



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA  
MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

**HÉCTOR EDUARDO AIFÁN PAMAL**

Asesorado por el Ing. Juan Meck Cos

Guatemala, septiembre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA  
MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**HÉCTOR EDUARDO AIFÁN PAMAL**  
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha agosto de 2007.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Héctor Eduardo Aifán Pamal'.

**Héctor Eduardo Aifán Pamal**



Guatemala, 25 de mayo de 2012  
Ref.EPS.DOC.767.05.12

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Héctor Eduardo Aifan Pamal** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **9516631**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ”**.

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



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,  
13 de julio de 2012

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 DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Héctor Eduardo Aifan Pamal, 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 ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 18 de julio de 2012  
Ref.EPS.D.624.07.12

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 DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Héctor Eduardo Aifan Pamal**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

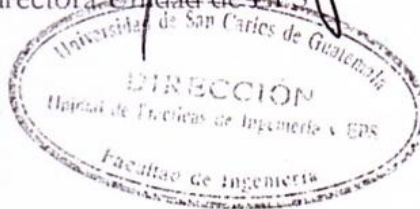
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano  
Directora Unidad de EPS




NISZ/ra




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Héctor Eduardo Aifán Pamal, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco DIRECTOR



Guatemala, septiembre 2012

/bbdeb.





Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 448 .2011

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 DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario **Héctor Eduardo Aifán Pamal**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 18 de septiembre de 2012

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Mis padres</b>	Oscar Eduardo Aifán García y María Clemencia Pamal.
<b>Mis abuelos</b>	Eduardo Aifán (q.e.p.d.) y Margarita Teque viuda de Aifán.
<b>Mi tía</b>	Juana Pamal (q.e.p.d.)
<b>Mis hermanos</b>	Oscar Rafael, Erick Alfredo, Thania Margarita, Sandra Beatriz y María Eugenia.
<b>Mi esposa</b>	Nidia Lisseth Núñez Muñoz.
<b>Mis hijos</b>	Marjorie del Rosario, Axel Rodrigo y Aldo Javier Aifán Núñez.
<b>Mis amigos</b>	Esdras Amílcar Pérez Corado, Edgar Bravo, Oscar Toj, Juan Tucubal, Gerardo Barrios, Julio Pérez, Edgar Juárez, Luis Castellanos, José Oliva, Carlos Bautista, Saúl Solares y todos los compañeros de Facultad de Ingeniería.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Que me dio su amor, sabiduría, paciencia y por ser mi guía y brindarme la oportunidad de alcanzar esta meta.
- Mis padres** Por brindarme su apoyo durante todo este tiempo, en especial a mi madre por estar siempre en los momentos que más la he necesitado.
- Mis hermanos** Por sus muestras de amor y apoyo a lo largo de mi carrera.
- Mi esposa** Por su apoyo incondicional.
- Mi tía** Juana Pamal (q.e.p.d.), por su amor y apoyo a mi familia.
- Mis suegros** Víctor Núñez y Judith Muñoz por el apoyo recibido.
- Mi asesor** Ing. Juan Merck, por su apoyo y motivación.
- Mis amigos** A todos los que de una u otra forma contribuyeron para que yo alcanzara este triunfo.
- La Universidad de San Carlos de Guatemala** Por mi formación académica.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del lugar.....	1
1.1.1. Ubicación geográfica .....	1
1.1.2. Vías de acceso .....	1
1.1.3. Clima .....	2
1.1.4. Población e idioma .....	2
1.1.5. Servicios Públicos.....	3
1.1.6. Economía.....	5
1.1.7. Suelo y topografía.....	6
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez.....	6
1.2.1. Descripción de las necesidades .....	6
1.2.2. Evaluación y priorización de necesidades .....	8
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	9

2.1.	Diseño del sistema de distribución de agua potable para la cabecera municipal de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez .....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	9
2.1.2.	Evaluación del sistema que está en funcionamiento .....	10
2.1.2.1.	Fuente y captación .....	10
2.1.2.2.	Calidad del agua .....	13
2.1.2.3.	Conducción .....	13
2.1.2.4.	Tanque de distribución .....	13
2.1.2.5.	Red de distribución.....	14
2.1.3.	Levantamiento topográfico .....	14
2.1.4.	Criterios de diseño .....	16
2.1.4.1.	Cálculos de población .....	16
2.1.4.1.1.	Tasa de crecimiento .....	17
2.1.4.1.2.	Período de diseño .....	18
2.1.4.1.3.	Población futura .....	19
2.1.4.2.	Dotación .....	20
2.1.4.3.	Factores de consumo y cálculo de caudal.....	22
2.1.4.3.1.	Factor día máximo (FDM).....	22
2.1.4.3.2.	Factor hora máxima (FHM).....	23
2.1.4.3.3.	Consumo medio diario (Qm).....	23
2.1.4.3.4.	Consumo máximo diario (Qc) .....	24

	2.1.4.3.5.	Consumo máximo horario .....	25
2.1.5.		Caudal de bombeo .....	26
2.1.6.		Diseño de la red de distribución de agua potable ...	27
	2.1.6.1.	Descripción del sistema de distribución.....	28
	2.1.6.2.	Aplicación del método Hardy-Cross para circuitos cerrados .....	30
		2.1.6.2.1. Red primaria .....	32
		2.1.6.2.2. Red secundaria .....	41
		2.1.6.2.3. Ramales .....	43
		2.1.6.2.4. Línea de impulsión o bombeo .....	43
2.1.7.		Diseño del tanque de distribución.....	48
	2.1.7.1.	Determinación del volumen del tanque.....	48
	2.1.7.2.	Diseño estructural del muro .....	49
	2.1.7.3.	Diseño estructural de la cubierta .....	53
	2.1.7.4.	Cálculo de viga para soportar losas.....	58
2.1.8.		Obras hidráulicas.....	63
	2.1.8.1.	Válvulas .....	63
		2.1.8.1.1. Válvula de compuerta... ..	63
	2.1.8.2.	Conexiones domiciliarias.....	63
2.1.9.		Sistema de desinfección.....	64
2.1.10.		Programa de operación y mantenimiento .....	67
	2.1.10.1.	Costo de operación y mantenimiento ..	70
	2.1.10.2.	Propuesta de tarifa .....	72
2.1.11.		Planos.....	72
2.1.12.		Presupuestos.....	73

2.1.13.	Evaluación socioeconómica .....	78
2.1.13.1.	Valor Presente Neto (VPN) .....	78
2.1.13.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	80
2.1.14.	Evaluacion de Impacto Ambiental .....	81
CONCLUSIONES.....		87
RECOMENDACIONES .....		89
BIBLIOGRAFÍA.....		91
ANEXOS.....		93

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa 1:50,000 Municipio de Alotenango .....	2
2.	Diagrama de nodos del sector No. 4 .....	35
3.	Diagrama de distribución de caudal en el nodo .....	36
4.	Geometría y presiones en el muro .....	50
5.	Dimensionamiento de losa .....	54
6.	Diagrama de momentos .....	56
7.	Diagrama de carga distribuida en la viga .....	58
8.	Dimensionamiento de viga .....	59
9.	Detalle de armado de viga .....	61
10.	Diagrama de corte.....	62

### TABLAS

I.	Pozo calle Los Mancilla .....	10
II.	Pozo El Calvario .....	11
III.	Pozo La Plazuela .....	11
IV.	Pozo Barrio Virginia .....	12
V.	Pozo Los Chavac.....	12
VI.	Dotación de agua potable .....	21
VII.	Dotación por sectores .....	22
VIII.	Consumo medio diario por sectores .....	24
IX.	Consumo máximo diario por sectores.....	25
X.	Consumo máximo horario por sectores .....	26



XI.	Caudal de bombeo por sectores.....	27
XII.	Nodos sector No. 4.....	34
XIII.	Método Hardy-Cross (primera iteración) .....	38
XIV.	Método Hardy-Cross (segunda iteración).....	39
XV.	Método Hardy-Cross (tercera iteración) .....	39
XVI.	Presiones finales en mallas del sector No. 4.....	40
XVII.	Red secundaria de 2" de diámetro sector No. 4 .....	41
XVIII.	Red secundaria de 2" de diámetro sector No. 4 .....	42
XIX.	Línea de bombeo por sectores .....	47
XX.	Momento estabilizante en el muro.....	50
XXI.	Datos para asumir características del suelo.....	52
XXII.	Áreas de las varillas de acero.....	57
XXIII.	Programa de mantenimiento y operación .....	69
XXIV.	Presupuesto sector No. 1 .....	73
XXV.	Presupuesto sector No. 2 .....	74
XXVI.	Presupuesto sector No. 3 .....	75
XXVII.	Presupuesto sector No. 4 .....	76
XXVIII.	Costo total del proyecto.....	77
XXIX.	Costo de operación sector No. 4 .....	79
XXX.	Simbología matriz de impacto ambiental .....	84
XXXI.	Matriz de impacto ambiental.....	85

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>HI</b>	Altura del instrumento
<b><math>\Phi</math></b>	Ángulo de fricción interna del suelo
<b>Asmáx</b>	Área de acero máximo
<b>Asmín</b>	Área de acero mínimo
<b>Av</b>	Área de una varilla
<b>W</b>	Carga uniformemente distribuída
<b>Q</b>	Caudal
<b>Qc</b>	Caudal de conducción
<b>Qd</b>	Caudal de distribución
<b>Qv</b>	Caudal de vivienda
<b>Qi</b>	Caudal instantáneo
<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetro cuadrado
<b>C</b>	Coefficiente de capacidad hidráulica de la tubería
<b>Vact</b>	Corte actuante
<b>Vres</b>	Corte resistente
<b><math>\gamma</math> agua</b>	Densidad del agua
<b><math>\gamma</math> c</b>	Densidad del concreto
<b><math>\gamma</math> s</b>	Densidad del suelo
<b>D</b>	Diámetro de tubería
<b><math>\emptyset</math></b>	Diámetro de varilla
<b>Dot</b>	Dotación
<b>@</b>	Espaciamiento entre varillas de refuerzo
<b>e</b>	Excentricidad

<b>FCU</b>	Factor de carga última
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>kg-m</b>	Kilogramo-metro
<b>lb/pie<sup>2</sup></b>	Libra por pie cuadrado
<b>l/h/d</b>	Litro por habitante día
<b>l/s</b>	Litro por segundo
<b>L</b>	Longitud del tramo (agua potable)
<b>m</b>	Metro
<b>m.c.a.</b>	Metro columna de agua
<b>m/s</b>	Metro por segundo
<b>Hf</b>	Pérdida de carga
<b>n</b>	Período de diseño
<b>Po</b>	Población actual
<b>Pf</b>	Población de diseño
<b>F'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>Fy</b>	Resistencia a la tensión del acero
<b>r</b>	Tasa de crecimiento
<b>ton</b>	Tonelada
<b>ton/m<sup>2</sup></b>	Tonelada por metro cuadrado
<b>ton/m<sup>3</sup></b>	Tonelada por metro cúbico
<b>Vs</b>	Valor soporte del suelo
<b>FDM</b>	Factor Día Máximo
<b>FHM</b>	Factor de Hora Máximo
<b>PVC</b>	Poli cloruro de Vinilo

## GLOSARIO

<b>Acueducto</b>	Serie de conductos, a través de los cuales se traslada agua de un punto hacia otro.
<b>Aforo</b>	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
<b>Agua potable</b>	Agua libre de microorganismos dañinos a la salud y agradable a los sentidos.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
<b>Amenaza</b>	Probabilidad de ocurrencia de un evento, potencialmente, desastroso durante cierto período, en un sitio dado.
<b>Azimut</b>	Es el ángulo formado por la dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado astronómicamente. El azimut se mide en el plano horizontal en el sentido de las agujas del reloj.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que produce una fuente.

<b>Carga estática</b>	También, es llamada presión estática y es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento, caja rompe presión, o tanque de distribución, y el punto de descarga libre. Se mide en metros columna de agua (m.c.a.).
<b>Carga dinámica</b>	También, llamada carga hidráulica o presión dinámica. Es la altura que alcanzaría el agua en tubos piezométricos, a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.
<b>Conducción</b>	Es la infraestructura que sirve para llevar el agua, desde la captación al tanque de almacenamiento.
<b>Cota del terreno</b>	Elevación del terreno sobre un nivel de referencia.
<b>Cota piezométrica</b>	Es la máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea.
<b>Desinfección</b>	Es la destrucción de casi todas las bacterias patógenas que existen en el agua por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, etc.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua promedio que se le asigna diariamente a una persona o unidad consumidora.
<b>Estiaje</b>	Época del año, en la que los caudales de las fuentes de agua descienden al nivel mínimo.

<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>Mampostería</b>	Elementos de construcción formada por bloques que van unidos entre si por medio de una mezcla.
<b>Parámetros de diseño</b>	Bases técnicas adaptadas para el diseño del proyecto.
<b>Presupuesto</b>	Valor anticipado de una obra o proyecto.
<b>Pérdida de carga</b>	Es la disminución de presión dinámica debido a la fricción que existe entre el agua y las paredes de la tubería.
<b>Planimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a representar en una superficie plana una porción terrestre. Conjunto de operaciones necesarias para obtener esta proyección horizontal.
<b>Riesgo</b>	Grado de pérdidas esperadas y efectos provocados debido a la ocurrencia de un evento particular en función de la amenaza y la vulnerabilidad.
<b>UNEPAR</b>	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
<b>Vulnerabilidad</b>	Grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos que corren riesgo, como resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, expresada en una escala desde 0, o sin daño, hasta 10, o pérdida total.



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en la municipalidad de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez. Efectuando un estudio monográfico y un diagnóstico, sobre necesidades y servicios básicos e infraestructura municipal, se encontró que el principal problema es la falta de un sistema de abastecimiento de agua potable adecuado, ya que el existente tiene más de veinte años, con lo cual ya rebasó su período de diseño, además los usuarios se han conectado al sistema de una forma desordenada e inadecuada al sistema, causando que esté totalmente fuera de función.

Después de haber identificado el problema, se planteó a las autoridades municipales, el diseño de un sistema de distribución de agua potable, que en forma eficiente satisfaga las necesidades de los usuarios.

La propuesta consiste en el diseño de la distribución de agua potable de la cabecera municipal, dividida en cuatro sectores, abastecido cada sector por su propio pozo. Se diseñó para los sectores 1, 2, y 3 su tanque de distribución respectivamente. Para el sector 4 se utilizará el tanque existente, porque cumple con bases de diseño y se encuentra en buenas condiciones.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar el diseño del sistema de distribución de agua potable para la cabecera municipal de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez.

### **Específicos**

1. Desarrollar una investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez.
2. Capacitar al personal de fontanería de la municipalidad sobre operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.



## INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta el diseño de un proyecto desarrollado durante el Ejercicio Profesional Supervisado, EPS de la Facultad de Ingeniería, el cual consiste en el diseño del sistema de distribución de agua potable para la cabecera municipal de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez.

Ubicado aproximadamente a 52 kilómetros, de la ciudad capital y con una extensión territorial de 95 kilómetros cuadrados, el municipio de San Juan Alotenango tiene como mayor problemática, la mala distribución de agua potable, porque su sistema actual rebasó su período de diseño, aunado a las malas conexiones domiciliarias y ampliaciones sin control que se han efectuado dentro del sistema en mención, afectando a la población de la cabecera municipal.

Debido a la situación antes mencionada, surge como solución técnica y profesional diseñar un nuevo sistema de distribución de agua potable, dividido en cuatro sectores, cada uno con su respectivo pozo y tanque de distribución, que cumpla con normas y bases de diseño especiales para este tipo de proyectos.

Con este trabajo de graduación se pretende dar una solución que sea técnica, económica y factible al problema existente en la cabecera municipal de San Juan Alotenango.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del lugar**

Se determinará sobre el municipio de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez, conceptos específicos tales como ubicación, vías de acceso, clima, topografía, comercio, población, idioma, etc.

### **1.1.1. Ubicación geográfica**

San Juan Alotenango, esta ubicado aproximadamente a 52 kilómetros de la ciudad capital, colinda al norte con San Miguel Dueñas y Ciudad Vieja; al este con Palín y Escuintla; al sur con Escuintla; al oeste con Yepocapa, Chimaltenango y Escuintla. Sobre la ruta nacional 14, asfaltada, de Antigua Guatemala rumbo suroeste hay aproximadamente 12 kilómetros, a la cabecera municipal de Alotenango ubicada en la ribera este del río Guacalate o Magdalena entre los volcanes de Acatenango y de Agua.

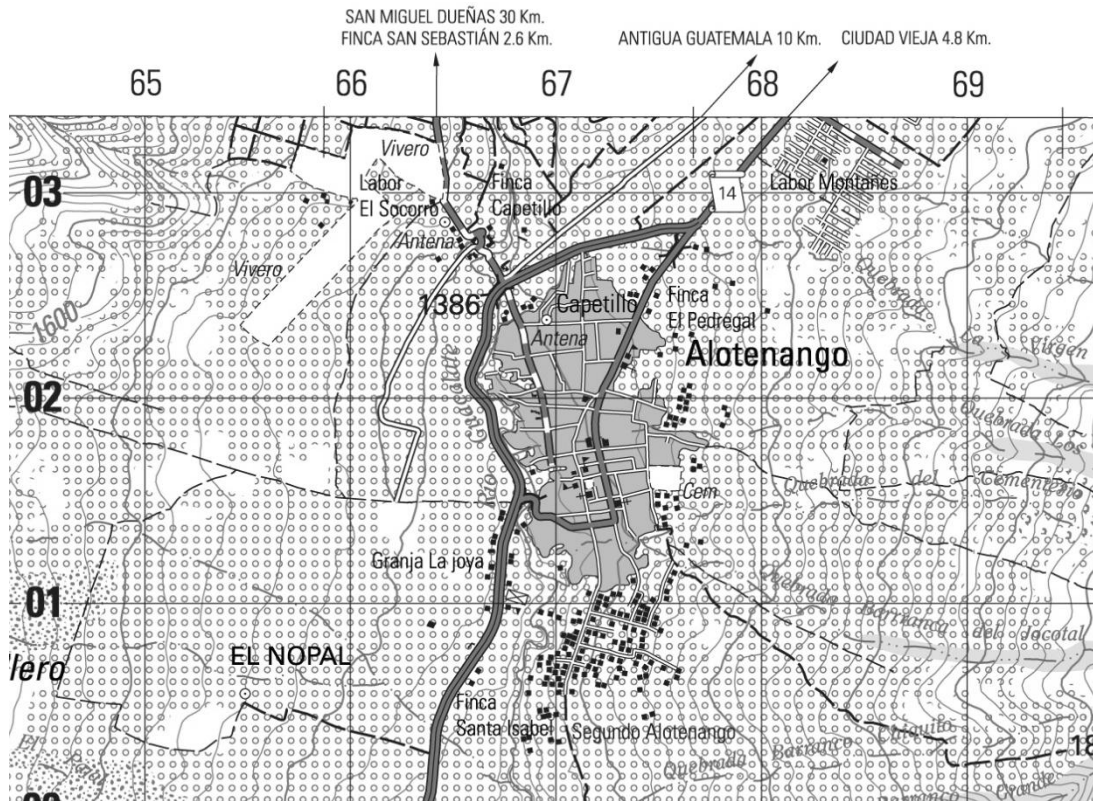
Tiene ubicado al frente de la iglesia católica, el monumento de elevación (BM) del IGN y este indica que está a 1 388,42 metros sobre el nivel del mar, con una latitud de 14°29'00", y una longitud de 90°48'17".

### **1.1.2. Vías de acceso**

La cabecera municipal de San Juan Alotenango, tiene acceso sobre la Ruta Nacional 14, carretera que se encuentra asfaltada, rumbo suroeste

proveniente de Antigua Guatemala. Cuenta también con acceso desde el este con Palín y Escuintla.

