78117575	1,21882425	1	1,437648506
19	38	54	0,00038749	0,79512531	1,20487469	1	1,409749372
20	40	52	0,00038749	0,80597498	1,19402502	1	1,388050046
21	42	50	0,00038749	0,81372474	1,18627526	1	1,372550527
22	44	48	0,00038749	0,81837459	1,18162541	1	1,363250816
23	46	46	0,00038749	0,81992454	1,18007546	1	1,360150912
24	48	44	0,00038749	0,81837459	1,18162541	1	1,363250816
25	50	42	0,00038749	0,81372474	1,18627526	1	1,372550527
26	52	40	0,00038749	0,80597498	1,19402502	1	1,388050046
27	54	38	0,00038749	0,79512531	1,20487469	1	1,409749372
28	56	36	0,00038749	0,78117575	1,21882425	1	1,437648506
29	58	34	0,00038749	0,76412628	1,23587372	1	1,471747447
30	60	32	0,00038749	0,7439769	1,2560231	1	1,512046196
31	62	30	0,00038749	0,72072762	1,27927238	1	1,558544752
32	64	28	0,00038749	0,69437844	1,30562156	1	1,611243116
33	66	26	0,00038749	0,66492936	1,33507064	1	1,670141288
34	68	24	0,00038749	0,63238037	1,36761963	1	1,735239267
35	70	22	0,00038749	0,59673147	1,40326853	1	1,806537053
36	72	20	0,00038749	0,55798268	1,44201732	1	1,884034647
37	74	18	0,00038749	0,51613398	1,48386602	1	1,967732049
38	76	16	0,00038749	0,47118537	1,52881463	1	2,057629258
39	78	14	0,00038749	0,42313686	1,57686314	1	2,153726274
40	80	12	0,00038749	0,37198845	1,62801155	1	2,256023098
41	82	10	0,00038749	0,31774014	1,68225986	1	2,36451973
42	84	8	0,00038749	0,26039192	1,73960808	1	2,479216169
43	86	6	0,00038749	0,19994379	1,80005621	1	2,600112415
44	88	4	0,00038749	0,13639577	1,86360423	1	2,727208469
45	90	2	0,00038749	0,06974783	1,93025217	1	2,860504331
46	92	0	0,00038749	0	2	1	3
						Suma	87,73506056
						con 15 %	100,8953196

Fuente: elaboración propia.

A la longitud de péndola se la añade 15 % más por atadura y dobleces.

Cálculo de columnas soporte:

Determinar la esbeltez con fórmula de Euler; Si  $E < 21$ , se diseña como columna corta y se utilizan los datos originales del análisis estructural. Si  $21 \leq E \leq 100$ , se diseña como columna intermedia y se deberá magnificar los momentos actuantes. Si  $E > 100$  será una columna larga y por lo tanto no se construye.

$$E = \frac{2 * Lu}{r}$$
$$r = \left(\frac{I}{A}\right)^{1/2}$$

Donde

$E =$  esbeltez

$lu =$  longitud libre de la columna

$r =$  radio de giro

$I =$  inercia

$A =$  área

Datos:

$F'c=210 \text{ kg/cm}^2$

$Fy= 2 810 \text{ kg/cm}^2$

Longitud libre = 4 m

Longitud total = 4 m+ 1 m= 5 m

Base de columna = 0,40 m

Ancho de columna= 0,40 m

Carga actuante = 8 962,31 lb

Valor soporte del suelo= 15 ton/m<sup>2</sup>

Ángulo de fricción interna= 30°

$$r = \left( \frac{0,40^4}{12} \right)^{1/2} = 0,115$$

$$E = \frac{2 * 4}{0,115} = 69,57$$

La columna es columna intermedia, ya que 100>E>21.

Cálculo carga crítica

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(k * l)^2}$$

Donde

*P<sub>cr</sub>* = carga crítica

*I* = inercia

*l* = longitud

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 (15\ 100 * \sqrt{210}) * (40^4 / 12)}{(2 * 500)^2} * \left( \frac{1}{1\ 000} \right)$$

*P<sub>cr</sub>* = 460,73 toneladas

Cálculo de refuerzo de columnas

$$A_{s_{min}} = 0,01 * \frac{40^2}{2}$$

$$A_{s_{min}} = 8\ cm^2$$

Distribuyendo el área en varillas

Varilla núm. 6

Área 2,87 cm<sup>2</sup>

Refuerzo a utilizar 4 núm. 6

Área total de acero= 11,48 cm<sup>2</sup>

Cálculo de carga última para área de acero real

$$Pu = \phi * (0,85 * f'c * (Ag - As) + As * fy)$$

Donde

*Pu = carga última*

*f'c = resistencia del concreto*

*Ag = área de la columna*

*As = área de acero*

*fy = resistencia del acero*

$$Pu = 0,7 * (0,85 * 210 * (40^2 - 11,48) + 11,48 * 2810)$$

$$Pu = 221,07 \text{ toneladas}$$

Como Pu es mayor que la carga actuante, entonces la columna si soportará la carga axial aplicada.

Para refuerzo transversal se tendrán estribos núm. 2 @ 20 cm.

Cálculo de zapatas

Se asume un peralte de 20 cm y recubrimiento de 7,5 cm con dimensiones de 0,8\*0,8 mts.

Cálculo de factor de carga última.

$$Fcu = \frac{U}{Cm + Cv}$$

Donde

*Fcu = factor de carga última*

*U = carga última*

*Cm = carga muerta*

*Cv = carga viva*

$$Fcu = \frac{49,19}{24,72 + 8,50}$$

$$Fcu = 1,48$$

Cálculo de integración de cargas que soporta la zapata

Carga última	2,23 ton
Peso de columna	1,7 ton
Peso de suelo	0,30 ton
Peso propio	0,31 ton
Total	7,34 ton

$$\frac{Pt}{Az^2} = \frac{7,34}{0,8^2} = 11,47 \text{ ton}$$

Cálculo de carga última soportada por la zapata

$$Cu = 11,47 \text{ ton} * 1,48$$

$$Cu = 16,97 \text{ ton/m}^2$$

Verificar corte simple

$$d = 20 - 7,5 \text{ cm} = 12,5 \text{ cm}$$

$$e = 40 - 12,5 - 20 = 7,5 \text{ cm}$$

Corte simple actuante

$$Va = Cu * ancho \text{ de zapata} * e$$

Donde

$$Va = \text{corte simple actuante}$$

$$Cu = \text{carga \u00faltima}$$

$$e = \text{corte simple}$$

$$Va = 16,97 * 0,8 * 0,075$$

$$Va = 1,02 \text{ ton}$$

Corte simple resistente

$$Vc = 0,85 * 0,53 * f'c^{\frac{1}{2}} * b * d$$

Donde

$$Vc = \text{corte simple resistente}$$

$$f'c = \text{resistencia del concreto}$$

$$b = \text{base}$$

$$d = \text{peralte}$$

$$Vc = 0,85 * 0,53 * 210^{\frac{1}{2}} * 80 * 12,5 * \frac{1}{1000}$$



$$V_c = 6,53 \text{ ton}$$

Por lo que si cumple que  $V_a < V_c$

Verificar corte punzonante

Corte punzonante actuante

$$C_{pa} = C_u * (A_z - A_{pz})$$

$$C_{pa} = \text{corte punzonante actuante}$$

$$C_u = \text{carga \u00faltima}$$

$$A_z = \text{\u00e1rea de zapata}$$

$$A_{pz} = \text{\u00e1rea punzonante de la zapata}$$

$$C_{pa} = 16,97 * (0,8^2 - (0,4 + 0,125)^2)$$

$$C_{pa} = 6,18 \text{ ton}$$

Corte punzonante resistente

$$C_{pc} = 0,85 * Per_{punz} * d * 1,07 * \sqrt{f'c}$$

Donde

$$C_{pc} = \text{corte punzonante resistente}$$

$$Per_{punz} = \text{per\u00edmetro punzonante}$$

$$d = \text{peralte}$$

$$f'c = \text{resistencia del concreto}$$

$$C_{pc} = 0,85 * (4 * (40 + 12,5)) * (12,5) * 1,07 * \sqrt{210} * \frac{1}{1000}$$

$$C_{pc} = 34,60 \text{ ton}$$

Si se cumple que  $C_{pa} < C_{pc}$

### Cálculo de acero

$$Mu = \frac{16,97 * ((0,8 - 0,40)/2)^2}{2} * 1\ 000$$
$$Mu = 339,40\ kg * m$$
$$As = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{fy}$$

Donde

*As* = área de acero

*b* = base

*d* = peralte

*Mu* = momento último

*f'c* = resistencia del concreto

*fy* = resistencia del acero

$$As = \left[ 80 * 12,5 - \sqrt{(80 * 12,5)^2 - \frac{339,40 * 80}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2\ 810}$$
$$As = 1,08\ cm^2$$

### Cálculo de acero mínimo

$$As_{min} = \frac{1,4}{fy} * b * d$$

Donde

*As<sub>min</sub>* = área de acero mínimo

$b = \text{base}$

$d = \text{peralte}$

$f_y = \text{resistencia del acero}$

$$A_{s_{min}} = \frac{1,4}{2 \cdot 810} * 80 * 12,5$$

$$A_{s_{min}} = 0,50 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero por temperatura

$$A_{s_{temp}} = 0,002 \text{ bd}$$

Donde

$A_{s_{temp}} = \text{área de acero por temperatura}$

$b = \text{base}$

$d = \text{peralte}$

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * 80 * 12,5$$

$$A_{s_{temp}} = 2 \text{ cm}^2$$

Por lo cual se utiliza área de acero de  $2 \text{ cm}^2$

Armado

4 núm. 3

$A_s \text{ total} = 0,71 * 4 = 2,84 \text{ cm}^2$

Cálculo de anclajes

Serán de concreto ciclópeo con una dimensiones propuestas de  $2,30 * 2,30 * 2,30$

### Tensiones del cable principal

$$T_H = 88\,144,68 \text{ lb} = 40\,065,76 \text{ kg}$$

$$T = 88\,599,14 \text{ lb} = 40\,272,34 \text{ kg}$$

$$T_v = 8\,962,31 \text{ lb} = 4\,073,78 \text{ kg}$$

Debido a que la tensión se distribuirá en 2 anclajes, dos de cada lado, por lo cual se divide la tensión en 2

$$T_H = \frac{40\,065,76 \text{ kg}}{2} = 20\,032,88 \text{ kg}$$

$$T = \frac{40\,272,34 \text{ kg}}{2} = 20\,136,17 \text{ kg}$$

$$T_v = \frac{4\,073,78 \text{ kg}}{2} = 2\,036,89 \text{ kg}$$

### Cálculo de fuerza para sostener fijo el anclaje

$$W_{ciclópeo} = \text{volumen} * \text{Peso específico concreto ciclópeo}$$

$$W_{ciclópeo} = (2,30^3) * 2\,500 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{ciclópeo} = 38\,417,50 \text{ kg}$$

### Chequeo por deslizamiento

$$F_S = \frac{W_{ciclópeo}}{T} \geq 1,5$$

Donde

$$F_S = \text{factor de deslizamiento}$$

$W_{ciclópeo} = \text{peso del anclaje}$

$T = \text{tensión total}$

$$Fs = \frac{38\,417,50\text{ kg}}{20\,136,17\text{ kg}} = 1,91 \geq 1,5$$

Paso aéreo tipo B

Datos:

Longitud del claro: 16 m

Tubería: 1 pulgada HG tipo liviano

Peso del tubo: 1,68 lb/ft

Peso específico del agua: 62,4 lb/ft<sup>3</sup>

Cálculo de cargas verticales

Carga muerta:

$$Cm = P_{tubo} + P_{agua}$$

$$Cm = 1,68 \frac{lb}{ft} + \frac{\pi}{4} * \left(\frac{1,16}{12}\right)^2 * 62,4\text{ lb/ft}^3$$

$$Cm = 2,14\text{ lb/ft}$$

Carga viva: se asume que una persona pasaría sobre la tubería.

$$Cv = \frac{170\text{ lb}}{20\text{ ft}} = 8,50\text{ lb/ft}$$

Cargas horizontales: la carga horizontal que se tomará será la del viento, se asumirá una velocidad de viento de 70 km/h, que conlleva una presión de 20 lb/ft<sup>2</sup>.

$$W_v = \phi_{tub} * \text{presión}_{viento}$$

Donde

$W_v = \text{carga del viento}$

$\phi_{tub} = \text{diámetro de la tubería}$

$$W_v = \left(\frac{1,16}{12}\right) ft * 20 \frac{lb}{ft^2}$$

$$W_v = 1,93 \text{ lb/ft}$$

Según ACI 350 en sección 9.2

$$U = 0,75 * (1,4 C_m + 1,7 C_v + 1,7 W)$$

Donde

$U = \text{carga última}$

$C_m = \text{carga muerta}$

$C_v = \text{carga viva}$

$W = \text{carga de viento}$

$$U = 0,75 * (1,4 * 2,14 + 1,7 * 8,50 + 1,7 * 1,93)$$

$$U = 15,55 \text{ lb/ft}$$

U no debe ser menor que  $1,4 C_m + 1,7 C_v$

$$U = 1,4 * 2,14 + 1,7 * 8,50$$

$$U = 17,45 \text{ lb/ft}$$

Se utiliza  $U = 17,45 \text{ lb/ft}$

Tensión del cable

$$T_H = \frac{U * l^2}{8 * d}$$
$$T = T_H * \left(1 + \frac{16 * d^2}{l^2}\right)^{1/2}$$
$$T_v = (T^2 - T_H^2)^{1/2}$$

Donde

$$U = \text{carga \u00faltima}$$
$$T_H = \text{tensi\u00f3n horizontal}$$
$$T = \text{tensi\u00f3n m\u00e1xima}$$
$$T_v = \text{tensi\u00f3n vertical}$$
$$l = \text{luz}$$
$$d = \text{flecha}$$

C\u00e1lculo de flecha

Se utilizar\u00e1 la relaci\u00f3n l/12

$$d = \frac{l}{12}$$

Donde

$$d = \text{flecha}$$
$$l = \text{luz de paso a\u00e9reo}$$
$$d = \frac{16}{12} = 1,33 \text{ mts}$$

Se propone utilizar cable de 1/2" de diámetro con un esfuerzo de ruptura de 10,68 toneladas (23 496 lb).

Se calcula nuevamente la carga muerta pero esta vez se toma en cuenta el peso del cable que es de 0,1290 kg/m (0,0865 lb/ft).

$$Cm = Cm + peso_{cable}$$
$$Cm = 2,14 \frac{lb}{ft} + 0,0865 lb/ft$$
$$Cm = 2,23 lb/ft$$

Se calcula nuevamente la carga última

$$U = 0,75 * (1,4 Cm + 1,7 Cv + 1,7 W)$$

Donde

$$U = \text{carga última}$$
$$Cm = \text{carga muerta}$$
$$Cv = \text{carga viva}$$
$$W = \text{carga de viento}$$
$$U = 0,75 * (1,4 * 2,23 + 1,7 * 8,50 + 1,7 * 1,93)$$
$$U = 15,64 lb/ft$$

U no debe ser menor que 1,4 Cm+1,7 Cv

$$U = 1,4 * 2,23 + 1,7 * 8,5$$
$$U = 17,57 lb/ft$$



Como U es menor, entonces utilizar 17,57 lb/ft

Con la nueva carga última se procede a calcular las tensiones del cable.

$$T_H = \frac{17,57 * (16 * 3,28)^2}{8 * (1,33)} = 4\,547,97 \text{ lb}$$

$$T = 4\,547,97 * \left(1 + \frac{16 * (1,33)^2}{(16 * 3,28)^2}\right)^{1/2} = 4\,571,28 \text{ lb}$$

$$T_v = (4\,571,28^2 - 4\,547,97^2)^{1/2} = 461,05 \text{ lb}$$

Como el esfuerzo de ruptura para el cable de 1/2" es de 10,68 toneladas (23 496 lb), el cable si soporta la tensión aplicada.

Péndola o tirantes

2 mts de separación

$$Q_p = U * \text{separación}_{péndola}$$

Donde

$$Q_p = \text{carga de péndola}$$

$$U = \text{carga última}$$

$$Q_p = 17,57 * (2 * 3,28)$$

$$Q_p = 115,26 \text{ lb}$$

Si se utiliza cable de 1/4 de diámetro con una resistencia de 1 500 kg.

$$Y = U * X \frac{(L - X)}{2 * T_H}$$

Donde

$Y = \text{variación de la flecha}$

$U = \text{carga última (kg/m)}$

$X = \text{separación de la péndola respecto torre más cerca (mts)}$

$L = \text{luz del paso aéreo (mts)}$

$T_H = \text{tensión horizontal}$

$$Y = 17,57 * (2) * \frac{(16 - 2)}{2 * 4 547,97}$$

$$Y = 0,054 \text{ m}$$

Tabla VII. **Longitud de péndola de paso aéreo de 16 m**

Número péndola	X m	S-X m	W/2*H	Y m	Long m	Número péndola	Lx péndola m
1	2	14	0,00193163	0,05408567	1,94591433	1	2,891828662
2	4	12	0,00193163	0,09271829	1,90728171	1	2,814563421
3	6	10	0,00193163	0,11589786	1,88410214	1	2,768204276
4	8	8	0,00193163	0,12362439	1,87637561	1	2,752751227
5	10	6	0,00193163	0,11589786	1,88410214	1	2,768204276
6	12	4	0,00193163	0,09271829	1,90728171	1	2,814563421
7	14	2	0,00193163	0,05408567	1,94591433	1	2,891828662
						Suma	19,70194394
						con 15 %	22,65723554

Fuente: elaboración propia.

A la longitud de péndola se la añade 15 % más por atadura y dobleces.

Cálculo de columnas soporte:

Determinar la esbeltez con fórmula de Euler; Si  $E < 21$ , se diseña como columna corta y se utilizan los datos originales del análisis estructural. Si  $21 \leq E \leq 100$ , se diseña como columna intermedia y se deberá magnificar los momentos actuantes. Si  $E > 100$  será una columna larga y por lo tanto no se construye.

$$E = \frac{2 * Lu}{r}$$
$$r = \left(\frac{I}{A}\right)^{1/2}$$

Donde

$E =$  esbeltez

$lu =$  longitud libre de la columna

$r =$  radio de giro

$I =$  inercia

$A =$  área

Datos:

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$

Longitud libre = 2 m

Longitud total = 1 m = 3 m

Base de columna = 0,30 m

Ancho de columna = 0,30 m

Valor soporte de suelo = 15 ton/m<sup>2</sup>

Ángulo de fricción interna = 30°

Carga actuante= 4 571,28 lb.

$$r = \left( \frac{0,30^4}{12} \right)^{1/2} = 0,115$$

$$E = \frac{2 * 2}{0,087} = 45,98$$

La columna es columna intermedia, ya que  $100 > E > 21$ .

Cálculo carga crítica

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(k * l)^2}$$

Donde

*Pcr = carga crítica*

*I = inercia*

*l = longitud*

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 (15\ 100 * \sqrt{210}) * (30^4 / 12)}{(2 * 300)^2} * (1 / 1\ 000)$$

*Pcr = 404,94 toneladas*

Cálculo de refuerzo de columnas

$$A_{s_{min}} = 0,01 * \frac{30^2}{2}$$

$$A_{s_{min}} = 4,5 \text{ cm}^2$$

Distribuyendo el área en varillas

Varilla núm. 4

Área 1,29 cm<sup>2</sup>

Refuerzo a utilizar 4 núm. 4

Cálculo de carga última para área de acero real

$$Pu = \phi * (0,85 * f'c * (Ag - As) + As * fy)$$

Donde

*Pu = carga última*

*f'c = resistencia del concreto*

*Ag = área de la columna*

*As = área de acero*

*fy = resistencia del acero*

$$Pu = 0,7 * (0,85 * 210 * (30^2 - 5,16) + 5,16 * 2 810)$$

$$Pu = 121,96 \text{ toneladas}$$

Como la carga actuante es menor que Pu, entonces la columna si soportará la carga axial aplicada.

Para refuerzo transversal se tendrán estribos núm. 2 @ 20 cm.

Cálculo de zapatas.

Se asume un peralte de 20 cm y recubrimiento de 7,5 cm con dimensiones de 0,8\*0,8 mts.

Cálculo de factor de carga última.

$$Fcu = \frac{U}{Cm + Cv}$$

Donde

*Fcu = factor de carga última*

*U = carga última*

*Cm = carga muerta*

*Cv = carga viva*

$$Fcu = \frac{17,57}{2,23 + 8,50}$$

$$Fcu = 1,64$$

Cálculo de integración de cargas que soporta la zapata

Carga última	0,80 ton
Peso de columna	0,65 ton
Peso de suelo	0,30 ton
Peso propio	1,80 ton
Total	3,55 ton

$$\frac{Pt}{Az^2} = \frac{3,55}{0,8^2} = 5,55 \text{ ton}$$

Cálculo de carga última soportada por la zapata

$$Cu = 7,08 \text{ ton} * 1,64$$

$$Cu = 11,61 \text{ ton/m}^2$$

Verificar corte simple

$$d = 20 - 7,5 \text{ cm} = 12,5 \text{ cm}$$
$$e = 35 - 12,5 - 0,15 = 7,5 \text{ cm}$$

Corte simple actuante

$$Va = Cu * \text{ancho de zapata} * e$$

Donde

$$Va = \text{corte simple actuante}$$

$$Cu = \text{carga \u00faltima}$$

$$e = \text{corte simple}$$

$$Va = 11,67 * 0,8 * 0,075$$

$$Va = 0,70 \text{ ton}$$

Corte simple resistente

$$Vc = 0,85 * 0,53 * f'c^{\frac{1}{2}} * b * d$$

Donde

$$Vc = \text{corte simple resistente}$$

$$f'c = \text{resistente del concreto}$$

$$b = \text{base}$$

$$d = \text{peralte}$$

$$Vc = 0,85 * 0,53 * 210^{\frac{1}{2}} * 80 * 12,5 * \frac{1}{1000}$$

$$Vc = 6,53 \text{ ton}$$

Por lo que si cumple que  $Va < Vc$

Verificar corte punzonante

Corte punzonante actuante

$$C_{pa} = C_u * (Az - Apz)$$

Donde

$C_{pa}$  = corte punzonante actuante

$C_u$  = carga última

$Az$  = área de zapata

$Apz$  = área punzonante de la zapata

$$C_{pa} = 11,67 * (0,8^2 - (0,3 + 0,125)^2)$$

$$C_{pa} = 5,36 \text{ ton}$$

Corte punzonante resistente

$$C_{pc} = 0,85 * Per_{punz} * d * 1,07 * \sqrt{f'c}$$

Donde

$C_{pc}$  = corte punzonante resistente

$Per_{punz}$  = perímetro punzonante

$d$  = peralte

$f'c$  = resistencia del concreto

$$C_{pc} = 0,85 * (4 * (30 + 12,5)) * (12,5) * 1,07 * \sqrt{210} * \frac{1}{1000}$$



$$C_{pc} = 28,01 \text{ ton}$$

Si se cumple que  $C_{pa} < C_{pc}$

Cálculo de acero

$$Mu = \frac{11,67 * ((0,7 - 0,30)/2)^2}{2} * 1\ 000$$

$$Mu = 233,4 \text{ kg} * m$$

$$As = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{fy}$$

Donde

$As$  = área de acero

$b$  = base

$d$  = peralte

$Mu$  = momento último

$f'c$  = resistencia del concreto

$fy$  = resistencia del acero

$$As = \left[ 80 * 12,5 - \sqrt{(80 * 12,5)^2 - \frac{233,4 * 80}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2\ 810}$$

$$As = 0,74 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero mínimo

$$As_{min} = \frac{1,4}{fy} * b * d$$

$A_{s_{min}} = \text{área de acero mínimo}$

$b = \text{base}$

$d = \text{peralte}$

$f_y = \text{resistencia del acero}$

$$A_{s_{min}} = \frac{1,4}{2 \cdot 810} * 70 * 12,5$$

$$A_{s_{min}} = 0,44 \text{ cm}^2$$

Cálculo de acero por temperatura

$$A_{s_{temp}} = 0,002 \text{ bd}$$

Donde

$A_{s_{temp}} = \text{área de acero por temperatura}$

$b = \text{base}$

$d = \text{peralte}$

$$A_{s_{temp}} = 0,002 * 70 * 12,5$$

$$A_{s_{temp}} = 1,75 \text{ cm}^2$$

Por lo cual se utiliza área de acero de  $1,75 \text{ cm}^2$

Armado

4 núm. 3

As total =  $0,71 * 4 = 2,84 \text{ cm}^2$

Cálculo de anclajes

Serán de concreto ciclópeo con una dimensiones propuestas de  $0,9 * 0,9 * 0,9$

Tensiones del cable principal

$$T_H = 4\,547,97 \text{ lb} = 2\,067,26 \text{ kg}$$

$$T = 4\,571,28 \text{ lb} = 2\,077,85 \text{ kg}$$

$$T_v = 461,05 \text{ lb} = 209,57 \text{ kg}$$

Como la carga se divide en dos apoyos entonces se divide la tensión en dos.

$$T_H = 2\,067,26 \text{ kg}/2 = 1\,033,63 \text{ kg}$$

$$T = 2\,077,85/2 = 1\,038,923 \text{ kg}$$

$$T_v = 209,57 /2 = 104,79 \text{ kg}$$

Cálculo de fuerza para sostener fijo el anclaje

$$W_{ciclópeo} = \text{volumen} * \text{Peso específico concreto ciclópeo}$$

$$W_{ciclópeo} = (0,90^3) * 2\,500 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$W_{ciclópeo} = 1\,822,5 \text{ kg}$$

Chequeo

$$F_s = \frac{W_{ciclópeo}}{T} \geq 1,5$$

Donde

$F_s = \text{factor de deslizamiento}$

$W_{ciclópeo} = \text{peso del anclaje}$

$T = \text{tensión}$

$$F_s = \frac{1\,822,5\text{ kg}}{1\,038,92\text{ kg}} = 1,75 \geq 1,5$$

### **2.2.13.3. Anclaje de tuberías**

Los anclajes se colocan en los accesorios del sistema, para evitar que estos se separen o se aflojen debido a la presión interna ejercida por el caudal transportado.

### **2.2.14. Presupuesto**

El presupuesto es parte fundamental para la realización de cualquier proyecto. El cual consiste en la cuantificación y costo de material de construcción, así como el costo de mano de obra a utilizar.

Los precios de material y mano de obra son los utilizados por la Municipalidad de Santa Cruz del Quiché. Para este caso el factor de indirectos es de 30 %.

Tabla VIII. Resumen de renglones de trabajo

PRESUPUESTO POR RENGLONES DE TRABAJO					
SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAJIJ I					
SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ					
Núm.	Renglón	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Costo (Q)
1	Replanteo topográfico	ml	11 450,57	6,43	73 681,14
2	Excavación y relleno	m <sup>3</sup>	3 206,16	168,55	540 403,51
3	Línea de conducción				
3.1	Línea de conducción tubería pvc 8" 125 psi	ml	1 530	256,92	393 089,06
3.2	Línea de conducción tubería pvc 8" 250 psi	ml	366	471,58	172 599,64
4	Red de distribución				
4.1	Red de distribución tubería HG T.P. 1020 psi 8"	ml	330	1 408,05	464 655
4.2	Red de distribución tubería pvc 6" 125 psi	ml	546	162,64	88 799,22
4.3	Red de distribución tubería pvc 6" 160 psi	ml	636	192,05	122 144,31
4.4	Red de distribución tubería pvc 6" 250 psi	ml	1 326	272,89	361 846,38
4.5	Red de distribución tubería HG T.P. 1020 psi 6"	ml	102	589,7	60 148,94
4.6	Red de distribución tubería pvc 4" 250 psi	ml	468	137,1	64 160,68
4.7	Red de distribución tubería pvc 4" 160 psi	ml	378	98,82	37 353,29
4.8	Red de distribución tubería HG T.L. 700 psi 4"	ml	222	342,7	76 078,39
4.9	Red de distribución tubería pvc 2 1/2" 125 psi	ml	1 008	45,03	45 386,63
4.10	Red de distribución tubería pvc 2 1/2" 160 psi	ml	312	51,84	16 175,13
4.11	Red de distribución tubería pvc 1 1/2" 250 psi	ml	960	39,09	37 527,65
4.12	Red de distribución tubería pvc 1 1/2" 160 psi	ml	1 530	32,88	50 307,01
4.13	Red de distribución tubería pvc 1" 160 psi	ml	810	26,36	21 355,15
4.14	Red de distribución tubería pvc 1" 250 psi	ml	618	28,35	17 518,99
4.15	Red de distribución tubería HG T.L. 700 psi 1"	ml	402	87,03	34 985,58
5	Caja de captación y canal	unidad	1	18 303,15	18 303,15
6	Caja con válvulas				
6.1	Caja con válvula de limpieza	unidad	5	4 263,72	21 318,58
6.2	Caja con válvula de aire	unidad	7	1 663,72	11 646,02
6.3	Caja con válvula de compuerta	unidad	10	4 472,93	44 729,34
7	Paso aéreo tipo A (92 m)	unidad	1	91 635,09	91 635,09
8	Paso aéreo tipo B (16 m)	unidad	1	7 631,49	7 631,49
9	Anclajes de tuberías	unidad	33	29,76	982,17
10	Conexión domiciliar	unidad	89	2 856,88	254 262,32
11	Transporte	global	1	14 400	14 400
Total de proyecto					3 143 123,87

Fuente: elaboración propia.

El precio estimado para el proyecto es de tres millones ciento cuarenta y tres mil ciento veintitrés quetzales con ochenta y siete centavos.

#### **2.2.15. Cronograma de ejecución**

Se realiza con el fin de mantener el orden y planificar las actividades que se deberán realizar durante la ejecución del proyecto.

Se estimará el tiempo que durará la ejecución, con el objetivo de que el constructor responsable cumpla con dicho tiempo y con el cronograma de trabajo establecido (ver apéndice).

#### **2.2.16. Planos elaborados**

Se elaboraron todos los planos con sus respectivas especificaciones de diseño, para la ejecución del sistema de miniriego.

Los planos utilizados para este proyecto son: planta de diseño general, perfiles y detalles de obras hidráulicas (ver anexos).



## CONCLUSIONES

1. La calidad de vida de los pobladores del cantón Xetinimit mejorará considerablemente con la implementación del proyecto de agua potable, que evitará que los pobladores se vean en la necesidad de recorrer grandes distancias para obtener agua para su consumo diario, y evitar el uso de fuentes inadecuadas, por lo que tanto las autoridades municipales como Cocode deberán gestionar el financiamiento para llevarlo a la realidad en el cantón.
2. La higiene de los pobladores del cantón Xetinimit mejorará debido a la disponibilidad de agua potable en sus hogares, previniendo de esta manera la proliferación de enfermedades. Las autoridades municipales deberán implementar talleres sobre higiene personal con los pobladores del cantón.
3. La calidad del agua de la fuente del cantón Xetinimit presenta un grado alto de contaminación, que la hace no apta para consumo humano, por lo que se deben tomar medidas para mejorar la calidad de agua previo a la ejecución del proyecto.
4. El proyecto del miniriego para el cantón Pajij I, contribuye a mejorar la calidad económica de los pobladores, por cuanto les permitirá aumentar la variedad de cultivos y producir en cualquier época del año.





## RECOMENDACIONES

A la Muncipalidad y Cocodes

1. Verificar que no existan factores contaminantes cerca de la fuente del proyecto de agua potable de Xetinimit, de encontrarse, aislarla, limpiar el área donde se encuentra la fuente para el proyecto y proteger dicha fuente de posibles factores de contaminación, para tratar de mejorar la calidad de agua.
2. Monitorear la calidad del agua a través de exámenes tanto bacteriológicos como fisicoquímicos.
3. Capacitar a los encargados del mantenimiento y operación de los sistemas, tanto de agua potable como del miniriego, para que estos funcionen en óptimas condiciones.
4. Impulsar la realización de proyectos de miniriegos, ya que son altamente productivos, y de esta manera mejorar la calidad de vida de los agricultores.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BARRIOS MOLINA, Marta Patricia. *Diseño del sistema de miniriego para el cantón Los Mecates, aldea de Chochal, municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1999. 33 p.
2. CABA ASICONA, Pedro. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón Jua y edificio escolar de nivel primario aldea Chel, municipio de Chajul, el Quiché*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 168 p.
3. CORTÉS URIOSTE, Héran Leonardo. *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, mediante el diseño de un tanque semienterrado de cuatro compartimiento para el almacenamiento de 726 metros cúbicos y la determinación de la calidad de dicho líquido, en el municipio de Palín, Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 115 p.
4. RODRÍGUEZ ALVARADO, Nery Armando. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tontoles La Ranchería, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 78 p.

5. SANTOS PETET, Edilsá Benjamín. *Diseño del puente vehicular para el cantón Tululché II y sistema de miniriego para el cantón Rincón de los Leones, del municipio de Chiché, Quiché*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 120 p.
  
6. SIMMONS, Charles S.; TARANO T., José Manuel; PINTO F., José Humberto. *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Educación Pública, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Libreta topográfica Sistema de agua potable para el cantón Xetinit

E=0	R-1	8	113°18'00"	1000,6	CAPTACION DE AGUA
E=0	E-1	30,5	229°19'40"	997,1	ORILLA ZANJON
E=1	E-2	5,5	320°44'20"	994,1	FONDO ZANJON
E=2	E-3	5,5	320°44'20"	997,1	ORILLA ZANJON
E=3	E-4	33	300°26'20"	996,1	TERRENO CULTIVO SUAVE
E=4	E-5	43	308°10'20"	993,7	TERRENO CULTIVO SUAVE
E=5	E-6	48	311°56'20"	990,4	TERRENO CULTIVO SUAVE
E=6	E-7	27	280°17'20"	985,4	ORILLA ZANJON
E=7	E-8	6	321°44'00"	983,6	FONDO ZANJON
E=8	E-9	6	321°44'00"	985,6	ORILLA ZANJON
E=9	E-10	48	328°03'00"	993,8	TERRENO BOSCOZO
E=10	E-11	23	323°23'00"	994,1	TERRENO BOSCOZO
E=11	E-12	38,5	286°14'00"	992,8	TERRENO CULTIVO SUAVE
E=12	E-13	38	268°40'00"	990,5	TERRENO CULTIVO SUAVE
E=13	E-14	35	321°35'20"	991	TERRENO BOSCOZO
E=14	E-15	33	308°44'00"	989,4	TERRENO BOSCOZO
E=15	E-16	35	273°18'00"	991,4	TERRENO BOSCOZO
E=16	E-17	31	262°52'00"	990,2	TERRENO CULTIVO SUAVE
E=17	E-18	50	264°07'00"	994,4	ORILLA CARRETERA
E=18	E-19	14	201°32'00"	994	ORILLA CARRETERA
E=19	E-20	41	201°32'00"	995,5	TANQUE DISTRIBUCCION
SALE RAMAL No 1 A-1 LINEA DE DISTRIBUCION					
E=20	A-1	78	358°13'00"	990	ORILLA CARRETERA
A-1	A-2	21	358°13'00"	989,3	ORILLA CARRETERA
A-2	A-3	11	358°13'00"	989	
A-3	R-1	10	53°00'00"	989	ANACLETO ZACARIAS CASTRO
A-3	A-4	68	346°43'00"	986,36	
A-4	R-2	10	55°00'00"	985	VICTOR ANTONIO ZACARIAS
A-4	A-5	80	340°03'00"	981	
A-5	R-3	10	79°00'00"	980	LEON ZACARIAS CASTRO
A-5	A-6	50	355°22'00"	978,2	ORILLA CARRETERA
A-6	A-7	68	248°21'00"	976	ORILLA CARRETERA
A-7	R-4	8	250°00'00"	976	MARCO ANTONIO CASTRO
A-7	R-5	10	255°00'00"	975	MARTINA ZACARIAS CASTRO
A-5	R-6	10	260°00'00"	975	EMEREGILDO ZACARIAS CASTRO
E-20	R-7	8	358°00'00"		FAVIAN ZACARIAS CASTRO REYES
SALE RAMAL N=2 DE TANQUE DISTRIBUCION B-1					
E-20	B-1	50	240°03'20"	986,2	LINEA DE DISTRIBUCION
B-1	B-2	67	268°10'00"	992	SOBRE TERRENO ORIGINAL TALP
B-2	B-3	46	238°50'40"	990,5	SOBRE TERRENO ORIGINAL TALP
B-3	B-4	35	232°01'00"	989	SOBRE TERRENO ORIGINAL TALP
B-4	B-5	122	301°02'20"	965	SOBRE TERRENO CULTIVO
B-5	R-8	15	332°00'00"	963	SANTIAGO ZACARIAS CASTRO
B-5	R-9	18	21°00'00"	963	CRISTINA SACARIAS GRAVE
B-5	B-6	61	321°35'20"	961	ORILLA CARRETERA
B-6	R-10	70	75°00'00"	959	TOMAS HERNANDES
B-6	R-11	8	351°00'00"	961	FERNANDO ZACARIAS CASTRO
B-6	B-7	40	316°17'40"	961	TERRENO CULTIVO SUAVE
B-7	R-12	6	55°00'00"	961	MARIO SACARIAS CASTRO
B-7	R-13	150	317°00'00"	950	ROXANA ESPERANZA ZACARIAS
B-7	R-14	120	289°00'00"	954	MARIA ELENA TIU PEREZ
B-7	R-15	45	262°00'00"	958	ALEJANDRO CASTRO LOPEZ
B-7	B-8	93	240°47'20"	953,1	ORILLA ZANJON
B-8	B-9	3,25	229°58'40"	950,5	FONDO ZANJON
B-9	B-10	3,25	229°58'40"	953,5	ORILLA ZANJON

Continuación de apéndice 1.