Figura 1. **Mapa 1:50,000 municipio de Alotenango**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

### 1.1.3. **Clima**

Esta población se caracteriza por tener un clima templado, alcanzando temperaturas máximas de 31,3 grados y temperaturas mínimas de 16,1 grados el cual favorece a sus tierras por lo que son fértiles, se encuentra ubicada una estación meteorológica del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, (INSIVUMEH) a 5 kilómetros sobre la Autopista Palín-Escuintla, en la finca experimental de la Universidad de San Carlos de Guatemala

denominada: Sábana Grande, que está a 730 metros sobre el nivel del mar, con una latitud de 14°22'03", y una longitud de 90°49'48".

#### **1.1.4. Población e idioma**

La población de Alotenango asciende a 15 848 habitantes, de los cuales 8 007 son hombres y 7 mil 841 mujeres, de acuerdo al censo efectuado por el Instituto Nacional de Estadística, (INE), en noviembre de 2 002. El crecimiento demográfico a nivel municipal, tiene un promedio del 3,4 por ciento anual.

La población según grupo étnico, asciende a 11 442 que pertenece al grupo indígena y el restante 4 406 a grupos no indígenas. Los fundadores fueron de la etnia Cakchiquel, característica que se conserva hasta la fecha. El idioma hablado en el lugar es el cakchiquel, actualmente los pobladores en su mayoría hablan además el español.

Se tiene referencia que esta comunidad ya existía organizada a la llegada de los españoles en 1 524, y que se hallaba asentada en el lugar que en este momento ocupa la finca Candelaria, unos 3 o 4 kilómetros al sur de su actual permanencia. Las principales costumbres y festividades en el municipio, están dirigidas a los Santos, los Difuntos, Cuaresma, Semana Santa, los rezados de la Virgen de Concepción

Las danzas folklóricas también hacen acto de presencia en algunas celebraciones, Los Convites y Los Fieros.

La feria titular es celebrada el 24 de junio, fecha en la cual la Iglesia Católica conmemora a San Juan Bautista, patrono de este municipio.



- Servicios públicos

Los servicios públicos están a cargo de la Municipalidad de San Juan Alotenango y por algunas empresas privadas.

- Carreteras y caminos vecinales

Cuenta con un solo caserío, comunicado con una carretera asfaltada que va de la cabecera municipal hacia el este, conocida como Autopista los Volcanes, su entrada principal se encuentra asfaltada, conocida como Calle Real, sus demás calles y callejones se encuentran actualmente adoquinados en un 85 por ciento de su totalidad. El resto de calles aun son de terracería, en la cual se puede notar la falta de mantenimiento, y el deterioro provocado por la erosión.

- Transporte

La mayoría de las personas se transportan en moto-taxis, caminando o en bicicleta. El transporte extraurbano que se encuentra laborando son los buses de la empresa Orellana, los cuales tiene la ruta de la capital hacia la cabecera municipal de San Juan Alotenango y viceversa, además hacia Escuintla y a la cabecera departamental, Antigua Guatemala.

- Comunicaciones

Se cuenta con el servicio de correos, el cual se ubica en el centro del municipio. El servicio telefónico existe con las variantes de servicio telefónico residencial, comunitario, público y celular. También se tiene el sistema de televisión por cable, y un café Internet.

- Energía eléctrica

Toda la cabecera municipal cuenta con el servicio de energía eléctrica. A excepción del único caserío que tienen.

- Centros de salud

Existe un centro de salud el cual brinda servicio a la mayoría de las personas de escasos recursos, es atendido por un doctor, enfermeras profesionales y promotoras de salud.

- Mercado

Alotenango cuenta con un mercado, que actualmente se encuentra en remodelación.

- Cementerio

Cuenta con el servicio de cementerio general.

### **1.1.5. Economía**

La economía es impulsada principalmente por el sector agrícola y artesanal, sus artesanos varones se dedican a la elaboración de lazos y redes de hilos de maguey, los agricultores tienen su territorio destinado a la producción agrícola que se dedica a los siguientes cultivos:

- Granos: maíz, frijol, café. De estos la mayor parte del producto se destina al consumo familiar y los excedentes se comercializan localmente y otra parte se exporta.
- Verduras y hortalizas: aguacate, tomate, zanahoria, rábano, arveja.

Las mujeres en su mayoría se dedican a los quehaceres domésticos y a la manufactura de güipiles y adornos típicos.

#### **1.1.6. Suelo y topografía**

El suelo superficial de Alotenango está formado por ceniza volcánica máfica de color oscuro, con una textura franca y suelta de un espesor aproximado de 25-40 centímetros, mientras que el subsuelo es de color café grisáceo oscuro, con una consistencia suelta y textura arenosa con un espesor aproximado de 40-50 centímetros.

El relieve o topografía de los suelos es montañoso en su mayoría, sin embargo la cabecera municipal se encuentra ubicada en una planicie a orillas del río Guacalate, sus tierras son fértiles en las cuales se cultiva la caña de azúcar, café, maíz, frijol, y gran variedad de verduras, flores y árboles frutales.

### **1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez**

Se presenta una descripción básica sobre las necesidades del municipio, evaluando cada una para determinar cual tiene prioridad en nuestra investigación y llevar a cabo la solución y recomendaciones.

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

Según la municipalidad y la población las necesidades más urgentes son:

- Ampliación del sistema de alcantarillado sanitario

En algunos callejones de la cabecera municipal aún no existe el sistema de alcantarillado, por lo que las aguas servidas corren a flor de tierra, y ocasionas enfermedades y malos olores.

- Mejoramiento del sistema de distribución de agua potable

En el municipio de San Juan Alotenango, el sistema de distribución de agua potable, no es lo suficientemente funcional, por lo que es necesario, ampliar y mejorar el servicio, ya que este es deficiente y en algunos lugares todavía no tienen el servicio.

- Adoquinado de calles

Es necesario adoquinar varios callejones ubicados dentro del casco municipal, ya que estos aún son de terracería, y sufren constante deterioro, por la erosión, cuando es temporada de vientos estos ocasionan polvo, provocando enfermedades respiratorias.

- Sistema de recolección de basura

Esta necesidad surge ya existe un botadero municipal, pero no cuenta con un sistema adecuado de recolección de basura, actualmente solo existe un

camión recolector, el cual no se da abasto, en el relleno sanitario no se lleva un control adecuado del tipo de desechos que se recolectan.

- **Nomenclatura**

De las necesidades existentes se encontró que hace falta un ordenamiento en sus direcciones, actualmente se localizan por callejones, o por el nombre de alguna persona o el apellido, siendo este un problema para la entrega de encomiendas, notificaciones, y otros. Es necesario crear la nomenclatura, y asignar a cada vivienda su respectiva dirección.

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

De las necesidades anteriormente descritas se tomó como prioridad diseñar el sistema de distribución de agua potable para la cabecera municipal de San Juan Alotenango, ya que de contar con un sistema inadecuado como el actual, la población sufre de falta de agua en algunos sectores, aunado a las costumbres de la población, así como a su nivel de vida y su educación, se citan los siguientes problemas:

- Enfermedades gastrointestinales por consumo de agua no potable.
- Falta de higiene personal de los pobladores.
- Gasto económico, por la compra de agua a camiones distribuidores.
- A la municipalidad le genera pérdidas en el cobro del canon de agua ya que en algunos sectores no llega el agua, y en otros algunas horas motivo por el cual los pobladores no pagan su cuota de agua.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño del sistema de distribución de agua potable para la cabecera municipal de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez**

Atendiendo las necesidades del municipio, se procede al diseño del sistema de distribución de agua potable que cumpla con normas y especificaciones adecuadas para este tipo de proyecto.

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

El proyecto consistirá en diseñar el sistema de distribución de agua potable para la cabecera municipal de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez, ya que el existente llegó al final de su período de diseño, y ya no funciona adecuadamente, la propuesta está conformada por una red de circuitos cerrados, distribuidos en cuatro sectores, cada sector contará con su pozo y su respectivo tanque de distribución. La tubería principal oscilará entre 2,5 y 5 pulgadas, de 160 libras por pulgada cuadrada.

La línea secundaria es tubería de 2 pulgadas de diámetro; de estos ramales se harán las conexiones domiciliarias, para abastecer a las viviendas. En este sistema se empleará tubería de cloruro de polivinilo (PVC), clase 125 libras por pulgada cuadrada, incorporándose un tratamiento a base de un hipoclorador.

## 2.1.2. Evaluación del sistema que está en funcionamiento

Se procede a revisar cada elemento del sistema de agua potable que funciona actualmente, determinando si se pueden reutilizar; que daño es el que tiene o si es necesario su cambio total.

### 2.1.2.1. Fuente y captación

La cabecera municipal de San Juan Alotenango cuenta con cinco pozos, distribuidos en todo el casco urbano, siendo estos los que abastecen a la población y son los siguientes:

Tabla I. Pozo calle Los Mansilla

Profundidad del pozo	485 pies, diámetro de 8 pulgadas
Motor	Sumergible marca Hitachi de 40 Hp
Bomba	Goulds modelo 6 c/c de 11 etapas con tazones de hierro fundido e impulsores de bronce de 40 hp
Nivel dinámico	68,60 metros
Nivel estático	60,97 metros
Producción	180 galones por minuto
Colocación de equipo	400 pies
Diámetro de tubería	4 pulgadas
Energía	Servicio eléctrico prestado por la empresa eléctrica proveniente de 3 transformadores de 25 Kva. Cada uno
Datos varios	El pozo cuenta con equipo de cloro líquido

Fuente: Municipalidad de San Juan Alotenango, Sacatepéquez.

**Tabla II. Pozo El Calvario**

Profundidad del pozo	530 pies, diámetro de 8 pulgadas
Motor	Sumergible marca Hitachi de 40 Hp
Bomba	Grundfos modelo 150S400 de 23 etapas
Nivel dinámico	122 metros
Nivel estático	112 metros
Producción	200 galones por minuto
Colocación de equipo	510 pies
Diámetro de tubería	4 pulgadas
Energía	Servicio eléctrico prestado por la empresa eléctrica proveniente de 3 transformadores de 25 Kva. Cada uno
Datos varios	El pozo cuenta con equipo de cloro líquido

Fuente: Municipalidad de San Juan Alotenango, Sacatepéquez.

**Tabla III. Pozo La Plazuela**

Profundidad del pozo	600 pies, diámetro de 8 pulgadas
Motor	Sumergible marca Hitachi de 40 Hp
Bomba	Goulds modelo 6 CHC de 8 etapas Tipo sumergible
Nivel dinámico	116,77 metros
Nivel estático	104,27 metros
Producción	200 galones por minuto
Colocación de equipo	520 pies
Diámetro de tubería	4 pulgadas
Energía	Servicio eléctrico prestado por la empresa eléctrica proveniente de 3 transformadores de 25 Kva. Cada uno
Datos varios	El pozo cuenta con equipo de cloro líquido

Fuente: Municipalidad de San Juan Alotenango, Sacatepéquez.



**Tabla IV. Pozo Barrio Virginia**

Profundidad del pozo	500 pies, diámetro de 8 pulgadas
Motor	Grundfos de 40 hp trifásico
Bomba	Marca Cal peda, modelo 65d 10/20 Tipo sumergible
Nivel dinámico	134,14 metros
Nivel estático	121,95 metros
Producción	160 galones por minuto
Colocación de equipo	500 pies
Diámetro de tubería	3 pulgadas
Energía	El equipo funciona por medio de una planta eléctrica Tradewinds modelo TPI-60P de 60 kw. Accionado con diesel.
Datos varios	El pozo cuenta con equipo de cloro líquido

Fuente: Municipalidad de San Juan Alotenango, Sacatepéquez.

**Tabla V. Pozo Los Chavac**

Profundidad del pozo	953 pies, diámetro de 8 pulgadas
Motor	Sumergible marca Hitachi de 40 Hp
Bomba	Grundfos modelo 150S419-18 etapas Tipo sumergible
Nivel dinámico	181,20 metros
Nivel estático	1175,20 metros
Producción	150 galones por minuto
Colocación de equipo	800 pies
Diámetro de tubería	4 y 3 pulgadas
Energía	Servicio eléctrico prestado por la empresa eléctrica proveniente de banco de transformación de 75 Kva.
Datos varios	El pozo cuenta con equipo de cloro líquido

Fuente: Municipalidad de San Juan Alotenango, Sacatepéquez.

### **2.1.2.2. Calidad del agua**

Según el estudio bacteriológico efectuado por un laboratorio privado, el agua es apta para el consumo humano, no obstante debe contar con un sistema de cloración, para que esta sea potable. (Ver resultado en anexos).

### **2.1.2.3. Conducción**

El sistema de agua potable existente en la población, no cuenta con una línea específica de conducción, ya que es distribuida por pozos y estos están conectados directamente a la red de distribución de agua, únicamente existe línea de conducción del pozo El Calvario hacia el tanque de distribución denominado Vallejos.

### **2.1.2.4. Tanque de distribución**

El sistema actual cuenta con un tanque de distribución de 450 metros cúbicos de volumen de almacenaje, abastecido por los pozos Virginia y el Calvario, existen 5 tanques más los cuales dejaron de funcionar, ya que el agua se conectó directamente del pozo hacia la línea de distribución, razón por la cual el sistema de cloración no funciona adecuadamente. Los tanques existentes en la cabecera municipal de San Juan Alotenango son:

- Tanque del cementerio
- Tanque Virginia
- Tanque Los Chavac
- Tanque Vallejo
- Tanque Cojolón

#### **2.1.2.5. Red de distribución**

La red de distribución principal que debiera abastecer o alimentar a la red secundaria, está saturada de conexiones domiciliarias, ya que nunca se ha llevado un control de los nuevos usuarios, y los fontaneros de la municipalidad han conectado sin control alguno. Es por ello que en algunos sectores siempre mantienen el servicio, afectando a los otros sectores. El actual sistema es una red de distribución, nuestra propuesta será un sistema de distribución dividido en cuatro sectores con una red principal, derivándose de ésta la red secundaria donde se conectarán todos los domiciliarios.

#### **2.1.3. Levantamiento topográfico**

Al hacer el levantamiento topográfico del lugar donde se proyectará el sistema de distribución de agua potable, no solo hay que tomar en cuenta el área edificada en la actualidad, sino que también las que en un futuro puedan adherirse al sistema, incluyendo la localización exacta de todas las calles y zonas con o sin edificación; edificios, alineación municipal, ubicación de estos; carreteras, cementerios, todos los pavimentos, anotando su clase y estado; parques públicos, campos de deporte y todas aquellas estructuras naturales y artificiales que guarden relación con el problema a resolver e influyan en los diseños.

En conclusión deben incluirse todos los accidentes geográficos existentes en el área del levantamiento topográfico, ya que de estos dependerá mucho el diseño de obras de arte y otros.

- Planimetría

Los levantamientos topográficos de planimetría se pueden hacer por varios métodos, entre los que destacan: el método de conservación de azimut, por deflexiones, por rumbo y distancia, que son los más comunes y que se usan generalmente. Este levantamiento debe incluir todas las calles de la población, parques, áreas deportivas, escuelas y todos aquellos monumentos que nos puedan servir de referencia.

El levantamiento de planimetría se realizó por el método de conservación de azimut, con vuelta de campana. Los datos del levantamiento topográfico, están registrados en la libreta de campo, acompañado del croquis de cada accidente geográfico, el cual se fue elaborando conforme se avanzaba el estudio topográfico, indicando, además, todos los datos, características y referencias, como: calles, áreas deportivas, iglesia, quebradas, puentes, viviendas, etc. Las estaciones se fueron indicando con números, las radiaciones con números y letras, lecturas de hilos y distancias y sus respectivos ángulos horizontales o azimut.

Para nuestro proyecto se hizo un levantamiento altimétrico, a través de métodos taquimétricos por conservación de azimut el cual se efectuó con un teodolito TM-20 ES óptico mecánico, marca sokkia, se tomaron medidas con cinta métrica y estadia, por medio del método de conservación del azimut, se tomaron las lecturas de los ángulos horizontales así como los ángulos verticales, los hilos estadimétricos y la altura en que estaba colocado el aparato con respecto del suelo, todos estos datos nos servirían para los cálculos posteriores en gabinete.

#### **2.1.4. Criterios de diseño**

Son todos los conceptos o normas, que ayudarán a realizar el diseño de cada parte del sistema de distribución de agua potable para la cabecera municipal de San Juan Alotenango.

##### **2.1.4.1. Cálculos de población**

El análisis del crecimiento natural de una población, se puede calcular por medio de varios métodos, los cuales nos ayudaran ha a determinar con mayor exactitud la población futura, que es de suma importancia, puesto que de este cálculo dependerá la cantidad de personas que utilizaran el servicio al final del período de diseño. Entre los métodos que se utilizan se encuentran:

- Método aritmético
- Método geométrico
- Método de crecimiento lineal
- Método de saturación

Para este caso en particular se utilizará el método geométrico, debido a que existen datos de censos que se realizaron con anterioridad.

Este método se basa en el aparente crecimiento en el tiempo, y este es proporcional al tamaño de la población. Este método es más exacto, ya que toma en cuenta la tasa de crecimiento poblacional y su fórmula es de tipo exponencial.

Para la estimación de la población futura se emplea la siguiente fórmula:

$$Pf = Po * ( 1 + R ) ^ n$$

Donde:

Pf	=	población futura
Po	=	población del último censo
n	=	período de diseño
R	=	tasa de crecimiento

Este método se ajusta un poco más a poblaciones en vías de desarrollo, como es el caso de San Juan Alotenango, debido a que crecen a un ritmo geométrico exponencial, no obstante, es posible que la estimación de la población esté arriba de la realidad debido a la tasa de crecimiento que en muchos casos va variando por diversos factores y como consecuencia se podría estar sobre planteando dicha población, representando una leve desventaja, ya que este incidirá directamente en el costo del proyecto.

#### **2.1.4.1.1. Tasa de crecimiento**

La tasa de crecimiento de una población es la variable demográfica que expresa la diferencia entre el número de nacimientos y el de defunciones en un área determinada a lo largo de un período concreto.

El crecimiento natural es positivo cuando el número de nacimientos supera al número de defunciones y es negativo cuando la mortalidad es mayor que la natalidad. Este indicador muestra cómo evolucionaría una población si no hubiera migraciones.

Sin embargo, normalmente se utiliza un índice expresado en porcentaje o tanto por ciento (%), que se halla dividiendo el resultado de la diferencia de los fallecidos y los nacidos, entre la población total y multiplicando por cien.

Se utilizará, para nuestro proyecto una tasa de crecimiento del 4,3 por ciento, según el censo que fue realizado en 2002 por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

#### **2.1.4.1.2. Período de diseño**

El período de diseño de un proyecto de sistema de distribución de agua, es el tiempo por el cual el sistema trabajará en óptimas condiciones.

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

Para el proyecto se consideró un período de diseño de 21 años, incluyendo un año de trámites administrativos y construcción del sistema.

Deben considerarse los siguientes factores:

- El tiempo durante el cual la obra dará servicio a la población.
- Durabilidad del material a utilizar.
- Los costos y las tasas de interés vigentes.
- Crecimiento de la población incluyendo posibles cambios en los desarrollos de la comunidad.

### 2.1.4.1.3. Población futura

Debido a que se sectorizó la cabecera municipal de San Juan Alotenango en cuatro áreas, para el cálculo de población futura del sector No. 1 se usará el método geométrico ya que este es el que más se adapta a las condiciones de este sector, luego los sectores No. 2, No. 3 y No. 4 se aplicará el método de saturación, el cual consiste en determinar la cantidad de lotes que pueden llegar a ser, y estimar una cantidad de habitantes por terreno y así calcular la población futura ya que estos sectores únicamente pueden crecer construyendo casas de varios niveles.

La población de la cabecera municipal asciende a 15 848 habitantes, de los cuales 8 007 son hombres y 7 mil 841 mujeres, de acuerdo al censo efectuado por el Instituto Nacional de Estadística, (INE), en noviembre de 2 002. El crecimiento demográfico a nivel municipal, tiene un promedio del 3,4 por ciento anual.