B-10	B-11	59	246°41'00"	955,5	TERRENO CULTIVO
B-11	R-16	82	213°00'00"	952	BALERIANA CASTRO QUIXTAN
B-11	R-17	127	240°00'00"	948	TOMAS LOPEZ
B-11	B-12	155	278°33'20"	952	TERRENO CULTIVO
B-12	R-18	108	327°00'00"	982	CARLOS ENRIQUE LAYNEZ
B-12	R-19	20	308°00'00"	955	CIRILO CASTRO LAYNEZ
B-12	R-20	71	250°00'00"	959	FERNANDO CASTRO LAYNEZ
B-12	R-21	83	224°00'00"	952	TIMOTEO CASTRO LAYNEZ
SALE RAMAL N-3 LINEA DISTRIBUCION DE B-4 A C-1					
B-4	C-1	91	238°32'40"	987,4	LINEA DISTRIBUCION
C-1	C-2	38	229°34'40"	986,6	LINEA DISTRIBUCION
C-2	C-3	87	296°41'40"	963,6	LINEA DISTRIBUCION
C-3	R-22	12	263°00'00"	962	ROMAN GONZALES
C-3	C-4	80	242°26'40"	951	LINEA DISTRIBUCION
C-4	R-23	28	244°00'00"	950	PAULO MEJIA VICENTE
C-4	R-24	10	243°00'00"	950	RUBEN MEJIA VICENTE
C-4	R-25	9	241°00'00"	950	EMILIANO CLIOFAS MEJIA VICENTE
TERMINA RAMAL ( C ) SALE RAMAL DE C-4 A RAMAL D-I					
C-2	D-1	42	192°26'20"	985,3	TERRENO BOSQUE
D-1	D-2	61	189°00'00"	981,3	ORILLA ZANJON
D-2	D-3	12,5	226°36'20"	973,1	FONDO ZANJON
D-3	D-4	12,5	226°36'20"	981	ORILLA ZANJON
D-4	D-5	31	220°16'00"	986,3	TERRENO CULTIVO
D-5	D-6	94	234°54'40"	981,4	TERRENO CULTIVO
D-6	D-7	48	252°39'40"	981,4	TERRENO CULTIVO
D-7	R-26	40	298°00'00"	983	OSBALDO VICENTE CASTRO
D-7	R-27	40	335°00'00"	982	JOSEFA VICENTE MEJIA
D-7	D-8	97	319°03'00"	961	ORILLA CARRETERA
D-8	R-28	105	284°00'00"	939	MARCOS CHIC CASTRO
D-8	R-29	20	204°00'00"	963	BARTOLO PEREZ CASTRO
D-7	D-9	48	227°29'00"	978,7	TERRENO CULTIVO
D-9	R-30	25	318°00'00"	971	ANGEL MATZAR PEREZ
D-9	D-10	53	204°24'40"	977	TERRENO CULTIVO
D-10	D-11	63	206°07'20"	974	TERRENO CULTIVO
D-10	R-31	28	241°00'00"	968	SIMION ZUTNUX PEREZ
D-11	D-12	92	284°47'20"	947	ORILLA CARRETERA
D-12	D-13	53	173°26'00"	949	ORILLA CARRETERA
D-13	R-32	80	173°00'00"	943	CALLETANO ZUTNUX PEREZ
D-13	R-33	127	240°00'00"	931	CARLOS OSORIO CASTRO
D-12	D-14	40	27°58'20"	949	ORILLA CARRETERA
D-14	R-34	20	248°00'00"	947	SANTIAGO CASTRO
D-14	R-35	200	291°00'00"	930	APOLINARIA VICENTE QUIXTAN
D-14	R-36	70	329°00'00"	940	CRISTINA AJEATAZ CASTRO
D-14	R-37	68	281°00'00"	943	LAUREANO ANTONI VICENTE SANTIZO

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Cálculo hidráulico del sistema de agua potable para el cantón Xetinit

Punto inicial	punto final	distancia libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=6	E=47	1385	1454,25	948	898	267	150	18,69	4,193	8	7,609	2,747	945,253	47,253	0,6372	254,49	PVC 125 PSI
E=47	E=52	332	348,6	898	834	267	150	18,69	2,973	8	7,609	0,658	944,595	110,595	0,6372	61,01	PVC 250 PSI
E=52	P-1	299	313,95	834	720	243	100	17,01	2,909	8	7,609	1,055	943,540	223,540	0,5800	54,94	HG T.L. 1020 PSI
P-1	P-2	92	96,6	720	720	243	100	17,01	2,800	6	5,84	1,177	942,363	222,363	0,9845	16,91	HG T.L. 1020 PSI
P-2	E=74	578	606,9	720	854	225	150	15,75	2,682	6	5,84	3,030	939,334	85,334	0,9116	106,21	PVC 160 PSI
E=74	E=77	99	103,95	854	826	225	150	15,75	2,575	6	5,84	0,519	938,815	112,815	0,9116	18,19	PVC 250 PSI
E=77	E=83	253	265,65	826	917	225	150	15,75	2,451	6	5,84	1,326	937,489	20,489	0,9116	46,49	PVC 125 PSI
E=83	E=85	68	71,4	917	936	225	150	15,75	2,581	6	5,84	0,356	937,132	1,132	0,9116	12,50	PVC 125 PSI
E=85	E=89	174	182,7	936	937	216	150	15,12	5,642	6	5,84	0,846	936,287	-0,713	0,8751	31,97	PVC 125 PSI
E=89	E=109	1103	1158,15	937	822	180	150	12,60	2,904	6	5,84	3,826	932,461	110,461	0,7293	202,68	PVC 250 PSI
E=109	E=110	47	49,35	822	821	54	150	3,78	2,547	4	3,97	0,115	932,345	111,345	0,4734	8,64	PVC 250 PSI
E=110	E=112	198	207,9	821	765	27	100	1,89	1,342	4	3,97	0,285	932,060	167,060	0,2367	36,38	HG T.L. 700 PSI
E=112	E=115	263	276,15	765	870	27	150	1,89	1,072	4	3,97	0,179	931,882	61,882	0,2367	48,33	PVC 160 PSI
E=115	E=117	80	84	870	888	15	150	1,05	0,965	4	3,97	0,018	931,863	43,863	0,1315	14,70	PVC 160 PSI
E=117	E=123	373	391,65	888	813	15	150	1,05	0,987	4	3,97	0,085	931,778	118,778	0,1315	68,54	PVC 250 PSI
E=123	E=132	569	597,45	813	930	15	150	1,05	0,983	2,5	2,65	0,933	930,845	0,845	0,2952	104,55	PVC 125 PSI
E=132	E=138	345	362,25	930	930	15	150	1,05	0,946	2,5	2,65	0,566	930,279	0,279	0,2952	63,39	PVC 125 PSI
E=138	R-88	285	299,25	930	839	9	150	0,63	0,739	2,5	2,65	0,182	930,097	91,097	0,1771	52,37	PVC 160 PSI

SALE RAMAL No. 1 DE LC. E=52																	
Punto inicial	punto final	distancia libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=52	E-8	364	382,2	828	680	21	100	1,47	1,132	1,5	1,7	20,466	924,129	244,129	1,004	66,89	HG. TL 700 PSI
E-8	E-17	440	462	680	795	21	150	1,47	1,063	1	1,19	66,374	857,755	62,755	2,049	80,85	PVC 160 PSI
E-17	R-4	210	220,5	795	725	21	150	1,47	1,011	1	1,19	31,678	826,077	101,077	2,049	38,59	PVC 250 PSI
R-4	R-5	60	63	725	765	21	150	1,47	0,877	1	1,19	9,051	817,026	52,026	2,049	11,03	PVC 160 PSI
R-5	R-7	185	194,25	765	735	21	150	1,47	1,172	1	1,19	27,907	789,119	54,119	2,049	33,99	PVC 160 PSI

SALE RAMAL No. 5 DE LC. E=85																	
Punto inicial	punto final	distancia libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=85	E-A1	8,1	8,505	936	933	9	150	0,63	0,717	1	1,19	0,255	936,877	3,877	0,878	1,49	PVC 160 PSI

SALE RAMAL No. 6 DE LC. E=89																	
Punto inicial	punto final	distancia libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=89	R-26	349	366,45	937,7	750,6	27	150	1,89	1,009	1	1,19	83,808	852,478	101,878	2,635	64,13	PVC 250 PSI

SALE RAMAL B DE E=109																	
Punto inicial	punto final	distancia libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=109	B-2	290	304,5	822	793	57	150	3,99	1,8921	1,5	1,676	52,3484	880,11213	87,112129	2,8039613	53,29	PVC 160 PSI
B-2	B-3	19	19,95	793	797	57	150	3,99	1,62389	1,5	1,676	3,42972	876,68241	79,682407	2,8039613	3,49	PVC 160 PSI
B-3	B-13	703	738,15	797	764	57	150	3,99	2,20997	1,5	1,676	126,9	749,7827	-14,2173	2,8039613	129,18	PVC 250 PSI



Continuación de apéndice 2.

SALE RAMAL C DE E=109																	
Punto inicial	punto final	distancia por libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=109	C-3	117	122,85	822	780	69	150	4,83	1,565	1,5	1,754	24,098	908,362	128,362	3,099	21,50	PVC 250 PSI
C-3	C-4	18	18,9	780	830	69	150	4,83	1,028	1,5	1,754	3,707	904,655	74,655	3,099	3,31	PVC 160 PSI
C-4	C-9	370	388,5	830	742	42	150	2,94	1,410	1,5	1,754	30,419	874,236	132,236	1,886	67,99	PVC 250 PSI
C-9	C-15	352	369,6	742	813	42	150	2,94	1,459	1,5	1,754	28,939	845,297	32,297	1,886	64,68	PVC 160 PSI

SALE RAMAL D DE E=109																	
Punto inicial	punto final	distancia por libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=109	D-3	225	236,25	822	765	27	150	1,89	1,177	1,5	1,676	10,194	922,267	157,267	1,328	41,34	PVC 250 PSI
D-3	D-8	333	349,65	765	888	27	150	1,89	1,089	1,5	1,754	12,089	910,177	22,177	1,213	61,19	PVC 160 PSI
D-8	D-14	373	391,65	888	857	27	150	1,89	1,480	1,5	1,754	13,541	896,636	39,636	1,213	68,54	PVC 160 PSI

SALE RAMAL No. 8 DE E=115																	
Punto inicial	punto final	distancia por libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=115	E-A3	38,2	40,11	870	839	12	150	0,84	0,681	1	1,19	2,046	929,835	90,835	1,171	7,02	PVC 160 PSI

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Cronograma de actividades del sistema de agua potable para el cantón Xetinit**

<b>CRONOGRAMA DE AVANCE FÍSICO Y FINANCIERO</b>													
<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN XETINIT</b>													
<b>SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ.</b>													
<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN:</b>		<b>3 meses</b>											
Núm.	ACTIVIDADES	MESES									AVANCE	AVANCE	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	FINCIERO	
1	replanteo topográfico	■										0,03	13 099,16
2	Caja de captación	■	■									0,02	12 946,36
3	Línea de conducción tubería pvc 1 1/4"		■	■								0,10	49 667,05
4	Tanque de distribución de 25.2 m3			■	■							0,05	27 240,16
5	Red de distribución tubería pvc 1 1/4"			■	■	■						0,07	33 876,43
6	Red de distribución tubería pvc 1"				■	■	■	■				0,37	193 672,78
7	Caja con válvula de limpieza					■						0,02	7 946,42
8	Caja con válvula de aire					■						0,02	10 908,82
9	Caja con válvula de compuerta					■						0,04	18 340,65
10	Paso aéreo 17.6 m						■	■				0,03	16 506,37
11	Pasos de zanjón 11 m		■									0,01	3 386,56
12	Pasos de zanjón 6 m							■				0,01	2 617,61
13	Anclajes de tuberías							■				0,00	615,87
14	Conexión domiciliar								■	■		0,22	114 586,45
15	Hipoclorador de pastillas									■		0,02	10 000
16	transporte	■	■		■		■					0,01	4 200
<b>INVERSIÓN MENSUAL</b>		<b>173 203,56</b>			<b>173 203,56</b>			<b>173 203,56</b>			<b>100,00</b>	<b>519 610,68</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>		<b>519 610,68</b>									<b>100,00</b>	<b>519 610,68</b>	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Libreta topográfica de proyecto de miniriego para el cantón Pajij I**

EST.	P. OB.	D. PRC.	ACIMUT	ELEV.	
	E=0		0°00'00"	1000,0000	captación-sale de quebrada
E=0	E=1	80,00	63°05'00"	1000,0000	
E=1	E=2	13,00	38°25'00"	1000,9000	paso de bordo
E=2	E=3	66,00	120°10'00"	972,9000	
E=3	E=4	53,00	94°57'00"	956,9000	
E=4	E=5	20,00	65°51'00"	950,9000	
E=5	R-1	25,00	87°43'00"	955,0000	captacion de agua de quebrada
E=5	R-2	22,00	121°00'00"	955,0000	captacion de agua de quebrada
E=5	E=6	34,00	323°02'00"	948,0000	construccion de caja captacion
E=6	E=7	13,00	0°00'00"	945,0000	
E=7	E=8	11,00	21°47'00"	942,0000	
E=8	E=9	15,00	05°38'00"	937,0000	paso de quebrada
E=9	E=10	15,00	05°38'00"	942,0000	fondo de quebrada
E=10	E=11	5,00	340°07'00"	941,0000	orilla de quebrada
E=11	E=12	32,00	297°16'00"	938,0000	terreno suave
E=12	E=13	24,00	336°52'00"	940,0000	arcilloso
E=13	E=14	60,00	00°00'00"	934,0000	
E=14	E=15	37,00	07°13'00"	936,0000	
E=15	E=16	6,00	328°50'00"	936,0000	
E=16	E=17	30,00	310°18'00"	922,0000	
E=17	E=18	8,00	21°47'00"	919,0000	paso de quebrada
E=18	E=19	8,00	21°47'00"	923,0000	fondo de quebrada
E=19	E=20	34,00	21°47'00"	936,0000	orilla de quebrada
E=20	E=21	50,00	06°19'00"	938,0000	
E=21	E=22	35,00	17°30'00"	942,0000	bosque rocoso
E=22	E=23	50,00	327°41'00"	940,0000	bosque rocoso
E=23	E=24	32,00	314°51'00"	938,0000	
E=24	E=25	31,00	353°29'00"	940,0000	
E=25	E=26	51,00	348°45'00"	942,0000	orilla zanjon
E=26	E=27	24,00	348°24'00"	921,0000	fondo zanjon
E=27	E=28	23,00	348°24'00"	929,0000	orilla zanjon
E=28	E=29	20,00	348°24'00"	932,0000	bosque rocoso
E=29	E=30	15,00	10°09'00"	925,0000	bosque rocoso
E=30	E=31	58,00	10°00'00"	924,0000	bosque rocoso
E=31	E=32	32,00	26°27'40"	926,0000	bosque rocoso
E=32	E=33	13,00	343°42'00"	926,0000	bosque rocoso
E=33	E=34	58,00	310°16'00"	927,0000	bosque rocoso
E=34	E=35	75,00	356°49'40"	919,0000	terreno suave bosque
E=35	E=36	22,00	16°14'40"	920,0000	terreno suave bosque
E=36	E=37	57,00	10°07'00"	920,8000	terreno suave bosque
E=37	E=38	10,00	294°09'40"	920,8000	terreno suave bosque
E=38	E=39	22,00	290°22'00"	920,0000	terreno suave bosque
E=39	E=40	23,00	358°51'00"	919,0000	terreno suave bosque
E=40	E=41	57,00	27°41'40"	917,0000	terreno suave bosque
E=41	E=42	65,00	25°37'20"	913,0000	terreno suave bosque
E=42	E=43	21,00	35°54'00"	913,0000	terreno suave bosque
E=43	E=44	64,00	351°36'20"	911,0000	terreno suave bosque
E=44	E=45	67,00	14°08'00"	906,0000	terreno suave bosque
E=45	E=46	60,00	12°36'00"	897,0000	terreno suave bosque
E=46	E=47	52,00	12°11'00"	898,0000	terreno suave bosque
E=47	E=48	73,00	41°52'00"	897,0000	terreno suave bosque
E=48	E=49	41,00	41°44'40"	892,0000	terreno suave bosque
E=49	E=50	102,00	353°44'40"	877,0000	terreno suave bosque
E=50	E=51	88,00	27°08'20"	843,0000	

Continuación apéndice 4.

E=51	E=52	28,00	21°47'40"	834,0000	terreno rocoso
E=52	E=53	34,00	303°19'00"	827,0000	terreno rocoso
E=53	E=54	36,00	297°42'00"	811,0000	terreno rocoso
E=54	E=55	68,00	301°27'00"	775,0000	terreno rocoso
E=55	E=56	55,00	301°27'00"	763,0000	terreno rocoso
E=56	E=57	44,00	314°55'40"	743,0000	terreno rocoso
E=57	E=58	100,00	314°55'40"	706,0000	
E=58	E=59	12,00	313°10'20"	702,0000	orilla de zanjon
E=59	E=60	12,00	313°10'20"	706,0000	fondo de zanjon
E=60	E=61	135,00	313°10'20"	770,0000	orilla de zanjon
E=61	E=62	24,00	330°57'00"	769,0000	
E=62	E=63	31,00	353°44'00"	773,0000	bosque
E=63	E=64	23,00	302°36'20"	773,0000	bosque
E=64	E=65	18,00	11°22'00"	776,0000	bosque
E=65	E=66	24,00	343°30'20"	775,0000	bosque
E=66	E=67	41,00	308°52'00"	769,0000	bosque
E=67	E=68	60,00	12°34'00"	801,0000	bosque
E=68	E=69	51,00	349°38'20"	821,0000	bosque
E=69	E=70	30,00	23°18'20"	823,0000	bosque
E=70	E=71	39,00	47°30'00"	842,0000	bosque
E=71	E=72	30,00	27°51'20"	848,0000	bosque
E=72	E=73	48,00	08°35'20"	850,0000	bosque
E=73	E=74	54,00	339°56'00"	854,0000	bosque
E=74	E=75	28,00	352°18'40"	850,0000	bosque
E=75	E=76	48,00	38°37'40"	837,0000	bosque
E=76	E=77	23,00	40°16'20"	826,0000	
E=77	E=78	12,00	55°18'40"	828,0000	paso orilla de carretera
E=78	E=79	72,00	55°18'40"	871,0000	paso orilla de carretera
E=79	E=80	20,00	16°40'40"	871,0000	
E=80	E=81	55,00	16°40'40"	891,0000	
E=81	E=82	28,00	12°01'20"	897,0000	
E=82	E=83	66,00	18°36'40"	917,0000	
E=83	E=84	36,00	22°47'40"	935,0000	bosque
E=84	E=85	32,00	82°37'40"	936,0000	bosque
E=85	E=86	9,00	47°49'00"	936,0000	bosque
E=86	E=87	42,00	25°17'40"	934,0000	bosque
E=87	E=88	70,00	359°14'00"	935,0000	bosque
E=88	E=89	53,00	63°49'40"	937,0000	bosque
E=89	E=90	35,00	43°06'00"	936,0000	bosque
E=90	E=91	32,00	18°35'40"	937,0000	bosque
E=91	E=92	30,00	12°25'00"	934,0000	bosque
E=92	E=93	38,00	01°06'20"	930,0000	bosque
E=93	E=94	45,00	35°03'00"	931,0000	bosque
E=94	E=95	182,00	143°38'00"	863,0000	bosque
E=95	E=96	60,00	165°03'40"	853,0000	bosque
E=96	E=97	84,00	65°44'00"	854,0000	bosque
E=97	E=98	73,00	55°52'00"	850,0000	bosque
E=98	E=99	60,00	54°21'00"	847,0000	bosque
E=99	E=100	59,00	59°00'00"	844,0000	
E=100	E=101	43,00	66°33'00"	844,0000	
E=101	E=102	13,00	109°00'00"	844,0000	paso orilla de carretera

Continuación apéndice 4.

E=102	E=103	48,00	53°24'20"	834,0000	paso orilla de carretera
E=103	E=104	70,00	59°05'40"	831,0000	
E=104	E=105	40,00	77°31'00"	829,0000	
E=105	E=106	40,00	76°31'20"	830,0000	terreno cultivo
E=106	E=107	31,00	60°00'00"	833,0000	terreno cultivo
E=107	E=108	62,00	57°36'40"	835,0000	terreno cultivo
E=108	E=109	58,00	29°39'20"	822,0000	terreno cultivo
E=109	E=110	47,00	304°01'20"	821,0000	terreno cultivo
E=110	E=111	75,00	369°33'20"	815,0000	terreno cultivo
E=111	E=112	123,00	339°15'00"	765,0000	terreno cultivo
E=112	E=113	116,00	326°59'40"	805,0000	terreno cultivo
E=113	E=114	85,00	305°09'00"	845,0000	terreno cultivo
E=114	E=115	62,00	307°52'20"	870,0000	terreno cultivo
E=115	E=116	35,00	355°56'40"	881,0000	terreno cultivo
E=116	E=117	45,00	05°47'00"	888,0000	terreno cultivo
E=117	E=118	70,00	05°38'00"	882,0000	terreno cultivo
E=118	E=119	37,00	314°02'40"	884,0000	terreno cultivo
E=119	E=120	55,00	320°49'00"	880,0000	terreno cultivo
E=120	E=121	78,00	333°38'00"	857,0000	terreno cultivo
E=121	E=122	35,00	331°51'20"	858,0000	terreno cultivo
E=122	E=123	98,00	326°34'20"	813,0000	terreno cultivo
E=123	E=124	129,00	01°14'00"	820,0000	terreno cultivo
E=124	E=125	100,00	49°56'40"	852,0000	terreno cultivo
E=125	E=126	55,00	50°01'20"	869,0000	terreno cultivo
E=126	E=127	60,00	86°46'00"	900,0000	terreno cultivo
E=127	E=128	16,00	30°57'40"	910,0000	terreno cultivo
E=128	E=129	96,00	39°32'20"	920,0000	terreno cultivo
E=129	E=130	45,00	19°19'40"	927,0000	terreno cultivo
E=130	E=131	40,00	43°03'00"	924,0000	terreno cultivo
E=131	E=132	28,00	74°57'00"	930,0000	orilla de zanjón
E=132	E=133	25,00	36°55'40"	928,0000	fondo zanjón
E=133	E=134	65,00	25°39'40"	930,0000	orilla de zanjón
E=134	E=135	65,00	38°43'00"	929,0000	terreno cultivo
E=135	E=136	70,00	23°57'20"	930,0000	terreno cultivo
E=136	E=137	70,00	89°57'20"	932,0000	terreno cultivo
E=137	E=138	50,00	93°46'20"	930,0000	terreno cultivo
E=138	R-85	35,00	93°00'00"	928,0000	Esteban de Leon
R-85	R-86	52,00	92°00'00"	928,0000	Juan de Leon
E=138	E=139	200,00	167°00'00"	850,0000	
E=139	R-87	40,00	160°00'00"	847,0000	Juan Francisco Avila
R-87	R-88	45,00	161°00'00"	839,0000	Felix Garcia
E=139	R-89	57,00	93°00'00"	822,0000	Isabel de Leon

Continuación apéndice 4.

RAMALES DE DIFERENTES ESTACIONES					
SALE RAMAL No.1 DE LC. E-52					
	E=52	28,00	21°47'40"	834,0000	
E=52	E-1	25,00	66°41'40"	828,0000	terreno cultivo
E-1	E-2	55,00	56°54'00"	795,0000	terreno cultivo
E-2	E-3	60,00	81°34'00"	755,0000	terreno cultivo
E-3	R-1	150,00	352°00'00"	727,0000	lauro Vidal de Leon Avila
E-3	E-4	60,00	88°52'40"	739,0000	terreno cultivo
E-4	E-5	58,00	52°34'20"	732,0000	terreno cultivo
E-5	E-6	19,00	50°06'00"	728,0000	terreno cultivo
E-6	E-7	79,00	51°32'20"	690,0000	orilla zanjon
E-7	E-8	8,00	51°32'20"	680,0000	fondo zanjon
E-8	E-9	8,00	51°32'20"	690,0000	oriila zanjon
E-9	E-10	70,00	51°32'20"	728,0000	terreno cultivo
E-10	E-11	26,00	70°40'40"	734,0000	terreno cultivo
E-11	E-12	50,00	80°32'40"	742,0000	terreno cultivo
E-12	E-13	75,00	74°56'00"	753,0000	terreno cultivo
E-13	E-14	50,00	61°44'40"	770,0000	terreno cultivo
E-14	E-15	20,00	94°00'00"	772,0000	terreno cultivo
E-15	E-16	96,00	90°00'00"	788,0000	terreno cultivo
E-16	E-17	45,00	65°34'40"	795,0000	terreno cultivo
E-17	R-2	150,00	117°00'00"	810,0000	Santos de leon hijo
E-17	R-3	180,00	80°00'00"	815,0000	Santos de leon Papá
E-17	R-4	210,00	19°00'00"	725,0000	Cecilio de Leon
R-4	R-5	60,00	337°00'00"	765,0000	Maria Angelina de Leon
R-5	R-6	100,00	337°00'00"	760,0000	Lucas de Leon
R-6	R-7	85,00	337°00'00"	735,2000	Reveca de Leon
SALE RAMAL No.2 DE LC. E-57					
	E=57	44,00	314°55'40"	743,0000	
E=57	R-8	100,00	25°18'40"	715,0000	Francisco de Leon Avila

Continuación apéndice 4.

SALE RAMAL No. 3 DEL LC. E=61					
	E=61	135,00	313°10'20"	770,0000	
E=61	R-9	80,00	101°00'00"	758,0000	Pedro Castro
E=61	R-10	85,00	176°00'00"	739,0000	Matilde Castro
SALE RAMAL No. 4 DE LC. E=72					
	E=72	30,00	27°51'20"	848,0000	
E=72	R-11	150,00	47°00'00"	818,0000	SANTOS MARGARITO CASTRO
E=72	R-12	75,00	90°00'00"	820,0000	ALBERTO CASTRO LOPEZ
E=72	R-13	50,00	132°00'00"	828,0000	JULIO CASTRO LOPEZ
E=72	R-14	50,00	141°00'00"	825,0000	JUAN CASTRO LOPEZ
SALE RAMAL No.5 LC. E=85					
	E=85	32,00	82°37'40"	936,0000	bosque
E=85	A-1	8,10	73°19'33"	933,0000	
A-1	R-15	90,00	170°34'40"	922,0000	Antonio Castro
A-1	R-16	12,00	71°20'20"	900,0000	Gregorio Batz
A-1	R-17	75,00	135°08'20"	873,0000	Juan Castro López
SALE RAMAL No 6 DE LC. E=89					
	E=89		63°49'40"	937,7000	
E=89	E-A1	95,00	113°29'20"	884,1000	
E-A1	R-18	65,00	184°00'00"	858,2000	Mario Castro Lopez
R-18	R-19	50,00	94°55'40"	866,8000	Mario Gonzalez Lux
R-19	R-20	35,00	98°35'40"	863,7000	Victoriano Lux Castro
R-19	R-21	25,00	101°20'20"	880,3000	Santos González Lux
E-A1	R-22	15,00	303°09'20"	881,0000	Damian Castro
E-A1	R-23	35,00	311°07'40"	880,1000	Magdalena Mejia
E-A1	E-A2	54,00	58°33'40"	854,0000	
E-A2	R-24	18,00	79°57'40"	853,5000	Juan Garcia Hernandez
E-A2	R-25	50,00	129°09'00"	801,1000	Casimira de León
R-25	R-26	150,00	140°08'40"	750,6000	Juan de León
SALE RAMAL No 7 DE LC. E=105					
	E-105	40,00	77°31'00"	829,0000	
E-105	R-27	10,00	173°00'00"	828,0000	PAULINO REYES
R-27	R-28	25,00	174°00'00"	825,0000	SUNCIO DE LEON
SALE DE E=108 PARCELA					
E=108	R-29	8,00	135°19'00"	834,0000	BARTOLO REYES
DE ESTACION E=109 SALEN TRES RAMALES DIFERENTES (B) (C) (D)					
DE ESTACIÓN E=109 (B) SALE PARA SECTOR CASTRO					
	E=109	58,00	29°39'20"	822,000	terreno cultivo
E=109	R-30	10,00	356°03'20"	820,000	Bayron Reyes
E=119	B-1	230,00	57°18'00"	790,0000	
B-1	R-31	8,00	153°00'00"	790,0000	ROBERTO URIZAR
B-1	R-32	8,00	165°00'00"	790,0000	JENARO URIZAR
B-1	B-2	60,00	90°50'40"	793,0000	
B-2	R-33	50,00	114°00'00"	798,0000	NICOMEDE COXIJ
B-2	B-3	19,00	71°07'00"	797,0000	
B-3	B-4	43,00	93°38'00"	797,0000	

Continuación apéndice 4.

B-4	R-34	100,00	155°00'00"	796,0000	ROBERTO COXIJ
B-4	B-5	43,00	55°24'00"	789,0000	
B-5	R-35	40,00	126°00'00"	788,0000	PEDRO COXIJ
R-35	R-36	100,00	127°00'00"	778,0000	EMILIO FRANCISCO COXIJ
B-5	B-6	80,00	65°19'20"	778,0000	
B-6	R-37	10,00	115°00'00"	776,0000	EPIFANIO COXIJ
B-6	B-7	140,00	45°06'00"	770,0000	
B-7	R-38	40,00	75°00'00"	768,0000	NICOLAS REYES
B-7	B-8	125,00	68°22'20"	763,0000	
B-8	R-39	100,00	166°00'00"	753,0000	MACARIO RAMON REYES
B-8	R-40	10,00	57°00'00"	763,0000	CELESTINO COXIJ LOPEZ
B-8	B-9	57,00	74°36'40"	766,0000	
B-9	R-41	60,00	119°00'00"	764,0000	NICOLAS COXIJ LOPEZ
B-9	R-42	12,00	42°00'00"	764,0000	RAYMUNDO COXIJ LOPEZ
B-9	B-10	50,00	99°12'00"	764,0000	
B-10	R-43	10,00	00°00'00"	764,0000	FELIPE COXIJ LOPEZ
B-10	B-11	62,00	75°22'40"	763,0000	
B-11	R-44	10,00	07°00'00"	763,0000	ANTONIO CASTRO LOPEZ
B-11	B-12	40,00	71°21'00"	763,0000	
B-12	R-45	10,00	02°00'00"	764,0000	EMILIO CASTRO LOPEZ
B-12	B-13	63,00	64°56'20"	764,0000	
B-13	R-46	50,00	69°00'00"	765,0000	FELIPE CASTRO LOPEZ
B-13	R-47	20,00	359°00'00"	765,0000	RUPERTA CASTRO LOPEZ
B-13	R-48	30,00	355°00'00"	763,0000	LUCIO CASTRO LOPEZ
RAMAL SALE DE ESTACION E=109 "C" SALE PARA SECTOR AVILA					
	E=109	58,00	29°39'20"	822,000	
E=109	C-1	77,00	31°38'40"	810,000	terreno cultivo
C-1	C-2	16,00	36°29'40"	807,000	
C-2	R-49	25,00	45°00'00"	798,000	Ventura Avila
C-2	R-50	10,00	41°00'00"	793,000	Ventura Avila hijo
C-2	C-3	84,00	19°51'00"	780,000	
C-3	C-4	18,00	18°56'20"	830,000	bordo
C-4	R-51	50,00	174°00'00"	800,000	Saul Avila
R-51	R-52	20,00	168°00'00"	807,000	Elvin Avila
C-4	R-53	25,00	170°00'00"	810,000	Armando Avila
C-4	R-54	65,00	208°00'00"	798,000	Ramon Reyes
C-4	R-55	50,00	278°00'00"	815,000	Victor González
C-4	R-56	50,00	298°00'00"	800,000	Jose de León
R-56	R-57	60,00	308°00'00"	792,000	Clemente Reyes
C-4	C-5	94,00	28°05'40"	832,000	
C-5	R-58	50,00	230°00'00"	828,000	Ignacio Gonzalez
C-5	R-59	28,00	141°00'00"	833,000	Pedro Tzunux
C-5	R-60	70,00	76°00'00"	828,000	Jefrey Avila
C-5	R-61	200,00	50°00'00"	825,000	Rogelio Tzunux
C-5	C-6	25,00	295°16'20"	820,000	
C-6	C-7	50,00	296°17'20"	800,000	
C-7	R-62	60,00	225°00'00"	805,000	Martin Gonzalez
C-7	R-63	25,00	328°00'00"	795,000	Mario Avila H



Continuación apéndice 4.