Población actual del sector No. 1 es de 1 550 habitantes por lo que utilizando el método geométrico se tiene:

Formula a utilizar: 
$$Pf = P_0 * (1 + R)^n$$

Para el sector No. 1

$$Pf = 1\ 550 * (1 + 0,034)^{21} = 3\ 128 \text{ hab.}$$

Para el sector No. 2 la población futura se estima que serán 5 502 habitantes, para el sector No. 3 se estima una cantidad de 5 968 habitantes y para el sector No. 4 la población se calcula en 11 571 habitantes.



#### **2.1.4.2. Dotación**

Es el volumen de agua que se le asigna a una persona para su consumo, en la unidad de tiempo. Usualmente, en el medio, la dotación se determina en litros que consume un habitante al día.

Es recomendable que la dotación se determine con base en estudios de demanda de agua de la población que se investiga, o poblaciones cercanas con características similares.

Los factores que influyen en la determinación de la dotación son: clima, nivel de vida, actividad productiva, número de habitantes, costumbres, existencia de abastecimientos privados, existencia de alcantarillado, existencia de medidores, presiones en la red y capacidad administrativa de la municipalidad.

La dotación está formada por el caudal doméstico, caudal industrial, caudal comercial y caudal público. A estos consumos se deberá agregar un porcentaje de pérdidas por fugas y mal uso del agua.

Generalmente, poblaciones pequeñas presentan consumos bajos con relación a ciudades grandes y desarrolladas, debido a la ausencia de industria, carencia de alcantarillado y el bajo porcentaje de área recreacional que amerite riego y mantenimiento.

Con la finalidad de determinar la dotación, se consideran los factores que influyen en la misma, así como también las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y la Dirección General de Obras Públicas (DGOP).

La elección de la dotación es una gran responsabilidad que se ve reflejada en la eficiencia con que un acueducto preste su servicio futuro. La dotación debe satisfacer las necesidades de consumo de la población con la finalidad de que ésta desarrolle sus actividades de la mejor forma posible.

Según la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), la dotación mínima para el diseño de proyectos de agua potable es la siguiente:

Tabla VI. **Dotaciones de agua potable**

Dotación de agua potable			
Tipo de zona	Clima	Dotación (litr/hab/día)	Tipo de conexión
Rural		40-60	Llena cántaros
	Frío	60-90	Predial
	Cálido	90-120	Predial
Urbana	Frío	120-150	Domiciliar
	Cálido	150-200	Domiciliar
Metropolitana		200-300	Domiciliar

Fuente: UNEPAR.

Por las condiciones que presenta el proyecto, a cada sector se le designo una dotación dependiendo del caudal disponible por lo que se tomará una dotación por sector de la siguiente manera:

Tabla VII. **Dotación por sectores**

<b>SECTORES</b>	<b>DOTACIÓN</b>	
SECTOR No.1	90,00	litros/habitante/día
SECTOR No.2	100,00	litros/habitante/día
SECTOR No.3	100,00	litros/habitante/día
SECTOR No.4	140,00	litros/habitante/día

Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.4.3. Factores de consumo y cálculo de caudal**

Son todos los elementos y normas establecidas como parámetros, para determinar los tipos de consumo, que se utilizaran para los cálculos correspondientes de caudales.

##### **2.1.4.3.1. Factor de día máximo (FDM)**

Este factor sirve para compensar la variación en el consumo de agua por parte de la comunidad en un período de tiempo determinado. Este factor se calcula tabulando los datos de consumo durante un año.

Para este caso como no se cuenta con datos de consumo de cabecera municipal de San Juan Alotenango, se utiliza el factor para comunidades según UNEPAR, el cual varía de 1,2 a 1,5.

Dado que este factor varía inversamente proporcional al número de habitantes se determina usar 1,5 para este proyecto como FDM.

#### **2.1.4.3.2. Factor de hora máxima (FHM)**

Sirve para compensar las variaciones en las horas de mayor consumo, para poblaciones con registros de agua anteriores este factor se debe calcular tabulando los datos de consumo horarios; pero a falta de registros se adopta un factor que varía de 2 a 3. Según Normas de UNEPAR.

Para este proyecto se determinó como factor de hora máximo el valor de 2 dadas las características de la comunidad, dentro de las cuales se pueden mencionar sus tierras húmedas y clima templado durante todo el año.

#### **2.1.4.3.3. Consumo medio diario (Qm)**

Es el promedio de los consumos diarios durante un año de registro, pero al no contar con los registros se puede calcular en función de la población futura y la dotación asignada en un día. El caudal medio para el proyecto en estudio, se calculó así:

$$Mu = 11\ 215,86 \text{ kg} - \text{m}$$

Calculando Qm para el sector No.4:

$$Qm = \frac{11\ 571 \text{ hab} * 140 \text{ l/hab/día}}{86\ 400}$$

$$Qm = 18,75 \text{ l/ s}$$

Tabla VIII. **Consumo medio diario por sectores**

<b>Sectores</b>	<b>Consumo medio diario (Qm)</b>	
SECTOR No.1	3,26	litros/segundo
SECTOR No.2	6,37	litros/segundo
SECTOR No.3	6,91	litros/segundo
SECTOR No.4	18,75	litros/segundo

Fuente:

elaboración

propia.

#### **2.1.4.3.4. Consumo máximo diario (Qc)**

Es el día de máximo consumo de una serie de registros obtenidos en un año, regularmente sucede cuando hay actividades en las cuales participa la mayor parte de la población. El valor que se obtiene es utilizado en el diseño de la fuente, captación, línea de conducción y la planta de tratamiento.

A falta del registro, el consumo máximo diario (Qc) será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor de día máximo (FDM) que oscile entre 1,2 y 1,5 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes.

Al tomar en cuenta el clima, el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes, se determina que para este estudio el factor de día máximo (FDM) es de 1,50 con lo cual se tiene:

$$Q_c = Q_m * FDM$$

Donde:

$Q_c$  = Caudal máximo Diario

$Q_m$  = Caudal medio

FDM = Factor día máximo

Para el sector No.4:

$$Q_c = 18,75 \text{ l/s} * 1,5$$

$$Q_c = 28,13 \text{ l/s}$$

Tabla IX. **Consumo máximo diario por sectores**

<b>Sectores</b>	<b>Consumo máximo diario (<math>Q_c</math>)</b>	
SECTOR No.1	4,89	litros/segundo
SECTOR No.2	9,56	litros/segundo
SECTOR No.3	10,37	litros/segundo
SECTOR No.4	28,13	litros/segundo

Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.4.3.5. Consumo máximo horario**

Es conocido también como caudal de distribución, debido a que es el utilizado para diseñar la línea y red de distribución. Es la hora de máximo consumo del día, el valor obtenido se usará para el diseño de la red de distribución.

El caudal máximo horario se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Q_c = Q_m * FHM$$

Donde:

Qd = Caudal máximo horario o caudal de distribución

Qm = Caudal medio

FHM = Factor hora máximo

Para el sector No.4:

$$Q_c = 18,75 \text{ l/s} * 2$$

$$Q_c = 37,50 \text{ l/s}$$

Tabla X. **Consumo máximo horario por sectores**

<b>Sectores</b>	<b>Consumo máximo horario (Qd)</b>	
SECTOR No.1	6,52	litros/segundo
SECTOR No.2	12,74	litros/segundo
SECTOR No.3	13,82	litros/segundo
SECTOR No.4	37,50	litros/segundo

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.5. Caudal de bombeo**

- Período de bombeo. Es el tiempo en el que el equipo de bombeo trabaja diariamente, generalmente dicho período es expresado en horas, por lo cual se le llama también horas de bombeo. Para este proyecto se definió un período de bombeo de 13 horas, para los sectores 2 y 3, para el sector 1 será de 9 horas de bombeo y el sector 4, 15 horas respectivamente.

- Caudal de bombeo. Es el volumen de agua por unidad de tiempo que será bombeado durante el periodo de bombeo, para satisfacer la demanda del consumidor durante el día.

$$Q_B = \frac{24 \times Q_c}{H_B}$$

Donde:

QB = caudal de bombeo

QC = caudal de conducción

HB = horas de bombeo

Caudal de bombeo para sector 2:

$$Q_B = \frac{24 \times 6,37}{13} = 11,76 \text{ l/s}$$

Tabla XI. **Caudal de bombeo por sectores**

<b>Sectores</b>	<b>Caudal de bombeo</b>	
SECTOR No.1	8,70	litros/segundo
SECTOR No.2	11,76	litros/segundo
SECTOR No.3	11,16	litros/segundo
SECTOR No.4	22,50	litros/segundo

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.6. Diseño de la red de distribución de agua potable**

Para facilitar los procedimientos del diseño hidráulico del sistema de distribución de agua potable para la cabecera municipal de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez, se determinó sectorizarlo en cuatro, para una mejor eficiencia del sistema adaptándose a las condiciones



del lugar, por ejemplo ubicación de pozos, topografía, etc. Se elaboró una hoja electrónica con el método de Hardy Cross, con los siguientes datos: tramos (longitudes de tuberías sin cambio de diámetro), cotas de terreno, distancia horizontal, caudal de diseño, constante de fricción, diámetro nominal, pérdida de carga, velocidad, cotas piezométrica, presiones y tipo de tubería.

### **2.1.6.1. Descripción del sistema de distribución**

La red o sistema de distribución comprende todo el conjunto de conducciones y tuberías, que distribuyen el agua tratada desde el tanque de distribución hasta el grifo del consumidor (casas, industria, edificios, etc.). Es constituida por un conjunto de tuberías y piezas especiales dispuestas convenientemente a fin de garantizar el abastecimiento de las unidades componentes de la comunidad abastecida. Existen tres tipos de redes.

- Ramificada, también conocida como sistema de circuitos abiertos, consistente en una conducción principal de la que se derivan tuberías secundarias, de las que parten otras tuberías de tercer o cuarto orden, cada vez de menor diámetro. Semejante a las ramas de un árbol.
- Mallada, la conducción del agua se hace a través de tuberías unidas formando un circuito cerrado y el agua puede llegar a un punto determinado por varios lados.
- Circular, consiste en completar la conducción principal con otras conducciones circulares.

La elección del sistema más idóneo y funcional, dependerá de las características del lugar poblado, ubicación del tanque de distribución, etc.,

desde el punto de vista sanitario es preferible optar por la red mallada o sistema de circuitos cerrados, también conserva las presiones en sus nodos y permite la continuidad del flujo.

La urbanización de la cabecera municipal de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez, llena los requisitos para diseñar un sistema de distribución a base de mallas y ramales secundarios, se implementará este sistema en dicho lugar.

Es recomendable utilizar un diámetro de tubería de 2 pulgadas para la tubería secundaria, por lo tanto se tomará en cuenta. Considerando la altura más pequeña de las edificaciones (viviendas) y la topografía en las áreas de la cabecera municipal, las presiones generadas en la tubería por la circulación del agua, tendrán los siguientes valores:

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

### 2.1.6.2. Aplicación del método de Hardy-Cross para circuitos cerrados

El método de Hardy-Cross es un proceso de tanteos directos: los ajustes hechos sobre los valores previamente admitidos o adoptados son calculados y por lo tanto controlados. En estas condiciones, la convergencia de los errores es rápida, obteniéndose casi siempre una precisión satisfactoria en los resultados, después de tres iteraciones solamente.

El método se fundamenta en el cumplimiento de dos leyes: ley de continuidad de masa en los nudos: "la suma algebraica de los caudales en un nudo, debe ser igual a cero"

$$\sum_{j=1}^m Q_{ij} + q_i = 0$$

Donde:

$Q_{ij}$ : Caudal que parte del nudo  $i$  o que fluye hacia dicho nudo

$q_i$ : Caudal concentrado en el nudo  $i$

$m$ : Número de tramos que confluyen al nudo  $i$ .

Ley de conservación de la energía en los circuitos: la suma algebraica de las pérdidas de energía, en los tramos que conforman un anillo cerrado, debe ser igual a cero.

$$\sum_{j=1}^n hf_{ji} = 0$$

Donde:

$hf_{ij}$  : Pérdida de carga por fricción en el tramo Tij.

$n$  : Número de tramos del circuito  $i$

Esta última ley difícilmente se cumple, por lo que únicamente solo se corrigen los caudales que circulan en cada del circuito.

A continuación se presentan las fases del trabajo y criterios usados, para la determinación de los circuitos cerrados, para que a continuación se aplique Hardy-Cross al diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable.

- Consideraciones generales: el método no se destina al estudio de las redes típicamente ramificadas. Muy al contrario, esta muy íntimamente ligado a una nueva concepción de los sistemas de distribución, es decir distribución por circuitos cerrados, que se caracterizan por una flexibilidad mucho mayor, así como también por una distribución más equilibrada de las presiones.
- Trazado de los circuitos: en el trazo de los circuitos, se debe tener en cuenta una buena distribución con la relación a las áreas que se van a abastecer y a su consumo. Las líneas son orientadas por los puntos de mayor consumo, por los centros de masa y son influenciadas por varios factores, tomas contra incendios, si así lo requiere el proyecto, vías principales, condiciones topográficas y especialmente altimétricas, facilidades de ejecución, etc.
- Consumo y distribución: el área que va a ser abastecida por un circuito es conocida; la población puede ser estimada o deberá ser estimada.

Estableciéndose la dotación máxima de agua, se determina el consumo que será la cantidad de agua a proveer por el circuito, distribuyéndose en varias parcelas a lo largo del circuito, estableciéndose lugares de solicitud con demandas uniformes o diferentes según sea el caso del proyecto. Tales lugares de demanda deben ser señalados teniendo en cuenta el trazado de las calles, de modo que permitan la ejecución precisa de las tomas de derivación o redes secundarias como se habían sido proyectadas.

- Apuntes de los tramos: se miden las distancias entre las tomas, se señala la cantidad de agua que va a ser proveída y el sentido imaginado para el flujo en los diversos tramos. Este sentido será verificado o corregido con el análisis de los cálculos con el método de iteraciones.
- Condiciones que deben satisfacer las tuberías: velocidad máxima en las tuberías, de acuerdo con los respectivos diámetros comerciales y especificaciones del fabricante. Pérdida unitaria máxima tolerada en la red y presiones disponibles mínimas en puntos a lo largo de la red.
- Cálculos: con los elementos mencionados en los párrafos anteriores se procede a hacer los cálculos correspondientes con el método Hardy-Cross, dando al diseñador una idea si su tentativa inicial fue correcta o no.

#### **2.1.6.2.1. Red primaria**

Se le denomina red primaria de conductos principales a los circuitos cerrados o tuberías de mayor diámetro, responsables de la alimentación de los

conductos secundarios o red secundaria, esta red se calcula por medio del método Hardy-Cross.

Condiciones generales para la aplicación del método:

- Conviene que la dirección de los caudales siga la pendiente del terreno.
- En cada nodo de la malla  $\Sigma Q_{\text{entrada}} = \Sigma Q_{\text{salida}}$ .
- Elegir las mallas y un sentido de recorrido.
- $\Sigma H_f = 0$ ; esta condición difícilmente se cumple, por lo que se corrigen los caudales, con la formula general:

$$\Delta Q = \frac{\sum hf}{n \sum \frac{hf}{Q}}$$

- En tramos comunes a varios circuitos, se deben aplicar las correcciones ( $\Delta Q$ ) de los otros circuitos con signo cambiado.
- La red se considerará compensada, cuando el valor absoluto de todas las correcciones ( $\Delta Q$ ), sea menor al uno por ciento del caudal de entrada.

Cálculo de circuito cerrado para el sector No. 4: se tomará el sector No. 4 como ejemplo de diseño de la red de agua potable, con los nodos y circuitos mostrados a continuación en la siguiente tabla:

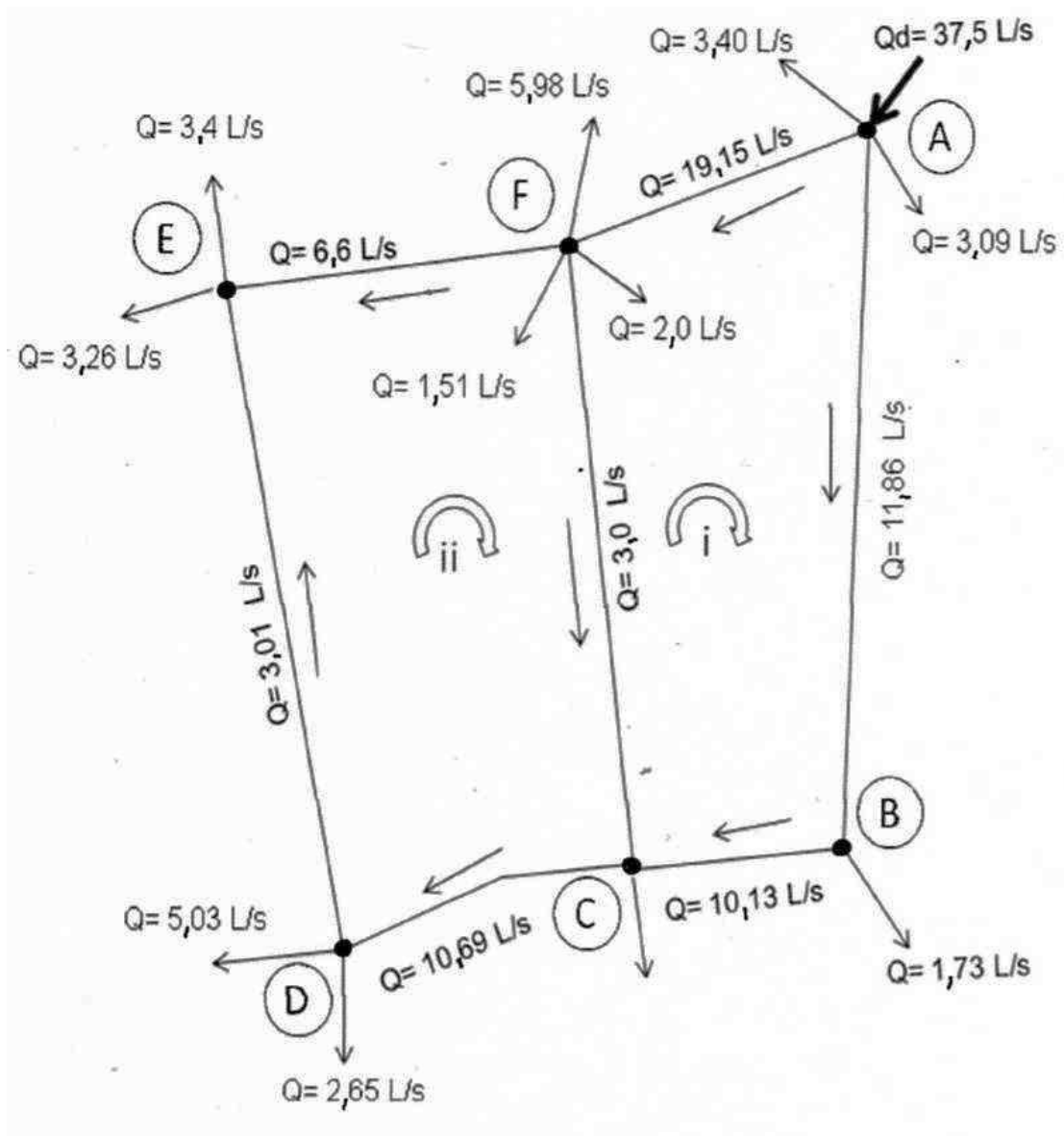
Tabla XII. **Nodos sector No. 4**

Tramo		tipo de tubería		coef.	Long.	Caudal	Cota de Terreno	
de	a		presión		(Mts.)	(l/s)	Inicial	Final
<b>SECTOR #4</b>								
<b>DISTRIBUCIÓN</b>						<b>COTA TANQUE</b>		
							1060,39	
A	B	PVC	160	150	421,14	11,86	1023,86	1006,36
B	C	PVC	160	150	68,14	10,13	1006,36	1003,20
C	F	PVC	160	150	342,45	-3	1003,20	1013,03
F	A	PVC	160	150	258,08	-19,15	1013,03	1023,63

Tramo		tipo de tubería		coef.	Long.	Caudal	Cota de Terreno	
de	a		presión		(Mts.)	(l/s)	Inicial	Final
<b>SECTOR #4</b>								
<b>DISTRIBUCIÓN</b>						<b>COTA TANQUE</b>		
							1060,39	
C	D	PVC	160	150	206,38	10,69	1003,20	993,02
D	E	PVC	160	150	346,91	3,01	993,02	992,41
E	F	PVC	160	150	302,90	-6,66	992,41	1013,03
F	C	PVC	160	150	342,50	3	1023,39	1023,63

Fuente: elaboración propia.