R-63	R-64	50,00	330°00'00"	784,000	Rigoberto Avila H
C-7	R-65	62,00	303°00'00"	793,000	Emilio González
C-7	C-8	86,00	335°40'00"	784,000	
C-8	C-9	115,00	304°25'40"	742,000	
C-9	C-10	83,00	304°25'40"	769,000	
C-10	R-66	45,00	119°00'00"	758,000	Pablo Reyes Ramirez
C-10	C-11	54,00	344°06'40"	764,000	
C-11	C-12	27,00	341°02'40"	760,000	
C-12	C-13	34,00	328°54'40"	756,000	
C-13	C-14	97,00	42°15'20"	761,000	
C-14	R-67	100,00	154°00'00"	767,000	Virginia Reyes Urizar
C-14	C-15	57,00	351°50'00"	813,000	
C-15	R-68	85,00	40°00'00"	800,000	Pilar Quiñonez
C-15	R-69	100,00	77°00'00"	768,000	Fredy Quiñonez
R-69	R-70	50,00	80°00'00"	760,000	Tiburcio Quiñonez
C-15	R-71	50,00	83°00'00"	762,000	Jesús Quiñonez
DE ESTACION 109 "D" SALE SECTOR URIZAR					
	E=109	58,00	29°39'20"	822,000	
E=109	D-1	47,00	304°01'20"	821,000	
D-1	D-2	75,00	269°33'20"	815,000	
D-2	R-72	87,00	240°00'00"	817,000	Viviano de León U.
D-2	D-3	103,00	339°15'00"	765,000	
D-3	D-4	106,00	326°59'40"	805,000	
D-4	R-73	50,00	189°00'00"	781,000	Edy Urizar
R-73	R-74	45,00	156°00'00"	768,000	Nicolas Urizar
D-4	R-75	89,00	237°00'00"	789,000	Guadalupe Urizar
D-4	D-5	85,00	225°00'00"	845,000	
D-5	D-6	62,00	217°56'00"	870,000	Bordo
D-6	D-7	35,00	355°56'40"	881,000	
D-7	D-8	45,00	05°47'00"	888,000	
D-8	D-9	70,00	05°38'20"	882,000	
D-9	E-A2	50,00	37°45'00"	860,000	
E-A2	R-76	30,00	355°00'00"	858,000	Castulo Urizar
E-A2	R-77	40,00	114°00'00"	857,500	Rosa de León
D-9	D-10	37,00	314°02'40"	884,000	
D-10	D-11	55,00	320°40'00"	880,000	
D-11	D-12	78,00	33°38'00"	857,000	
D-12	D-13	35,00	331°51'20"	858,000	
D-13	R-78	40,00	345°00'00"	818,000	Roberto Urizar
D-13	D-14	98,00	326°34'20"	857,000	
D-14	R-79	50,00	08°00'00"	813,000	Icidro Avila
D-14	R-80	30,00	12°00'00"	820,000	Antonio Quiñonez
SALE RAMAL No. 8 DE LC. E=115					
	E=115	62,00	307°52'20"	870,0000	terreno cultivo
E-115	E-A3	38,20	64°49'40"	839,000	
E-A3	R-81	30,00	114°00'00"	837,000	Arnulfo Reyes
E-A3	R-82	30,00	330°00'00"	838,000	Mario Maximino Quiñonez
R-85	R-83	20,00	336°00'00"	835,000	Juan Reyes H.
E-A3	R-84	20,00	100°00'00"	834,000	Antonia García

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 5. Cálculo hidráulico de proyecto de miniriego para el cantón Pajij I

Punto inicial	punto final	distancia por libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=6	E=47	1385	1454,25	948	898	267	150	18,69	4,193	8	7,609	2,747	945,253	47,253	0,6372	254,49	PVC 125 PSI
E=47	E=52	332	348,6	898	834	267	150	18,69	2,973	8	7,609	0,658	944,595	110,595	0,6372	61,01	PVC 250 PSI
E=52	P-1	299	313,95	834	720	243	100	17,01	2,909	8	7,609	1,055	943,540	223,540	0,5800	54,94	HG T.L. 1020 PSI
P-1	P-2	92	96,6	720	720	243	100	17,01	2,800	8	7,609	0,324	943,216	223,216	0,5800	16,91	HG T.L. 1020 PSI
P-2	E=74	578	606,9	720	854	225	150	15,75	2,682	6	5,84	3,030	940,186	86,186	0,9116	106,21	PVC 160 PSI
E=74	E=77	99	103,95	854	826	225	150	15,75	2,575	6	5,84	0,519	939,667	113,667	0,9116	18,19	PVC 250 PSI
E=77	E=83	253	265,65	826	917	225	150	15,75	2,451	6	5,84	1,326	938,341	21,341	0,9116	46,49	PVC 125 PSI
E=83	E=85	68	71,4	917	936	225	150	15,75	2,581	6	5,84	0,356	937,985	1,985	0,9116	12,50	PVC 125 PSI
E=85	E=89	174	182,7	936	937	216	150	15,12	5,642	6	5,84	0,846	937,139	0,139	0,8751	31,97	PVC 125 PSI
E=89	E=109	1103	1158,15	937	822	180	150	12,60	2,904	6	5,84	3,826	933,313	111,313	0,7293	202,68	PVC 250 PSI
E=109	E=110	47	49,35	822	821	54	150	3,78	2,547	4	3,97	0,115	933,198	112,198	0,4734	8,64	PVC 250 PSI
E=110	E=112	198	207,9	821	765	27	100	1,89	1,342	4	3,97	0,285	932,913	167,913	0,2367	36,38	HG T.L. 700 PSI
E=112	E=115	263	276,15	765	870	27	150	1,89	1,072	4	3,97	0,179	932,734	62,734	0,2367	48,33	PVC 160 PSI
E=115	E=117	80	84	870	888	15	150	1,05	0,965	4	3,97	0,018	932,716	44,716	0,1315	14,70	PVC 160 PSI
E=117	E=123	373	391,65	888	813	15	150	1,05	0,987	4	3,97	0,085	932,631	119,631	0,1315	68,54	PVC 250 PSI
E=123	E=132	569	597,45	813	930	15	150	1,05	0,983	2,5	2,65	0,933	931,697	1,697	0,2952	104,55	PVC 125 PSI
E=132	E=138	345	362,25	930	930	15	150	1,05	0,946	2,5	2,65	0,566	931,131	1,131	0,2952	63,39	PVC 125 PSI
E=138	R-88	285	299,25	930	839	9	150	0,63	0,739	2,5	2,65	0,182	930,950	91,950	0,1771	52,37	PVC 160 PSI

SALE RAMAL No. 1 DE LC. E=52

Punto inicial	punto final	distancia por libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=52	E-8	364	382,2	828	680	21	100	1,47	1,132	1,5	1,7	20,466	924,129	244,129	1,004	66,89	HG. T.L. 700 PSI
E-8	E-17	440	462	680	795	21	150	1,47	1,063	1	1,19	66,374	857,755	62,755	2,049	80,85	PVC 160 PSI
E-17	R-4	210	220,5	795	725	21	150	1,47	1,011	1	1,19	31,678	826,077	101,077	2,049	38,59	PVC 250 PSI
R-4	R-5	60	63	725	765	21	150	1,47	0,877	1	1,19	9,051	817,026	52,026	2,049	11,03	PVC 160 PSI
R-5	R-7	185	194,25	765	735	21	150	1,47	1,172	1	1,19	27,907	789,119	54,119	2,049	33,99	PVC 160 PSI

SALE RAMAL No. 5 DE LC. E=85

Punto inicial	punto final	distancia por libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=85	E-A1	8,1	8,505	936	933	9	150	0,63	0,717	1	1,19	0,255	937,730	4,730	0,878	1,49	PVC 160 PSI

SALE RAMAL No. 6 DE LC. E=89

Punto inicial	punto final	distancia por libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=89	R-26	349	366,45	937,7	750,6	27	150	1,89	1,009	1	1,19	83,808	853,331	102,731	2,635	64,13	PVC 250 PSI

SALE RAMAL B DE E=109

Punto inicial	punto final	distancia por libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=109	B-2	290	304,5	822	793	57	150	3,99	1,8921	2	2,37	9,68486	923,62835	130,62835	1,4022432	53,29	PVC 250 PSI
B-2	B-3	19	19,95	793	797	57	150	3,99	1,62389	1,5	1,676	3,42972	920,19863	123,19863	2,8039613	3,49	PVC 250 PSI
B-3	B-13	703	738,15	797	764	57	150	3,99	2,20997	1,5	1,676	126,9	793,29892	29,298924	2,8039613	129,18	PVC 250 PSI

Continuación de apéndice 5.

SALE RAMAL C DE E=109																	
Punto inicial	punto final	distancia libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=109	C-3	117	122,85	822	780	69	150	4,83	1,565	1,5	1,754	24,098	909,215	129,215	3,099	21,50	PVC 250 PSI
C-3	C-4	18	18,9	780	830	69	150	4,83	1,028	1,5	1,754	3,707	905,508	75,508	3,099	3,31	PVC 160 PSI
C-4	C-9	370	388,5	830	742	42	150	2,94	1,410	1,5	1,754	30,419	875,089	133,089	1,886	67,99	PVC 250 PSI
C-9	C-15	352	369,6	742	813	42	150	2,94	1,459	1,5	1,754	28,939	846,150	33,150	1,886	64,68	PVC 160 PSI

SALE RAMAL D DE E=109																	
Punto inicial	punto final	distancia libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=109	D-3	225	236,25	822	765	27	150	1,89	1,177	1,5	1,676	10,194	923,119	158,119	1,328	41,34	PVC 250 PSI
D-3	D-8	333	349,65	765	888	27	150	1,89	1,089	1,5	1,754	12,089	911,030	23,030	1,213	61,19	PVC 160 PSI
D-8	D-14	373	391,65	888	857	27	150	1,89	1,480	1,5	1,754	13,541	897,489	40,489	1,213	68,54	PVC 160 PSI

SALE RAMAL No. 8 DE E=115																	
Punto inicial	punto final	distancia libreta	distancia con 3% por ondulación	cota inicial	cota final	area de riego	constante tubería	caudal	diametro teorico	diametro nominal	diametro	perdida de energia	piezometria	presion M.C.A.	velocidad	tubos	detalles de tubería
E=115	E-A3	38,2	40,11	870	839	12	150	0,84	0,681	1	1,19	2,046	930,688	91,688	1,171	7,02	PVC 160 PSI

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Cronograma de actividades de proyecto de miniriego para el cantón Pajij I**

**SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAJIJ I  
SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ.**  
Tiempo de ejecución: **12 meses**

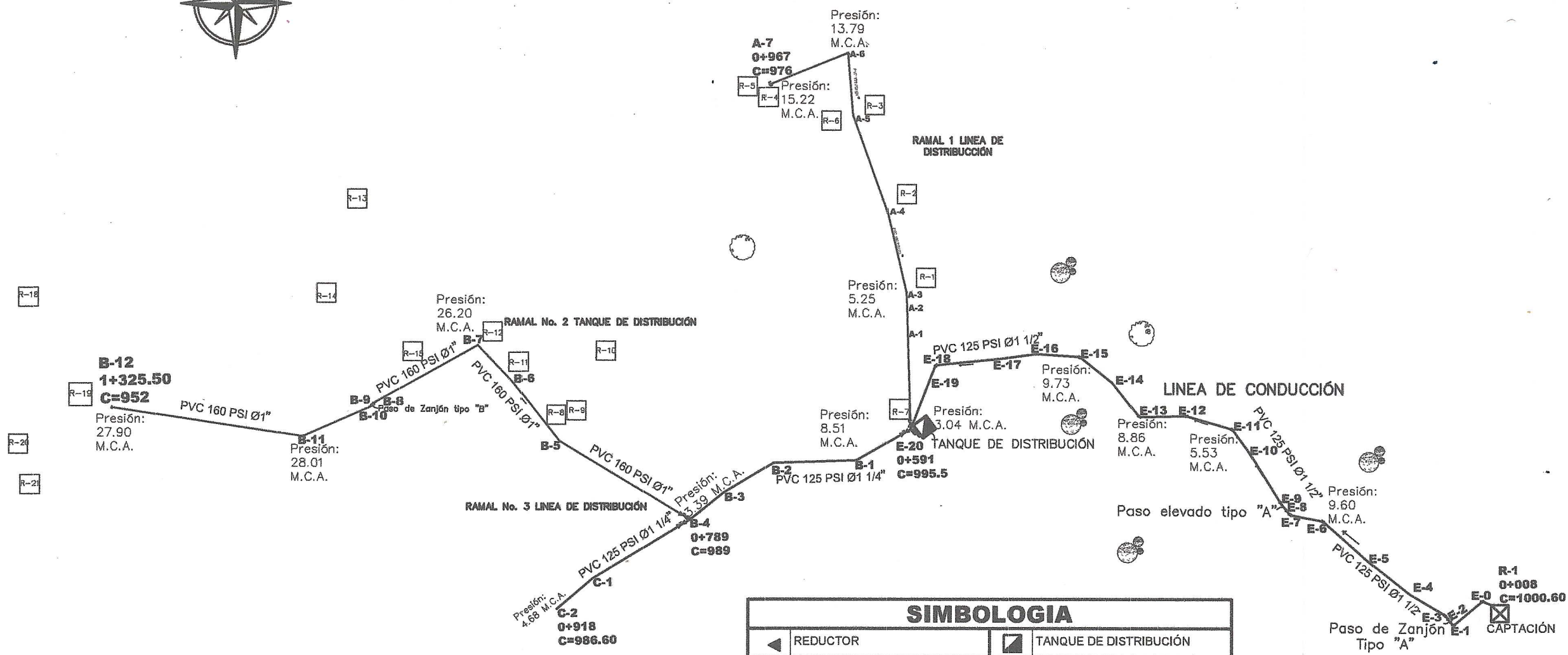
No	ACTIVIDADES	MESES												AVANCE %	AVANCE FINACIERO	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Replanteo topográfico	■													2,34%	Q73.681,14
2	Excavación y relleno	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	17,19%	Q540.403,51
3	Línea de conducción															
3.1	Línea de conducción tubería pvc 8" 125 psi		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	12,51%	Q393.089,06
3.2	Línea de conducción tubería pvc 8" 250 psi		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5,49%	Q172.599,64
4	Red de distribución															
4.1	Red de distribución tubería HG T.P. 1020 psi 8"				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	14,78%	Q464.655,00
4.2	Red de distribución tubería pvc 6" 125 psi				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	2,83%	Q88.799,22
4.3	Red de distribución tubería pvc 6" 160 psi				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3,89%	Q122.144,31
4.4	Red de distribución tubería pvc 6" 250 psi				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	11,51%	Q361.846,38
4.5	Red de distribución tubería HG T.P. 1020 psi 6"				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1,91%	Q60.148,94
4.6	Red de distribución tubería pvc 4" 250 psi				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	2,04%	Q64.160,68
4.7	Red de distribución tubería pvc 4" 160 psi				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1,19%	Q37.353,29
4.8	Red de distribución tubería HG T.L. 700 psi 4"				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	2,42%	Q76.078,39
4.9	Red de distribución tubería pvc 2 1/2" 125 psi				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1,44%	Q45.386,63
4.10	Red de distribución tubería pvc 2 1/2" 160 psi				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0,51%	Q16.175,13
4.11	Red de distribución tubería pvc 1 1/2" 250 psi				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1,19%	Q37.527,64
4.12	Red de distribución tubería pvc 1 1/2" 160 psi				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1,60%	Q50.307,01
4.13	Red de distribución tubería pvc 1" 160 psi				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0,68%	Q21.355,15
4.14	Red de distribución tubería pvc 1" 250 psi				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0,56%	Q17.519,00
4.15	Red de distribución tubería HG T.L. 700 psi 1"				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1,11%	Q34.985,58
5	Caja de captación y canal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	0,58%	Q18.303,15
6	Caja con válvulas															
7	Caja con válvula de limpieza								■	■	■	■	■	■	0,68%	Q21.318,58
8	Caja con válvula de aire								■	■	■	■	■	■	0,37%	Q11.646,02
9	Caja con válvula de compuerta								■	■	■	■	■	■	1,42%	Q44.729,34
10	Paso aéreo tipo A (92 m)								■	■	■	■	■	■	2,92%	Q91.635,09
11	Paso aéreo tipo B (16 m)								■	■	■	■	■	■	0,24%	Q7.631,49
12	Anclajes de tuberías								■	■	■	■	■	■	0,03%	Q982,17
13	Conexión domiciliar								■	■	■	■	■	■	8,09%	Q254.262,32
14	Transporte								■	■	■	■	■	■	0,46%	Q14.400,00
INVERSIÓN trimestral		Q785.780,97			Q785.780,97			Q785.780,97			Q785.780,97			100,00%	Q3.143.123,87	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q3.143.123,87												100,00%	Q3.143.123,87	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Planos elaborados del diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el cantó Xetinit, Santa Cruz del Quiché, Quiché.**

- 1/13 Planta general de diseño
- 2/13 Planta general de diseño
- 3/13 Perfil línea de conducción
- 4/13 Perfil de ramal 1
- 5/13 Perfil de ramal 3
- 6/13 Perfil de ramal C
- 7/13 Perfil de ramal C
- 8/13 Perfil de ramal 2
- 9/13 Obras hidráulicas
- 10/13 Obras hidráulicas
- 11/13 Obras hidráulicas
- 12/13 Cajas de válvulas
- 13/13 Cajas de válvulas

Fuente: elaboración propia.



SIMBOLOGIA			
	REDUCTOR		TANQUE DE DISTRIBUCION
	VALVULA DE COMPUERTA		VIVIENDA
	ZONA BOScosa		TAPON
	TUBERIA DE CONDUCCION		CAPTACION
	TUBERIA DE DISTRIBUCION		CAJA PARA VALVULAS
	CODO 90° O 45°		ESTACIONES
	TEE		PASO DE ZANJON

PLANTA DE DISEÑO GENERAL  
ESC: 1/200

ESPECIFICACIONES GENERALES DE DISEÑO	
POBLACION ACTUAL	185 HAB.
POBLACION FUTURA	444 Hab.
TASA DE INCREMENTO POBLACIONAL	4.05 %
DENSIDAD POBLACIONAL	5 HAB./VIV.
NÚMERO DE CASAS	37
PERIODO DE DISEÑO	20 AÑOS
DOTACION	80 L/HAB./DIA
CAUDAL DE CONDUCCION	0.534 LTS/SEG.
FMH (1.8-2.5)	1.8
FDM (1.2-1.5)	1.3

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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHÉ  
Ing. Juan Merck Cos  
asesor SUPERVISOR DE EPS

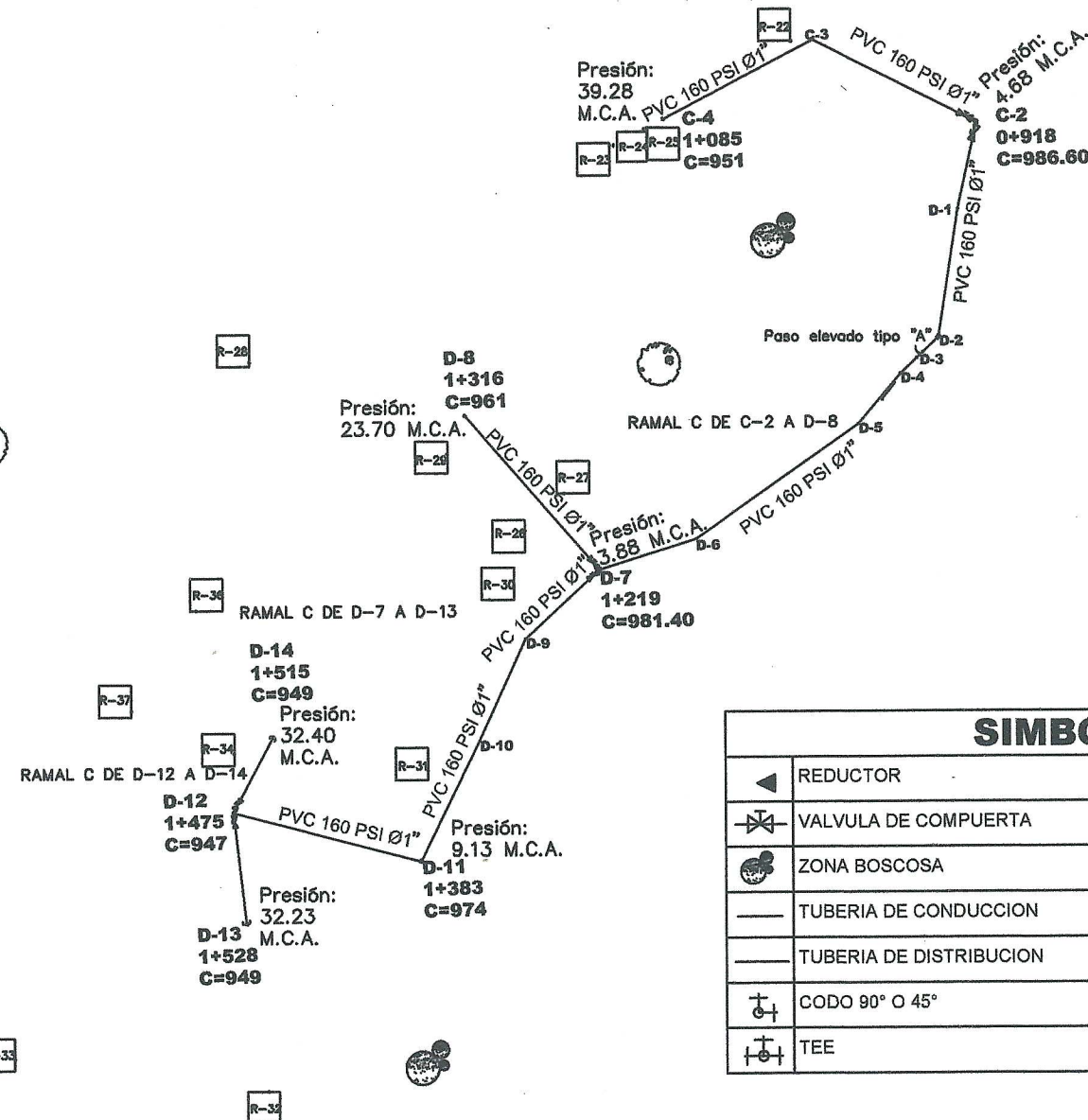
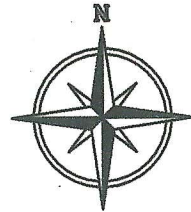
ayuda de Prácticas de Ingeniería y EPS  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
CANTÓN XETINIMK  
SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ

CONTENIDO:  
**PLANTA DE DISEÑO GENERAL**

TOPOGRAFIA: Victor Tujie	DISEÑO: Melisa León Urrutia	Resp.:	HOJA No. 1 13
CALCULO: Melisa León Urrutia	ESCALAS: Indicada		
DIBUJO: Melisa León Urrutia	REVISION:		

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



SIMBOLOGIA			
	REDUCTOR		TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	VALVULA DE COMPUERTA		VIVIENDA
	ZONA BOScosa		TAPÓN
	TUBERIA DE CONDUCCION		CAPTACION
	TUBERIA DE DISTRIBUCION		CAJA PARA VALVULAS
	CODO 90° O 45°		ESTACIONES
	TEE		PASO DE ZANJON

ESPECIFICACIONES GENERALES DE DISEÑO	
POBLACIÓN ACTUAL	185 HAB.
POBLACIÓN FUTURA	444 Hab.
TASA DE INCREMENTO POBLACIONAL	4.05 %
DENSIDAD POBLACIONAL	5 HAB./VIV.
NÚMERO DE CASAS	37
PERIODO DE DISEÑO	20 AÑOS
DOTACIÓN	80L/HAB./DIA
CAUDAL DE CONDUCCIÓN	0.534 LTS/SEG.
FMH (1.8-2.5)	1.8
FDM (1.2-1.5)	1.3

## PLANTA DE DISEÑO GENERAL

ESC: 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

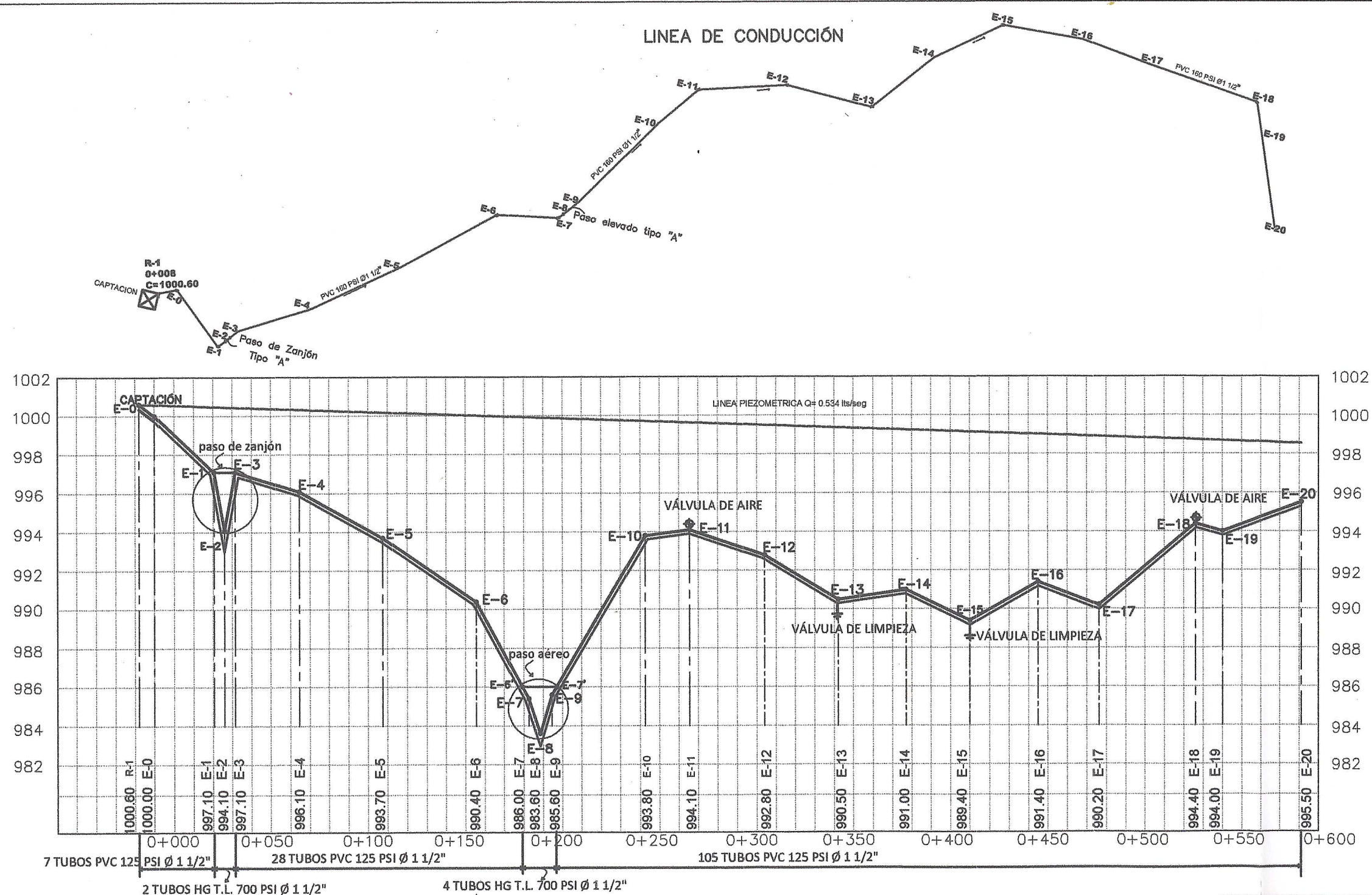
MUNICIPALIDAD DE  
 SANTA CRUZ DEL QUICHE  
 ASesor - SUPERVISOR DE EPS

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 CANTÓN XETIMMIT  
 SANTA CRUZ DEL QUICHE, QUICHÉ

Facultad de Ingeniería

CONTENIDO:  
**PLANTA DE DISEÑO GENERAL**

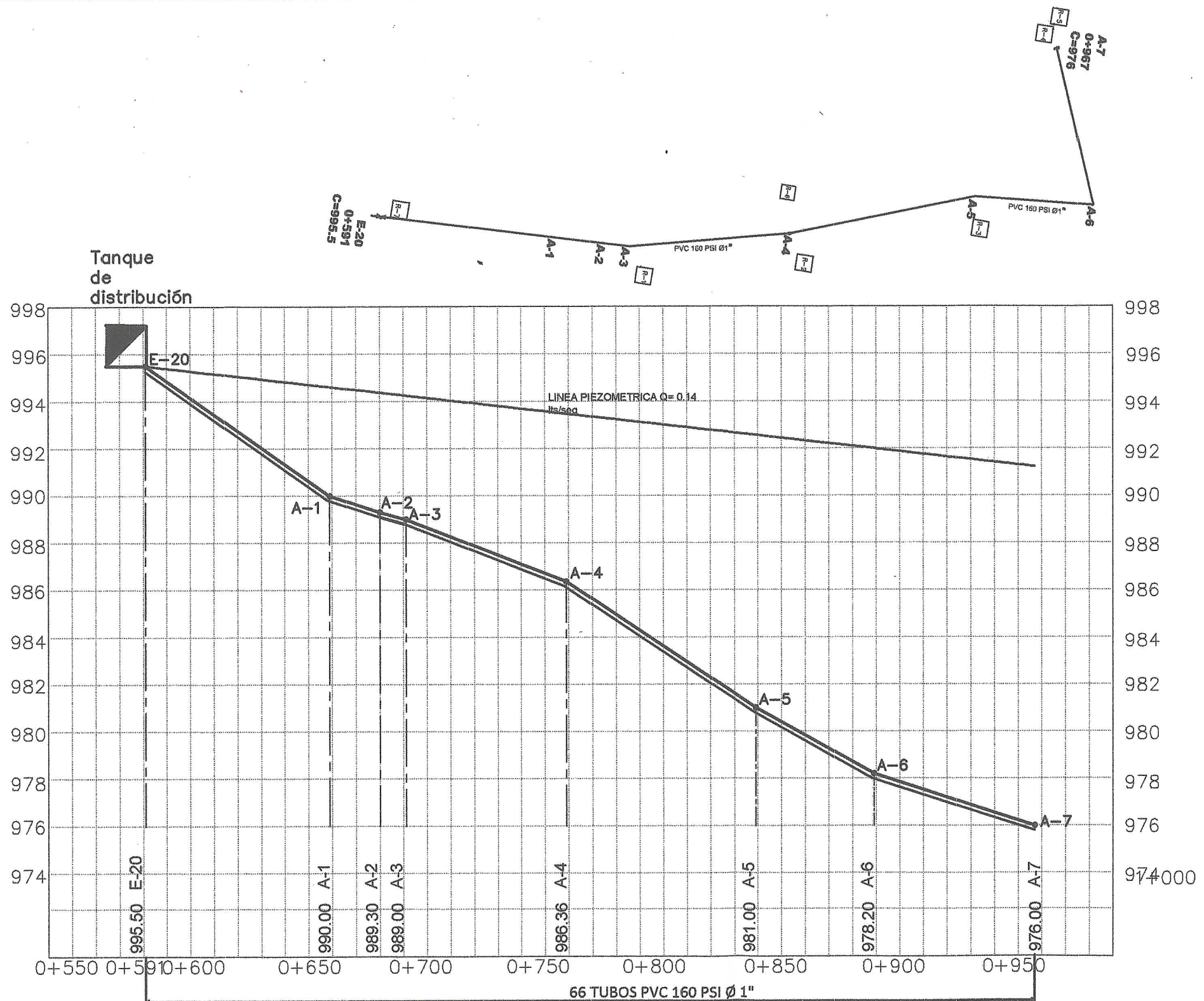
TOPOGRAFIA: Victor Tujjo	DISEÑO: Melisa León Urrutia	Resp.:	HOJA No.
CALCULO: Melisa León Urrutia	ESCALAS: indicada		2
DIBUJO: Melisa León Urrutia	REVISION:		13



**PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN**

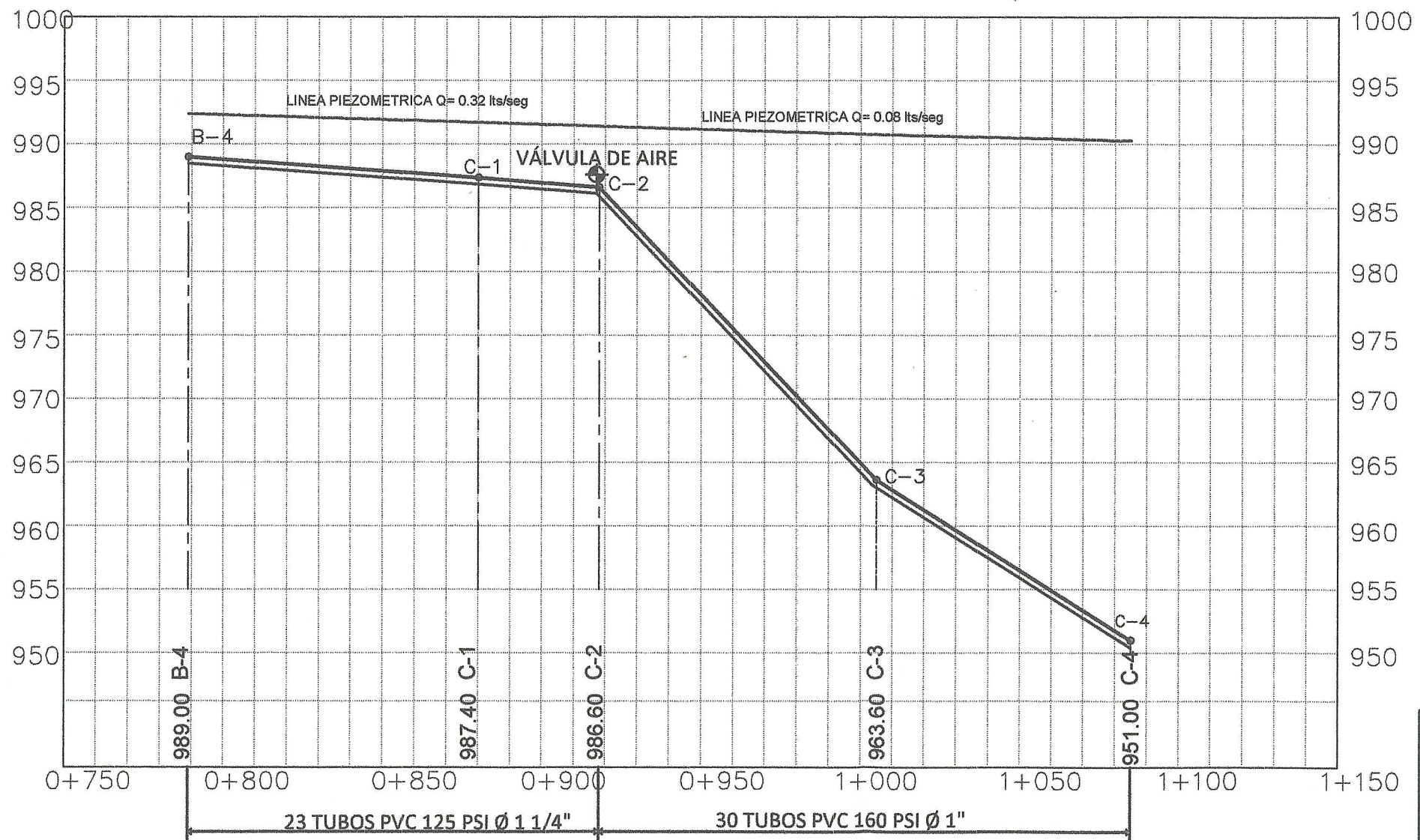
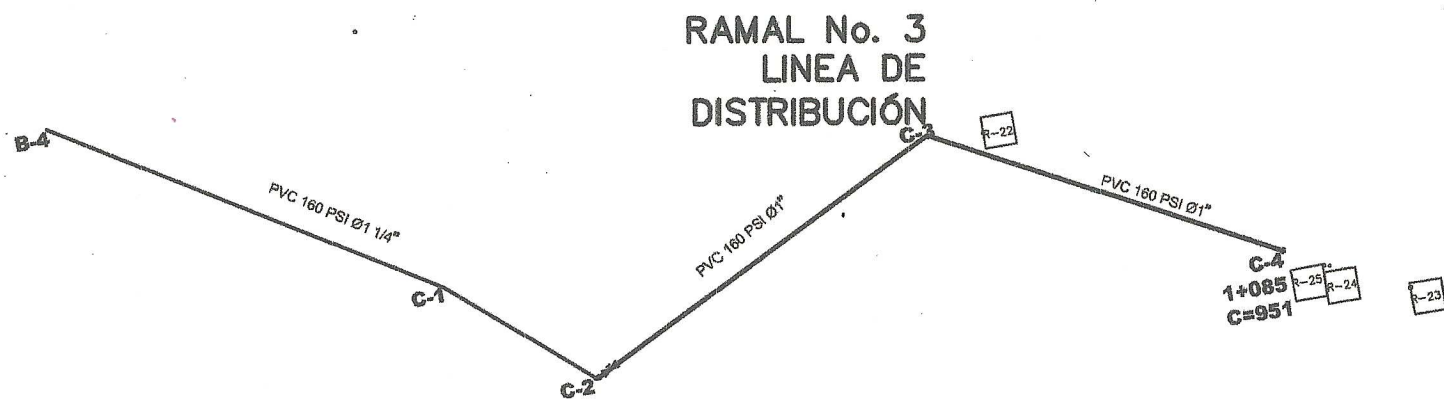
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE	
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CANTÓN XETINIMIT SANTA CRUZ DEL QUICHE, GUATEMALA, G.A.	
CONTENIDO: <b>PERFILES</b>	
TOPOGRAFIA: Victor Tujillo	DISEÑO: Melisa Loán Urrutia
CALCULO: Melisa Loán Urrutia	ESCALAS: Indicada
DIBUJO: Melisa Loán Urrutia	REVISIÓN: Indicada





**PERFIL RAMAL No. 1 LINEA DE DISTRIBUCIÓN**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
 Santa Cruz del Quiché, Guatemala, C.A.	MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHÉ
	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CANTÓN XETINIMIT SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, GUATEMALA
CONTENIDO: PERFILES	Ing. Juan Méndez SUPERVISOR DE EPS Unidad de prácticas de Ingeniería y EPS
TOPOGRAFÍA: Victor Tullio	DISEÑO: Melisa León Urrutia
CÁLCULO: Melisa León Urrutia	ESCALAS: indicada
DIBUJO: Melisa León Urrutia	REVISIÓN: No. 4
Facultad de Ingeniería No. 13	

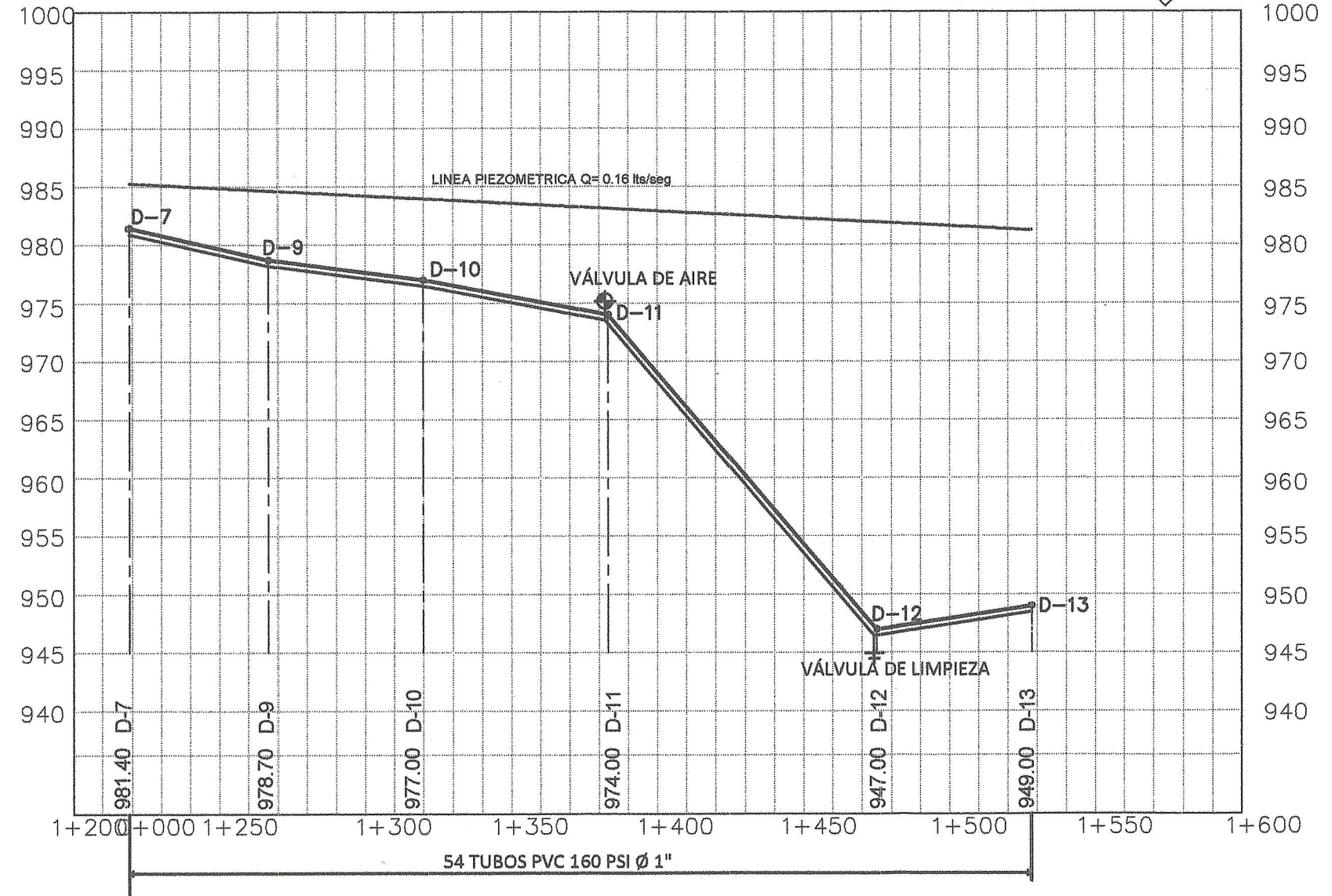
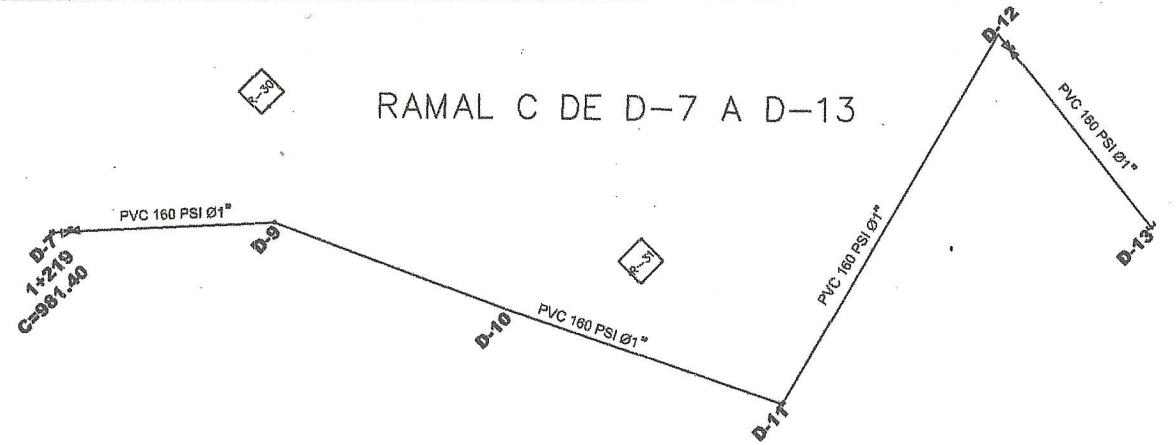


PERFIL RAMAL No.3 LINEA DISTRIBUCCION

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPER VISADO	
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE	
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CANTÓN XETINIMIT, SANTA CRUZ DEL QUICHE, GUATEMALA	
Ing. Juan Melisa Urrutic Supervisor de Proyectos de Ingeniería y EPS	
<b>PERFILES</b>	
TOPOGRAFIA: Victor Tujio	DISEÑO: Melisa Urrutic
CALCULO: Melisa León Urrutic	ESCALAS: Indicadas
DIBUJO: Melisa León Urrutic	REVISION:
HOJA No. 5	
13	

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

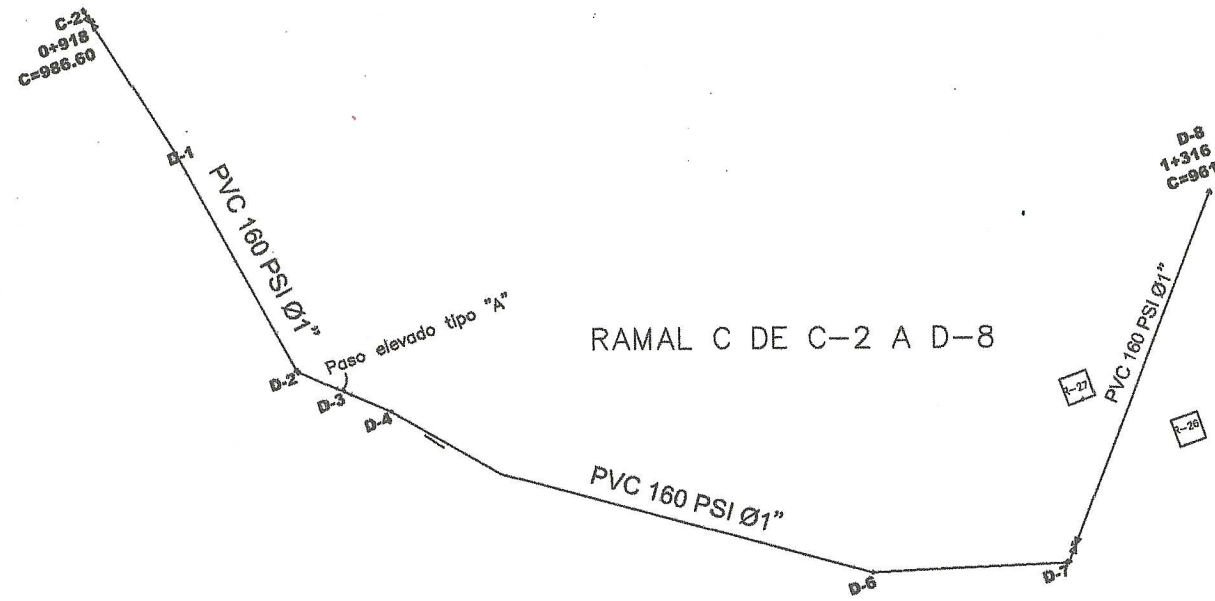


PERFIL RAMAL C DE D-7 A D-13

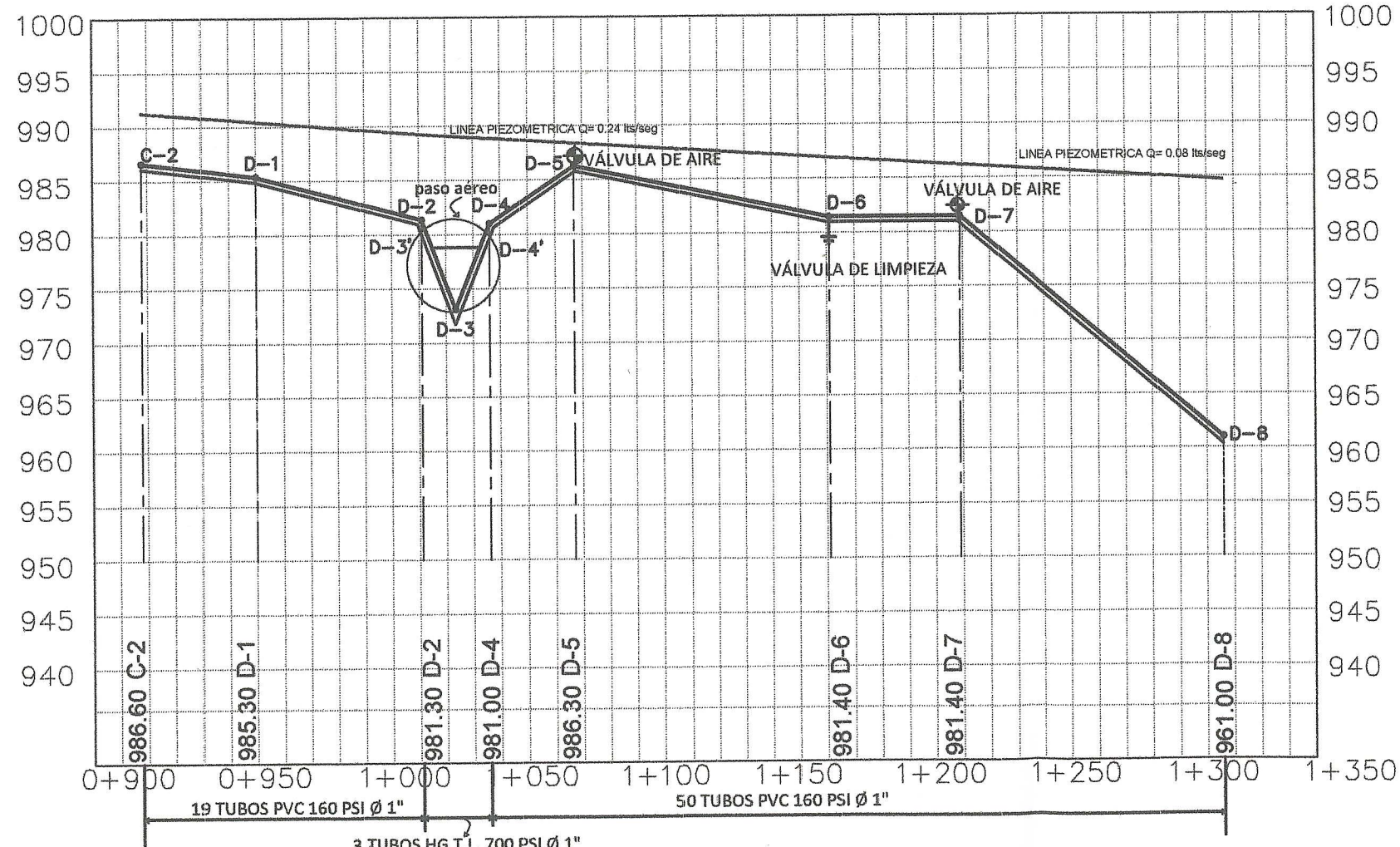
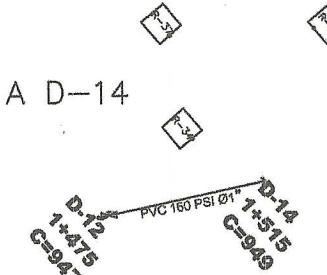
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHÉ		SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, GUATEMALA	
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CANTÓN XETINIMIT			
SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, GUATEMALA			
ING. J. LEÓN URRUTIA			
RESP. SUPERVISOR DE EPS			
PERFILES			
TOPOGRAFIA:	DISEÑO:	ESCALAS:	REVISIÓN:
Victor Tulio	Melisa León Urrutia	Indicada	
CALCULO:	DIBUJO:	REVISIÓN:	
Melisa León Urrutia	Melisa León Urrutia		
HOJA No.			6 13

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

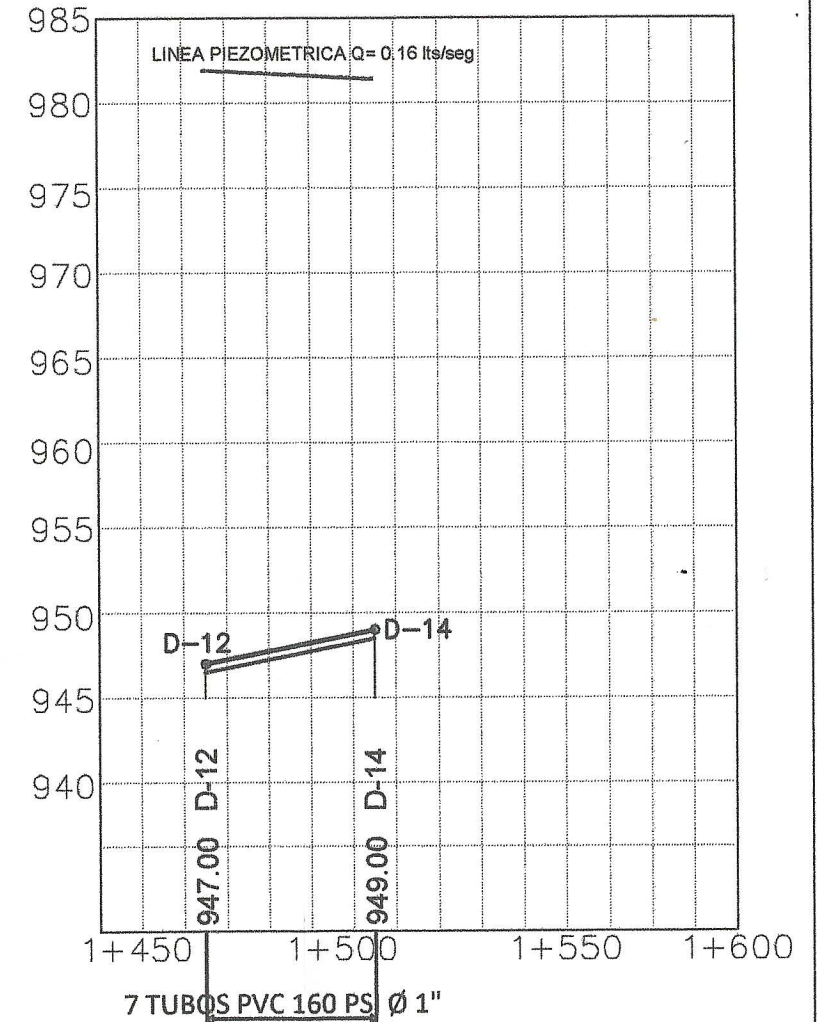
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



RAMAL C DE D-12 A D-14



PERFIL RAMAL C DE C-2 A D-8

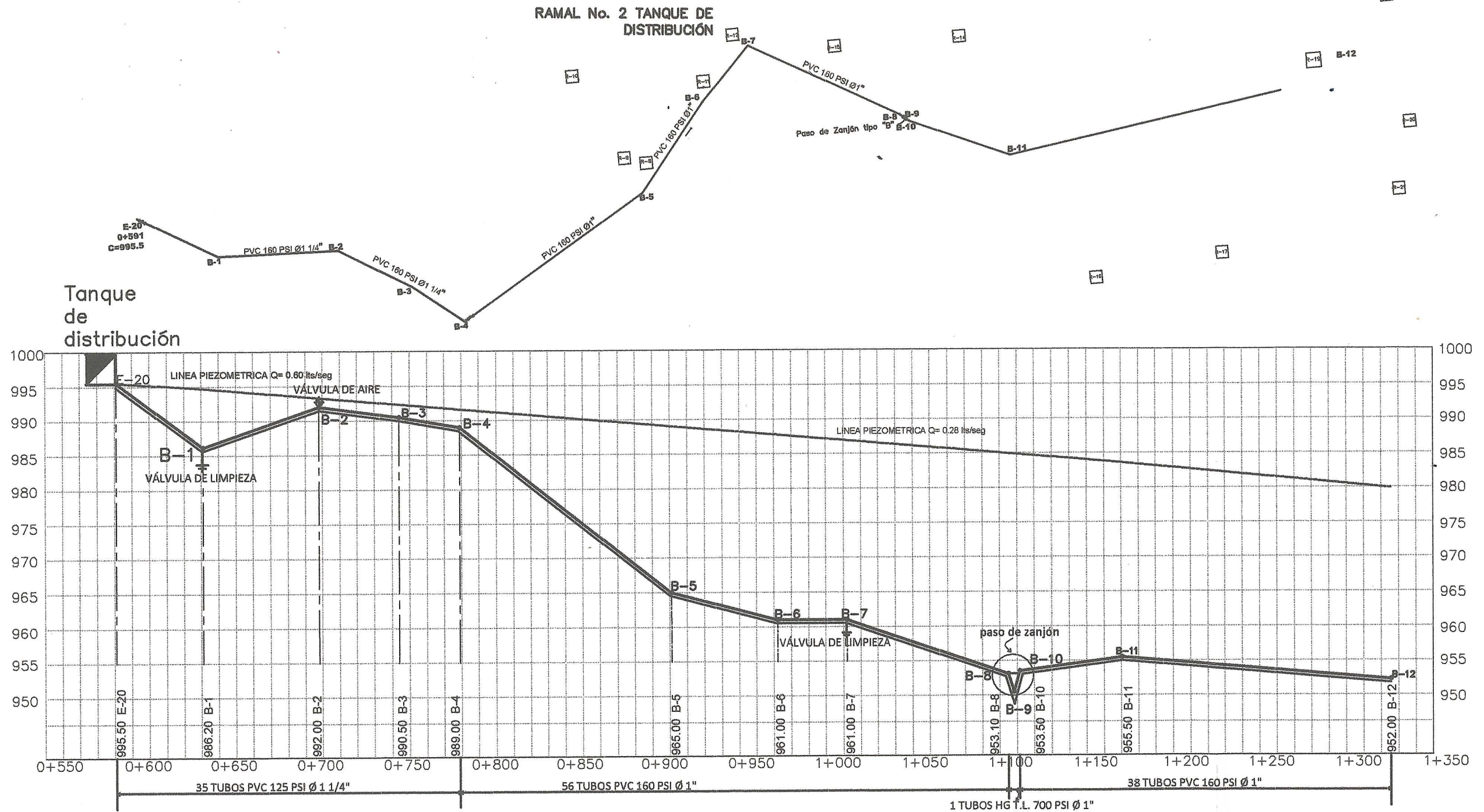


PERFIL RAMAL C DE D-12 A D-14

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE	
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CANTÓN XETINIMIT SANTA CRUZ DEL QUICHE	
CONTENIDO: PERFILES	
TOPOGRAFIA: Victor Tujo	DISEÑO: Melina León Urrutia
CALCULO: Melina León Urrutia	ESCALAS: Indicada
DIBUJO: Melina León Urrutia	REVISIÓN: Indicada
HOJA No. 7 13	

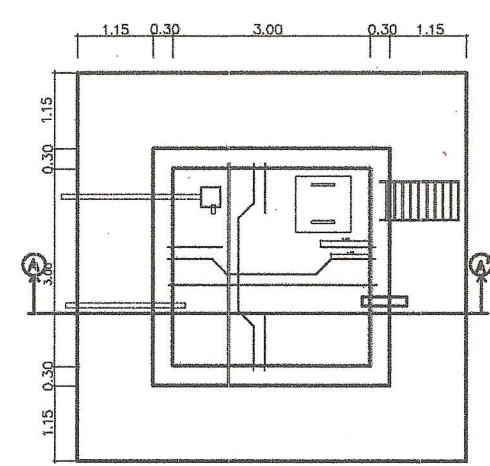
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

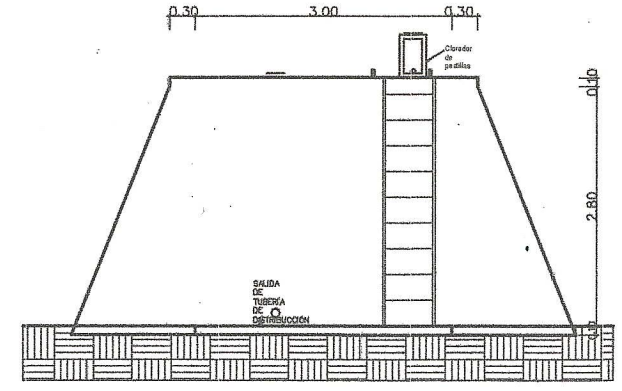


PERFIL RAMAL No.2 TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

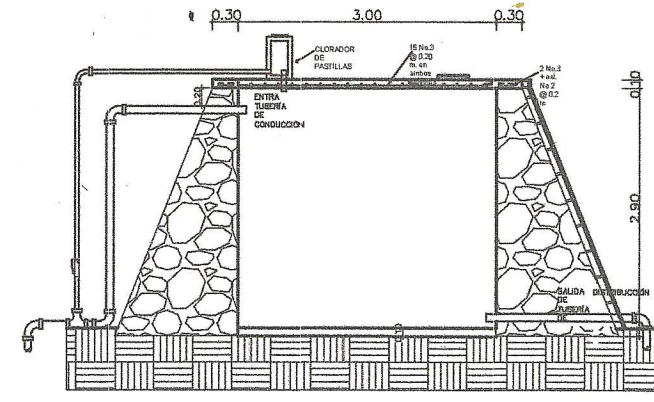
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
CANTÓN XETZ'UMANT	
SANTA CRUZ DEL QUICHE, QUICHÉ	
CONTENIDO: ASesoría y SUPERVISOR DE EPS	
TOPOGRAFIA: Victor Tulla	DISEÑO: Víctor León Urrutia
CALCULO: Melica León Urrutia	ESCALAS: 1:100
DIBUJO: Melica León Urrutia	REVISOR: Melica León Urrutia
HOJA No. 8	13



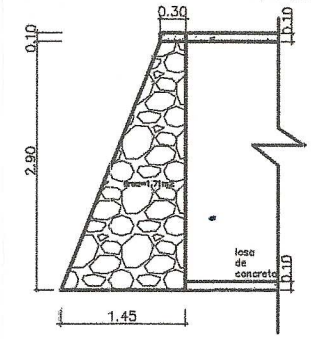
PLANTA DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN  
ESC: 1/6



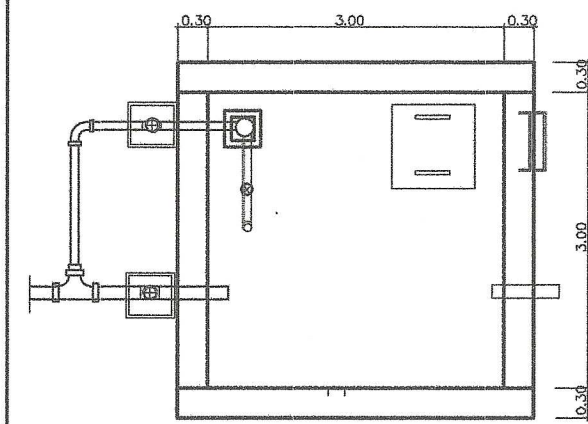
PERFIL DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN  
ESC: 1/6



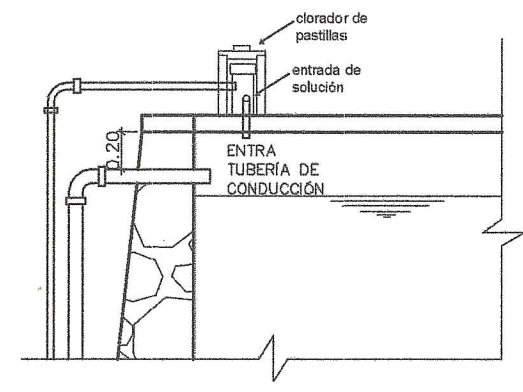
SECCIÓN A-A'  
ESC: 1/6



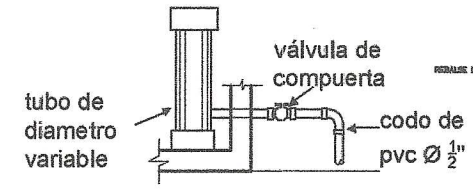
DETALLE DE MURO



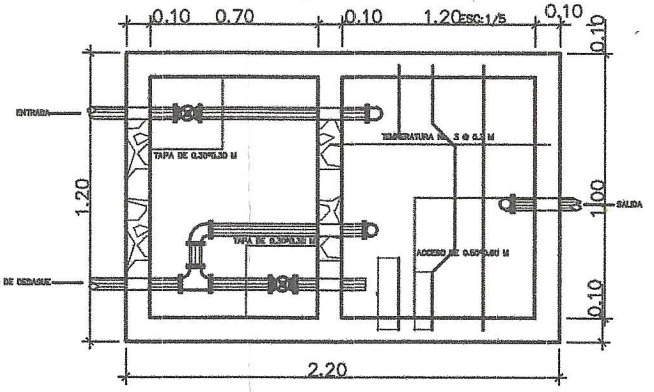
PLANTA DE CLORADOR DE PASTILLAS  
SIN ESCALA



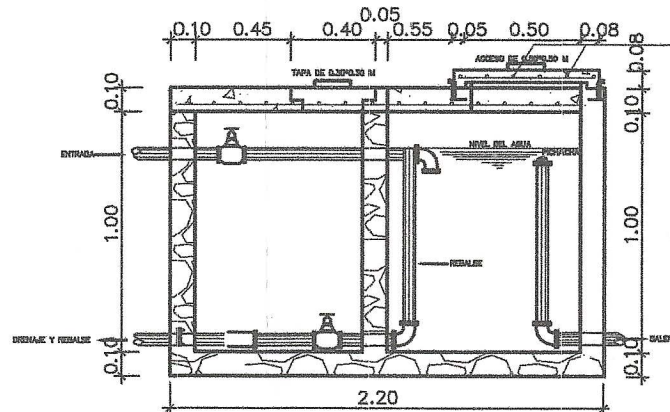
PERFIL DE CLORADOR DE PASTILLAS  
SIN ESCALA



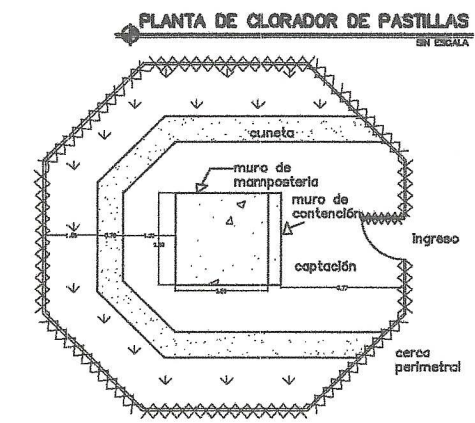
DETALLES DE CLORADOR DE PASTILLAS  
SIN ESCALA



PLANTA DE DESARENADOR  
ESC: 1/50

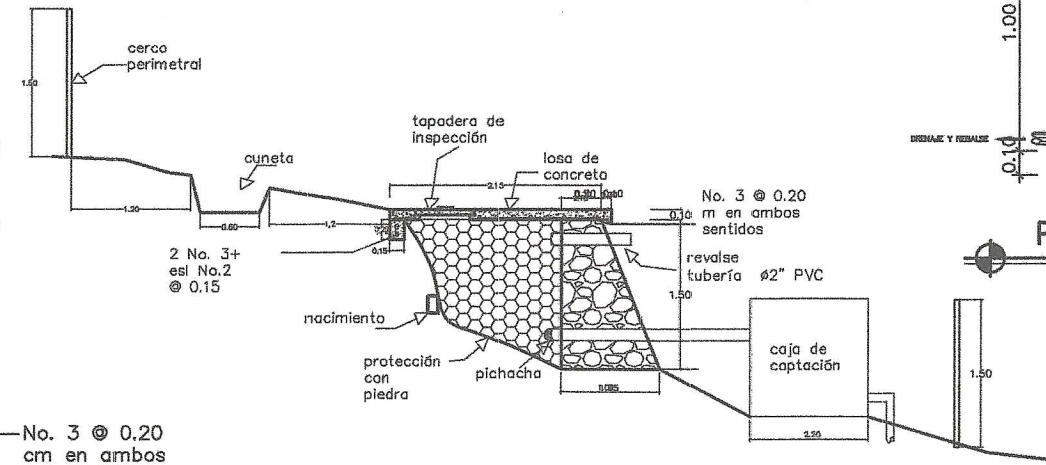


PERFIL DE DESARENADOR  
ESC: 1/50

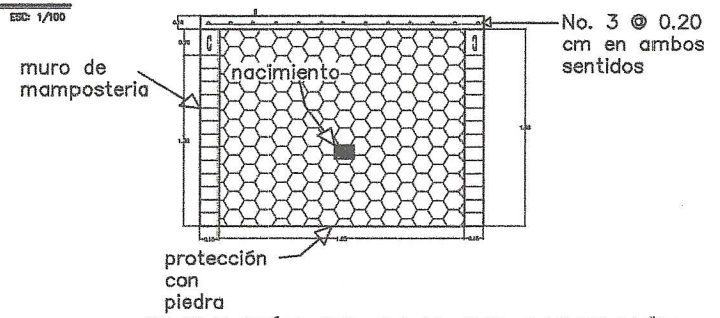


PLANTA DE CAJA DE CAPTACIÓN  
ESC: 1/100

- NOTAS:
- el concreto deberá tener una resistencia de 2810 kg/cm<sup>2</sup>
  - la resistencia que se utilizara para el concreto será de 210 kg/cm<sup>2</sup> (3000 lb/pulg<sup>2</sup>) a 28 días para la fundición de columnas y zapatas.
  - el volumen de piedra bola para el concreto ciclópeo no deberá exceder de un tercio del volumen total a fundir con dicho concreto. el acero de refuerzo deberá ser de grado 40 legitimo.
  - la estructura esta diseñada para un suelo con valor soporte de 15 ton/m<sup>2</sup>.
  - todas las dimensiones estan dadas en metros.