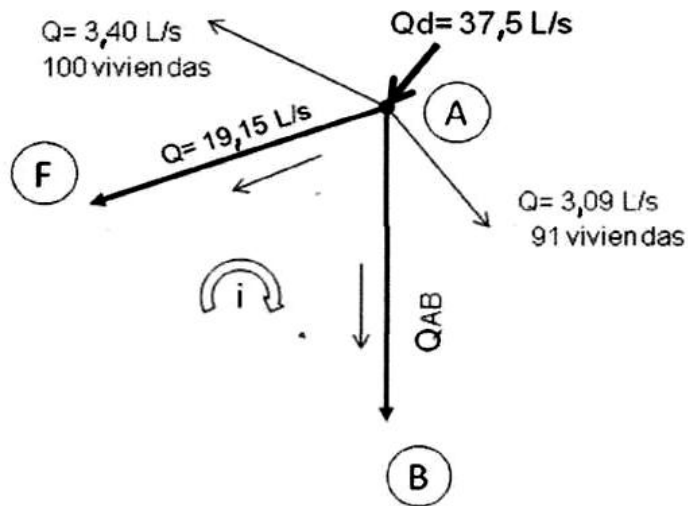
Figura 2. Diagrama de nodos del sector No. 4



Fuente: elaboración propia.



Figura 3. Diagrama de distribución de caudal en el nodo



Fuente: elaboración propia.

$$Q_d = 37,5 \text{ l/s}$$

$Q_d = \Sigma$  de todos los caudales

$$Q_d = Q_1 + Q_{AB} + Q_2 + Q_{AF}$$

$$Q_{AB} = Q_d - (Q_{AF} + Q_1 + Q_2)$$

Calculando caudal de vivienda:

$$Q_v = Q_d / \# \text{ viviendas}$$

Donde:  $Q_v$  = caudal de vivienda

$Q_d$  = caudal horario máximo

# viv. = cantidad de viviendas en el ramal

$$Q_v = \frac{37,50 \text{ l/s}}{1103 \text{ viviendas}}$$

$$Q_v = 0,034 \text{ l/s}$$

$Q_1 = Q_v \cdot \# \text{ viviendas en el ramal o tramo}$

$Q_1 = 0,034 \cdot 100 \text{ Viviendas} = 3,4 \text{ l/s}$

$Q_2 = 0,034 \cdot 91 \text{ Viviendas} = 3,09 \text{ l/s}$

$Q_{AB} = Q_d - (Q_{AF} + Q_1 + Q_2)$

$Q_{AB} = 37,5 \text{ l/s} - (19,15 \text{ l/s} + 3,4 \text{ l/s} + 3,09 \text{ l/s})$

$Q_{AB} = 11,86 \text{ l/s}$

Datos para calcular el diámetro de la tubería para el tramo AB:

Longitud de tramo AB = 421,14 metros

Caudal  $Q_{AB} = 11,86 \text{ l/s}$

$\Delta H_{fAB}$  = Diferencia de altura entre los tramos A y B (carga disponible)

$$D_{AB} = \left[ \frac{1743,811141 \times L_{AB} \times Q_{AB}^{1,85}}{(\Delta H_{fAB}) \times C^{1,85}} \right]^{1/4,87}$$

$$D_{AB} = \left[ \frac{1743,811141 \times 421,14 \times 11,86^{1,85}}{(1023,86 - 1006,36) \times 150^{1,85}} \right]^{1/4,87}$$

$$D_{AB} = 3,39 \text{ "}$$

Por lo tanto el diámetro del tramo AB será un diámetro comercial de 4 pulgadas.

Se tomará el diámetro de la tubería del tramo AB del circuito I, para encontrar la pérdida generada por la fricción a lo largo del tramo de la tubería entre los puntos A y B. Para este cálculo nuevamente se utilizará la fórmula de Hazen-Williams.

$$H_f = \frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}} \quad H_f = 6,54 \text{ m}$$

Este procedimiento se aplica a todos los nodos de los circuitos, a continuación se prosigue con los cálculos utilizando el método Hardy-Cross. (Hoja electrónica o software).

Tabla XIII. **Método de Hardy-Cross (primera iteración)**

Tramo		tipo de tubería		coef.	longit.	Caudal	Diam	Vel.	HF	Hf/Q	Δ	Δ + Q
de	a	mater.	presión		(mts.)	(l/s)	(pulg.)	(m/s)	(mts.)			
<b>SECTOR #4</b>												
<b>DISTRIBUCION</b>						TA TANC						
							#jDIV/0!					
A	B	PVC	160	150	421,14	11,86	4,00	1,46	7,81	0,658	1,191	13,051
B	C	PVC	160	150	68,14	10,13	4,00	1,25	0,94	0,093	1,191	11,321
C	F	PVC	160	150	342,45	-3	4,00	-0,37	-0,50	0,166	1,191	-3,385
F	A	PVC	160	150	258,08	-19,15	4,00	-2,36	-11,61	0,606	1,191	-17,959
-3,36										1,524		

Qhm=	37,5
Δ =	1,19064953
Δ  <	0,375

Tramo		tipo de tubería		coef.	longit.	Caudal	Diam	Vel.	HF	Hf/Q	Δ	Δ + Q
de	a	mater.	presión		(mts.)	(l/s)	(pulg.)	(m/s)	(mts.)			
<b>SECTOR #4</b>												
<b>DISTRIBUCION</b>						TA TANC						
							#jDIV/0!					
C	D	PVC	160	150	206,38	10,69	4,00	1,32	3,16	0,295	-1,576	9,114
D	E	PVC	160	150	346,91	3,01	2,00	1,49	14,88	4,943	-1,576	1,434
E	F	PVC	160	150	302,90	-6,66	4,00	-0,82	-1,93	0,290	-1,576	-8,236
F	C	PVC	160	150	342,50	3	4,00	0,37	0,50	0,166	-1,576	3,385
16,60										5,695		

Qhm=	37,5
Δ =	-1,57606306
Δ  <	0,375

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Método de Hardy-Cross (segunda iteración)

Tramo de	tipo de tubería a	coef. mater.	longit. (mts.)	caudal (l/s)	Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Hf/Q	$\Delta$	$\Delta + Q$		
<b>SECTOR #4</b>												
<b>DISTRIBUCION</b>												
					#DIV/0!							
A	B	PVC	160	150	421,14	13,051	4,00	1,61	9,32	0,714	0,156	13,207
B	C	PVC	160	150	68,14	11,321	4,00	1,40	1,16	0,102	0,156	11,477
C	F	PVC	160	150	342,45	-3,385	4,00	-0,42	-0,62	0,184	0,156	-3,843
F	A	PVC	160	150	258,08	-17,959	4,00	-2,22	-10,31	0,574	0,156	-17,803
									-0,46	1,575		

Qhm=	37,5
$\Delta =$	0,15626294
$ \Delta  <$	0,375

Tramo de	tipo de tubería a	coef. mater.	longit. (mts.)	caudal (l/s)	Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Hf/Q	$\Delta$	$\Delta + Q$		
<b>SECTOR #4</b>												
<b>DISTRIBUCION</b>												
					#DIV/0!							
C	D	PVC	160	150	206,38	9,114	4,00	1,12	2,35	0,258	-0,614	8,500
D	E	PVC	160	150	346,91	1,434	2,00	0,71	3,77	2,632	-0,614	0,820
E	F	PVC	160	150	302,90	-8,236	4,00	-1,02	-2,86	0,347	-0,614	-8,850
F	C	PVC	160	150	342,50	3,385	4,00	0,42	0,62	0,184	-0,614	3,843
									3,89	3,422		

Qhm=	37,5
$\Delta =$	-0,61433611
$ \Delta  <$	0,375

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Método de Hardy-Cross (tercera iteración)

Tramo de	tipo de tubería a	coef. mater.	longit. (mts.)	caudal (l/s)	Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Hf/Q	$\Delta$	$\Delta + Q$		
<b>SECTOR #4</b>												
<b>DISTRIBUCION</b>												
					#DIV/0!							
A	B	PVC	160	150	421,14	13,21	4,00	1,63	9,53	0,721	0,074	13,281
B	C	PVC	160	150	68,14	11,48	4,00	1,42	1,19	0,104	0,074	11,551
C	F	PVC	160	150	342,45	-3,84	4,00	-0,47	-0,79	0,205	0,074	-3,975
F	A	PVC	160	150	258,08	-17,80	4,00	-2,20	-10,14	0,570	0,074	-17,729
									-0,22	1,600		

Qhm=	37,5
$\Delta =$	0,07361329
$ \Delta  <$	0,375

Tramo de	tipo de tubería a	coef. mater.	longit. (mts.)	caudal (l/s)	Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Hf/Q	$\Delta$	$\Delta + Q$		
<b>SECTOR #4</b>												
<b>DISTRIBUCION</b>												
					#DIV/0!							
C	D	PVC	160	150	206,38	8,50	4,00	1,05	2,07	0,243	-0,205	8,295
D	E	PVC	160	150	346,91	0,82	2,00	0,40	1,34	1,636	-0,205	0,615
E	F	PVC	160	150	302,90	-8,85	4,00	-1,09	-3,27	0,369	-0,205	-9,055
F	C	PVC	160	150	342,50	3,84	4,00	0,47	0,79	0,205	-0,205	3,975
									0,93	2,454		

Qhm=	37,5
$\Delta =$	-0,20463533
$ \Delta  <$	0,375

Fuente: elaboración propia.

En la tercera iteración, el valor de la corrección es inferior al descrito en el procedimiento, se da por balanceado el sistema de distribución de agua potable. Por consiguiente, se encontraran las presiones en los nodos de las mallas, utilizando la presión en el punto A de entrada al sistema.

Tabla XVI. **Presiones finales en mallas del sector No. 4**

Tramo de	tipo de tubería		coef.	longit. (mts.)	Caudal (l/s)	Cota de Terreno		Diam (pulg.)	Cota Piezométrica		Pres. Dinamica (MC)		Pres.Estática (PSI)		
	a	mater.				presión	Inicial		Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
<b>SECTOR #4</b>															
<b>DISTRIBUCION</b>															
						1060,39		#jDIV/0!							
A	B	PVC	160	150	421,14	13,21	1023,86	1006,36	4,00	1060,39	1050,86	0,00	44,50	0,00	76,83
B	C	PVC	160	150	68,14	11,48	1006,36	1003,20	4,00	1050,86	1049,68	44,50	46,48	76,83	81,32
C	F	PVC	160	150	342,45	-3,84	1003,20	1013,03	4,00	1049,68	1050,46	46,48	37,43	81,32	67,35
F	A	PVC	160	150	258,08	-17,80	1013,03	1023,63	4,00	1050,46	1060,61	37,43	36,98	67,35	52,27

Tramo de	tipo de tubería		coef.	longit. (mts.)	Caudal (l/s)	Cota de Terreno		Diam (pulg.)	Cota Piezométrica		Pres. Dinamica (MC)		Pres.Estática (PSI)		
	a	mater.				presión	Inicial		Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
<b>SECTOR #4</b>															
<b>DISTRIBUCION</b>															
						1060,39		#jDIV/0!							
C	D	PVC	160	150	206,38	8,50	1003,20	993,02	4,00	1060,39	1058,32	0,00	65,30	20,66	95,80
D	E	PVC	160	150	346,91	0,82	993,02	992,41	2,00	1058,32	1056,98	65,30	64,57	95,80	96,67
E	F	PVC	160	150	302,90	-8,85	992,41	1013,03	4,00	1056,98	1060,25	64,57	47,22	96,67	67,35
F	C	PVC	160	150	342,50	3,84	1023,39	1023,63	4,00	1060,25	1059,46	36,86	35,83	67,35	52,27

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.6.2.2. Red secundaria

Se le denomina red secundaria o tubería secundaria a aquellos conductos de menor diámetro, encargados del abastecimiento directo a las viviendas atendidas por el sistema. Por lo general cuando se diseña un sistema de distribución de agua potable con circuitos cerrados, se establece la red secundaria con tubería de 2 pulgadas como mínimo.

Tabla XVII. **Red secundaria tubería de 2" de diámetro sector No. 4**

RAMAL	SALE DE	LONGITUD	TUBOS	DESCRIPCIÓN
No.5	E-89	114,39	21	PVC Ø 2" 125 PSI
No.6	E-89	78,89	14	PVC Ø 2" 125 PSI
No.7	E-97	126,94	23	PVC Ø 2" 125 PSI
No.8	E-331	86,4	16	PVC Ø 2" 125 PSI
No.16	E-257	82,71	15	PVC Ø 2" 125 PSI
No.19	E-294	99,2	18	PVC Ø 2" 125 PSI
No.20	E-296	121,73	22	PVC Ø 2" 125 PSI
No.28	E-321	67,96	13	PVC Ø 2" 125 PSI
No.29	E-104	268,2	47	PVC Ø 2" 125 PSI

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Red secundaria tubería de 2" de diámetro sector No. 4**

RAMAL	SALE DE	LONGITUD	TUBOS	DESCRIPCIÓN
No.1	E-333	201,15	36	PVC Ø 2" 125 PSI
No.2	E-333	698,06	123	PVC Ø 2" 125 PSI
No.3	E-96	236,44	42	PVC Ø 2" 125 PSI
No.4	Tanque Vallejo	627,37	110	PVC Ø 2" 125 PSI
No.9	E-272	205,2	36	PVC Ø 2" 125 PSI
No.10	E-272	72,31	13	PVC Ø 2" 125 PSI
No.11	E-272	51,77	10	PVC Ø 2" 125 PSI
No.12	E-273	171,66	31	PVC Ø 2" 125 PSI
No.13	E-273	278,05	49	PVC Ø 2" 125 PSI
No.14	E-247	631,97	112	PVC Ø 2" 125 PSI
No.15	E-247	430,85	76	PVC Ø 2" 125 PSI
No.17	E-263	304,72	55	PVC Ø 2" 125 PSI
No.18	E-303	305,62	54	PVC Ø 2" 125 PSI
No.21	E-303	119,47	22	PVC Ø 2" 125 PSI
No.22	E-303	98,88	18	PVC Ø 2" 125 PSI
No.23	E-280	290,92	51	PVC Ø 2" 125 PSI
No.24	E-280	337,35	61	PVC Ø 2" 125 PSI
No.25	E-280	402,86	72	PVC Ø 2" 125 PSI
No.26	E-310	269,7	48	PVC Ø 2" 125 PSI
No.27	E-282	142,75	26	PVC Ø 2" 125 PSI
No.30	Tanque Vallejo	801,18	141	PVC Ø 2" 125 PSI

Fuente: elaboración propia.

#### **2.1.6.2.3. Ramales**

Son todas aquellas tuberías que salen del sistema principal o circuito principal de distribución, por lo general se emplea para proyectos con sistema de circuitos abiertos, el cual se construye en forma de árbol y los ramales principales se colocan en las rutas de mayor importancia, de tal manera que alimenten a otros secundarios, además es el más recomendable cuando las casas están muy dispersas. En el diseño que se formuló para la cabecera municipal de San Juan Alotenango, se establecieron cuatro sectores con circuitos cerrados, únicamente el sector 1 esta combinado con una malla y dos ramales principales.

#### **2.1.6.2.4. Línea de impulsión o bombeo**

- Carga dinámica total. La carga dinámica total, CDT, es la presión real expresada en metros columna de agua, contra la cual debe operar una bomba para elevar el caudal de agua hasta el nivel requerido.

El cálculo de la carga dinámica total de las bombas centrífugas depende de la dirección del eje de rotación, por lo que se divide en carga dinámica total en bombeo horizontal y carga dinámica total en bombeo vertical.

En este caso se utilizará la carga dinámica total en bombeo vertical para ejemplificar el cálculo del sector 2, por ser la que corresponde a bombas verticales de turbina y bombas sumergibles, la cual viene dada de la siguiente forma.

$$CDT_{bv} = h_d + h_{fd} + h_{fv} + h_{fm}$$



$$\text{CDT}_{bv} = 63,01 + 1,67 + 0,08 + 5$$

$$\text{CDT}_{bv} = 69,76 \text{ m.c.a.}$$

Donde:

hd = diferencia de altura entre el nivel de agua en la descarga y el ojo del impulsor, en metros.

hfd = pérdida de carga por fricción en la tubería de descarga, en m.c.a.

hfv = pérdida de carga por velocidad en la descarga, en m.c.a.

hfm = pérdidas menores de carga producidas por accesorios, en m.c.a.

- Cálculo de diámetros. El diámetro de la tubería de conducción debe diseñarse de manera que tenga la capacidad de conducir el caudal deseado hacia el almacenamiento, se calcula de la siguiente manera.

$$De = 1,8675 * \sqrt{QB}$$

Donde:

De = diámetro económico

QB = caudal de bombeo

1,8675 = factor de conversión de metros a pulgadas, contempla además, una velocidad mínima de flujo en la tubería.

Después de haber calculado el diámetro económico, se procede a calcular velocidades para dos diámetros comerciales, el inmediato superior y el inferior.

$$\begin{array}{l} De = 5,9 \text{ pulg.} \begin{array}{l} \nearrow De = 4 \text{ pulg.} \\ \searrow De = 6 \text{ pulg.} \end{array} \end{array}$$

La velocidad en una línea de conducción debe estar entre los rangos de 0,6 a 3 metros por segundo, en un sistema por bombeo.

Para este caso se tiene un diámetro de 4 pulgadas ya que este diámetro cumple con el parámetro de velocidades en la línea de impulsión, y como la tubería de la bomba es de 4 pulgadas, se adecua al diseño técnica y económicamente.

Chequeando velocidad para diámetro de 4 pulgadas:

$$V = \frac{1,974 * QB}{D^2} \quad V = 1,45 \text{ m}$$

Como la velocidad para el diámetro de 4 pulgadas, se encuentra dentro del rango permisible, se aplicó dicho diámetro en la tubería de ese tramo de succión para el sector No. 2.

- Golpe de ariete. Se denomina golpe de ariete a la variación de presión en una tubería, por encima o por debajo de la presión normal de operación; ocasionada por rápidas fluctuaciones en el caudal, producidas por la apertura o cierre repentino de una válvula o por el paro o arranque de las bombas.

El golpe de ariete que se produce en la tubería se puede determinar como sigue:

$$G.A. = \frac{145 * Vel.}{\sqrt{1 + \left[ \frac{Ea * D}{Et * e} \right]}} \quad G.A. = 53,77 \text{ m.c. a.}$$

Donde:

G.A. = Sobre presión por golpe de ariete (m)

Ea = módulo de elasticidad volumétrica del agua (20670 Kg/cm<sup>2</sup>)

Et = módulo de elasticidad del material de la tubería pvc (28100 Kg/cm<sup>2</sup>)

Di = diámetro interno del tubo (cm)

e = espesor de las paredes del tubo (cm)

Vel = Velocidad (m/s)

Entonces la carga dinámica total será igual a:

$$CDT = CDT_{bv} + G.A. = 69,76 \text{ m.c.a.} + 53,77 \text{ m.c.a.}$$

$$CDT = 123,53 \text{ m.c.a.} = 175,41 \text{ psi.}$$

Por lo que haciendo una relación de triángulos entre presiones y longitud de tubería, la línea de bombeo estará formada por 76,30 metros lineales de tubería de 4 pulgadas de 250 libras por pulgada cuadrada, y 600 metros lineales de tubería de 4 pulgadas de 160 libras por pulgada cuadrada, unidas ambas tuberías por una caja con una válvula de cheque de 4 pulgadas de diámetro.

- Potencia de la bomba. La potencia requerida para mover cualquier tipo de bomba, con un caudal de agua y una carga dinámica total dados, se puede determinar de la siguiente manera:

$$POT = \frac{QB * CDT}{76 * e}$$

Donde:

QB = caudal de bombeo (l/s)

CDT = carga dinámica total (m)

e = eficiencia de la bomba + eficiencia del motor

$$POT = 38,29 \text{ HP}$$

Para el sector 2, se encuentra habilitado el pozo La Plazuela, que cuenta con una bomba sumergible con motor Hitachi de 40 caballos de fuerza que cumple con las especificaciones.

Tabla XIX. **Línea de bombeo por sectores**

<b>LÍNEA DE BOMBEO POR SECTORES</b>			
	<b>Longitud</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Clase</b>
Línea de bombeo sector 1	200,00 ml	4"	250 psi
	312,18 ml	4"	160 psi
	Longitud total 512,18 ml		
Línea de bombeo sector 2	63,30 ml	4"	250 psi
	600,00 ml	4"	160 psi
	Longitud total 663,30 ml		
Línea de bombeo sector 3	400,00 ml	6"	250 psi
	449,43 ml	6"	160 psi
	Longitud total 849,43 ml		
Línea de bombeo sector 4	845,75 ml	6"	250 psi
	Longitud total 845,75 ml, esta línea es existente y cumple con las condiciones para poder ser utilizada para el proyecto.		

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.7. Diseño de tanque de distribución**

Es un depósito que sirve para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo. Este tipo de obra es de suma importancia para el diseño del sistema de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico como para funcionamiento hidráulico del sistema y del almacenamiento para un servicio eficiente.

Un tanque de distribución tiene los siguientes componentes:

- Depósito principal
- Caja de válvula de entrada y de salida
- Tapaderas para entrada
- Dispositivo de desagüe y rebalse
- Respiraderos
- Clorador
- Circulación para protección del mismo

#### **2.1.7.1. Determinación del volumen del tanque**

Para el cálculo del volumen del tanque se toma en cuenta el criterio que propone UNEPAR, para sistemas de agua potable por gravedad del 25 por ciento al 40 por ciento del consumo medio diario de la población, sin considerar reserva por eventualidades. Para el presente caso se tomará el 25 por ciento del consumo medio diario.

$$\text{Vol} = 25\% \times Q_m \times 86\,400$$

Tanque para el sector No. 1

$$\text{Vol} = 25\% \times 3,26 \times 86\,400 = 70,004 \text{ m}^3$$

Para efectos de diseño, el volumen del tanque para el sector No.1 es de 70 metros cúbicos; tomando en cuenta las características del suelo se diseñará de concreto ciclópeo y cubierta de losa armada, al igual que los tanques de los sectores 2 y 3 siendo estos de 150 metros cúbicos cada uno respectivamente.

Para el sector No. 4 no requiere, ya que el existente es de 450 metros cúbicos y cumple con lo requerido para este sector.

#### **2.1.7.2. Diseño estructural del muro**

Para el presente cálculo se utilizarán los siguientes datos:

Peso concreto ciclópeo  $W_{cc} = 2\,700 \text{ kg/m}^3$

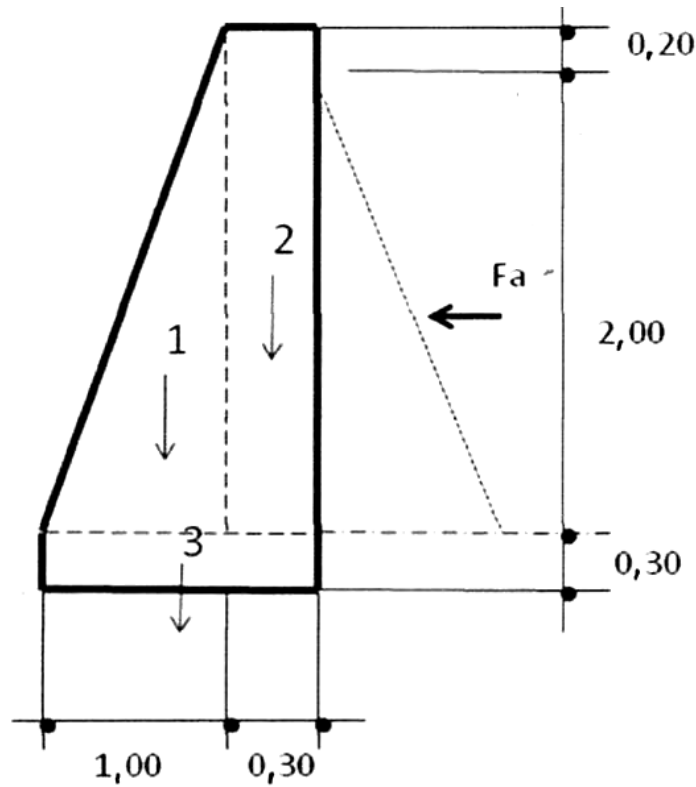
Peso concreto armado  $W_c = 2\,400 \text{ kg/m}^3$

Peso del suelo  $W_s = 1\,700 \text{ kg/m}^3$

Ángulo de fricción  $\theta = 28^\circ$

Capacidad soporte del suelo  $V_s = 15\,000 \text{ kg/m}^2$  asumido para un suelo compuesto por arcilla y arena.

Figura 4. Geometría y presiones en el muro



Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Momento estabilizante en el muro

Sección	Dimensiones			Área	Peso específico	Peso	Brazo	Momento
				m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	WR (Kg)	m	MR (Kg-m)
1	0,5	1,00	2,20	1,10	2 700,00	2 970,00	0,66	1 960,20
2		0,30	2,20	0,66	2 700,00	1 782,00	1,15	2 049,30
3		0,30	1,30	0,39	2 700,00	1 053,00	0,65	6 84,45
R=						5 805,00	MR=	4 693,95

Fuente: elaboración propia.

Fuerza activa:  $F_a = (\gamma_{agua} * H^2) / 2$

$$F_a = (1\,000 \text{ kg/m}^3 \times (2,00 \text{ m})^2) / 2$$

$$F_a = 2\,000 \text{ kg/m}$$

Calculando el momento de volteo:

$$M_{act} = F_a * H / 3 \text{ Momento actuante}$$

$$M_{act} = 2\,000 (2,00 / 3 + 0,3) = 1\,933,33 \text{ kg-m}$$

Verificación de la estabilidad contra el volteo ( $F_{sv} > 1,5$ ):

$$F_{sv} = MR / M_{act} > 1,5$$

$$F_{sv} = 4\,693,95 / 1\,933,33 = 2,43 > 1,5 \text{ si cumple}$$

Verificación de estabilidad contra deslizamiento ( $F_{sf} > 1,5$ ):

$$F_{sj} = R \times C \times \text{Tg } \theta \text{ donde } C = (1 \text{ a } 1,5)$$

$$F_{sj} = 5\,805 \times 1,00 \times \text{Tg } 28^\circ = 3\,213,70 \text{ kg}$$

$$F_{sf} = F_{sj} / M_{act} = 3\,213,70 / 2\,000 = 1,60 > 1,5 \text{ si cumple.}$$

Verificación de la presión máxima bajo la base del muro  $P_{\text{máx}} < V_s$  y  $q_{\text{mín}} > 0$ :

Para asumir datos de ángulo de fricción interna y el valor soporte del suelo se utilizó la siguiente tabla con parámetros muy cercanos al suelo de la cabecera municipal de San Juan Alotenango.



Tabla XXI. **Datos para asumir características del suelo**

Tipo de suelo	Peso Kg/m <sup>3</sup>	$\theta^\circ$	VS Ton/m <sup>2</sup>
Arcilla dura	1600 – 1900	25 – 35	40
Arcilla suave	1500 – 1600	20 – 25	10
<b>Arena y arcilla mezcladas</b>	<b>1500 – 1900</b>	<b>23 – 30</b>	<b>20</b>
Arena fina	1900 – 2100	25 – 35	30
Arena gruesa	1500 – 1900	33 – 40	40
Grava	1900 - 2100	33 - 40	60

Fuente: OLIVA, José Baudilio. “Diseño de abastecimiento de agua potable para la aldea Santa Irene de San Antonio Sacatepéquez, departamento de San Marcos”, p. 31.

Para efectos de cálculo, el suelo es una arcilla mezclada con arena por lo que se tomaron los siguientes parámetros:

$$VS = 15 \text{ t/m}^3$$

$$\theta = 28 \text{ grados}$$

$$x = (MR - Mact) / R = (4\,693,95 - 1\,933,33) / 6\,399,00 = 0,48 \text{ m}$$

$$e = \left| X - B/2 \right|$$

$$e = 0,17$$

$$\text{Presión máxima: } P_{\text{máx}} = (R / L) + ((6 \cdot R \cdot e) / L^2)$$

$$P_{\text{máx}} = (5\,805 / 1,30) + ((6 \cdot 5\,805 \cdot 0,17) / (1,30)^2)$$

$$P_{\text{máx}} = (4\,465,38) + (3\,503,61)$$

$$P_{\text{máx}} = 7\,968,99 \text{ kg / m}^2 < 15\,000 \text{ kg / m}^2 \text{ si cumple}$$

Presión mínima:  $P_{\text{mín}} = (R / L) - ((6 \cdot R \cdot e) / L^2)$

$$P_{\text{mín}} = (5\,805 / 1,30) - ((6 \cdot 5\,805 \cdot 0,17) / (1,30)^2)$$

$$P_{\text{mín}} = (4\,465,38) - (3\,503,61)$$

$$P_{\text{mín}} = 961,77 \text{ kg / m}^2 > 0 \text{ si cumple}$$

### 2.1.7.3. Diseño estructural de la cubierta

Haciendo uso del método 3 del Código ACI (*American Concrete Institute*):

Se calcula el coeficiente de momentos a usar en el Código ACI, que no es más que la relación del lado menor entre el lado mayor.

$$m = 5,30 \text{ m} / 5,30 \quad m = 1,00$$

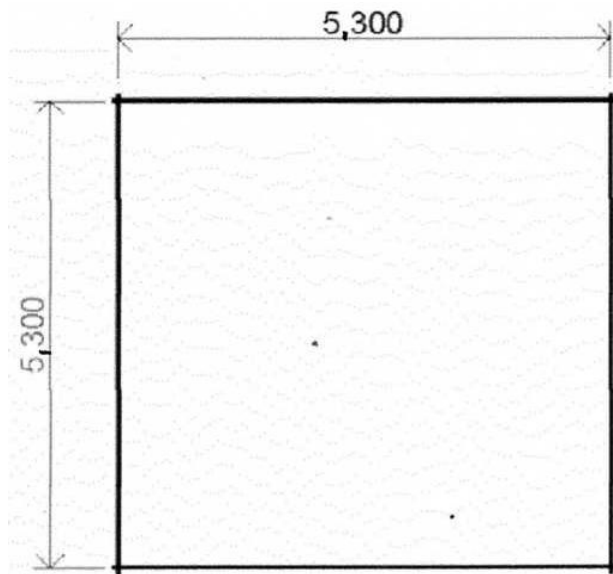
Como  $1 > 0,50$ , entonces se diseña en dos sentidos

Espesor de la losa (t):

$$t = 2 \cdot (5,30 + 5,30) / 180 \quad t = 0,118$$

Por lo tanto  $t = 0,12 \text{ m}$

Figura 5. **Dimensionamiento de la losa**



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de cargas:

$$\text{Carga muerta: } W \text{ losa} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,12 \text{ m} * 1,00 \text{ m} = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Sobre peso} = 100 \text{ kg/m}$$

$$\text{CM} = W \text{ losa} + \text{Sobre peso} \quad \text{CM} = 388 \text{ kg/m}$$

Carga viva: la componen las fuerzas externas que actúan sobre la losa, en nuestro caso asumiremos una  $CV = 100 \text{ kg/m}$ .

$$\text{Cargas últimas: } CU = CMu + CVu$$

$$CMu = 1,40 * 388 \text{ kg/m} = 487 \text{ kg/m}$$

$$CVu = 1,70 * 100 \text{ kg/m} = 170 \text{ kg/m}$$

$$CU = 657 \text{ kg/m}$$

Cálculo de los momentos:

Momentos positivos para lado A

$$M_{A(+)} = A^2 * ( C_{ADL} * CMu + C_{ALL} * CVu )$$

$$M_{A(+)} = (5,30)^2 * ( 0,036 * 487 + 0,036 * 170 ) = 634,38 \text{ kg-m}$$

Momentos negativos para lado A

$$M_{A(-)} = A^2 * ( C_{Aneg} * CU )$$

$$M_{A(-)} = (5,30)^2 * ( 0,036 * 657 ) = 634,38 \text{ kg-m}$$

Momentos positivos para lado B

$$M_{B(+)} = B^2 * ( C_{BDL} * CMu + C_{BLL} * CVu )$$

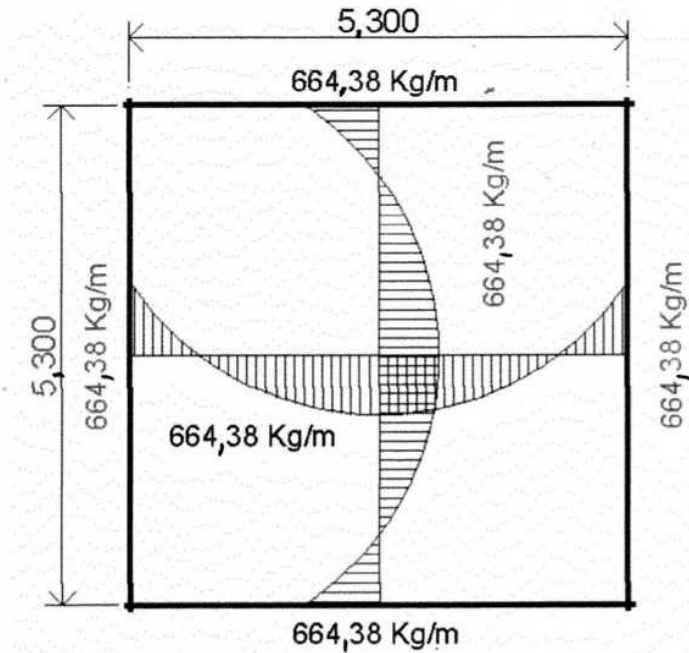
$$M_{B(+)} = (5,30)^2 * ( 0,036 * 487 + 0,036 * 170 ) = 634,38 \text{ kg-m}$$

Momentos negativos para lado B

$$M_{B(-)} = B^2 * ( C_{Bneg} * CU )$$

$$M_{B(-)} = (5,30)^2 * ( 0,036 * 657 ) = 634,38 \text{ kg-m}$$

Figura 6. Diagrama de momentos



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de acero mínimo:

$$AS_{\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} * bd$$

Donde:

Asmín = Área de acero mínimo (cm<sup>2</sup>)

F'y = Resistencia del acero (kg/cm<sup>2</sup>) = 2810 kg/cm<sup>2</sup> (grado 40)

b = base (cm) = 100 cm

d = peralte efectivo (cm) = 9.5 cm

$$AS_{\text{mín}} = 4,78 \text{ cm}^2$$

Tabla XX. **Áreas de las varillas de acero**

ÁREA DE LAS VARILLAS DE ACERO				
No.	Diámetro en Pulg.	Área en Cm <sup>2</sup>	No. Varillas/qq	Diámetro (cm)
2	1/4	0,320	30,000	0,635
3	3/8	0,710	13,330	0,950
4	1/2	1,270	7,500	1,270
5	5/8	1,980	4,800	1,590
6	3/4	2,850	3,330	1,900
7	7/8	3,880	2,450	2,220
8	1	5,070	1,870	2,540

Fuente: elaboración propia.

Calculando espaciamiento (S) Varilla No. 3:

$$4,78 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \longrightarrow S$$

$$S = 14,85 \text{ cm}; \quad S \text{ máx} = 3 t = 3 \cdot 12 = 36 \text{ cm}$$

Cálculo Mu para AS mín:

$$Mu = \phi \left[ AS_{\text{mín}} \cdot f_y \left( d - \frac{AS_{\text{mín}} \cdot f_y}{1,7 \cdot f_c \cdot b} \right) \right]$$

Donde:

$$As_{\text{mín}} = \text{Área de acero mínimo (cm}^2) = 4,78 \text{ cm}^2$$

$$F_y = \text{Resistencia del acero (kg/cm}^2) = 2\,810 \text{ kg/cm}^2 \text{ (grado 40)}$$

$$b = \text{base (cm)} = 100 \text{ cm}$$

$d =$  peralte efectivo (cm) = 9,5 cm

$F'c =$  Resistencia del concreto ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) = 210  $\text{kg}/\text{cm}^2$

$\phi =$  constante = 0,90

$$Mu = 11\,215,86 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

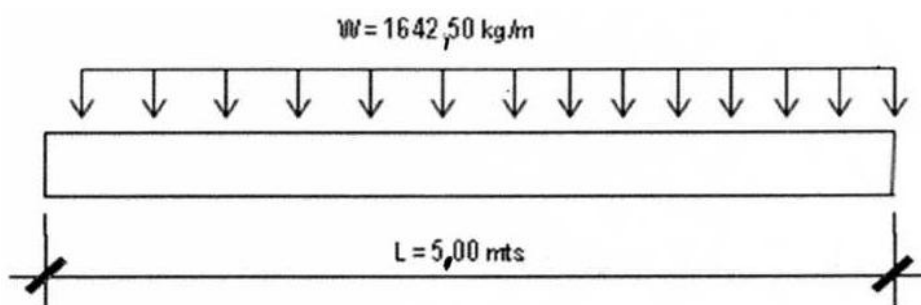
Por lo tanto el momento  $Mu$  es  $>$  que el momento calculado en la losa y deberán usarse varillas No. 3 @ 0,15 m.

#### 2.1.7.4. Cálculo de viga para soportar losas

Cálculo de carga sobre la viga:

Se calcula el área tributaria de la losa para cada lado de la misma luego se, determina la carga que llega a la viga.

Figura 7. Diagrama de carga distribuida en la viga



Fuente: elaboración propia.

Cálculo de sección de la viga:

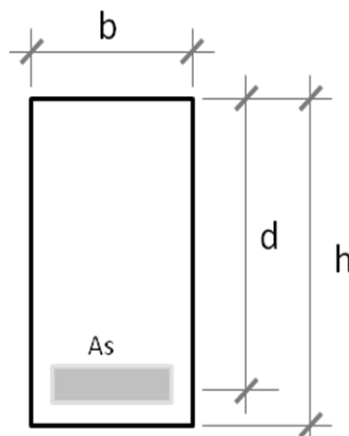
Como es una viga simplemente apoyada se utiliza la fórmula siguiente:

Peralte = Long / 16

$P = 5,00 / 16 = 0,312 \text{ m} = 40 \text{ cm}$  la base es igual a  $P / 2 = 20 \text{ cm}$

Recubrimiento mínimo  $R = 5 \text{ cm}$

Figura 8. Dimensionamiento de viga



Fuente: elaboración propia.