PERFIL DE CAJA DE CAPTACIÓN  
ESC: 1/25



ELEVACIÓN DE CAJA DE CAPTACIÓN  
ESC: 1/25

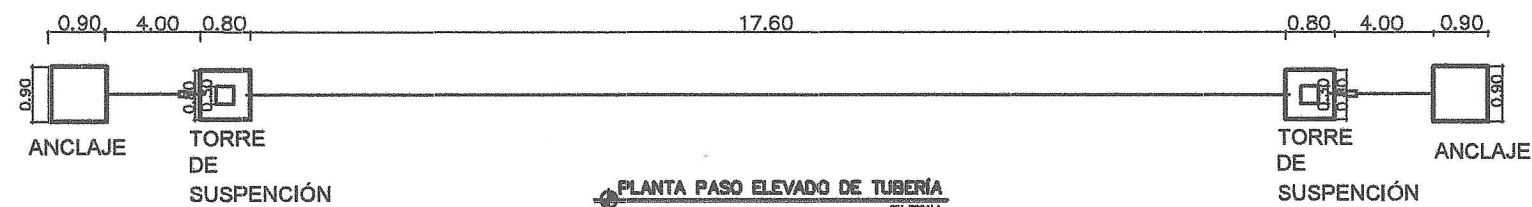
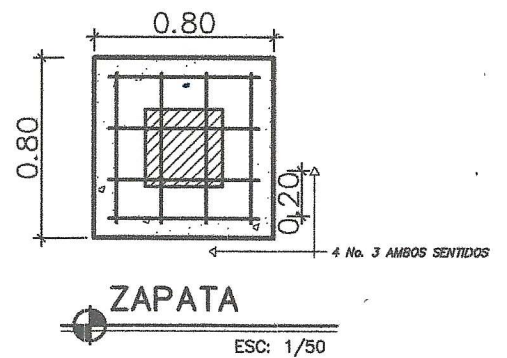
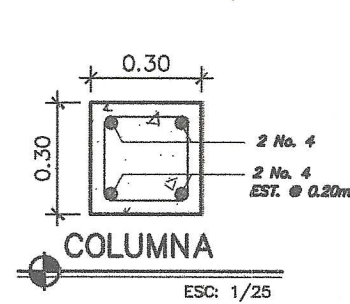
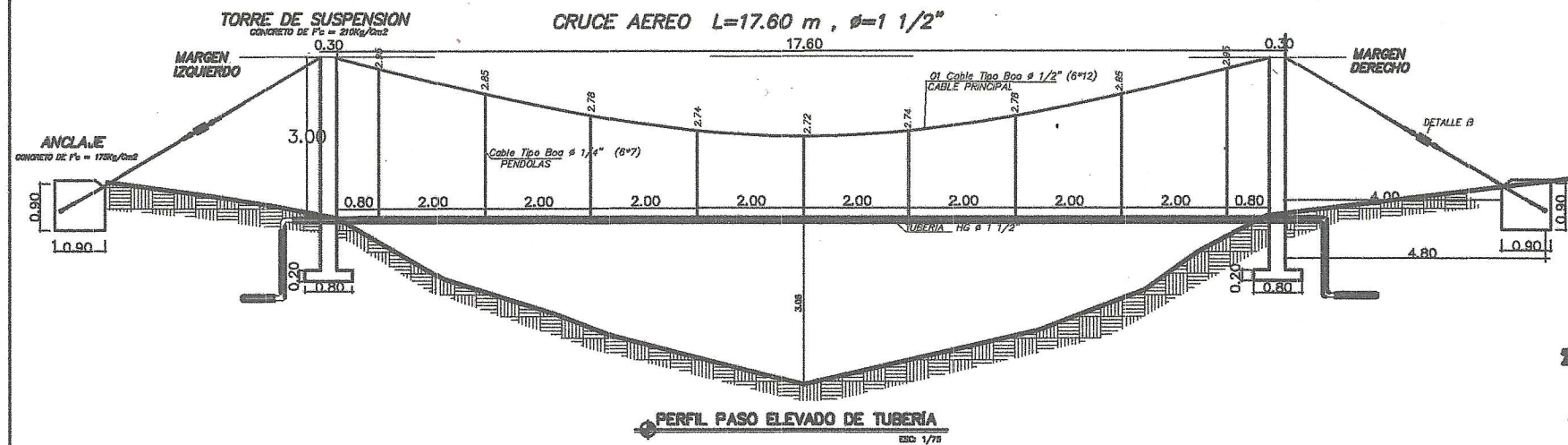
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
SANTA CRUZ DEL QUICHE

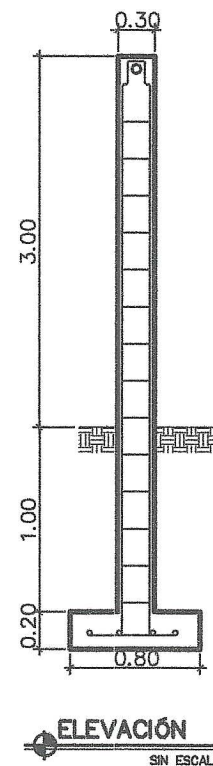
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
ASESOR CAMPESINISTA  
SANTA CRUZ DEL QUICHE

OBRAS HIDRÁULICAS

PROYECTISTA: Miguel Chamón/Roberto Mermelero	DISEÑO: Miguel Leticia Mermelero	RESP.:	HQA No.
CALEFICACIÓN: Miguel Leticia Mermelero	ESCALAS: Indicadas		9
REVISIÓN: Miguel Leticia Mermelero	REVISOR:		13

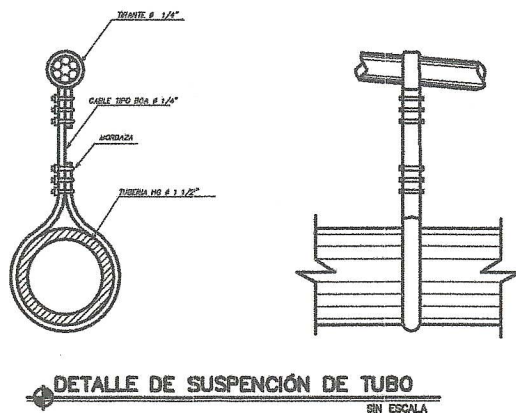
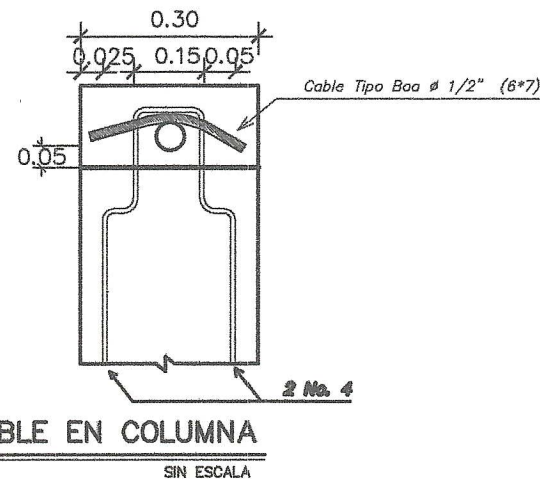
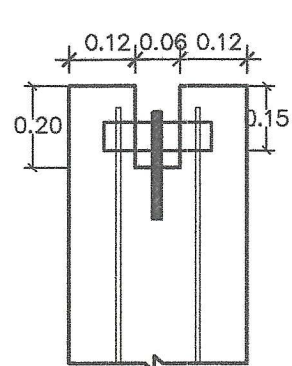
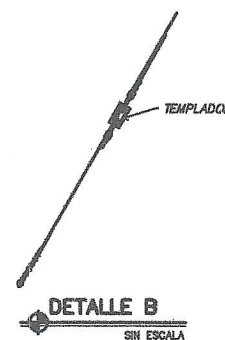
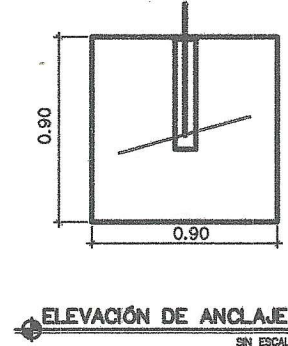
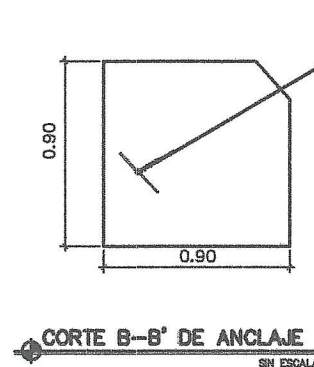
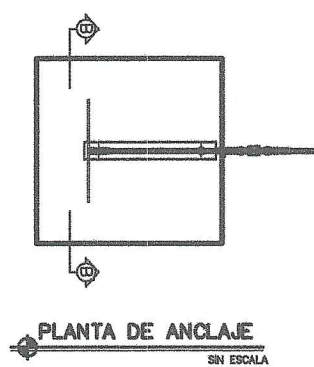


TORRE DE SUSPENSION



NOTAS:

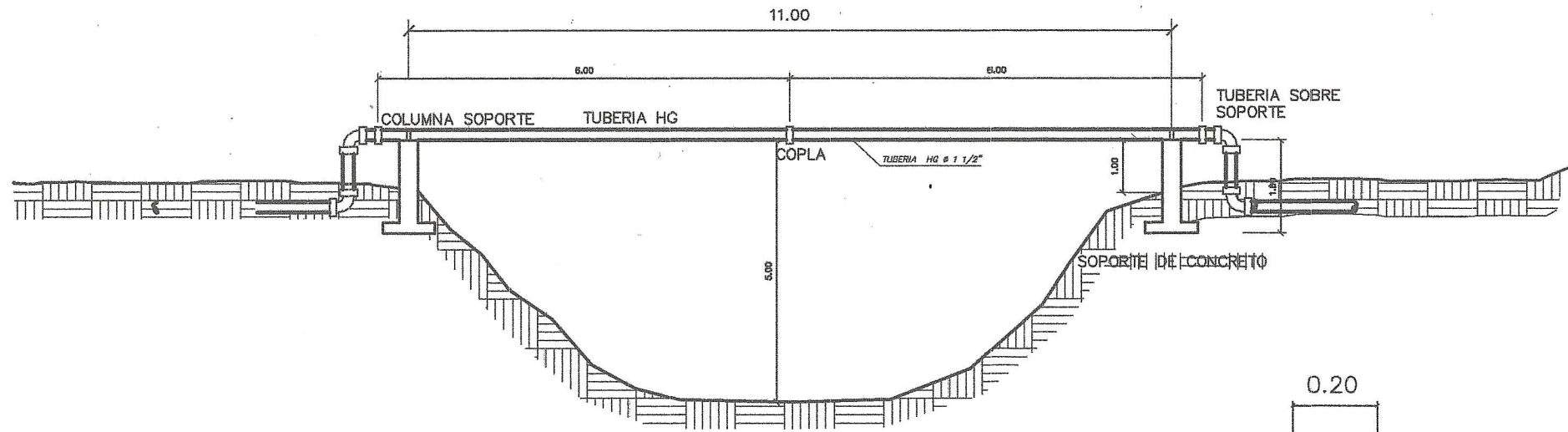
- la resistencia que se utilizara para el concreto será de 210 kg/cm<sup>2</sup> (3000 lb/pulg<sup>2</sup>) a 28 días para la fundición de columnas y zapatas.
- el acero de refuerzo deberá ser de grado 40 legitimo.
- el cable será de acero galvanizado compuesto de seis cordones de siete alambres por cordón con un diametro según para cada uso.
- el nivel de cimentación de cada columna deberá ser el mismo para ambas columnas y estas ultimas quedaran perfectamente alineadas con los muertos respectivos.
- la estructura esta diseñada para un suelo con valor soporte de 15 ton/m<sup>2</sup>.
- a los ganchos de anclaje se les deberán aplicar dos manos de pintura anticorrosiva.
- todas las dimensiones estan dadas en metros.
- todos los extremos del cable deberan protegerse con 8 a 10 vueltas de alambre de alambre galvanizado.
- si el terreno tiene pendiente, la localización del muerto estara definida considerando que el cable tiene una inclinación con relación 1 vertical y 2 horizontal.



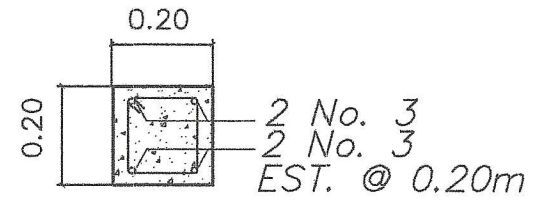
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD de San Carlos de Guatemala  
 SANTA CRUZ DEL QUICHE  
 Ing. Juan Merck Cos  
 ASISTENTE SUPERVISOR DE PBS  
 ASISTENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 Unidad de Practicas de OBRAS HIDRAULICAS  
 SANTA CRUZ DEL QUICHE, QUICHE

CONTENIDO:  
**OBRAS HIDRAULICAS**

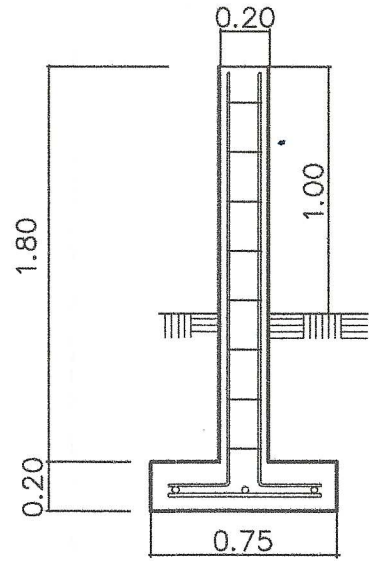
TITULO:	DESCRIPCION:	FECHA:	H.O.M. No.
Ugual (Guatemala) / Nuevo (Mundo)	Ugual (Guatemala) / Nuevo (Mundo)	Ugual (Guatemala) / Nuevo (Mundo)	10
ALUMNO:	ESCALA:	REVISOR:	13
Ugual (Guatemala) / Nuevo (Mundo)	Ugual (Guatemala) / Nuevo (Mundo)	Ugual (Guatemala) / Nuevo (Mundo)	



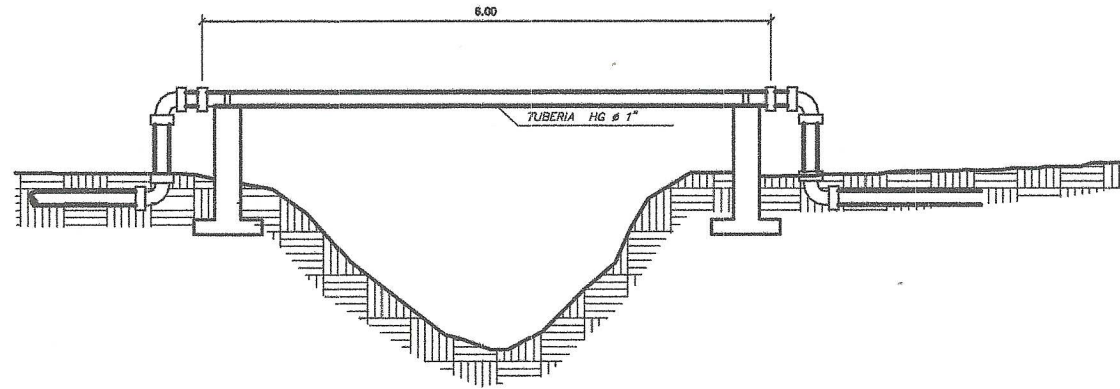
ELEVACIÓN DE PASO DE ZANJON TIPO "A"  
ESC: 1/75



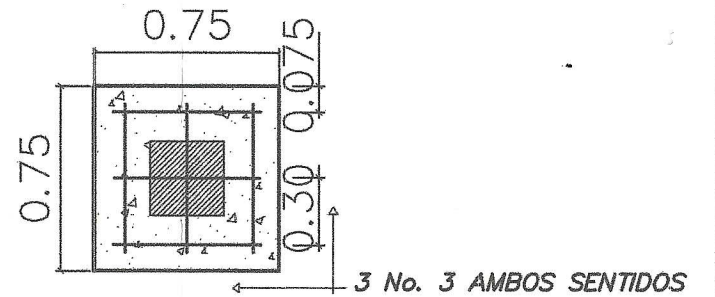
COLUMNA  
ESC: 1/25



ELEVACIÓN  
ESC: 1/50



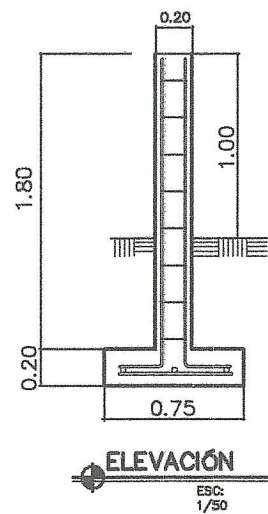
ELEVACIÓN DE PASO DE ZANJON TIPO "B"  
ESC: 1/75



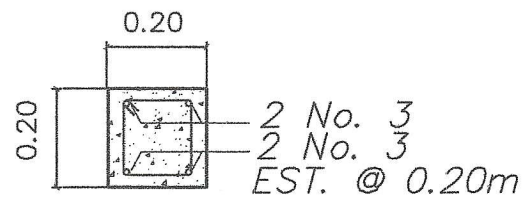
ZAPATA  
ESC: 1/50

NOTAS:

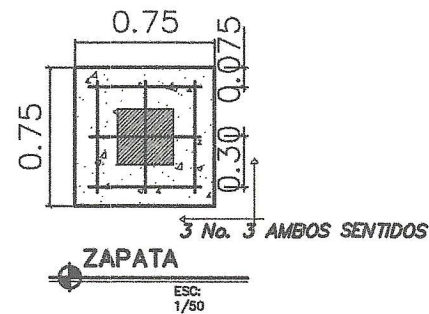
- la resistencia que se utilizara para el concreto será de 210 kg/cm<sup>2</sup> (3000 lb/pulg<sup>2</sup>) a 28 días para la fundición de columnas y zapatas.
- el acero de refuerzo deberá ser de grado 40 legitimo.
- el nivel de cimentación de cada columna deberá ser el mismo para ambas columnas y estas ultimas quedaran perfectamente alineadas con los muertos respectivos.
- la estructura esta diseñada para un suelo con valor soporte de 15 ton/m<sup>2</sup>.
- todas las dimensiones estan dadas en metros.



ELEVACIÓN  
ESC: 1/50



COLUMNA  
ESC: 1/25



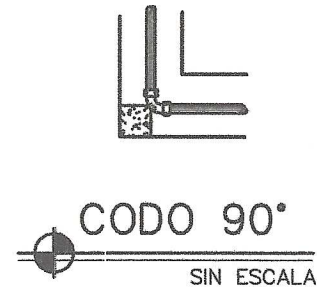
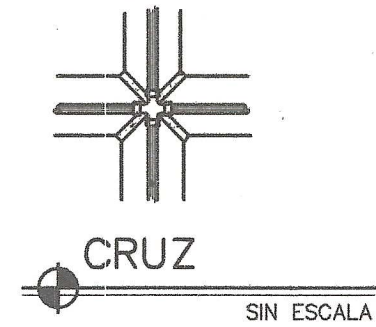
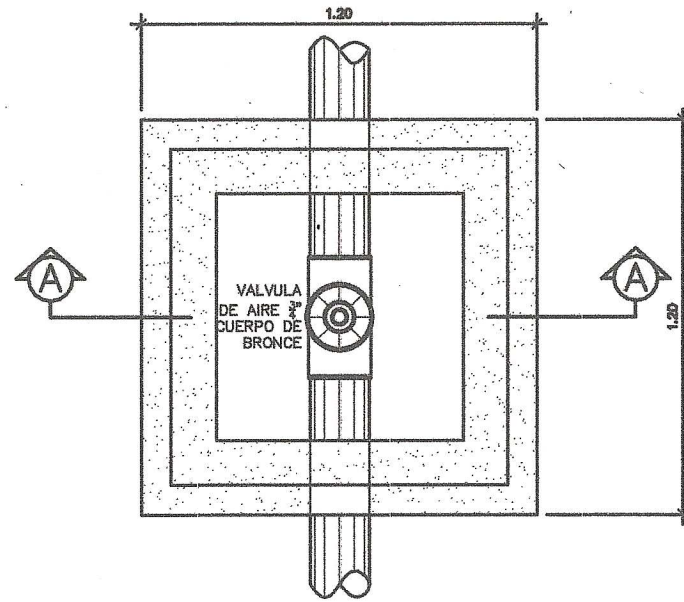
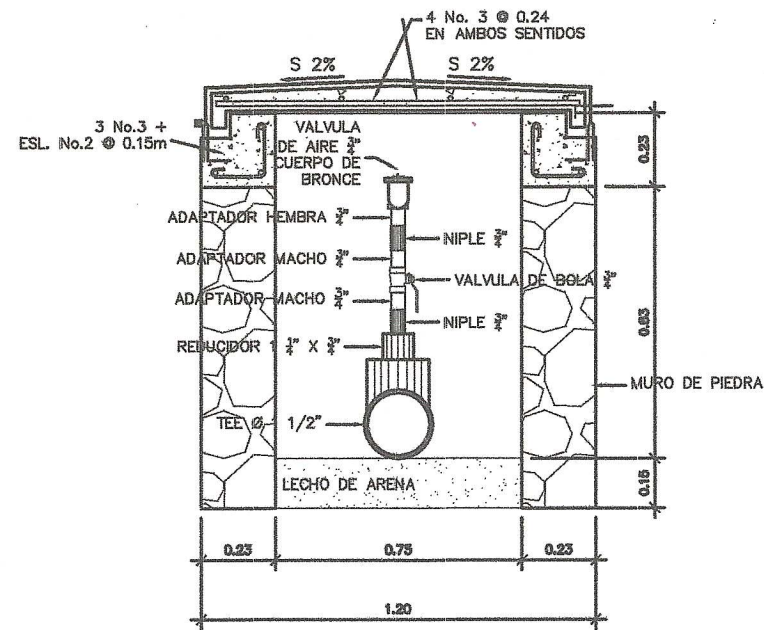
ZAPATA  
ESC: 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHÉ  
ASESOR SUPERVISOR DE EPC  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
CANTÓN DE RAMIT  
Santa Cruz del Quiché, Guatemala, G.A.  
Facultad de Ingeniería

**OBRAS HIDRÁULICAS**

TOPOGRAFIA:	DESIGNO:	FECHA:	HON. No.
Miguel Chantón/Andrés Mena	Miguel León Méndez		11
CALEDA:	EDIFICIO:		13
Miguel León Méndez	Edificio		
EDIFICIO:	REVISOR:		
Miguel León Méndez			



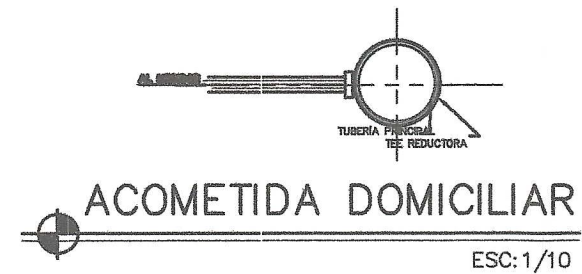
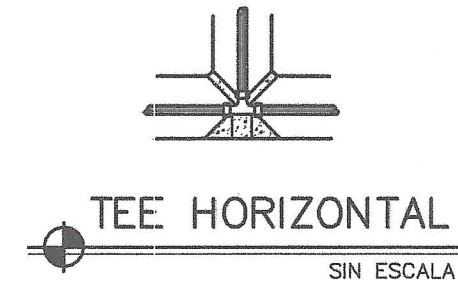
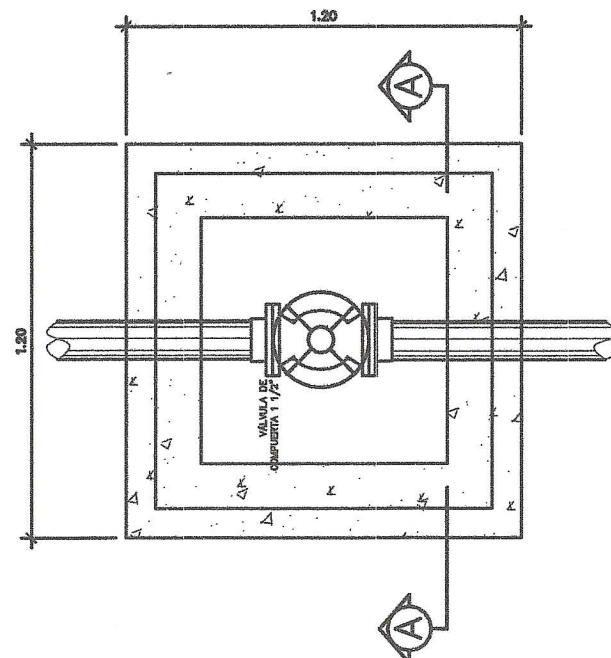
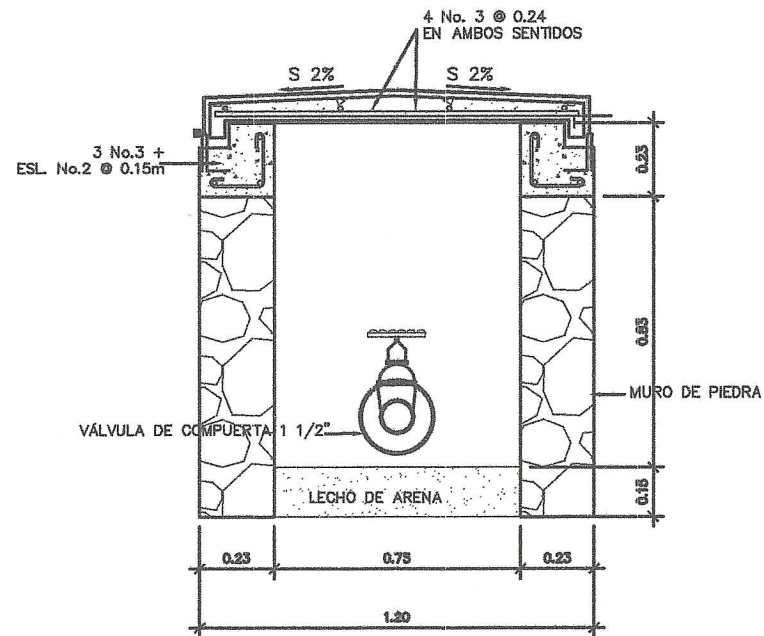


CAJA PARA VÁLVULA DE AIRE

ESC: 1/10

NOTAS:

- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARÁ DE LA SIGUIENTE MANERA: 33% DE MORTERO Y 67% DE PIEDRA BOLA.
- EL MORTERO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN, EN VOLÚMEN 1:2; CEMENTO Y ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE.
- EL CONCRETO SERA DE UNA RESISTENCIA f'c=3,000 PSI.
- 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 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 SER GRADO 40 LEGITIMO.



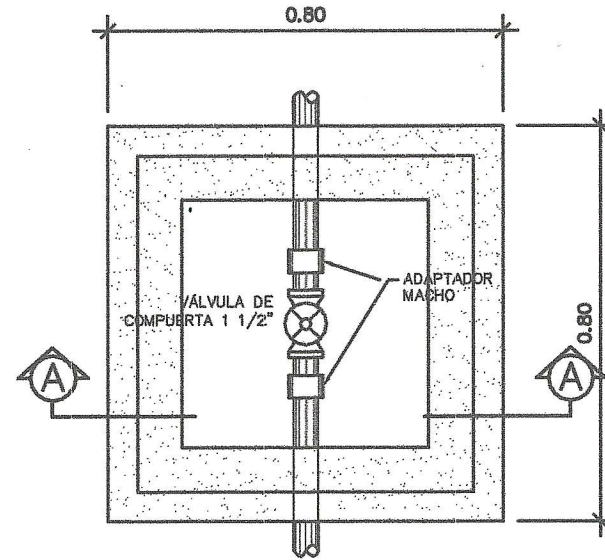
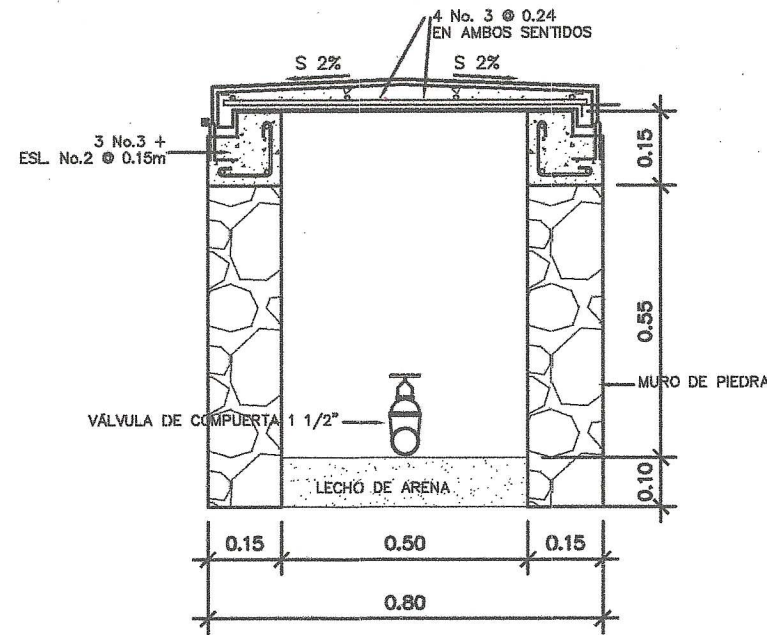
CAJA PARA VÁLVULA DE COMPUERTA

ESC: 1/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHÉ		Ing. Victor Trujillo	
SANTA CRUZ DEL QUICHÉ		Ing. Melina León Urrutia	
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE			
Unidad de Práctica de Ingeniería de Agua Potable			
CANTON XENENIT			
SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ			
Facultad de Ingeniería			
CONTRATO: CAJAS DE VÁLVULAS			
TOPOGRAFIA: Victor Trujillo	DISEÑO: Melina León Urrutia	Resp.:	HOJA No.
CALCULO: Melina León Urrutia	ESCALAS: indicada		12
DIBUJO: Melina León Urrutia	REVISION:		13

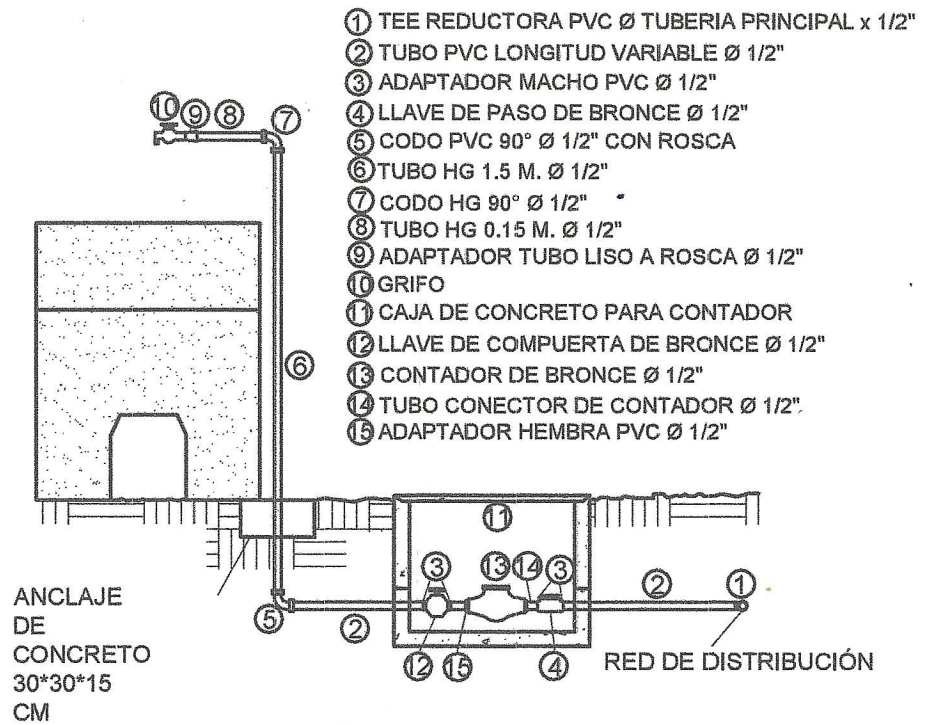
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



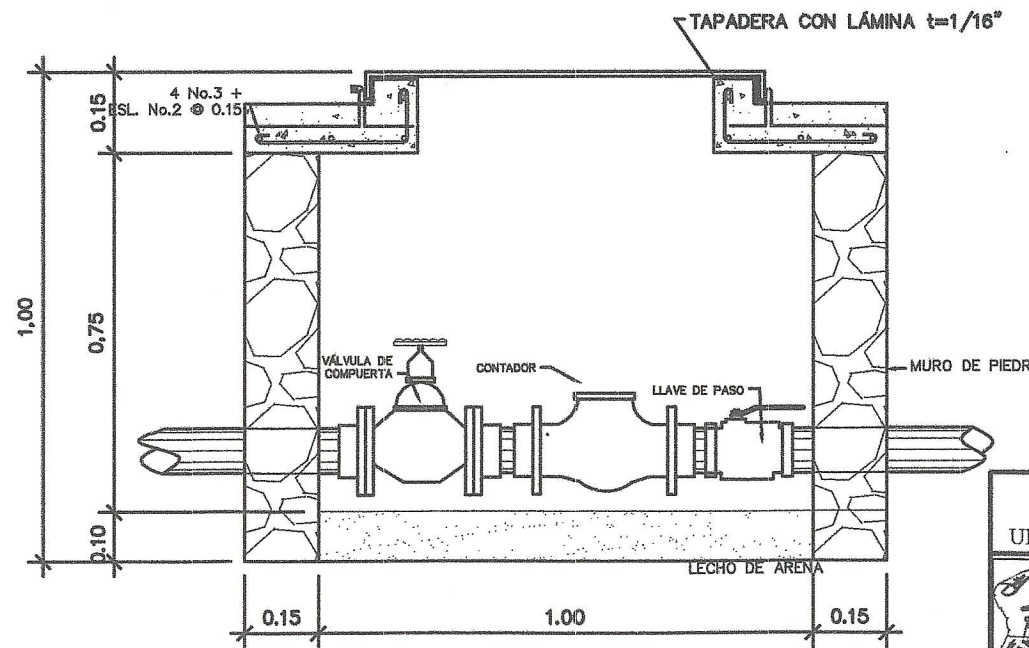
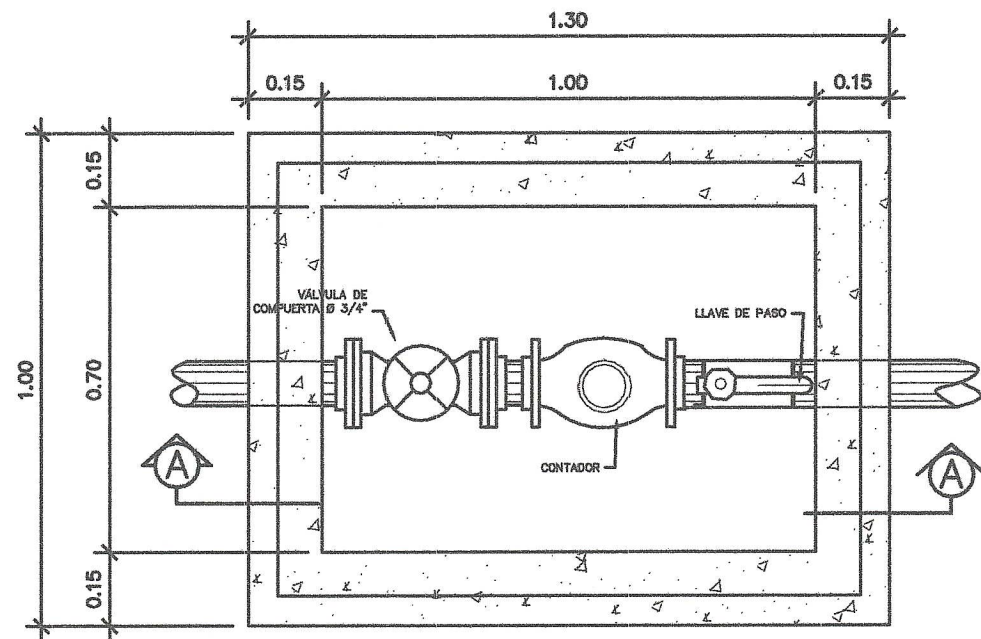
### CAJA PARA VÁLVULA DE LIMPIEZA

ESC: 1/10



### CONEXIÓN DOMICILIAR

ESC: 1/20



### CAJA PARA CONTADOR DE AGUA

ESC: 1/10

**NOTAS:**

- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARÁ DE LA SIGUIENTE MANERA: 33% DE MORTERO Y 67% DE PIEDRA BOLA.
- EL MORTERO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2; CEMENTO Y ARENA DE RÍO RESPECTIVAMENTE.
- EL CONCRETO SERÁ DE UNA RESISTENCIA  $f'c=3,000$  PSI.
- SE REPELLARÁ 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 REALIZARÁ UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.
- EL ACERO A UTILIZAR DEBERÁ SER GRADO 40 LEGÍTIMO.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
 UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 SANTA CRUZ DEL QUICHE  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 CANTÓN XETUNIMA  
 SANTA CRUZ DEL QUICHE, QUICHÉ

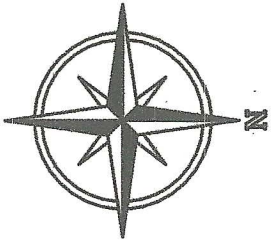
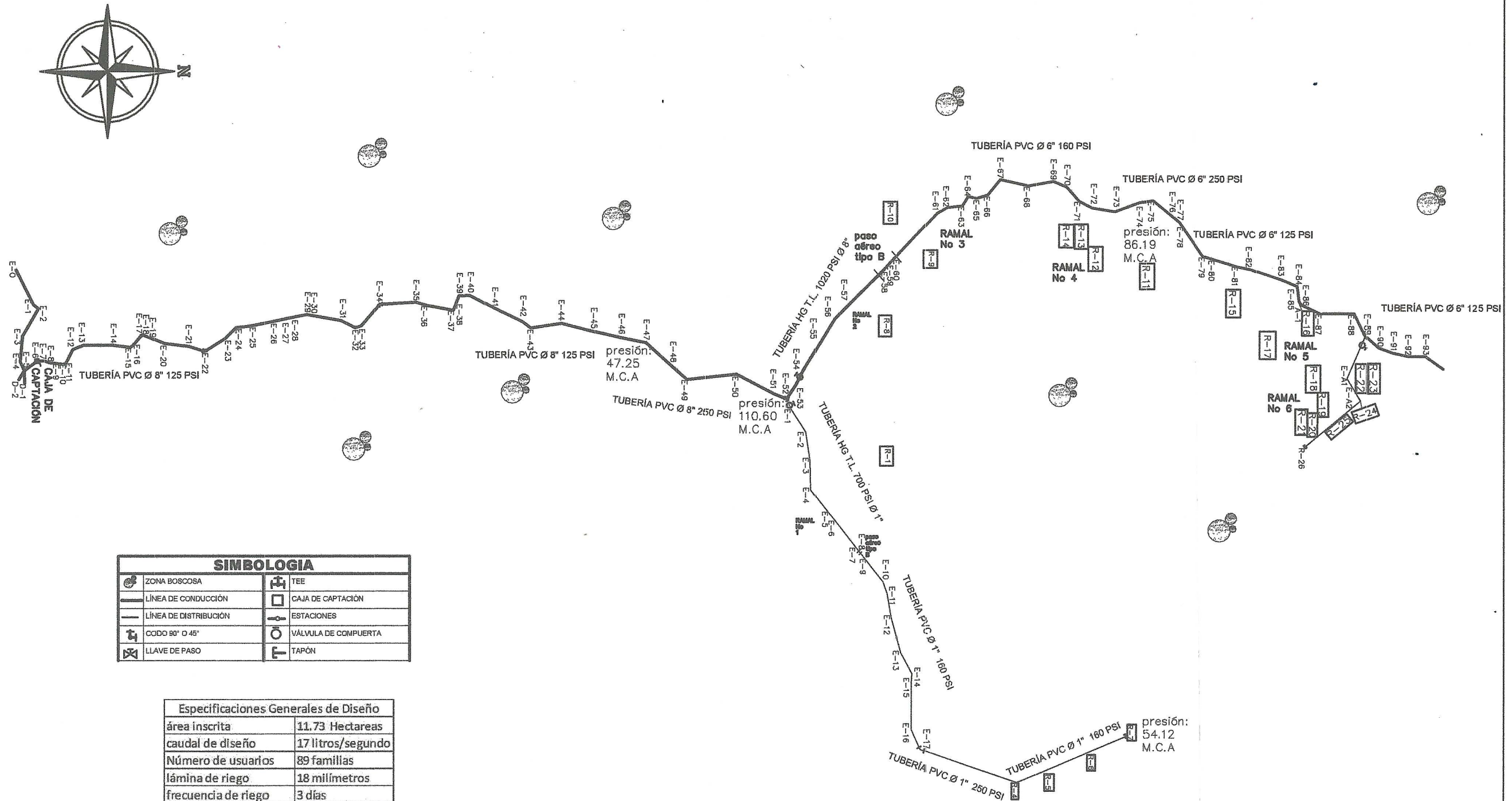
CONTENIDO:			
CAJAS DE VÁLVULAS			
TOPOGRAFIA: Victor Trujillo	DISEÑO: Melisa León Urrutia	Romp.	HOJA No. <b>13</b> 13
CALCULO: Melisa León Urrutia	ESCALAS: Indicada		
DIBUJO: Melisa León Urrutia	REVISIÓN:		

Apéndice 8. **Planos elaborados del diseño de un sistema de miniriego para el cantón Pajij I, Santa Cruz del Quiché, Quiché.**

- 1/15 Planta general de diseño
- 2/15 Planta general de diseño
- 3/15 Perfil de línea central
- 4/15 Perfil de línea central
- 5/15 Perfil de línea central
- 6/15 Perfil de línea central
- 7/15 Perfil de ramal 1
- 8/15 Perfil de ramal 5 y 6
- 9/15 Perfil de ramal B
- 10/15 Perfil de ramal C
- 11/15 Perfil de ramal D y 8
- 12/15 Obras hidráulicas
- 13/15 Obras hidráulicas
- 14/15 Obras hidráulicas
- 15/15 Obras hidráulicas

Fuente: elaboración propia.





SIMBOLOGIA	
	ZONA BOSCOSA
	TEE
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
	CODO 90° O 45°
	LLAVE DE PASO
	CAJA DE CAPTACION
	ESTACIONES
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	TAPÓN

Especificaciones Generales de Diseño	
área inscrita	11.73 Hectareas
caudal de diseño	17 litros/segundo
Número de usuarios	89 familias
lámina de riego	18 milímetros
frecuencia de riego	3 días
tiempo por posición	4 horas
tiempo de riego/día	12 horas
número de aspersores	63 aspersores

PLANTA DE DISEÑO GENERAL  
ESC. 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

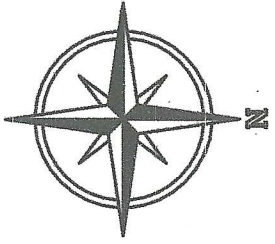
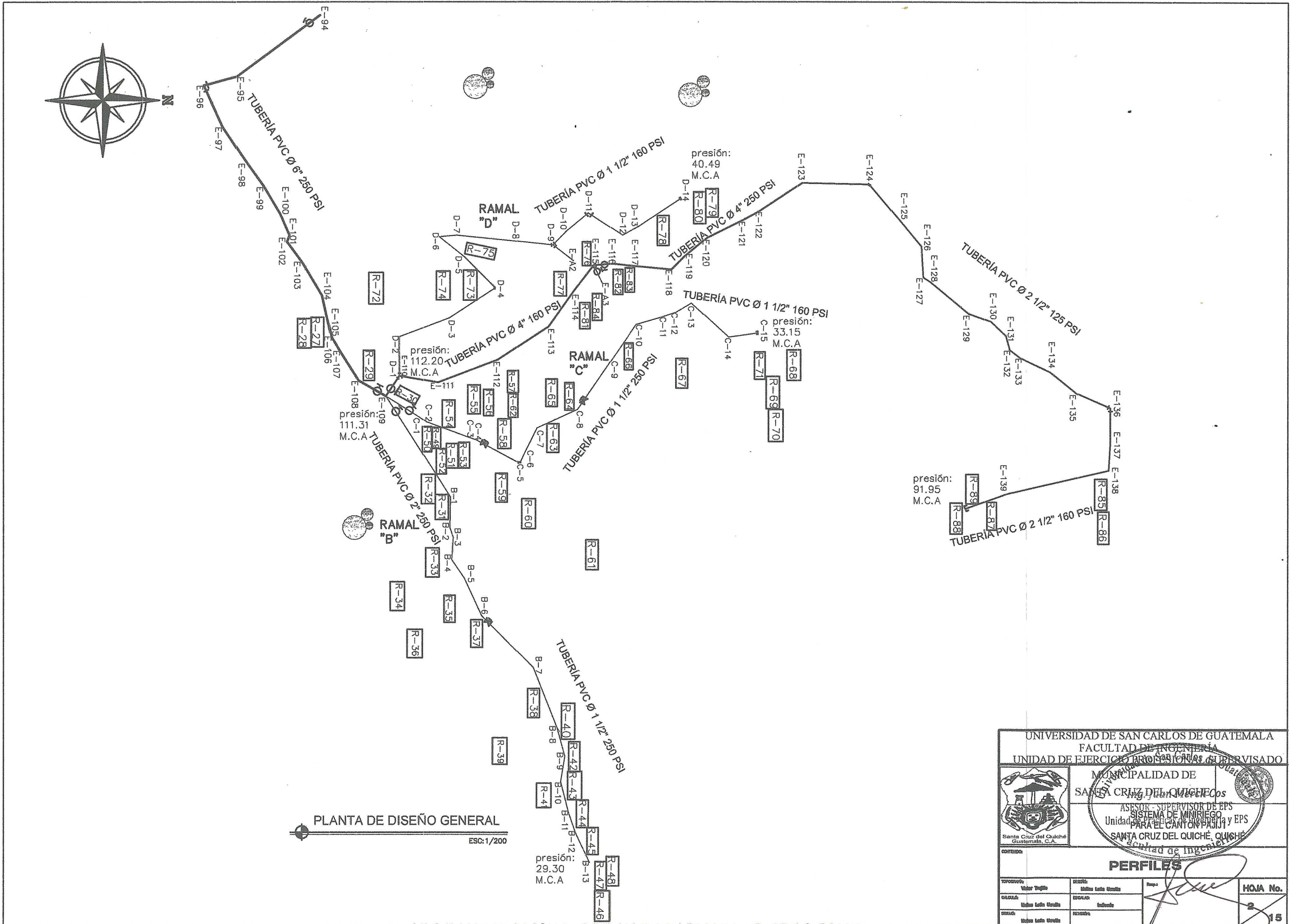
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHÉ  
Ing. Juan Merch Cas  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS

SISTEMA DE MINIRIEGOS PARA EL CANTÓN PAJUL  
Santa Cruz del Quiché, Guatemala, C.A.

CONTENIDO:

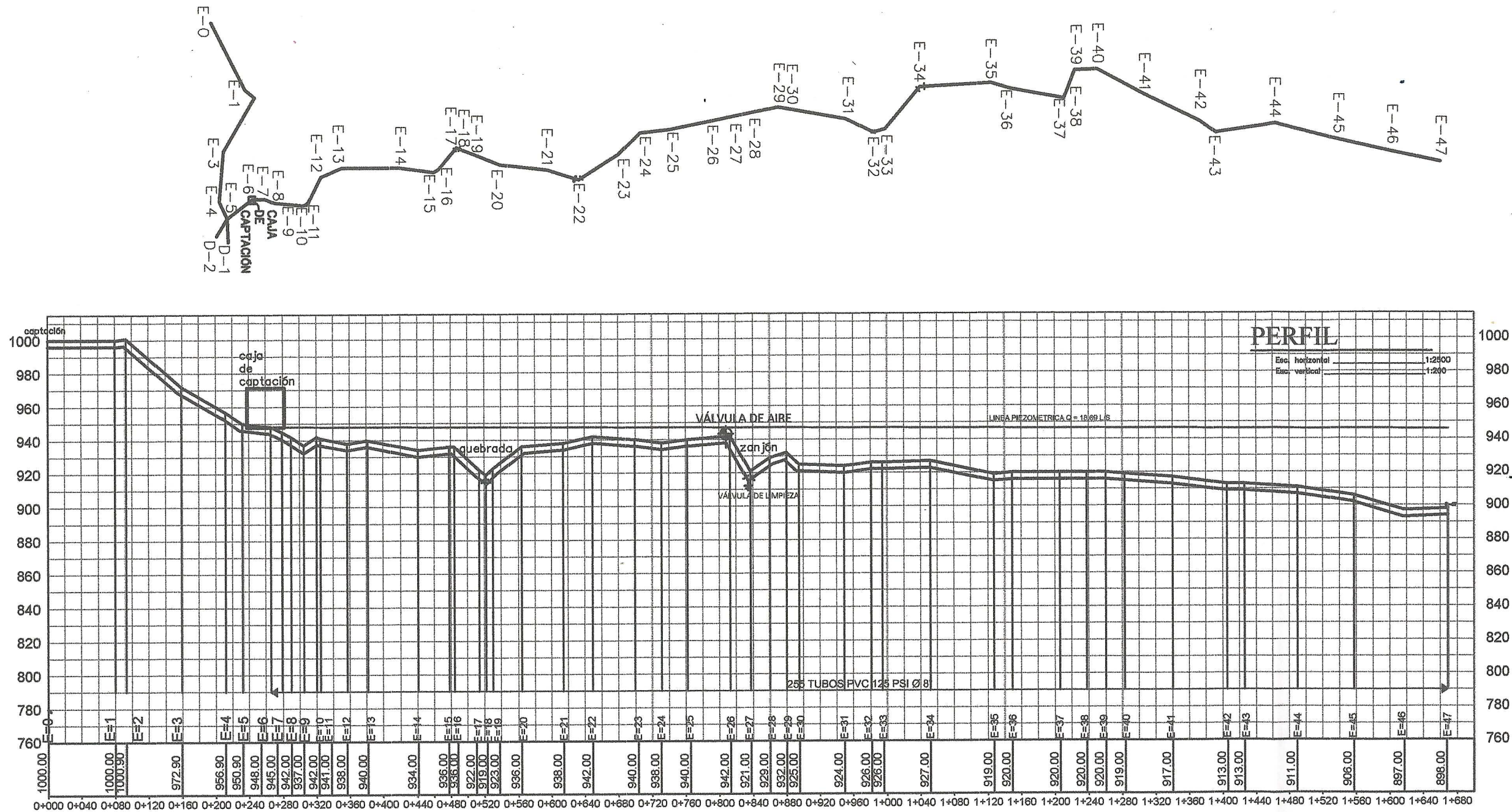
PERFILES	
TOPOGRAFÍA: Víctor Vargas	DISEÑO: Melina Letiz Urrutia
CALCULO: Melina Letiz Urrutia	SEÑALADO: Melina Letiz Urrutia
ELABORACION: Melina Letiz Urrutia	REVISOR: Melina Letiz Urrutia

HOJA No. 1 de 15

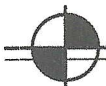


PLANTA DE DISEÑO GENERAL  
ESC: 1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE		Ing. <i>[Signature]</i>	
ASESOR SUPERVISOR DE EPS		SANTA CRUZ DEL QUICHE, QUICHE	
SISTEMA DE MINIFIEGO Y EPS		CANTON PAJUIJ	
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		CANTON DE INGENIERIA	
CONTENIDO			
<b>PERFILES</b>			
TOPOGRAFIA	VALOR TRAZO	DISEÑO	INDICACIONES
VALORES	INDICACIONES	INDICACIONES	INDICACIONES
INDICACIONES	INDICACIONES	INDICACIONES	INDICACIONES
HQA No. 2			15



# LÍNEA CENTRAL DE E-6 A E-47



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

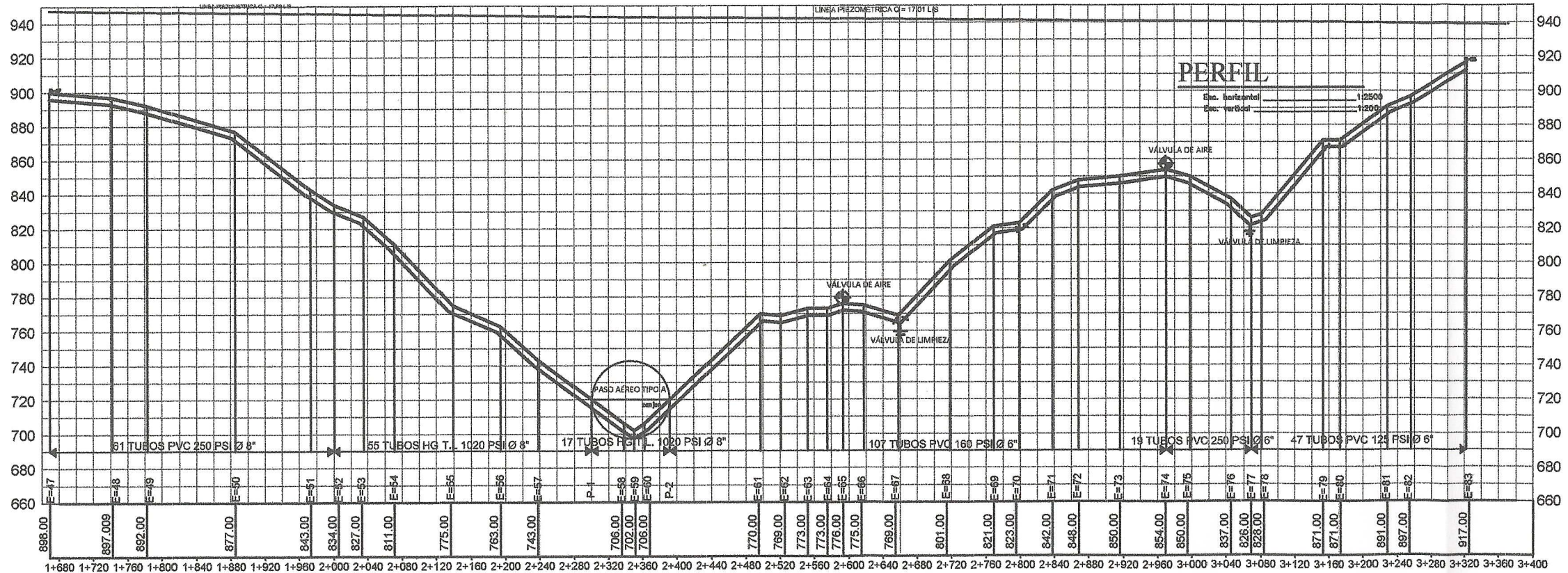
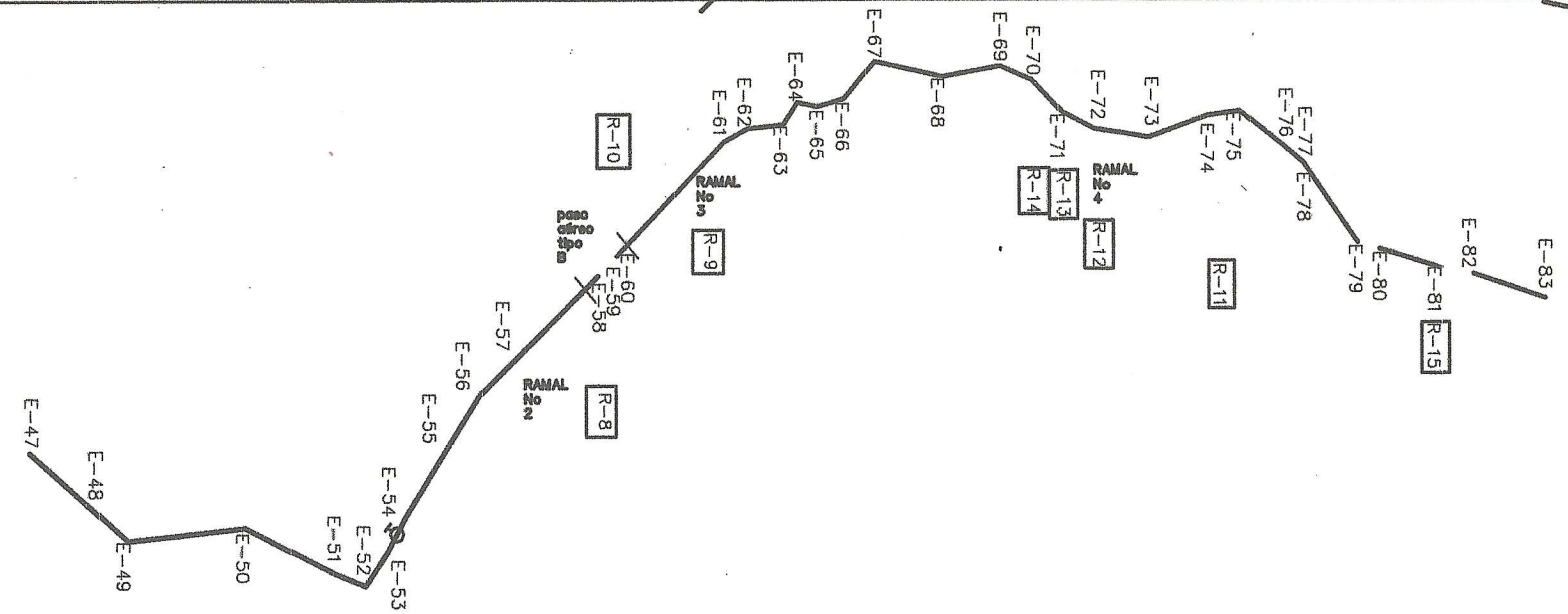
MUNICIPALIDAD DE  
 SANTA CRUZ DEL QUICHE

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CANTÓN PAJUL  
 SANTA CRUZ DEL QUICHE, GUATEMALA, C.A.

PROYECTO: PERFILES  
 ASISTENTE: JUAN MERCK ROS  
 SUPERVISOR DE EPS: [Signature]

PROFESOR: [Signature]  
 FACULTAD DE INGENIERÍA

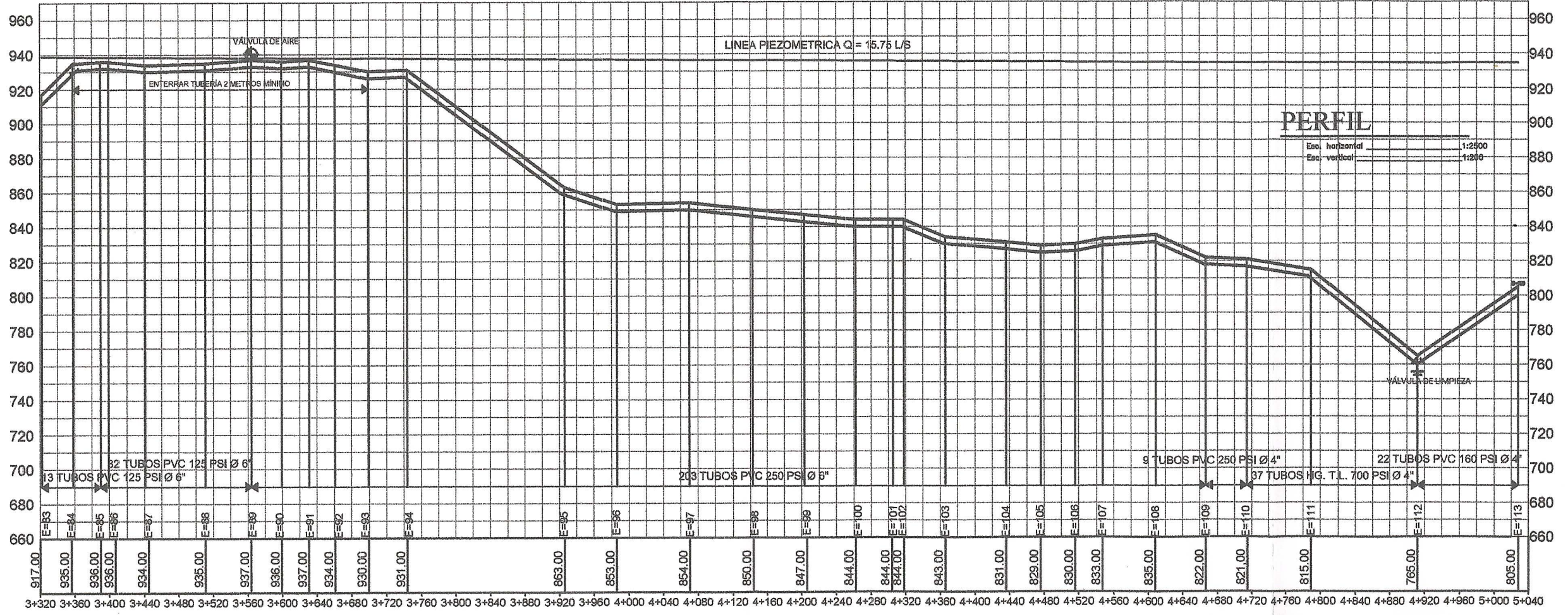
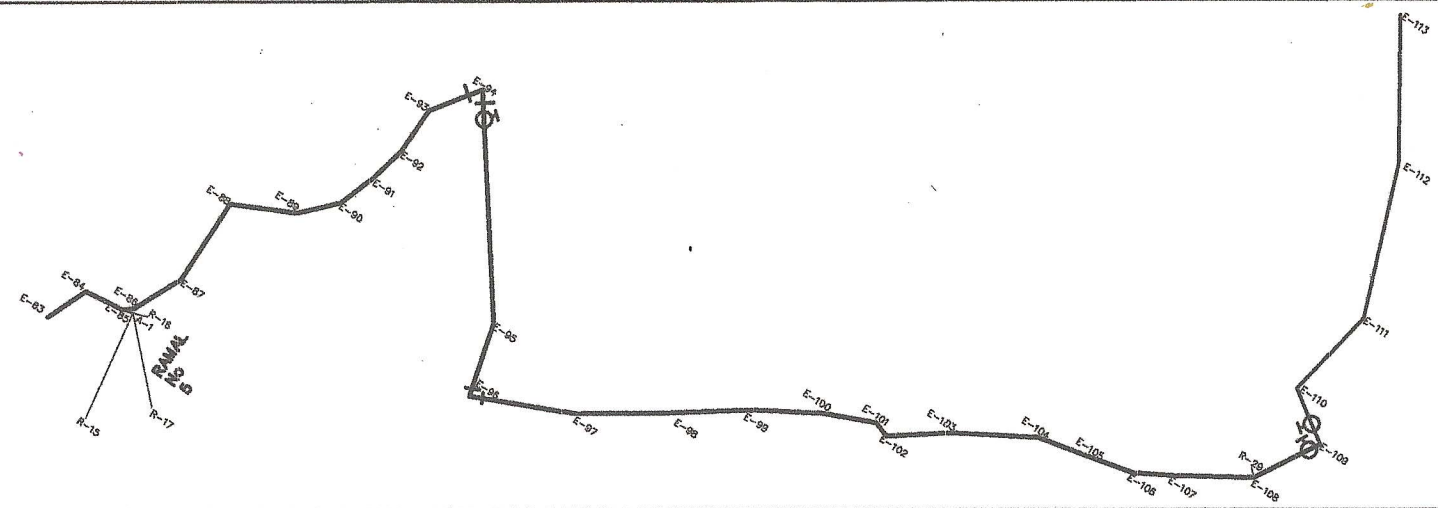
HOJA No. 15



LÍNEA CENTRAL DE E-47 A E-83

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE	
SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAISIVIA SANTA CRUZ DEL QUICHE, QUICHE	
PERFILES ASesor DE EPS ASesor - SURTIDOR Unidad de Ingeniería y Eps Facultad de Ingeniería	
TITULO: Victor Trujillo	FECHA: 15/07/2015
QUILAS: Melissa León Urrutia	REVISOR: Melissa León Urrutia
DESA: Melissa León Urrutia	REVISOR: Melissa León Urrutia
HOJA No. 15	





# LÍNEA CENTRAL DE E-83 A E-113

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE  
 SANTA CRUZ DEL QUICHE

SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAJJI  
 SANTA CRUZ DEL QUICHE, GUATEMALA, C.A.

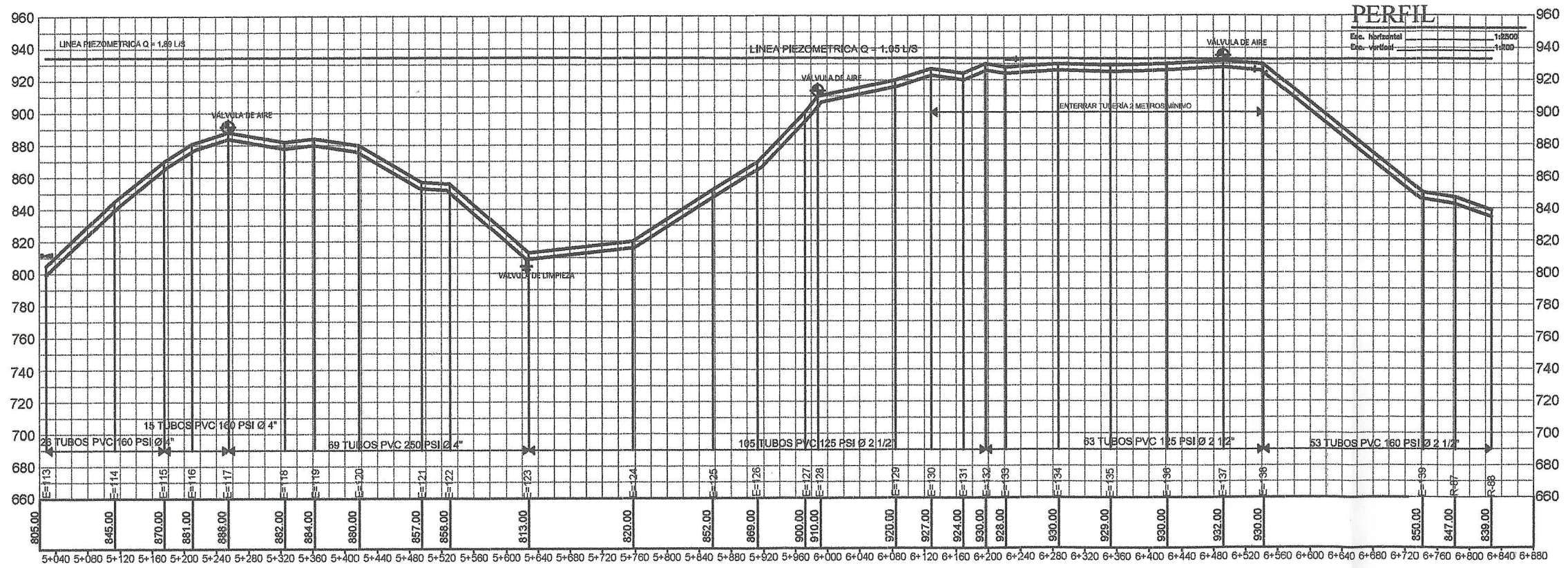
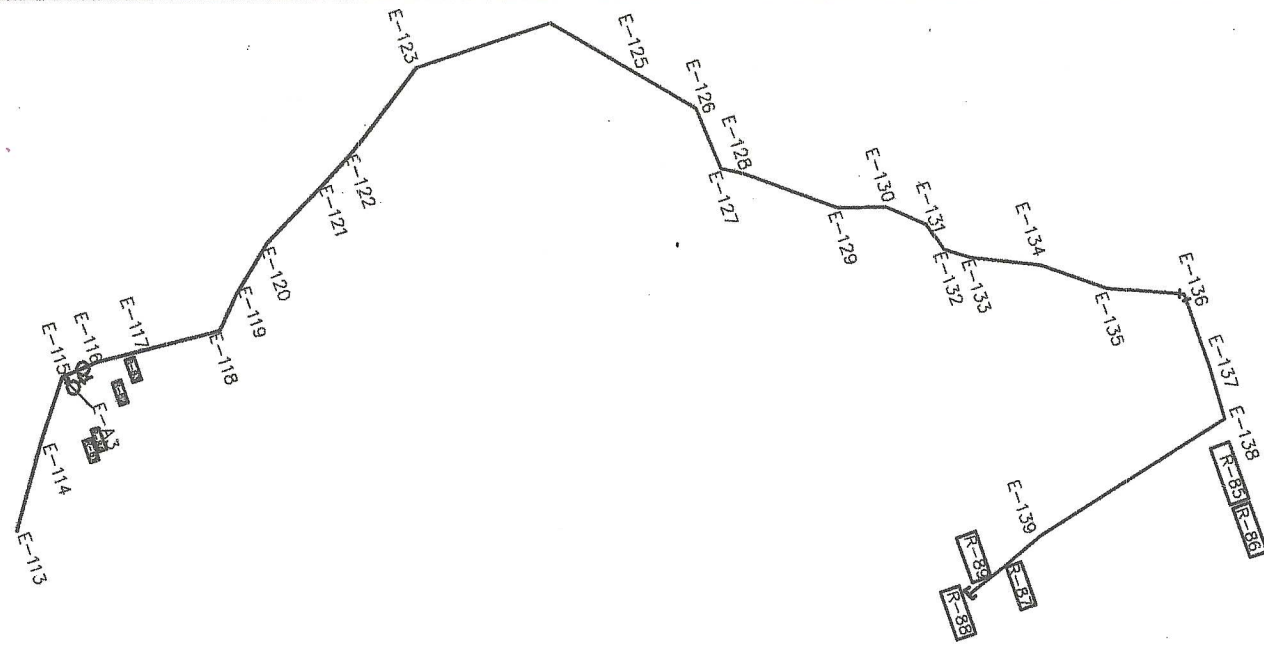
Ing. Juan Merck  
 SUPERVISOR DE T.S.  
 PERFILES  
 ASESOR DE INGENIERÍA Y EPS

Victor Trujillo  
 MARIO LEÓN URRUTIA  
 MARIO LEÓN URRUTIA

HOJA No. 5

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PERFIL

Eje Horizontal 1:200  
Eje Vertical 1:100

LÍNEA CENTRAL DE E-113 A E-138

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE  
SANTA CRUZ DEL QUICHÉ

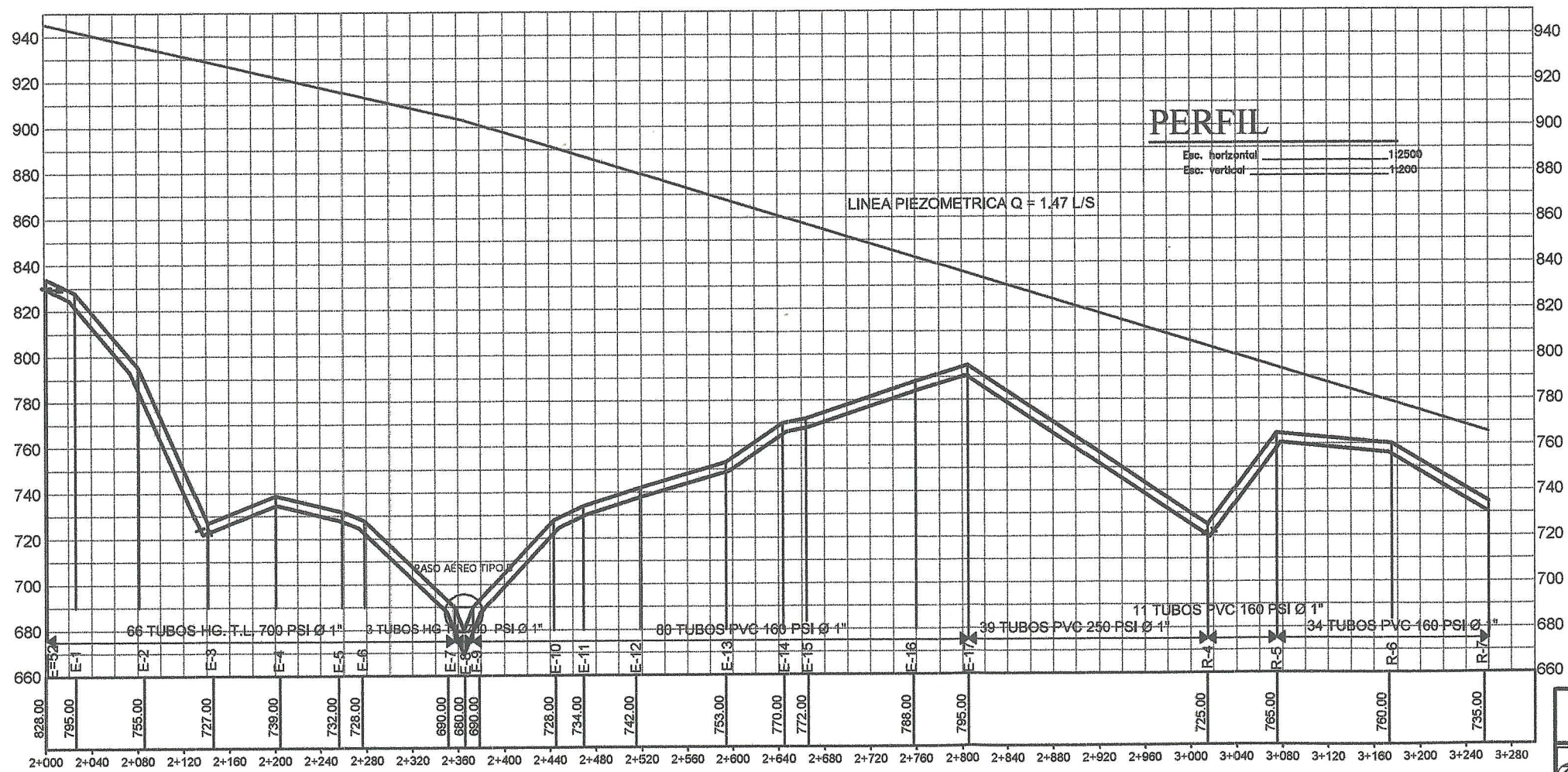
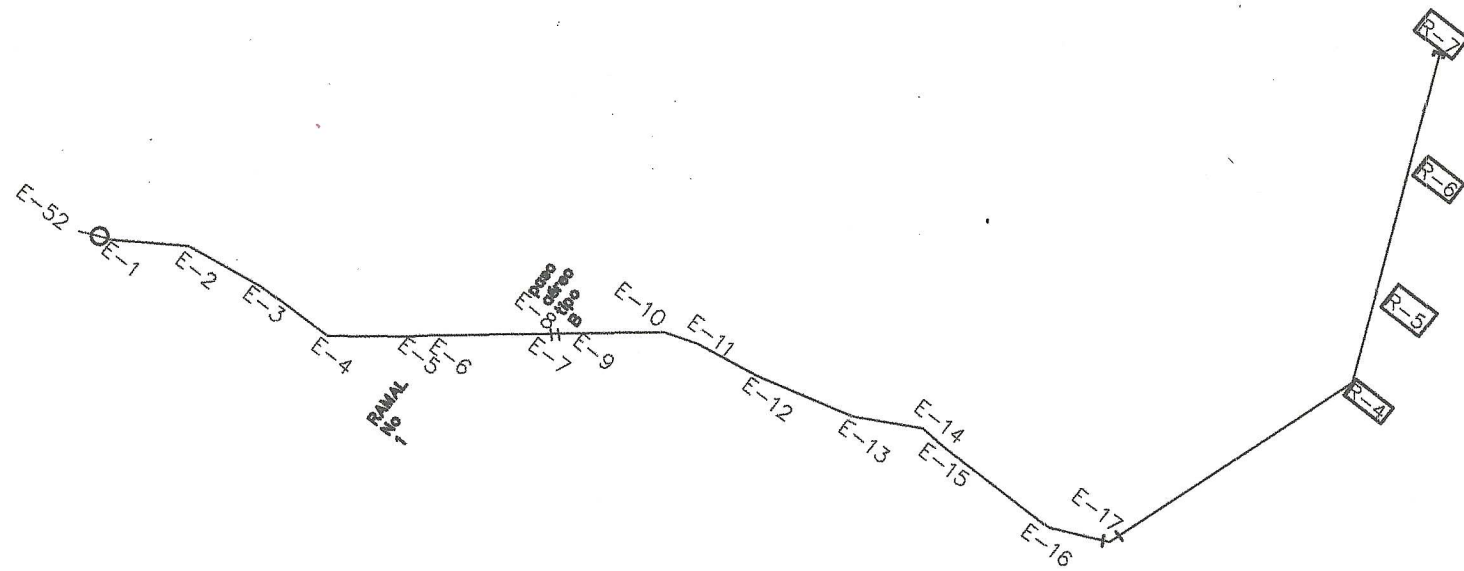
SANTA CRUZ DEL QUICHÉ  
SISTEMA DE MINIRIEGO  
PARA EL CANTÓN PAJULI  
SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ

Ing. SUPERVISOR DE INGENIERIA Y EPS  
PERFILES

Unidad de Prácticas  
Facultad de Ingeniería

TOPOGRAFIA: Victor Trujillo	DISEÑO: Melba Loza Urrutia	REVISOR: Melba Loza Urrutia	FECHA: 15
CALCULO: Melba Loza Urrutia	REVISOR: Indecido	REVISOR: Melba Loza Urrutia	FECHA: 15

HOJA No. 6



PERFIL

Esc. horizontal 1:2500  
Esc. vertical 1:200

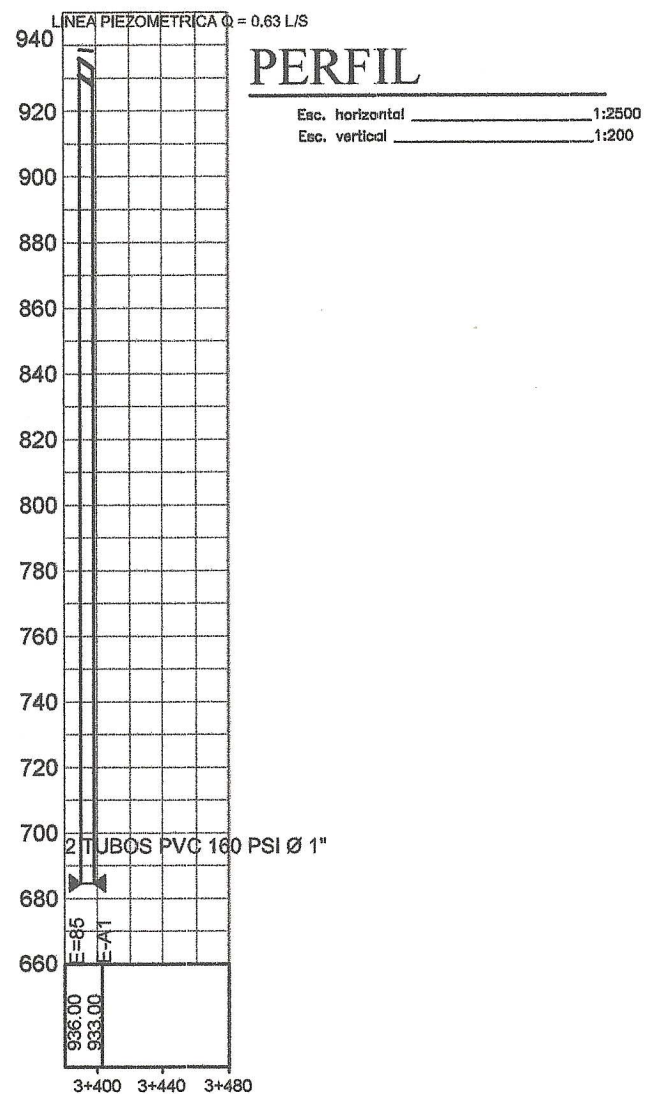
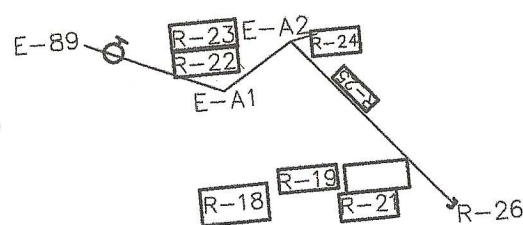
LINEA PIEZOMETRICA Q = 1.47 L/S

RAMAL No. 1

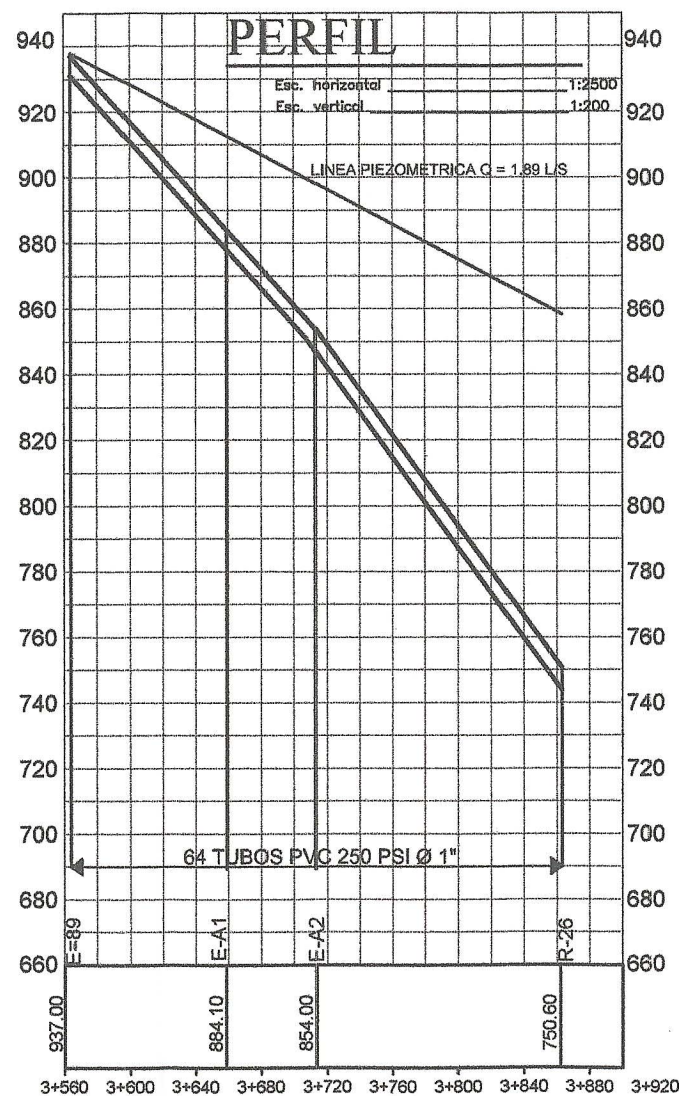


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE			
SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAJULI SANTA CRUZ DEL QUICHE - QUICHE			
Ing. Juan Meléndez SUPERVISOR DE EPS			
PERFILES Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS			
TOPOGRAFIA Moisés Trujillo	DISEÑO Moisés León Urrutia	REVISIÓN Indicada	HOJA No. 7 15

A-1  
E-85 RAMAL  
No  
5

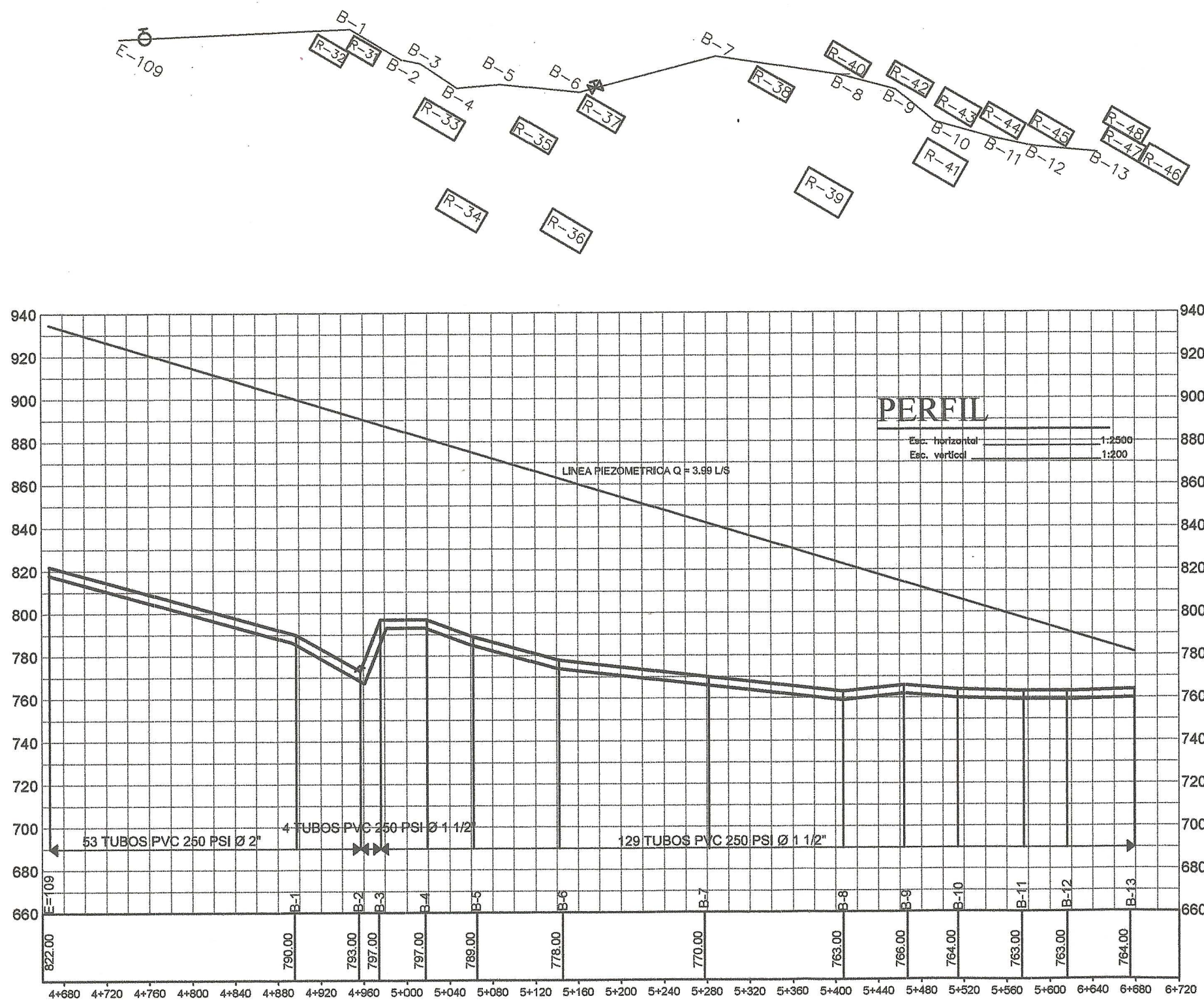


RAMAL No. 5



RAMAL No. 6

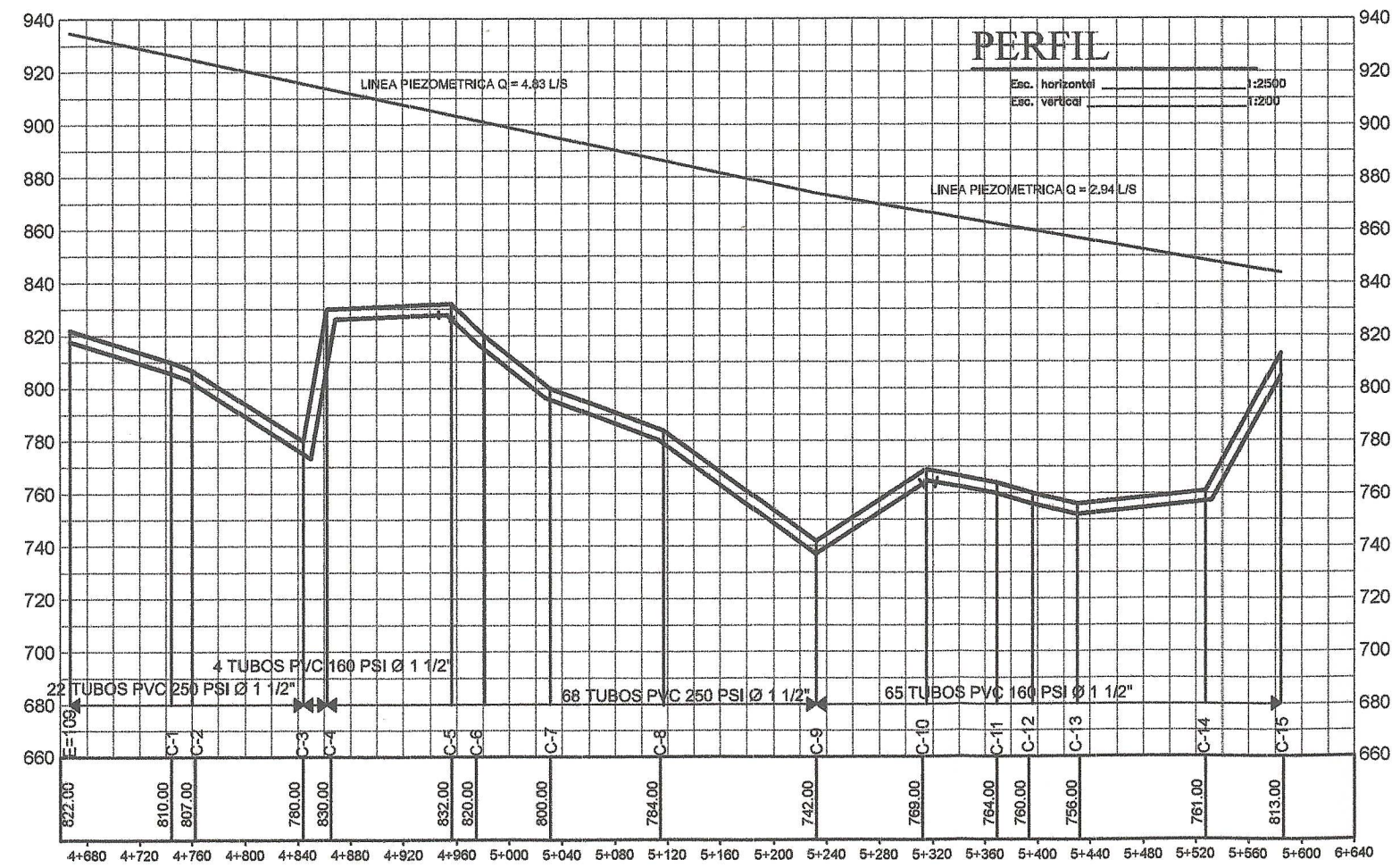
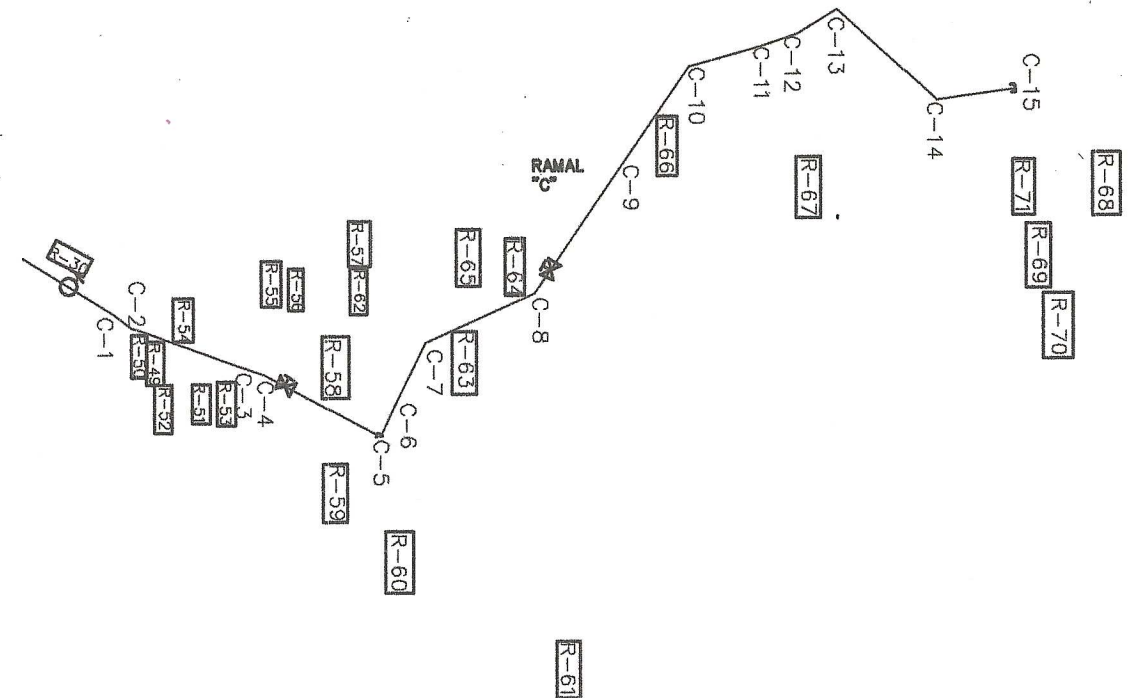
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE			
SISTEMA DE RIEGO PARA EL CANTON PAJARA SANTA CRUZ DEL QUICHE, QUICHE			
CONDICIÓN: Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado			
TOPÓGRAFO: Victor Trujillo	INGENIERO: Melba León Urrutia	ASESOR - SUPERVISOR DE EPS: Unidad Ejercicio Profesional Supervisado	HOJA No. 8
Facultad de Ingeniería			15



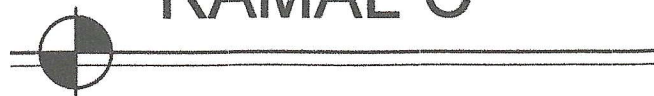
# RAMAL B



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE		SANTA CRUZ DEL QUICHE	
SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAJJI SANTA CRUZ DEL QUICHE, GUATEMALA, C.A.			
Ing. Juan Méndez Méndez SUPERVISOR DE EPS PERFILES Riesgo de Prácticas de Ingeniería y EPS			
TIPO: Victor Trujillo	DESG: Méndez León Urrutia	ESCALA: Indicativa	HOJA No. 9
CALDA: Méndez León Urrutia	REVISOR: Méndez León Urrutia		15



**RAMAL C**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

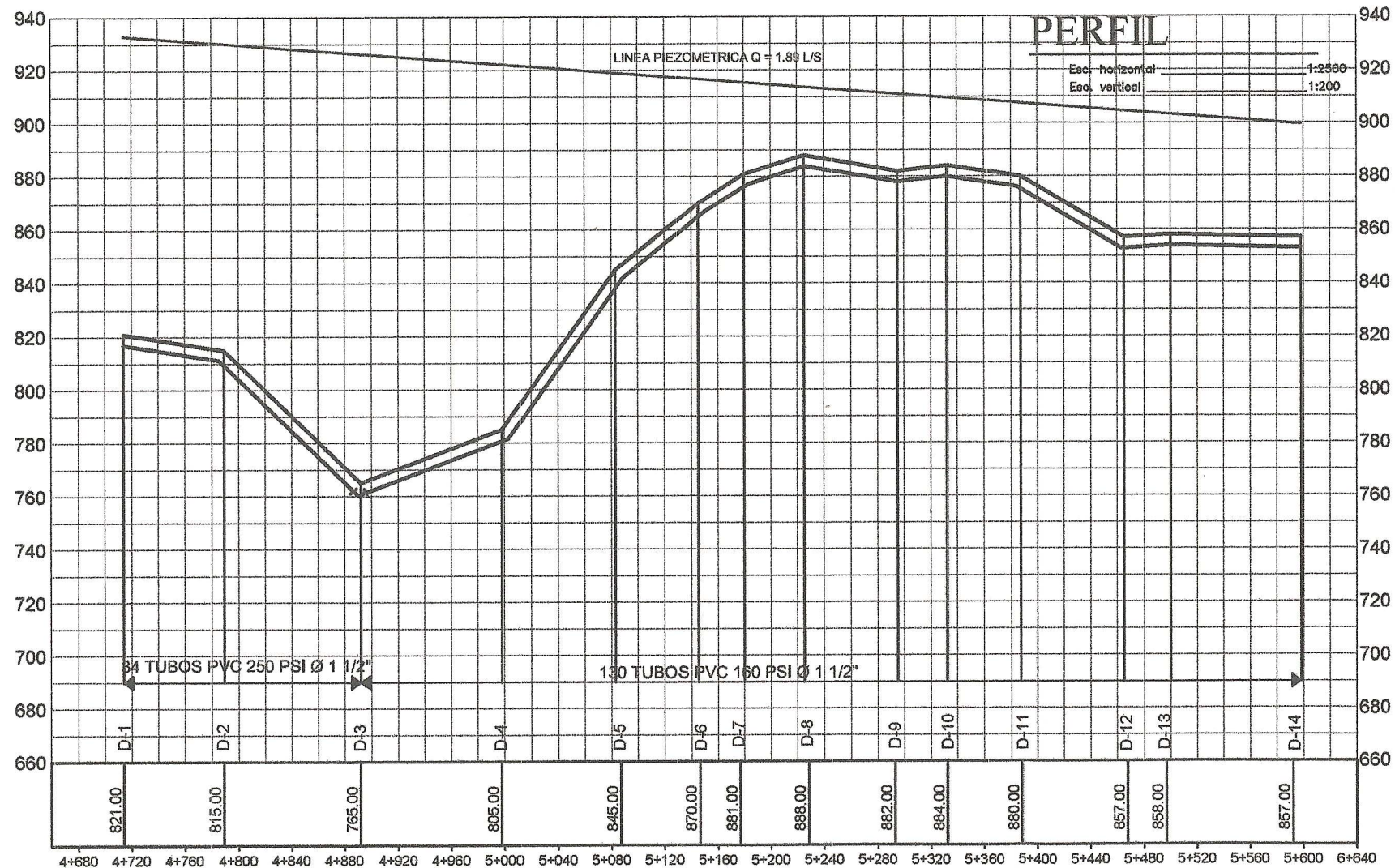
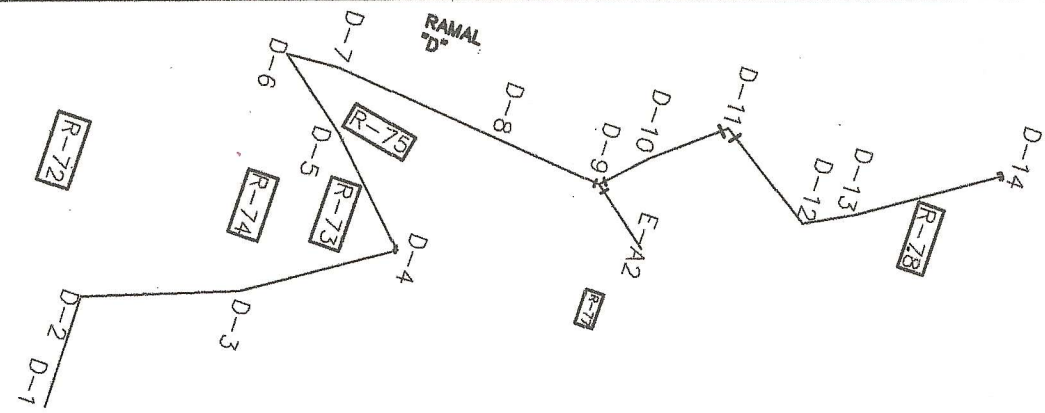
MUNICIPALIDAD DE  
 SANTA CRUZ DEL QUICHE

SISTEMA DE MINIRIEGO  
 PARA EL CANTÓN PAJJI I  
 SANTA CRUZ DEL QUICHE, QUICHE

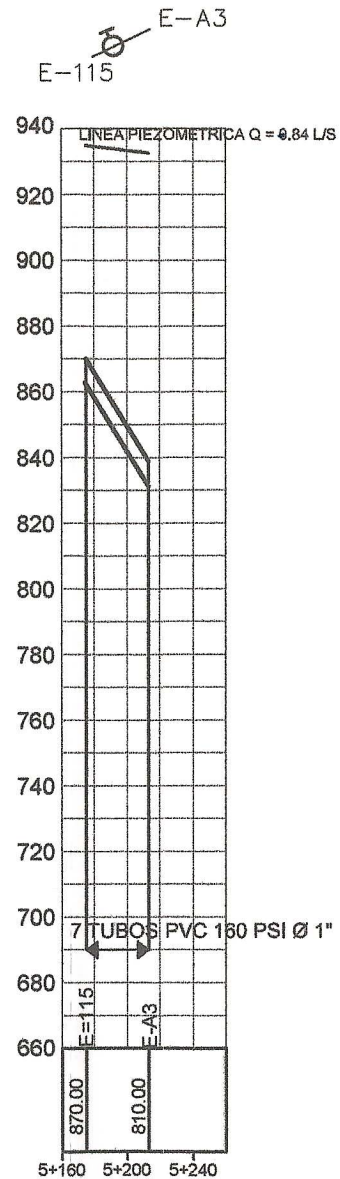
Ing. *Juan Manuel...*  
 ASesor SUPERVISOR de OBRAS

**PERFILES**

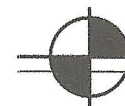
PROYECTO: Victor Trujillo	DISEÑO: Víctor León Urrutia	HOJA No. 10
CLIENTE: Melina León Urrutia	REVISOR: Melina León Urrutia	15



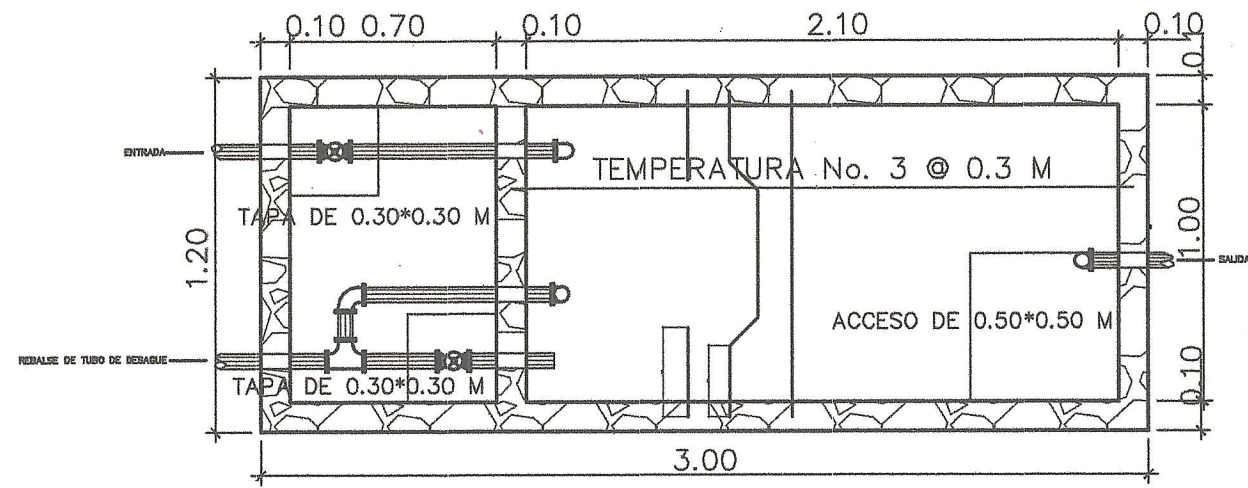
### RAMAL D



### RAMAL No. 8

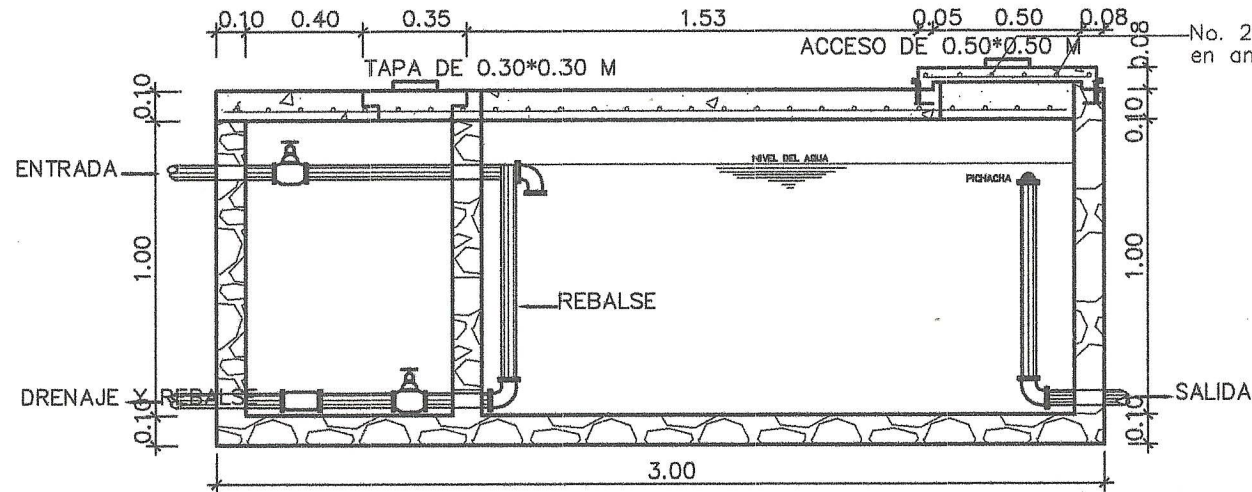


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE		SANTA CRUZ DEL QUICHE	
SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAJUT SANTA CRUZ DEL QUICHE, GUATEMALA			
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS Prácticas de Ingeniería y EPS			
<b>PERFILES</b>			
TITULO: Victor Tujillo	DISEA: Melissa León Urrutia	FECHA: Indicada	HOJA No. 11
ELABORA: Melissa León Urrutia	REVISOR: Melissa León Urrutia	FECHA:	15



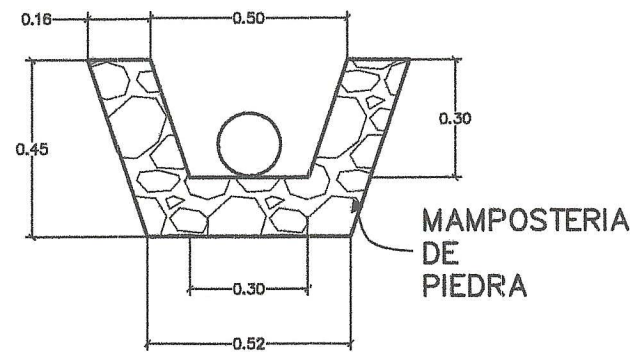
PLANTA DE DESARENADOR

ESC: 1/50



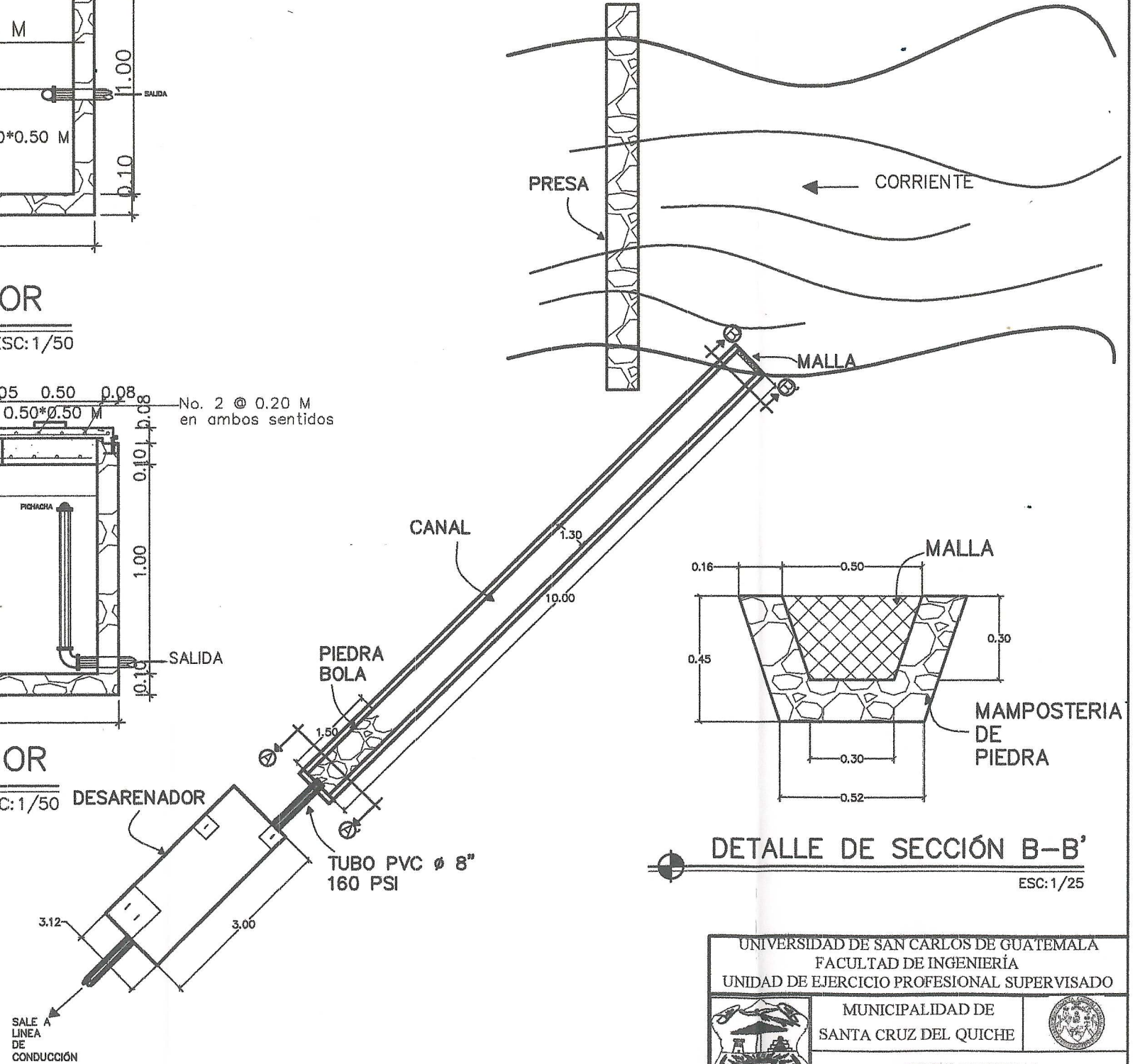
PERFIL DE DESARENADOR

ESC: 1/50



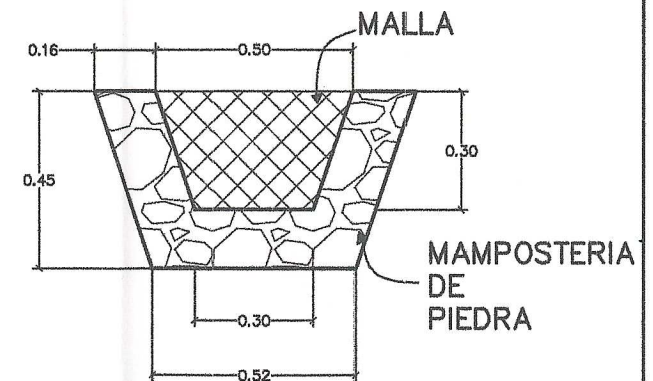
DETALLE DE SECCIÓN A-A'