Calculando momento último ( $M_u$ )

$$M_u = \frac{W * L^2}{8}$$

$$M_u = \frac{1642,50 * 5^2}{8}$$

$$M_u = 5132,80 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cálculo de área de acero para  $M_u$  ( $A_{s(+)}$ )

$$A_{s(+)} = \left[ b * d - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 f_c}} \right] 0,85 \frac{f_c}{f_y}$$



Donde:

$A_s(+)$  = Área de acero producido por el Mu ( $\text{cm}^2$ )

$F_y$  = Resistencia del acero ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 2 810  $\text{kg/cm}^2$  (grado 40)

$b$  = base (cm) = 20 cm

$d$  = peralte efectivo (cm) = 37,5 cm

$F_c$  = Resistencia del concreto ( $\text{kg/cm}^2$ ) = 210  $\text{kg/cm}^2$

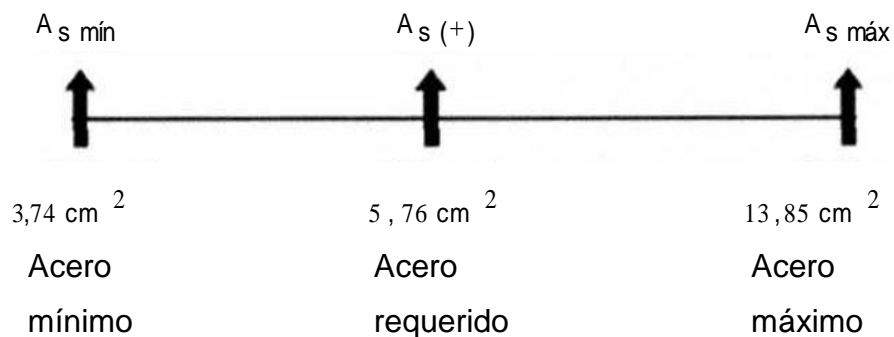
$$A_{s(+)} = 5,76 \text{ cm}^2$$

Cálculo de área de acero mínimo ( $A_{s\text{mín}}$ ) y máximo ( $A_{s\text{máx}}$ ):

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} * bd \quad A_{s\text{mín}} = 3,74 \text{ cm}^2$$

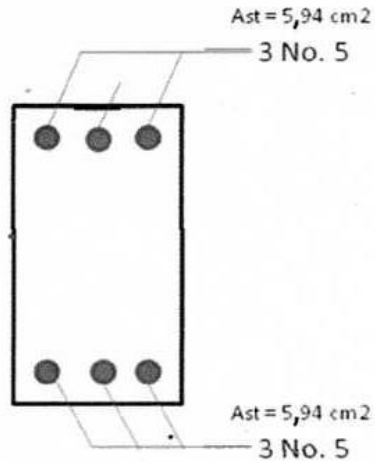
$$A_{s\text{máx}} = 0,5 * 0,85 * \phi * \frac{f_c}{f_y} * \left[ \frac{6\,090}{6\,090 * f_y} \right] b d$$

$$A_{s\text{máx}} = 13,85 \text{ cm}^2$$



Como el acero requerido para la viga es menor que el acero máximo, se diseñará la viga con el  $A_s(+)$  calculado.

Figura 9. Detalle de armado de viga



Fuente: elaboración propia.

Calculando diseño a corte

Corte actuante

$$V_a = \frac{W * L}{2} \quad V_a = 20531,25 \text{ kg}$$

Corte resistente del concreto

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d \quad V_c = 5222,69 \text{ kg}$$

Calculando los esfuerzos

Esfuerzo actuante

$$\sigma_a = \frac{V_a}{bd} \quad \sigma_a = 25,66 \text{ kg / cm}^2$$

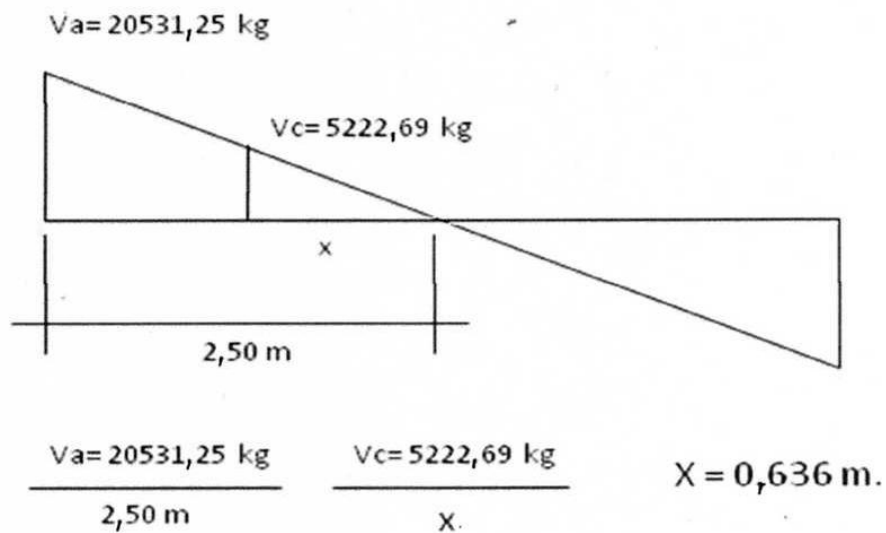
Esfuerzo del concreto

$$\sigma_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} \qquad \sigma_c = 6,52 \text{ kg / cm}^2$$

Calculando espaciamiento

$$S = \frac{2A_{var} * f'_y}{a - \sigma_c b} \qquad S = 10,42 \text{ cm}$$

Figura 10. Diagrama de corte



Fuente: elaboración propia.

Cumpliendo la norma ACI donde el primer estribo debe ir a 5 centímetros mínimo, luego a cada 10 centímetros hasta una distancia de 1,60 metros, luego a 18 centímetros donde se encuentra la distancia X, utilizando para los estribos varilla No. 3.

### **2.1.8. Obras hidráulicas**

Son todas aquellas obras que complementan el diseño del sistema de distribución de agua potable, siendo de gran importancia para el funcionamiento del mismo.

#### **2.1.8.1. Válvulas**

Las válvulas dentro de un acueducto, sirven para abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar el flujo de agua. Para este sistema de abastecimiento se colocaran válvulas de compuerta, entre los nodos o puntos de consumo de las mallas y el inicio de cada red secundaria respectivamente.

#### **Válvulas de compuerta**

Las características principales de esta válvula de compuerta son; cierra el orificio con un disco vertical de cara plana, que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento. Se utiliza para abrir o cerrar total el flujo, no es utilizada para regular el caudal de agua y no debe de ser usada frecuentemente.

#### **2.1.8.2. Conexiones domiciliarias**

Este es el último componente del sistema de distribución de agua potable y tiene como finalidad, suministrar el líquido en condición aceptable a las viviendas, ya sea a través de un servicio domiciliario o un servicio tipo comunitario (llena cantaros o chorros públicos). Básicamente, consiste en una derivación de la tubería de la red secundaria, a través de un tubo de diámetro pequeño, generalmente de  $\frac{1}{2}$  o  $\frac{3}{4}$  de pulgada, de poca longitud, que termina en una llave de paso o en un medidor de caudal, para la instalación interna del

servicio en el predio. Para este proyecto las conexiones domiciliarias se harán desde la línea secundaria del circuito cerrado.

Esta obra se compone de lo siguiente:

- Abrazadera domiciliar o tee reductora, depende de los diámetros de existencia en el mercado o tee normal con reductor si fuera necesario.
- Llave de paso
- Medidor
- Llave de compuerta
- Dos cajas para válvulas de concreto de 0,20 x 0,20 x 0,30 m. y una caja para medidor de 0,30 x 0,30 x 0,50 m.

#### **2.1.9. Sistema de desinfección**

Para tratar el agua y hacerla apta para el consumo humano, existen procesos unitarios de tratamiento que alteran la condición específica inicial del agua. Generalmente el proceso más común es la desinfección, cuyo proceso está destinado a destruir o dificultar el desarrollo de microorganismos patógenos.

Antes de tomar una decisión acerca de qué tratamiento se le dará a la misma, deben realizarse exámenes bacteriológicos precisos, con el fin de determinar las concentraciones de los diferentes parámetros físicos y químicos y de conocer el grado de contaminación bacteriológica, si se pudieran realizar.

Existen diferentes métodos químicos que ayudan en la desinfección del agua tales como yodo, plata y cloro, para este proyecto se utilizará el método de desinfección por medio de cloro por ser uno de los más eficaces y económicos.

Para la desinfección del agua potable, los siguientes procedimientos pueden ser usados:

Cloro gaseoso, hipocloritos de sodio y calcio, dióxido de cloro y ozono. El cloro gaseoso, el hipoclorito de sodio, el hipoclorito de calcio y el dióxido de cloro son especialmente convenientes como desinfectantes del agua potable.

Cloro gaseoso: hoy en día, todos los cloradores operan generalmente bajo el principio de vacío total y solamente son usados para la cloración directa. En el tratamiento de agua, cloración indirecta significa que una solución de cloro es producida en sitio utilizando cloro gaseoso y agua. Esta solución sirve como desinfectante.

Hipoclorito de calcio: es un compuesto sólido de cloro, disponible en el comercio en forma de tabletas o de gránulos. Para preparar una solución medidora, se usan sólo gránulos del 65 al 75 por ciento de cloro efectivo, dependiendo del producto.

Por muchas décadas, el cloro ha probado ser un agente confiable para una desinfección segura. Ya que el cloro no ha podido ser remplazado por un desinfectante más conveniente, al mismo tiempo que se garantiza una segura desinfección, por lo cual es recomendable utilizarlo en esta red de abastecimiento de agua potable.

Tendrá por finalidad proporcionar una solución de cloro a los tanques de distribución de los sectores del sistema de distribución de agua potable para la cabecera municipal de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez, para mantener la potabilidad del caudal.

La concentración de cloro en el tanque deberá garantizar una proporción de cloro residual en el punto más alejado de la red que esté en el rango entre 0,7 y 1,5 partes por millón. Deberá tener las siguientes características:

Alimentación de cloro: se hará con tabletas de Hipoclorito de calcio [Ca(OCl)] al 90 por ciento de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro 3 ½ pulgadas, alto 1 ¼ pulgadas, peso 300 gramos.

Funcionamiento: deberá ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica para su funcionamiento, debe permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución.

En el presente proyecto se optó por utilizar las tabletas a través del alimentador automático, dado que es el más económico en cuanto a operación y mantenimiento, para determinar la cantidad de tabletas para clorar el caudal de agua del sector No. 4, y los subsiguientes sectores se hará de la siguiente forma:

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

Donde:

G = gramos de hipoclorito

C = miligramos por litro deseados = (0,001gr)

M = litros de agua a tratarse por día = Qm \* 86 400

D = número de días que durará (30 días)

%C = concentración de cloro (0,9)

$$G = \frac{0,001 \text{ gr} \times (18,75)(86\,400) \text{ l/día} \times 30 \text{ días}}{0,9} \quad G = 54\,000 \text{ gr}$$

Esto significa que se necesitan 54 000 gramos de hipoclorito, o sea el equivalente a 54 000 gramos / 300 gramos, igual a 180 tabletas por mes, para lo cual se requiere de un alimentador automático modelo CL-110, con capacidad para almacenar 40 tabletas máximo y alimentarlo cada 7 días.

La instalación de este sistema debe hacerse en función del diámetro de la tubería de conducción, para diámetros mayores de 2 pulgadas como el presente proyecto, el alimentador debe colocarse en paralelo con la línea de conducción, y si fuera menor o igual a 2 pulgadas se colocará en serie con la misma.

Ubicación del clorador: debe estar protegido por una caja fabricada de concreto, en la tubería de entrada al tanque y deberá graduarse el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución esté entre 0,7 y 1,5 partes por millón según cálculos anteriormente descritos.

Caja para hipoclorador: tiene como finalidad proteger al clorador. En lo posible deberá construirse con materiales locales. Deberá tener una tapadera de registro con pasador y candado. Como referencia tómense como dimensiones interiores 1,00 x 1,00 metros en planta por 1,00 metros de altura.

#### **2.1.10. Programa de operación y mantenimiento**

La operación y mantenimiento de un sistema de agua potable comprende una serie de acciones que deben llevarse a cabo, con el objeto de prever daños o perjuicios en la red, obras hidráulicas o equipos; con la intención de garantizar un buen funcionamiento del sistema y el servicio, para lo cual es necesario



llevar a cabo un mantenimiento tanto preventivo como correctivo en nuestro sistema.

El mantenimiento preventivo consiste en una serie de acciones planificadas que se realizan periódicamente para prevenir daños en el sistema, mientras que el mantenimiento consiste en una pronta reparación de cualquier avería ocasionada en la red, equipo y obras hidráulicas; con el fin de hacer eficiente nuestro sistema.

Para prestar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo en un sistema de agua potable, es necesario contar con un fontanero que esté capacitado para llevar a cabo dichas labores, el cual deberá ser pagado con los fondos obtenidos de la tarifa mensual.

A continuación se presenta un detalle del programa de operación y mantenimiento.

Tabla XXIII. Programa de mantenimiento y operación

Componentes del sistema	Acción	MP	MC	Frecuencia
<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>	Inspección ocular de actividades de deforestación cercana a la fuente			Mensual
	Inspección del área adyacente a la fuente para determinar posible contaminación de la misma			Mensual
	Reparación del equipo de bombeo y válvulas para el mejor funcionamiento del sistema			Eventual
	Revisión de estructuras para determinar fisuras y filtraciones			Mensual
	Reparación de averías menores en el sistema de bombeo			Eventual
<b>TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>	Limpieza del área			Mensual
	Revisión de estructuras			Trimestral
	Reparación de estructuras			Eventual
	Revisión de válvulas			Mensual
	Reparación y/o cambio de válvulas			Eventual
<b>CAJAS DE VÁLVULAS</b>	Revisión de cajas			Trimestral
	Reparación de cajas			Eventual
	Revisión de válvulas			Trimestral
	Reparación de válvulas			Eventual
	Engrase de candados			Trimestral
<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	Revisión de líneas			Mensual
	Verificación de fugas			Mensual
	Reparación de fugas			Eventual
<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>	Revisión de válvulas de paso			Trimestral
	Reparación de válvulas de paso			Eventual
	Revisión de contador			Trimestral
	Reparación y/o cambio de contador			Eventual

MP: Medida de mitigación o mantenimiento preventivo.

MC: Mantenimiento correctivo.

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.10.1. Costo de operación y mantenimiento

Costo de operación (O). Este costo representa el pago al fontanero y operador de la bomba, se supone un jornal de Q75,00 al día, a esto se le incrementa un 40 por ciento más del salario normal por prestaciones laborales (aguinaldo, bono 14 e indemnización), y se obtiene de la siguiente manera:

$$O = 75 \times 1,4 \times 30 \text{ días}$$

$$O = Q 3 150,00 \text{ mensual}$$

Costo de mantenimiento (M). Este costo servirá para la compra de materiales del proyecto, en caso de que sea necesario los ya instalados o para la ampliación de los mismos. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto dividido el número de años del período de diseño.

$$M = \frac{0,004 \times \text{costo proyecto}}{20}$$

$$M = 708 ,54 \text{ mensuales}$$

Costo del tratamiento (T). Es el costo que se requiere para la compra de tabletas de hipoclorito, que fue el método seleccionado para la desinfección del agua, se hará mensualmente.

$$T = N \times Pr$$

Donde:

N = número de tabletas al mes (180)

Pr = precio de las pastillas (Q 35 c/u)

$$T = Q 6 300,00 / \text{mensuales}$$

Costo de reserva (R). Se le denomina así, a una reserva de dinero que se debe tener para cualquier imprevisto que afecte el proyecto, el cual será un 8 por ciento de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 8\% (O + M + T)$$

$$R = 8\% (3150 + 560 + 6300)$$

$$R = Q 800,80 / \text{mensual}$$

Costo de administración (A). Representa un fondo que servirá para gastos de papelería, viáticos, sellos, etc. Se estima que es un 15 por ciento de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$A = 15\% (O + M + T)$$

$$A = 15\% (3150 + 560 + 6300)$$

$$A = Q 1501,50 / \text{mensual}$$

Costo de energía (E). Este costo lo comprende la cantidad de energía que gasta la bomba durante un mes completo y se calcula de la siguiente manera.

$$E = \text{kwh} \times \# \text{ horas} \times \# \text{ días} \times Pk$$

Donde:

Kwh = cantidad de kilowatt que gasta la bomba en una hora (29,6)

#horas = cantidad de horas de bombeo (12)

#días = días de servicio en un mes (30)

Pk = precio por cada kilowatt (Q 2,24)

$$E = Q 23 869,44 / \text{mensual}$$

### **2.1.10.2. Propuesta de tarifa**

Para el presente proyecto se propone una tarifa mensual, tomando como referencia el sector No.4, ya que este por las características que presenta es apto para generalizar toda la red de distribución de agua potable, la cual deberá cubrir como mínimo los costos anteriormente descritos, para calcular dicha tarifa se sumaran los rubros anteriormente explicados y el resultado se dividirá entre la cantidad de conexiones proyectadas.

$$\text{Tar} = \frac{\text{O} + \text{M} + \text{A} + \text{R} + \text{E} + \text{T}}{\# \text{ viviendas}}$$

$$\text{Tar} = \text{Q } 33,11 / \text{ mensual}$$

La tarifa se puede ajustar de acuerdo con las posibilidades de pago de los usuarios, y para el presente proyecto se propone una tarifa de Q.35.00 mensuales, que es menor al salario diario que devenga una persona en dicha comunidad, por lo que se considera que estarían de acuerdo con la tarifa propuesta.

### **2.1.11. Planos**

Los planos constructivos para el sistema de distribución de agua potable se presentan en anexos; siendo estos conformados por: planta general de distribución de sectores, plano de densidad de viviendas, planta por sectores del sistema de distribución de agua potable y detalles constructivos.

## 2.1.12. Presupuestos

El presupuesto se integró con base a precios unitarios, tomando como referencia los precios de materiales y mano de obra que se cotizan en el área donde se realizará el proyecto.