ESC: 1/25



PLANTA DE CAPTACIÓN

ESC: 1/100

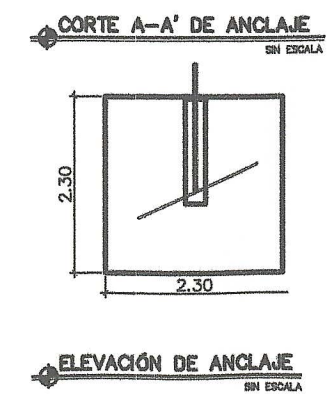
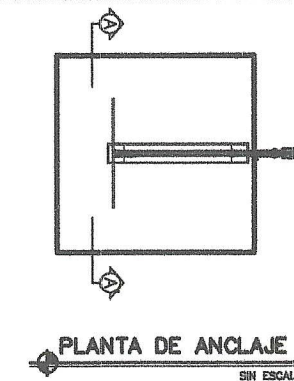
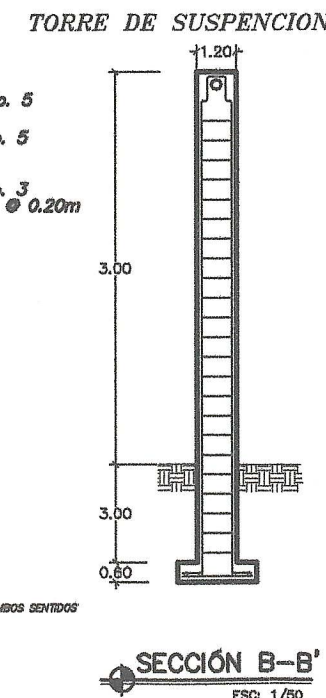
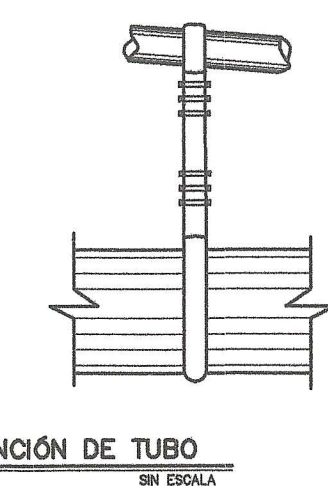
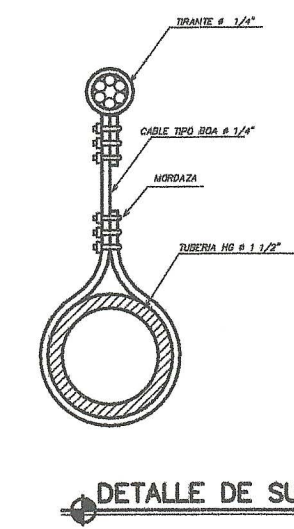
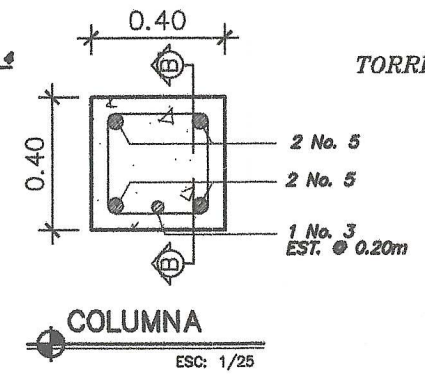
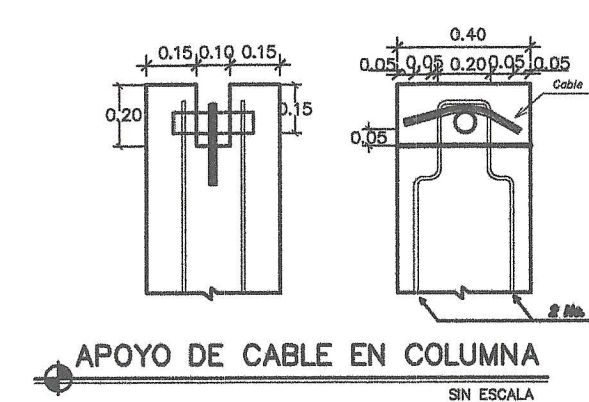
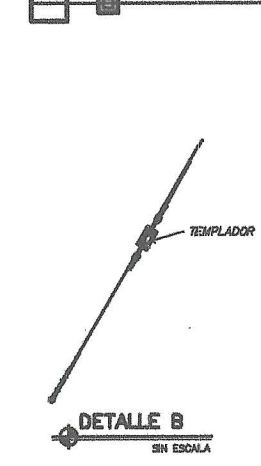
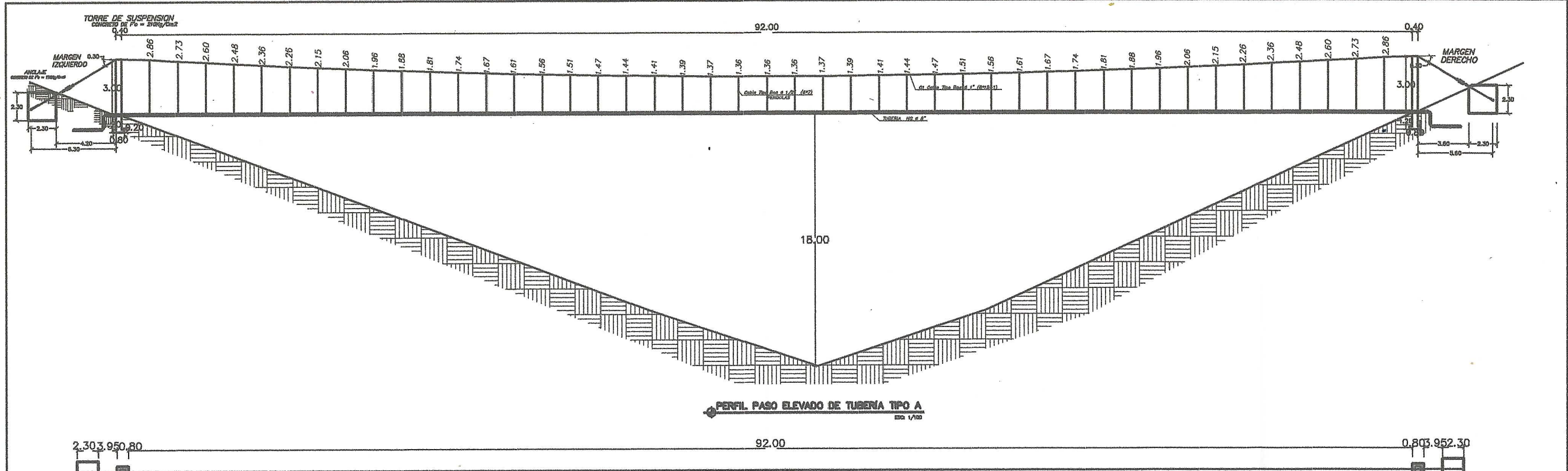


DETALLE DE SECCIÓN B-B'

ESC: 1/25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		FACULTAD DE INGENIERÍA	
UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE		SISTEMA DE MINIRIEGO	
CANTÓN PAJUT		CANTÓN PAJUT	
SANTA CRUZ DEL QUICHE		SANTA CRUZ DEL QUICHE	
<p style="text-align: center;"><b>OBRAS HIDRÁULICAS</b></p> <p style="text-align: center;">Ing. Juan María López</p> <p style="text-align: center;">ASESOR - SUPERVISOR DE EPS</p> <p style="text-align: center;">Unidad de Prácticas de Ingeniería</p>			
HOJA No.	12	15	





- NOTAS:**
- la resistencia que se utilizara para el concreto será de 210 kg/cm<sup>2</sup> (3000 lb/pulg<sup>2</sup>) a 28 días para la fundición de columnas y zapatas.
  - el acero de refuerzo deberá ser de grado 40 legitimo.
  - el cable será de acero galvanizado compuesto de seis cordones de siete alambres por cordon con un diametro según para cada uso.
  - el nivel de cimentación de cada columna deberá ser el mismo para ambas columnas y estas ultimas quedaran perfectamente alineadas con los muertos respectivos.
  - la estructura esta diseñada para un suelo con valor soporte de 15 ton/m<sup>2</sup>.
  - a los ganchos de anclaje se les deberán aplicar dos manos de pintura anticorrosiva.
  - todas las dimensiones estan dadas en metros.
  - todos los extremos del cable deberan protegerse con 8 a 10 vueltas de alambre de alambre galvanizado.
  - si el terreno tiene pendiente, la localización del muerto estara definida considerando que el cable tiene una inclinación con relación 1 vertical y 2 horizontal.

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

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE

SISTEMA DE MINIRIEGO  
CANTÓN PAJJI  
SANTA CRUZ DEL QUICHE, QUICHÉ

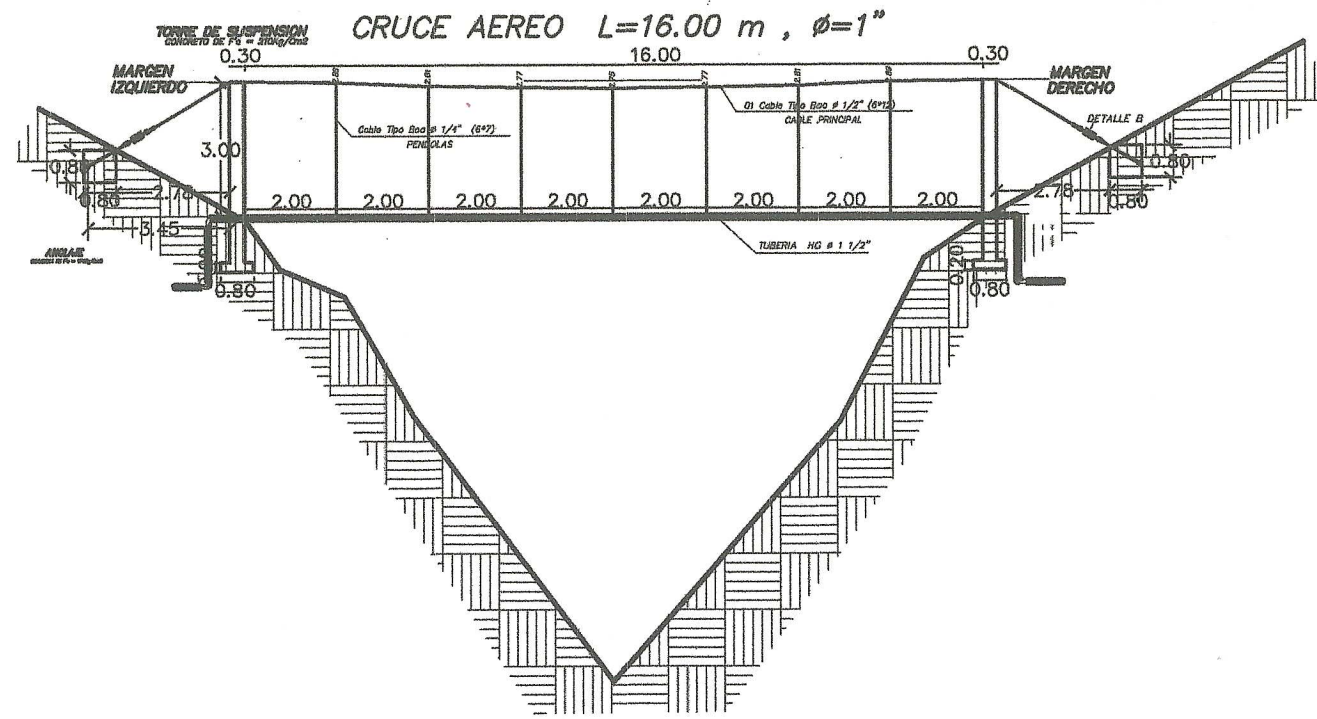
ASESORIA Y SUPERVISOR DE OBRAS HIDRAULICAS  
Ingeniero Juan María López  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

TOPOGRAFIA	DESIGNO	EDIFICIO	FECHA
QUISIA	EDIFICIO	EDIFICIO	FECHA
QUISIA	REVISOR	EDIFICIO	FECHA

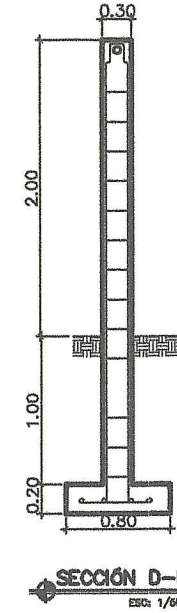
13 15

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

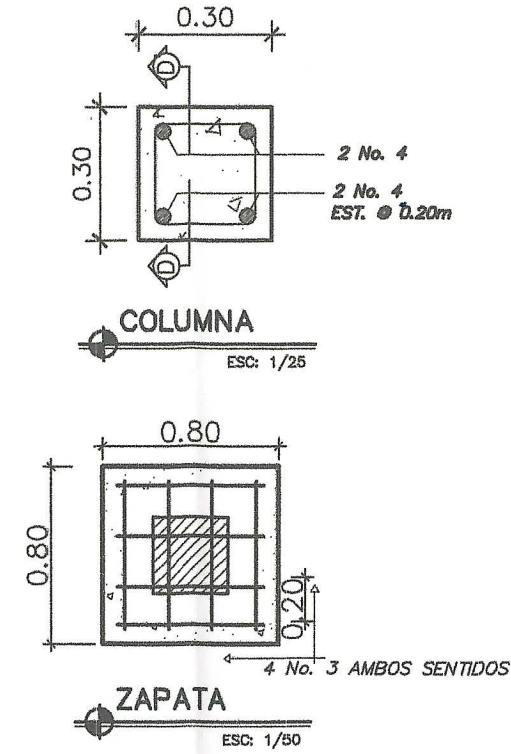
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



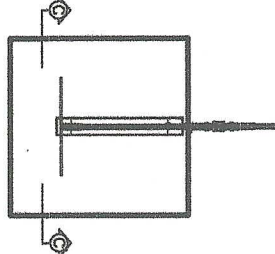
TORRE DE SUSPENSIÓN



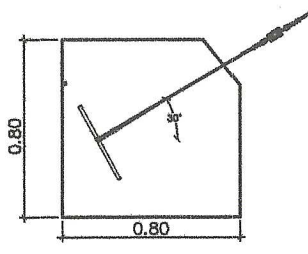
SECCIÓN D-D' ESC: 1/50



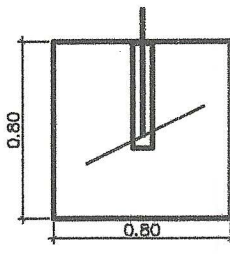
PERFIL PASO ELEVADO DE TUBERÍA TIPO B ESC: 1/25



PLANTA DE ANCLAJE SIN ESCALA



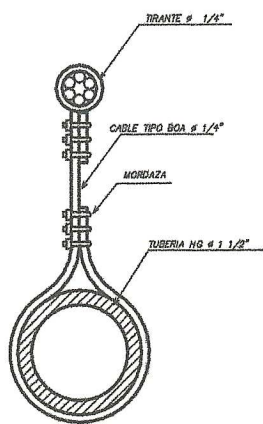
CORTE C-C' DE ANCLAJE SIN ESCALA



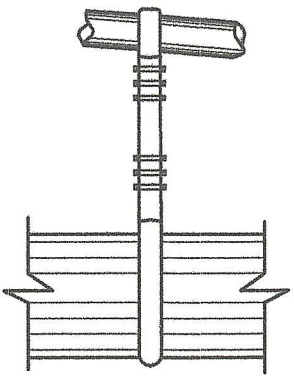
ELEVACIÓN DE ANCLAJE SIN ESCALA



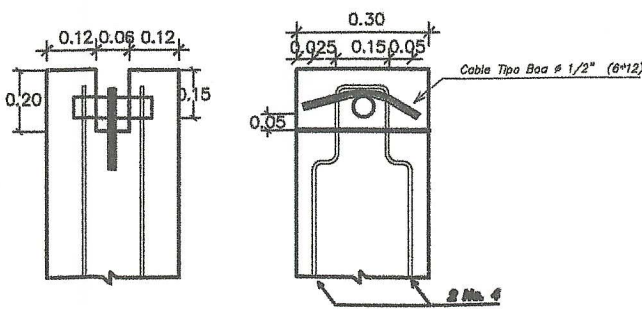
DETALLE B SIN ESCALA



DETALLE DE SUSPENSIÓN DE TUBO SIN ESCALA



APOYO DE CABLE EN COLUMNA SIN ESCALA



- NOTAS:
- la resistencia que se utilizara para el concreto será de 210 kg/cm<sup>2</sup> (3000 lb/pulg<sup>2</sup>) a 28 días para la fundición de columnas y zapatas.
  - el acero de refuerzo deberá ser de grado 40 legitimo.
  - el cable será de acero galvanizado compuesto de seis cordones de siete alambres por cordón con un diametro según para cada uso.
  - el nivel de cimentación de cada columna deberá ser el mismo para ambas columnas y estas ultimas quedaran perfectamente alineadas con los muertos respectivos.
  - la estructura esta diseñada para un suelo con valor soporte de 15 ton/m<sup>2</sup>.
  - a los ganchos de anclaje se les deberán aplicar dos manos de pintura anticorrosiva.
  - todas las dimensiones estan dadas en metros.
  - todos los extremos del cable deberan protegerse con 8 a 10 vueltas de alambre galvanizado.
  - si el terreno tiene pendiente, la localización del muerto estara definida considerando que el cable tiene una inclinación con relación 1 vertical y 2 horizontal.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SANTA CRUZ DEL QUICHE

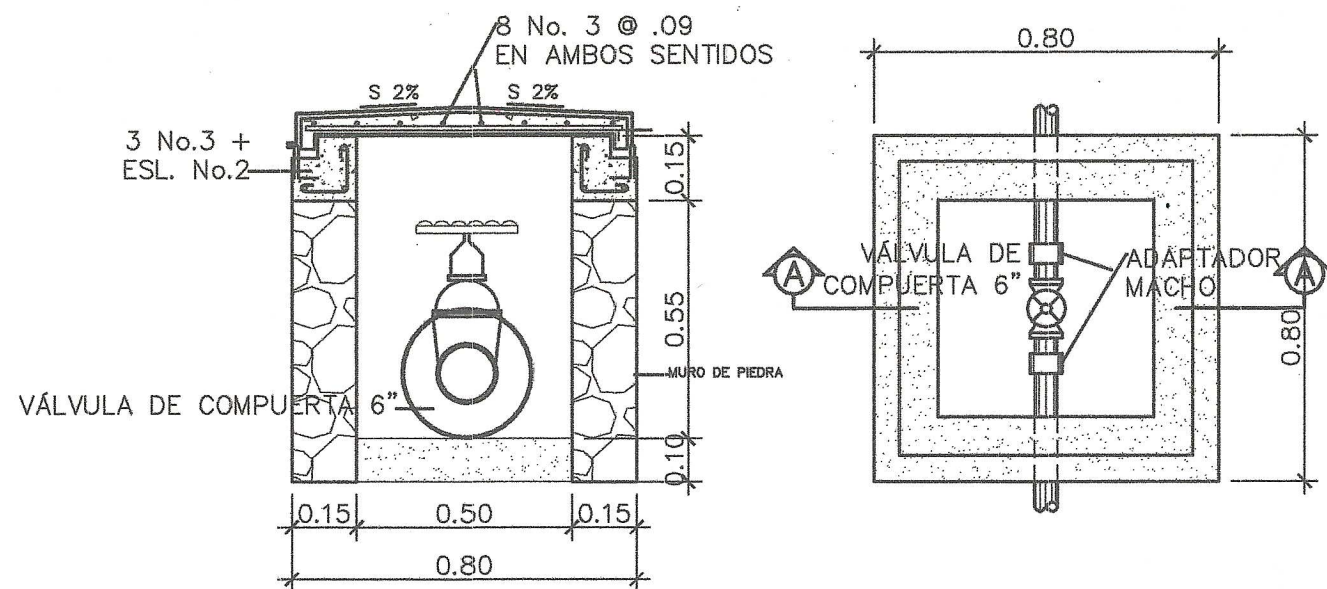
SISTEMA DE MUESTREO  
 CANTON PAJITEN  
 SANTA CRUZ DEL QUICHE, QUICHE

Ing. [Signature]  
**OBRAS HIDRÁULICAS**  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería

FORMA No. 14 15

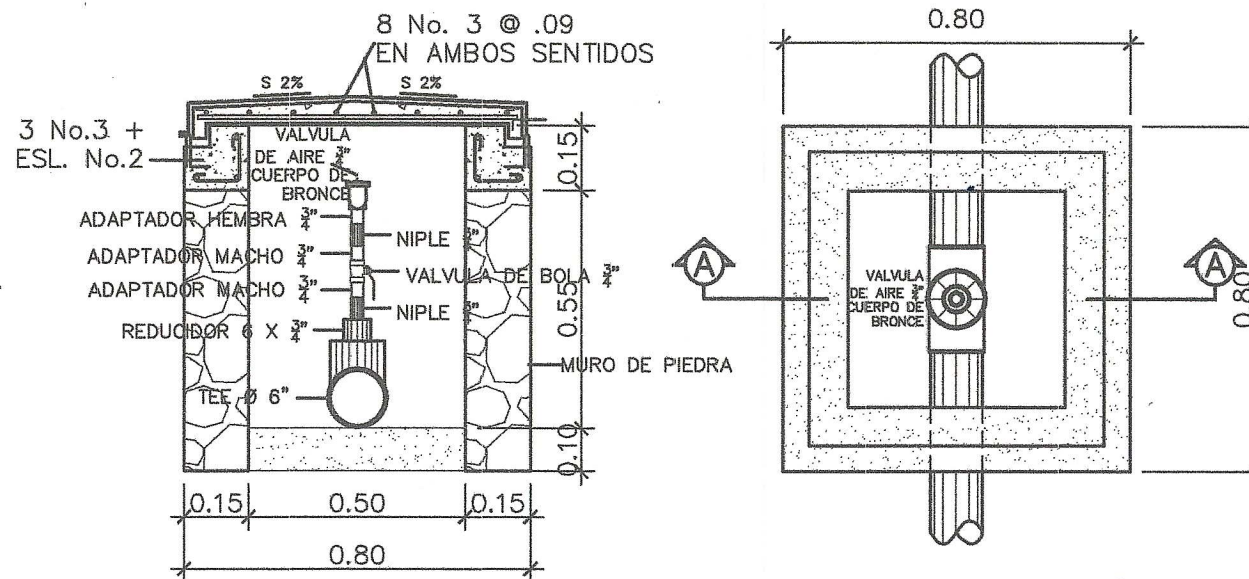
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



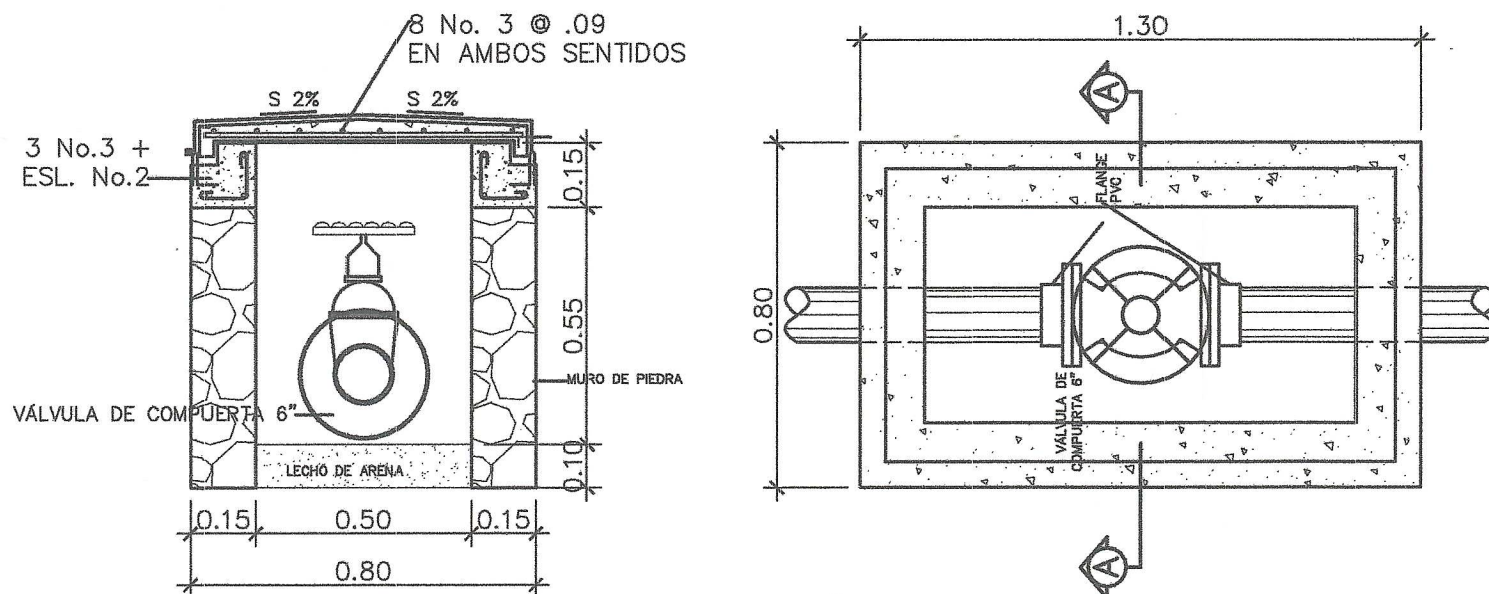
CAJA PARA VÁLVULA DE LIMPIEZA

ESC: 1/50



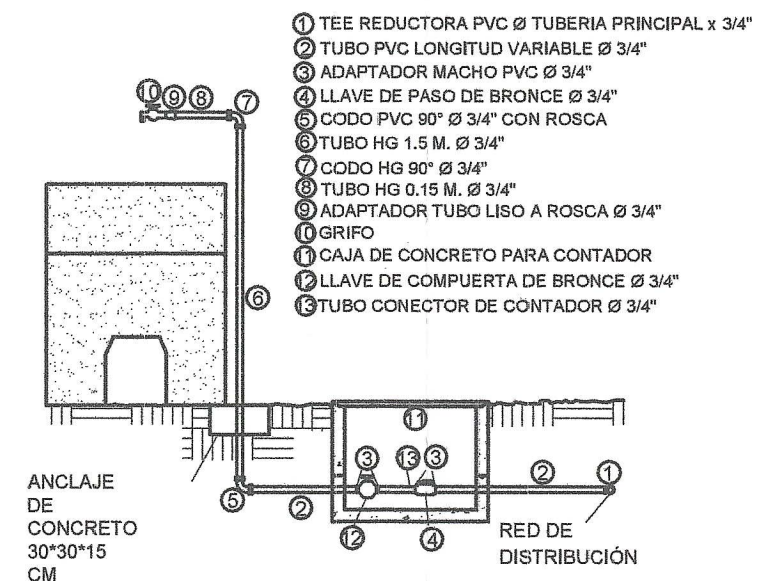
CAJA PARA VÁLVULA DE AIRE

ESC: 1/50



CAJA PARA VÁLVULA DE COMPUERTA

ESC: 1/50



CONEXIÓN DOMICILIAR

ESC: 1/20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 UNIDAD DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO


Ing. Juan Merchán  
 ASESOR (SISTEMA DE MINIRIEGO)  
 Unidad de Práctica CANTÓN PAJJI  
 SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ

**OBRAS HIDRÁULICAS**


TIPOGRAFÍA:	FECHA:	HOJA No.
Valor: Vigilio	México León Urtecho	15
GRUPO:	ESCALA:	15
México León Urtecho	Indefinida	15
FECHA:	REVISIÓN:	
México León Urtecho		

# ANEXOS

## Anexo 1. Análisis físicoquímico de fuente del cantón Xetinitit



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



---

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO No. INF 0239

O.T. No. 35606		PROYECTO: EPS: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN XETINITIT, MUNICIPIO SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ"	
INTERESADO: MELISA NOEMI LEÓN URRUTIA, CARNÉ No. 201114411		DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC	
RECOLECTADA POR: Interesada		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2016-01-19; 14 h 40 min.	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: Cantón Xetinitit, Santa Cruz del Quiché		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: 2016-01-20, 10 h 04 min.	
FUENTE: Nacimiento		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: Con refrigeración	
MUNICIPIO: Santa Cruz del Quiché			
DEPARTAMENTO: Quiché			


RESULTADOS			
1. ASPECTO: Turbio	4. OLOR: Lig. a mat. orgánica	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) --	
2. COLOR: 48.00 Unidades	5. SABOR: -----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: 65.00 µmhos/cm	
3. TURBEDAD: 33.80 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH): 07.39 unidades	9. SÓLIDOS DISUELTOS: 35.00 mg/L	
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,26	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	05,50
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,008	7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )	00,11
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	08,10	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	07,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,03
5. MANGANESO (Mn)	00,003	10. DUREZA TOTAL	158,00
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
00,00	00,00	42,00	42,00

OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_


**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista de la calidad física: ASPECTO turbio, OLOR ligero a materia orgánica (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad química los resultados obtenidos cumplen con las normas. 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. 21<sup>ST</sup> EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2016-02-02



Vo.Bo.  
Ing. Francisco Javier Quiroz de la Cruz  
DIRECTOR CI/USAC







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

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería.

## Anexo 2. Análisis bacteriológico de fuente del cantón Xetinitit



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



---

**No. 4256**

O.T. No. 35 606		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 360920
INTERESADO	MELISSA NOEMILÉON URRUTIA CARNE No. 201114411	PROYECTO:	EPS: DISEÑO DE UN SISTEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN XETINITIT, MUNICIPIO SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ.	
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesada	DEPENDENCIA:	Facultad de Ingeniería/USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DELA MUESTRA:	Cantón Xetinitit, Santa Cruz del Quiché	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2016-01-19: 14 h40 min.	
FUENTE:	Nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2016-01-20: 10 h04 min.	
MUNICIPIO:	Santa Cruz del Quiché	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración	
DEPARTAMENTO:	Quiché	SABOR:	----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN
ASPECTO:	Turbia	ASPECTO:	Turbia	COLOR RESIDUAL
OLOR:	Lig. a materia orgánica	OLOR:	Lig. a materia orgánica	

**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)**

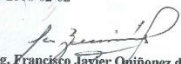
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
01,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
00,10 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
00,01 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		> 16 x 10 <sup>3</sup>	> 16 x 10 <sup>3</sup>

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


OBSERVACIONES: Bacteriológicamente los resultados obtenidos se enmarcan en la CLASIFICACIÓN III. Contaminación intensa que obliga a tratamientos más activos. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

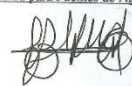
Guatemala, 2016-02-02

Vo.Bo.



**Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz**  
DIRECTOR CIHUSAC





---

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

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería.

### Anexo 3. Análisis físicoquímico de fuente del cantón Pajj I



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



---

O.T. No. 35607

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO

**No. 4258**  
INT. No. 2634

INTERESADO: <b>MELISA NOEMI LEÓN URRUTIA, CARNÉ No. 201114411</b>		PROYECTO: <b>EPS: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAJJI I, MUNICIPIO SANTA CRUZ DEL QUICHE, QUICHE"</b>	
RECOLECTADA POR: <b>Interesada</b>		DEPENDENCIA: <b>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</b>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <b>Cantón Pajji I, Santa Cruz del Quiché</b>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <b>2016-01-19; 11 h 25 min.</b>	
FUENTE: <b>Río Pajji</b>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <b>2016-01-20; 10 h 04 min.</b>	
MUNICIPIO: <b>Santa Cruz del Quiché</b>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <b>Con refrigeración</b>	
DEPARTAMENTO: <b>Quiché</b>			

RESULTADOS			
1. ASPECTO: <b>Clara</b>	4. OLOR: <b>Inodora</b>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <b>--</b>	
2. COLOR: <b>16,00 Unidades</b>	5. SABOR: <b>-----</b>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <b>111,00 µmhos/cm</b>	
3. TURBIDEZ: <b>05,38 UNT</b>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <b>06,40 unidades</b>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <b>59,00 mg/L</b>	
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,47	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	22,50
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,023	7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )	00,17
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	10,00	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	01,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,47
5. MANGANESO (Mn)	00,075	10. DUREZA TOTAL	160,00
HIDROXIDOS mg/L		ALCALINIDAD TOTAL mg/L	
00,00		20,00	

OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_

**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista de la calidad física y química los resultados obtenidos cumplen con las 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. 21<sup>ST</sup> EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.**

Guatemala, 2016-02-02



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




**Zorita Mich Espino**  
Ing. Química Col. No. 420  
MSc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio

---


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

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería.

Anexo 4. Análisis físico bacteriológico de fuente del cantón Pajj I



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



---

O.T. No. 35 607

**EXAMEN BACTERIOLOGICO**

No. **4255**

INTERESADO: MELISSA NOEMI LEÓN URRUTIA  
CARNÉ No. 201114411

PROYECTO: EFS: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE MINIRIEGO PARA EL CANTÓN PAJJI I, MUNICIPIO SANTA CRUZ DEL QUICHÉ, QUICHÉ"

INF. No. A - 360921

MUESTRA RECOLECTADA POR: Interesada

DEPENDENCIA: Facultad de Ingeniería/USAC

LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: Cantón Pajji I, Santa Cruz del Quiché

FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2016-01-19, 11 h25 min.

FUENTE: Río Pajji

FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2016-01-20, 10 h04 min.

MUNICIPIO: Santa Cruz del Quiché

CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeración

DEPARTAMENTO: Quiché

SABOR: ----

SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: Lig cantidad

ASPECTO: Clara

COLOR RESIDUAL: -----

OLOR: Inodora

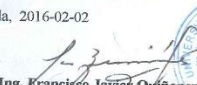
**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)**


PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
01,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+----
00,10 cm <sup>3</sup>	+++--	+++--	-----
00,01 cm <sup>3</sup>	+----	+	-----
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		1 100	20


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

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente los resultados obtenidos se enmarcan en la CLASIFICACIÓN II. Calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, sedimentación, filtración, desinfección) Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

Guatemala, 2016-02-02

Vo.Bo.   
**Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz**  
DIRECTOR CIUSAC



  
**Zenith Pich Carreros**  
Ing. Química Col. No. 420  
MSc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio

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

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería.