Tabla XXIV. **Presupuesto sector No. 1**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Proyecto: Diseño del sistema de distribución de agua potable  
para la cabecera Municipal de San Juan Alotenango, Departamento  
de Sacatepéquez

### PRESUPUESTO: SECTOR No. 1

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Total
1	Replanteo Topográfico	3.77676	KM	Q 3,449.60	Q 13,028.31
2	Línea de Impulsión				
	2.1 Tubería pvc 4" 160 psi	292.41	ML	Q 238.01	Q 69,595.16
3	Red de distribución Sector 1				
	3.1 Tubería 4" 160 psi	72.02	ML	Q 339.48	Q 24,449.10
	3.2 Tubería 2-1/2" 160 psi	445.61	ML	Q 142.50	Q 63,501.53
	3.3 Tubería 2" 160 psi	1939.97	ML	Q 113.64	Q 220,451.28
	3.4 Tubería 1-1/4" 160 psi	836.57	ML	Q 92.71	Q 77,560.21
	3.5 Tubería 1" 160 psi	1120.53	ML	Q 84.36	Q 94,522.94
4	Conexiones domiciliare con contador	315	U	Q 2,941.66	Q 926,623.73
5	Válvula de control de 2"	7	U	Q 7,104.89	Q 49,734.23
6	Tanque de distribución de 70 metros cúbicos	1	U	Q 264,990.75	Q 264,990.75
7	Hipoclorador	1	U	Q 19,443.20	Q 19,443.20
8	Reposición de pavimento de concreto	623	m2	Q 281.39	Q 175,308.23

**Costo total del Sector No.1 Q 1,999,208.67**

**UN MILLON NOVECIENTOS NOVENTA Y NUEVE MIL DOSIENTOS OCHO QUETZALES CON 67/100**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Presupuesto sector No. 2



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Proyecto: Diseño del sistema de distribución de agua potable  
 para la cabecera Municipal de San Juan Alotenango, Departamento  
 de Sacatepéquez

**PRESUPUESTO: SECTOR No. 2**

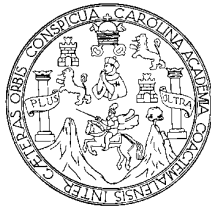
No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Total
1	Replanteo topográfico	5.59736	KM	Q 3,449.60	Q 19,308.65
2	Línea de impulsión				
	2.1 Tubería pvc 4" 250 psi	76.3	ML	Q 389.99	Q 29,755.95
	2.2 Tubería pvc 4" 160 psi	600	ML	Q 238.01	Q 142,803.23
	2.3 Caja de control	1	U	Q 7,104.89	Q 7,104.89
3	Red de distribución sector 2				
	3.1 Tubería 4" 160 psi	348.98	ML	Q 339.48	Q 118,470.53
	3.2 Tubería 2-1/2" 160 psi	551.62	ML	Q 142.50	Q 78,608.46
	3.3 Tubería 2" 160 psi	749.96	ML	Q 113.64	Q 85,222.78
	3.4 Tubería 1-1/4" 160 psi	157.79	ML	Q 92.71	Q 14,629.05
	3.5 Tubería 2" 125 psi	5417.00	ML	Q 104.26	Q 564,755.73
	3.6 Tubería 5" 160 psi	257.91	ML	Q 344.45	Q 88,836.44
4	Conexiones domiciliars con contador	330	U	Q 2,941.66	Q 970,748.67
5	Válvulas de compuerta de 2"	35	U	Q 7,104.89	Q 248,671.17
6	Tanque de distribución de 150 metros cúbicos	1	U	Q 564,690.92	Q 564,690.92
7	Hipoclorador	1	U	Q 19,443.20	Q 19,443.20
8	Reposición de adoquín	3100	m2	Q 130.10	Q 403,296.54

<b>Costo total del Sector No.2</b>	<b>Q 3,356,346.22</b>
------------------------------------	-----------------------

<b>TRES MILLONES TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SEIS QUETZALES CON 22/100</b>
--

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Presupuesto sector No. 3



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Proyecto: Diseño del sistema de distribución de agua potable  
 para la cabecera Municipal de San Juan Alotenango, Departamento  
 de Sacatepéquez

**PRESUPUESTO: SECTOR No. 3**

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Total
1	Replanteo topográfico	5.70749	KM	Q 3,449.60	Q 19,688.56
2	Línea de impulsión				
	2.1 Tubería pvc 6" 250 psi	489.43	ML	Q 524.07	Q 256,495.65
	2.2 Tubería pvc 6" 160 psi	400	ML	Q 431.33	Q 172,533.00
	2.3 Caja de control	1	U	Q 7,104.89	Q 7,104.89
3	Red de distribución sector 3				
	3.1 Tubería 4" 160 psi	411.31	ML	Q 339.48	Q 139,630.11
	3.2 Tubería 2-1/2" 160 psi	747.84	ML	Q 142.50	Q 106,570.73
	3.3 Tubería 2" 160 psi	1145.04	ML	Q 113.64	Q 130,118.27
	3.4 Tubería 3" 160 psi	219.73	ML	Q 204.66	Q 44,969.03
	3.5 Tubería 2" 125 psi	5342.69	ML	Q 104.26	Q 557,008.46
4	Conexiones domiciliars con contador	315	U	Q 2,941.66	Q 926,623.73
5	Válvula de compuerta de 2"	19	U	Q 7,104.89	Q 134,992.92
6	Tanque de distribución de 150 metros cúbicos	1	U	Q 564,690.92	Q 564,690.92
7	Hipoclorador	1	U	Q 19,443.20	Q 19,443.20
8	Reposición de adoquín	3402	m2	Q 130.10	Q 442,585.43

<b>Costo total del Sector No.3</b>	<b>Q 3,522,454.89</b>
------------------------------------	-----------------------

<b>TRES MILLONES QUINIENTOS VEINTIDOS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO QUETZALES CON 89/100</b>
---

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXVII. Presupuesto Sector No. 4



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Proyecto: Diseño del sistema de distribución de agua potable  
 para la cabecera Municipal de San Juan Alotenango, Departamento  
 de Sacatepéquez

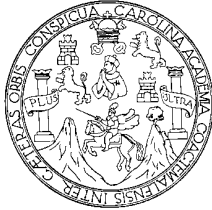
**PRESUPUESTO: SECTOR No. 4**

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Total
1	Replanteo topográfico	7.7247	KM	Q 3,449.60	Q 26,647.13
3	Red de distribución sector 4				
	3.1 Tubería 4" 160 psi	1599.09	ML	Q 339.48	Q 542,853.59
	3.2 Tubería 1-1/4" 160 psi	268.2	ML	Q 92.71	Q 24,865.40
	3.3 Tubería 2" 160 psi	346.91	ML	Q 113.64	Q 39,421.62
	3.4 Tubería 3" 160 psi	67.96	ML	Q 204.66	Q 13,908.41
	3.5 Tubería 2" 125 psi	6678.28	ML	Q 104.26	Q 696,251.97
	3.6 Tubería 1" 125 psi	710.26	ML	Q 84.36	Q 59,914.39
4	Conexiones domiciliarias	477	U	Q 2,941.66	Q 1,403,173.07
5	Válvulas de compuerta de 2"	22	U	Q 7,104.89	Q 156,307.60
7	Hipoclorador	1	U	Q 19,443.20	Q 19,443.20
8	Reposición de adoquín	3123.5	m2	Q 130.10	Q 406,353.79
9	Reposición de asfalto	505.45	m2	Q 387.86	Q 196,041.31
<b>Costo total del Sector No.4</b>					<b>Q 3,585,181.46</b>

**TRES MILLONES QUINIENTOS OCHENTA Y CINCO MIL CIENTO OCHENTA Y UN QUETZALES CON 46/100**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Costo total del proyecto



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Proyecto: Diseño del sistema de distribución de agua potable  
 para la cabecera Municipal de San Juan Alotenango, Departamento  
 de Sacatepéquez

**PRESUPUESTO FINAL**

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Total
1	Sistema de distribución de agua potable Sector No.1	1	Global	Q 1,999,208.67	Q 1,999,208.67
2	Sistema de distribución de agua potable Sector No.2	1	Global	Q 3,356,346.22	Q 3,356,346.22
3	Sistema de distribución de agua potable Sector No.3	1	Global	Q 3,522,454.89	Q 3,522,454.89
4	Sistema de distribución de agua potable Sector No.4	1	Global	Q 3,585,181.46	Q 3,585,181.46
<b>Costo total del proyecto</b>					<b>Q 12,463,191.25</b>

**DOCE MILLONES CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES MIL CIENTO NOVENTA Y UN QUETZALES CON 25/100**

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.13. Evaluación socioeconómica**

Los proyectos de sistemas de agua potable tienen un gran componente social, se deben considerar los efectos indirectos y de valorización social de beneficio y costo que conlleva su instalación y manejo. Sin embargo, una evaluación económica del proyecto ofrece indicadores de viabilidad para su realización.

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros, es de utilidad para conocer la rentabilidad que generarán. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno, que se describen a continuación.

#### **2.1.13.1. Valor Presente Neto (VPN)**

El Valor Presente Neto (VPN) se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egresos anuales, así como valores de rescate futuros de un proyecto a un valor presente, a manera de determinar si este es rentable, al término del periodo de funcionamiento.

Por facilidad de diseño y construcción del proyecto, éste se dividió en cuatro sectores, para que el proceso de búsqueda de financiamiento sea más factible y el proyecto pueda llevarse a cabo. Por las características de necesidades el sector No. 4 es el que tendría prioridad, utilizando en este para los cálculos del valor presente.

El costo total del proyecto es decir la construcción de las cuatro fases es de Q 12 715 751,20, teniendo el sector No. 4 un costo de Q 3 542 678,35, se tiene en la municipalidad que contratar cuatro fontaneros uno para cada sector,

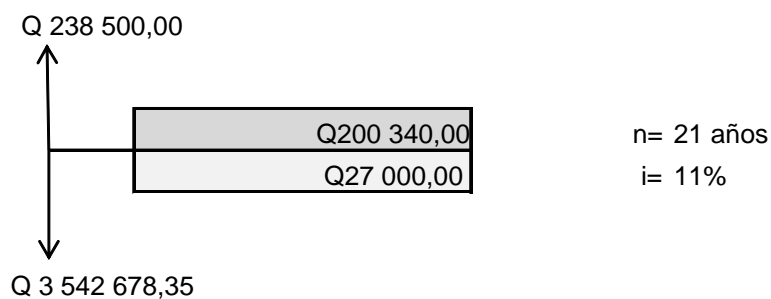
teniendo un sueldo de Q 2 250,00; además se estima tener los siguientes ingresos al momento de la construcción del proyecto sector No. 4: la instalación de la acometida será un pago único de Q 500,00 por vivienda, la tarifa mensual por vivienda de Q 35,00. Suponiendo una tasa del 11 por ciento al final de los 21 años del período de diseño, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

Tabla XXIX. **Costo de operación sector No. 4**

	OPERACIÓN	RESULTADO
<b>Costo Inicial</b>		Q 3 542 678,35
<b>Ingreso Inicial</b>	(Q500,00/Viv) x (477 Viv)	Q 238 500,00
<b>Costos anuales</b>	(Q2 250,00/ Mes) x (12 meses)	Q 27 000,00
<b>Ingresos anuales</b>	(Q35,00/Viv-Mes) x (477 Viv) x (12 meses)	Q 200 340,00
<b>Periodo de diseño</b>		21 años

Fuente: elaboración propia.

Realizando el procedimiento tenemos:



Costo de operación y mantenimiento:

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

$$VP = 27\,000 * \left[ \frac{(1 + 0,11)^{21} - 1}{0,11 * (1 - 0,11)^{21}} \right] \quad VP = Q\,218\,026,90$$

Tarifa poblacional:

$$VP = IA * \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 - i)^n} \right] \quad VP = 200\,340 * \left[ \frac{(1 + 0,11)^{21} - 1}{0,11 * (1 - 0,11)^{21}} \right]$$

$$VP = Q. 1\,617\,759,60$$

El valor presente neto está dado por la sumatorias de ingresos menos los egresos, que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

$$VPN = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$VPN = 1\,617\,759,60 - 218\,026,90 \quad VPN = Q\,1\,399\,732,70$$

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

### 2.1.13.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno de una inversión, es la tasa de rendimiento requerida, que produce como resultado un Valor Presente Neto de cero, cuando se le utiliza como tasa de descuento. Por eso es que se llama tasa interna de rentabilidad; el número es interno o inherente al proyecto y no depende de nada, excepto de los flujos de caja del proyecto.

Una inversión es aceptable, si su tasa interna de retorno excede al rendimiento requerido. De lo contrario, la inversión no es provechosa.

Debido a que este proyecto es de carácter social, es imposible obtener una Tasa Interna de Retorno (TIR) atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal, para este tipo de inversión es de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

Costo = Inversión inicial – VPN

Costo = Q 3 542 678,35 – Q 1 399 732,70 = Q 2 142 945,65

Beneficio = No. de habitantes beneficiados (a futuro)

Costo/beneficio = Q 2 142 945,65 / 11 571 habitantes

Costo/beneficio = Q 185,20 / habitante

De lo anterior se concluye que el proyecto, podrá ser considerado favorablemente por cualquiera de las instituciones tanto gubernamentales como no gubernamentales, para su financiamiento.

#### **2.1.14. Evaluación de Impacto Ambiental**

Impacto ambiental. Es cualquier alteración a las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe un examen sistemático de los estudios ambientales de un proyecto, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la

opción a desarrollar. Los resultados deberán ser presentados a los tomadores de decisión para su consideración.

Descripción y procedimiento que debe de cumplir la evaluación de impacto ambiental. La base legal para realizar los EIA, devienen de la ordenanza contenida en el artículo 8 de la ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, el que a la letra indica:

Para todo proyecto, obra industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a, los recursos naturales, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos naturales, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo una evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional de Medio Ambiente.

El funcionario que omitiere exigir el estudio de evaluación de impacto ambiental, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental, será sancionado con una multa de Q. 5 000,00 a 100 000,00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

En el medio ambiente natural se incluyen los siguientes aspectos:

- Suelo: erosión, deposición, sedimentación, contaminación por residuos, alteración vegetal de la cubierta vegetal, empobrecimiento del suelo, áreas de inundación.

- Aguas: superficiales y subterráneas.
- Aire: contaminación, efectos de la contaminación sobre la vegetación, el patrimonio histórico y artístico y los diferentes materiales; alteración del microclima.
- Contaminación térmica.
- Ruido.
- Olores molestos o pestilencias.
- Radiaciones ionizantes.
- Productos químicos tóxicos.
- Protección de la naturaleza: áreas protegidas (parques, reservas, áreas de interés especial, otras); fauna y flora especies en peligro de extinción o escasa; incendios forestales; repoblaciones forestales, otros aspectos de la conservación de la naturaleza.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del sistema de abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal de San Juan Alotenango, departamento de Sacatepéquez, causa mayores impactos positivos que negativos. Para el análisis de las consecuencias de la ejecución del proyecto, se utilizó la matriz de identificación e impactos ambientales tanto positivos como negativos.



Al observar los impactos ambientales negativos generados y las medidas de mitigación requeridas, se considera que el proyecto de agua potable es ambientalmente viable.

También, se prevé que habrá impactos sociales de carácter positivo, al mejorar la salud de los habitantes de la comunidad, al contar con agua sanitariamente segura para su consumo, además en la comunidad se generarán fuentes de trabajo, con la construcción del sistema de agua potable.

Tabla XXX. **Simbología para matriz de impacto ambiental**

SIMBOLOGÍA		
CARACTERÍSTICA	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
Naturaleza del impacto	(+) , (-)	positivo, negativo
Indicador	B. M. A.	bajo, medio, alto
Duración	T. P.	temporal, permanente
Tipo de impacto	D. I.	directo, indirecto
Recuperación del impacto	Rc. IC.	recuperable, irrecuperable

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Matriz de impacto ambiental**

**MATRIZ PARA LA IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES**

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ

	MEDIO ABIÓTICO				MEDIO BIÓTICO				MEDIO CULTURAL		MEDIO SOCIOECONÓMICO				
	SUELO		AGUA		ATMÓSFERA		FLORA		FAUNA		SITIOS ARQUEOLÓG.	BELLEZA ESCÉNICA	MANO DE OBRA	INFRAESTRUCTURA	COMERCIO
	MORFOLOGIA	USO POTENCIAL	COMPACTACION	SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA	AIRE	RUIDO			MICRO					
Localización y análisis del sitio							(-)B.T.D.Rc								(+)B.T.D
Limpieza y desmontaje							(-)B.T.D.Rc								(+)B.T.D
Acarreo de materiales						(-)B.T.D.Rc	(-)B.T.D.Rc								
Cortes y rellenos	(-)B.T.D.Rc		(-)B.T.D.Rc				(-)B.T.D.Rc								(+)B.T.D
Explotación de bancos de materiales	(-)B.T.D.Rc														
Alteración al drenaje natural															
Estructura de concreto de mampostería	(-)B.T.D.Rc	(+)B.T.D.Rc	(-)B.T.D.Rc												(+)B.T.D
Remoción de derrumbes y otros															
Uso de maquinaria															
Disposición final de desechos				(+)A.T.D								(+)A.T.D			
Suministro de agua					(-)B.T.D.Rc								(+)A.T.D		(+)B.T.D
Sistema de almacenaje															
Transporte de materiales							(-)B.T.D.Rc	(-)B.T.D.Rc							(+)B.T.D

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. En la formación académica del futuro ingeniero, es importante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado. Este brinda la oportunidad de adquirir experiencia y criterios, a través de resolver problemas reales y darles solución a los mismos, apoyados en el conocimiento adquirido durante la formación académica, la importante y necesaria asesoría profesional proporcionada por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala por medio de sus asesores asignados, es por eso importante que se siga apoyando este tipo de programas para beneficio del estudiante y las comunidades que reciban este aporte.
2. La construcción del sistema de distribución de agua potable de la cabecera municipal de San Juan Alotenango del departamento de Sacatepéquez, contribuirá a satisfacer las necesidades básicas de los pobladores, elevando su nivel y calidad de vida por cuanto tendrán un servicio en cantidad suficiente y con la eficacia que se requiere para este tipo de servicios básicos.
3. Se considera que los beneficios que el proyecto dará son innumerables, por eso, tanto el gobierno central, municipalidad, entidades no gubernamentales y la población a beneficiarse, deben coordinar y apoyar la ejecución y sobre todo el buen funcionamiento del proyecto.



## RECOMENDACIONES

1. Fomentar en la Facultad de Ingeniería la realización del Ejercicio Profesional Supervisado, ya que es de beneficio en la formación teórica-práctica del estudiante de ingeniería.
2. De acuerdo al estudio presentado es necesario implementar capacitaciones, charlas y conferencias, dirigidas al comité de vecinos y a los usuarios del sistema, con el objetivo de introducirlos en los cambios necesarios para que el proyecto sea administrado y operado de una forma eficiente.
3. Construir el proyecto según lo planificado en este estudio.
4. Deberá implementarse la supervisión técnica a través de un profesional de la ingeniería civil, a la hora de la construcción del proyecto, para que se utilicen los materiales indicados y que se rijan de acuerdo a los planos proporcionados.
5. El comité de agua deberá desarrollar las siguientes actividades: Llevar un registro de todos los usuarios del servicio por sectores y velar porque los equipos y las instalaciones del sistema de agua funcionen correctamente, previendo y reparando cuando este sea necesario.



## BIBLIOGRAFÍA

1. CHILEL PÉREZ, Rony Dulier. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Sector I de la aldea Boxocán y salón comunal para el caserío Faldas del Volcán, municipio de Tajumulco, San Marcos*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 99 p.
2. HERNÁNDEZ CHAJ, Dan Jesús. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable al cantón Chicaracoj y pavimento de la 14av. z. 1 y 3 de Quetzaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998. 79 p.
3. NAWY, Edward G. *Concreto Reforzado*. México. Pretince-Hall Hispanoamericana, 1992. 650 p.
4. ROSALES VÉLIZ, Marco Antonio. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Vasconcelos, municipio de Sololá y salón comunal para el caserío Chuipoj, municipio de Santa María Visitación, Sololá*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 77 p.





## **ANEXOS**



## Anexo 1. Libreta topográfica digital

LEVANTAMIENTO CABECERA MUNICIPAL SAN JUAN ALOTENANGO				
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA				
X	Y	Z	RAD	EST
1,776,694.00	577,575.00	205.00	0	1
1,776,758.53	577,562.59	181.78	1	2
1,776,684.62	577,672.91	182.47	2	3
1,776,818.25	577,781.33	187.94	3	4
1,776,621.82	577,757.50	197.68	4	5
1,776,567.94	577,837.83	191.71	5	6
1,776,541.11	577,957.46	179.17	6	7
1,776,557.14	577,894.67	182.80	7	8
1,776,756.88	577,472.96	182.09	R1	9
1,776,842.74	577,416.88	180.07	R10	10
1,776,754.80	577,569.06	181.75	R100	11
1,776,756.41	577,559.65	181.57	R101	12
1,776,753.83	577,559.88	181.56	R102	13
1,776,754.84	577,551.05	181.41	R103	14
1,776,757.53	577,551.39	181.49	R104	15
1,776,757.26	577,558.70	181.55	R105	16
1,776,766.61	577,564.13	181.97	R106	17
1,776,777.28	577,569.74	182.49	R107	18
1,776,787.59	577,577.01	183.40	R108	19
1,776,783.30	577,588.55	183.57	R109	20
1,776,851.47	577,425.90	180.39	R11	21
1,776,777.22	577,597.39	183.69	R110	22
1,776,771.92	577,606.24	183.81	R111	23
1,776,767.89	577,614.75	183.92	R112	24
1,776,759.25	577,621.50	183.76	R113	25
1,776,751.16	577,628.34	183.59	R114	26
1,776,742.12	577,620.30	183.41	R115	27
1,776,731.35	577,610.97	183.93	R116	28
1,776,780.37	577,734.27	196.33	R117	29
1,776,769.41	577,734.63	204.64	R118	30
1,776,763.27	577,722.86	204.76	R119	31
1,776,859.98	577,434.59	180.72	R12	32
1,776,757.00	577,715.52	204.61	R120	33
1,776,750.46	577,709.95	204.00	R121	34
1,776,744.20	577,705.26	202.05	R122	35
1,776,737.32	577,705.48	200.73	R123	36
1,776,727.18	577,694.82	192.66	R124	37
1,776,722.81	577,691.62	189.24	R125	38
1,776,716.12	577,669.82	182.71	R126	39
1,776,707.26	577,662.95	182.89	R127	40

Continuación de anexo 1.

1,776,712.61	577,652.37	183.34	R128	41
1,776,721.95	577,660.36	183.14	R129	42
1,776,869.81	577,444.64	180.51	R13	43
1,776,743.29	577,663.73	183.65	R130	44
1,776,733.90	577,656.68	183.49	R131	45
1,776,724.18	577,649.80	183.50	R132	46
1,776,715.08	577,643.15	183.88	R133	47
1,776,721.89	577,632.48	184.10	R134	48
1,776,730.47	577,640.11	183.65	R135	49
1,776,738.98	577,647.35	183.53	R136	50
1,776,747.26	577,657.65	183.79	R137	51
1,776,756.38	577,664.92	184.37	R138	52
1,776,763.20	577,672.49	184.90	R139	53
1,776,877.60	577,452.58	180.54	R14	54
1,776,772.48	577,682.07	185.34	R140	55
1,776,781.94	577,689.27	185.72	R141	56
1,776,790.99	577,701.49	185.90	R142	57
1,776,798.56	577,711.43	186.17	R143	58
1,776,804.67	577,721.97	186.26	R144	59
1,776,796.37	577,697.52	185.76	R145	60
1,776,788.25	577,685.86	185.76	R146	61
1,776,779.64	577,675.53	185.70	R147	62
1,776,773.02	577,666.09	185.53	R148	63
1,776,765.91	577,656.40	184.82	R149	64
1,776,884.53	577,459.74	180.58	R15	65
1,776,758.00	577,646.85	184.07	R150	66
1,776,749.13	577,637.22	183.58	R151	67
1,776,738.81	577,627.75	183.59	R152	68
1,776,730.47	577,620.12	183.97	R153	69
1,776,758.25	577,635.41	183.88	R154	70
1,776,766.25	577,645.58	184.60	R155	71
1,776,775.57	577,658.37	185.73	R156	72
1,776,783.71	577,668.98	185.96	R157	73
1,776,795.49	577,681.75	186.00	R158	74
1,776,796.91	577,665.40	186.71	R159	75
1,776,892.20	577,467.62	180.54	R16	76
1,776,789.03	577,657.58	186.57	R160	77
1,776,781.88	577,649.01	186.21	R161	78
1,776,775.64	577,640.15	185.36	R162	79
1,776,766.83	577,629.79	184.32	R163	80
1,776,752.10	577,614.03	183.50	R164	81
1,776,744.18	577,607.30	183.23	R165	82
1,776,753.38	577,596.44	182.97	R166	83
1,776,759.84	577,606.98	183.40	R167	84
1,776,771.63	577,622.04	184.35	R168	85

Continuación de anexo 1.

1,776,780.03	577,631.47	185.43	R169	86
1,776,897.65	577,473.07	180.89	R17	87
1,776,786.63	577,638.24	186.26	R170	88
1,776,795.72	577,646.92	187.13	R171	89
1,776,805.56	577,656.51	187.62	R172	90
1,776,809.07	577,643.28	187.48	R173	91
1,776,799.90	577,636.35	187.06	R174	92
1,776,794.52	577,628.60	186.63	R175	93
1,776,787.87	577,620.73	185.57	R176	94
1,776,781.37	577,614.54	184.53	R177	95
1,776,773.20	577,606.86	183.86	R178	96
1,776,764.00	577,596.82	183.16	R179	97
1,776,906.59	577,481.99	181.18	R18	98
1,776,753.50	577,590.11	182.71	R180	99
1,776,761.30	577,578.29	182.37	R181	100
1,776,771.92	577,588.26	183.09	R182	101
1,776,781.88	577,604.36	184.04	R183	102
1,776,791.34	577,610.18	184.87	R184	103
1,776,797.91	577,616.48	186.09	R185	104
1,776,807.71	577,627.67	187.04	R186	105
1,776,812.84	577,614.98	186.39	R187	106
1,776,804.58	577,606.43	185.72	R188	107
1,776,796.32	577,597.32	184.88	R189	108
1,776,893.38	577,491.26	182.12	R19	109
1,776,789.87	577,592.14	184.22	R190	110
1,776,784.05	577,586.14	183.58	R191	111
1,776,775.26	577,577.60	182.70	R192	112
1,776,764.67	577,569.39	182.16	R193	113
1,776,765.26	577,555.31	181.73	R194	114
1,776,776.22	577,562.36	182.21	R195	115
1,776,786.27	577,569.82	182.96	R196	116
1,776,795.49	577,579.24	184.03	R197	117
1,776,805.35	577,588.41	185.08	R198	118
1,776,814.34	577,595.84	185.75	R199	119
1,776,764.45	577,462.80	181.84	R2	120
1,776,882.59	577,496.16	182.07	R20	121
1,776,820.57	577,585.81	185.79	R200	122
1,776,812.28	577,578.35	185.05	R201	123
1,776,803.15	577,569.60	184.10	R202	124
1,776,793.18	577,561.50	183.14	R203	125
1,776,782.20	577,551.28	182.25	R204	126
1,776,769.61	577,544.16	181.77	R205	127
1,776,758.67	577,538.20	181.54	R206	128
1,776,762.38	577,524.05	181.63	R207	129
1,776,773.48	577,533.09	181.80	R208	130

Continuación de anexo 1.

1,776,782.66	577,540.86	182.18	R209	131
1,776,872.60	577,500.99	181.97	R21	132
1,776,790.80	577,549.16	182.78	R210	133
1,776,798.10	577,557.31	183.42	R211	134
1,776,806.71	577,564.40	184.17	R212	135
1,776,814.75	577,571.67	184.97	R213	136
1,776,826.18	577,581.28	185.97	R214	137
1,776,831.67	577,569.85	186.12	R215	138
1,776,822.10	577,561.45	184.95	R216	139
1,776,812.11	577,551.30	184.05	R217	140
1,776,803.06	577,543.60	183.40	R218	141
1,776,793.72	577,535.29	182.81	R219	142
1,776,862.11	577,507.37	182.16	R22	143
1,776,783.85	577,526.57	182.21	R220	144
1,776,773.76	577,517.61	182.21	R221	145
1,776,764.71	577,508.95	182.29	R222	146
1,776,762.93	577,485.12	182.48	R223	147
1,776,770.43	577,493.54	182.57	R224	148
1,776,779.71	577,503.15	182.60	R225	149
1,776,786.93	577,510.34	182.43	R226	150
1,776,796.33	577,520.65	182.87	R227	151
1,776,806.38	577,529.55	183.33	R228	152
1,776,813.78	577,536.49	183.67	R229	153
1,776,853.75	577,514.66	182.28	R23	154
1,776,823.81	577,545.43	184.09	R230	155
1,776,832.03	577,553.38	184.87	R231	156
1,776,837.43	577,539.49	183.80	R232	157
1,776,827.27	577,531.24	183.36	R233	158
1,776,816.39	577,522.44	183.09	R234	159
1,776,805.98	577,513.11	182.99	R235	160
1,776,794.51	577,502.37	182.76	R236	161
1,776,784.55	577,493.32	182.52	R237	162
1,776,773.88	577,484.88	182.38	R238	163
1,776,763.36	577,476.91	182.17	R239	164
1,776,846.82	577,523.65	182.73	R24	165
1,776,770.94	577,466.61	181.89	R240	166
1,776,779.52	577,474.98	182.02	R241	167
1,776,789.02	577,485.48	182.25	R242	168
1,776,798.76	577,494.60	182.44	R243	169
1,776,808.51	577,504.64	182.78	R244	170
1,776,817.75	577,513.39	182.83	R245	171
1,776,827.32	577,519.68	182.71	R246	172
1,776,835.58	577,525.69	182.68	R247	173
1,776,845.59	577,515.95	182.21	R248	174
1,776,835.91	577,508.52	182.19	R249	175

Continuación de anexo 1.

1,776,843.82	577,528.96	183.19	R25	176
1,776,824.27	577,500.05	182.31	R250	177
1,776,813.62	577,491.85	182.35	R251	178
1,776,804.97	577,485.96	182.10	R252	179
1,776,793.46	577,477.74	182.01	R253	180
1,776,783.48	577,470.14	181.89	R254	181
1,776,773.71	577,463.81	181.89	R255	182
1,776,781.23	577,454.38	181.51	R256	183
1,776,791.60	577,462.06	181.57	R257	184
1,776,802.55	577,469.56	181.66	R258	185
1,776,812.38	577,478.52	181.91	R259	186
1,776,841.18	577,538.68	184.06	R26	187
1,776,823.41	577,487.13	182.04	R260	188
1,776,833.29	577,496.84	182.04	R261	189
1,776,844.03	577,506.79	181.94	R262	190
1,776,856.68	577,499.45	181.52	R263	191
1,776,849.27	577,492.82	181.66	R264	192
1,776,840.14	577,484.92	181.78	R265	193
1,776,830.71	577,476.87	181.80	R266	194
1,776,819.78	577,468.12	181.66	R267	195
1,776,809.96	577,459.58	181.39	R268	196
1,776,800.40	577,450.96	181.14	R269	197
1,776,839.93	577,548.64	184.98	R27	198
1,776,791.38	577,442.49	181.00	R270	199
1,776,798.33	577,431.25	180.61	R271	200
1,776,807.99	577,440.39	180.70	R272	201
1,776,817.57	577,449.81	181.05	R273	202
1,776,826.46	577,458.02	181.38	R274	203
1,776,835.14	577,466.75	181.68	R275	204
1,776,845.01	577,476.20	181.63	R276	205
1,776,854.12	577,486.13	181.53	R277	206
1,776,864.26	577,495.16	181.42	R278	207
1,776,875.36	577,486.85	181.14	R279	208
1,776,839.51	577,559.33	186.07	R28	209
1,776,867.21	577,479.16	181.24	R280	210
1,776,858.60	577,471.31	181.33	R281	211
1,776,850.24	577,464.02	181.46	R282	212
1,776,841.85	577,456.71	181.64	R283	213
1,776,833.71	577,449.33	181.18	R284	214
1,776,825.60	577,441.46	180.82	R285	215
1,776,816.31	577,433.02	180.45	R286	216
1,776,806.12	577,423.84	180.36	R287	217
1,776,811.58	577,414.13	180.22	R288	218
1,776,820.10	577,421.63	180.17	R289	219
1,776,839.40	577,569.80	187.00	R29	220



Continuación de anexo 1.

1,776,829.33	577,429.69	180.46	R290	221
1,776,838.21	577,438.53	180.81	R291	222
1,776,846.50	577,446.73	181.32	R292	223
1,776,854.08	577,455.79	181.30	R293	224
1,776,862.34	577,467.16	181.22	R294	225
1,776,870.75	577,478.32	181.15	R295	226
1,776,877.51	577,487.04	181.16	R296	227
1,776,890.58	577,482.44	181.06	R297	228
1,776,882.57	577,471.78	180.74	R298	229
1,776,873.01	577,460.16	180.91	R299	230
1,776,773.41	577,451.17	181.62	R3	231
1,776,835.32	577,582.18	186.88	R30	232
1,776,863.81	577,451.13	180.92	R300	233
1,776,854.54	577,441.31	180.99	R301	234
1,776,846.39	577,432.94	180.70	R302	235
1,776,837.52	577,423.17	180.22	R303	236
1,776,829.36	577,414.03	179.96	R304	237
1,776,819.97	577,405.10	180.06	R305	238
1,776,817.34	577,398.74	180.14	R306	239
1,776,730.52	577,590.75	183.85	R307	240
1,776,721.65	577,599.92	185.01	R308	241
1,776,710.56	577,607.42	186.03	R309	242
1,776,828.36	577,592.09	186.67	R31	243
1,776,701.21	577,611.86	186.63	R310	244
1,776,689.38	577,612.80	187.90	R311	245
1,776,618.26	577,641.07	208.20	R312	246
1,776,625.34	577,649.60	208.50	R313	247
1,776,627.89	577,660.96	209.45	R314	248
1,776,630.38	577,672.46	209.62	R315	249
1,776,627.41	577,683.48	210.21	R316	250
1,776,625.24	577,694.83	210.30	R317	251
1,776,621.54	577,701.07	209.90	R318	252
1,776,615.17	577,691.59	210.73	R319	253
1,776,822.57	577,601.81	186.26	R32	254
1,776,619.78	577,681.04	210.32	R320	255
1,776,623.22	577,671.45	209.89	R321	256
1,776,620.46	577,658.85	208.78	R322	257
1,776,618.88	577,647.69	208.30	R323	258
1,776,636.35	577,785.36	208.06	R324	259
1,776,641.22	577,791.54	207.95	R325	260
1,776,648.56	577,794.51	207.79	R326	261
1,776,658.73	577,785.14	207.44	R327	262
1,776,650.55	577,775.01	206.90	R328	263
1,776,642.14	577,769.90	206.36	R329	264
1,776,820.10	577,614.17	187.11	R33	265

Anexo 2. **Bases de diseño sector 1**

Número de familias actuales	315,00	familias
Número de servicios públicos	1,00	servicios
Población actual	1 550,00	habitantes
Tasa de crecimiento	3,40	% anual
Período de diseño	21,00	años
Población futura	3 128,00	habitantes
Nombre del pozo	Pozo	Los Chavac
Producción del pozo	9,45	litros/segundo
Dotación	90,00	litros/habitante/día
Caudal medio	3,26	litros/segundo
Factor de día máximo	1,50	
Caudal de día máximo	4,89	litros/segundo
Factor de hora máxima	2,00	
Caudal de hora máxima o distribución	6,52	litros/segundo
Caudal de bombeo	8,70	litros/segundo
Horas de bombeo	9,00	Horas diarias
Velocidades máximas y mínimas en red de distribución	$0,6 < V < 3$	mts/segundo
Volumen tanque de distribución	70,00	m <sup>3</sup>
Presiones en red de distribución	10 - 40	m.c.a.

Anexo 3. **Bases de diseño sector 2**

Número de familias actuales	330	familias
Número de servicios públicos	0	servicios
Población actual	2527	habitantes
Tasa de crecimiento	3,4	% anual
Período de diseño	21	años
Población futura	5 502	habitantes
Nombre del pozo	Pozo	Plazuela
Producción del pozo	12,6	litros/segundo
Dotación	100	litros/habitante/día
Caudal medio	6,37	litros/segundo
Factor de día máximo	1,5	
Caudal de día máximo	9,56	litros/segundo
Factor de hora máxima	2	
Caudal de hora máxima o distribución	12,74	litros/segundo
Caudal de bombeo	11,76	litros/segundo
Horas de bombeo	13	Horas diarias
Velocidades máximas y mínimas en red de distribución	$0,6 < V < 3$	mts/segundo
Volumen tanque de distribución	150	m <sup>3</sup>
Presiones en red de distribución	10 - 40	m.c.a.

Anexo 4. **Bases de diseño sector 3**

Número de familias actuales	315	familias
Número de servicios públicos	0	servicios
Población actual	2520	habitantes
Tasa de crecimiento	3,4	% anual
Período de diseño	21	años
Población futura	5 968	habitantes
Nombre del pozo	Pozo	Los Mansilla
Producción del pozo	11,34	litros/segundo
Dotación	100	litros/habitante/día
Caudal medio	6,91	litros/segundo
Factor de día máximo	1,5	
Caudal de día máximo	10.36	litros/segundo
Factor de hora máxima	2	
Caudal de hora máxima o distribución	13,82	litros/segundo
Caudal de bombeo	11,16	litros/segundo
Horas de bombeo	13	Horas diarias
Velocidades máximas y mínimas en red de distribución	$0,6 < V < 3$	mts/segundo
Volumen tanque de distribución	150	m <sup>3</sup>
Presiones en red de distribución	10 - 40	m.c.a.

Anexo 5. **Bases de diseño sector 4**

Número de familias actuales	477	familias
Número de servicios públicos	0	servicios
Población actual	8 776	habitantes
Tasa de crecimiento	3,4	% anual
Período de diseño	21	años
Población futura	11 571	habitantes
Nombre del pozo	Pozos	Calvario y Virginia
Producción del pozo	22,68	litros/segundo
Dotación	140	litros/habitante/día
Caudal medio	18,75	litros/segundo
Factor de día máximo	1,5	
Caudal de día máximo	28,13	litros/segundo
Factor de hora máxima	2	
Caudal de hora máxima o distribución	37,5	litros/segundo
Caudal de bombeo	22,5	litros/segundo
Horas de bombeo	15	Horas diarias
Velocidades máximas y mínimas en red de distribución	$0,6 < V < 3$	mts/segundo
Volumen tanque de distribución	450	m3 existente
Presiones en red de distribución	10 - 40	m.c.a.

Anexo 6. Resumen diseño hidráulico sector 1

Tramo de	tipo de tubería	coef. presión	longit. (mts.)	Caudal		Alta de Terreno		Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Cota Piezométrica		Pres. Dinamica (MCA)		Pres. Estática (PSI)		
				(l/s)	(l/s)	Inicial	Final				Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
382	146	PVC	160	150	294,8	0,38	1021,99	995,31	1	0,75	8,04	1035,23	1027,19	13,24	31,88	69,14	91,99
378	368	PVC	160	150	114,84	2,94	992,78	986,4	2	1,451	4,72	1028,21	1023,49	35,43	37,09	91,99	104,66
368	376	PVC	160	150	108,9	0,45	986,4	1001,35	1	0,888	4,06	1023,49	1019,43	37,09	18,08	91,99	83,40
368	367	PVC	160	150	43,81	2,11	986,4	982,35	2	1,041	0,97	1023,49	1022,52	37,09	40,17	83,40	110,42
367	372	PVC	160	150	131,04	0,52	982,35	967,14	1	1,026	6,38	1022,52	1016,14	40,17	49,00	110,42	132,05
367	367	PVC	160	150	397,17	1,94	982,35	979,19	2	0,957	7,56	1022,52	1014,96	40,17	35,77	132,05	114,91
356	360	PVC	160	150	95,54	0,398	979,4	971,98	1	0,785	2,84	1014,96	1012,12	35,56	40,14	114,91	125,16
354	355	PVC	160	150	90,99	0,398	972,11	971,96	1	0,785	2,70	1012,12	1009,42	40,01	37,46	125,16	125,19
385	389	PVC	160	150	179,06	1,91	993,99	991,93	2	0,942	3,31	1030,49	1027,18	36,50	35,25	20,82	96,80
389	402	PVC	160	150	140,71	0,52	991,93	1007,36	1,25	0,657	2,31	1027,18	1024,87	35,25	17,51	96,80	74,85
389	399	PVC	160	150	11,81	1,637	991,93	991,85	2	0,808	0,16	1027,18	1027,02	35,25	35,17	74,85	96,91
399	404	PVC	160	150	138,05	0,45	991,85	975,95	1	0,888	5,15	1027,02	1021,87	35,17	45,92	96,91	119,52
399	406	PVC	160	150	120,03	1,42	991,85	1011,38	1,5	1,246	5,21	1027,02	1021,81	35,17	10,43	119,52	69,14
406	407	PVC	160	150	77,92	0,21	1011,38	1010,02	0,75	0,737	2,88	1021,81	1018,93	10,43	8,91	69,14	71,07
406	408	PVC	160	150	73,56	1,21	1011,38	1002	1,25	1,528	5,77	1021,81	1016,04	10,43	14,04	71,07	82,48
408	411	PVC	160	150	137,66	0,42	1002	997,7	1,25	0,53	1,52	1016,04	1014,52	14,04	16,82	82,48	88,59
408	409	PVC	160	150	191,1	0,69	1002	988,1	1,25	0,872	5,30	1016,04	1010,74	14,04	22,64	88,59	102,24

Q <sub>hm</sub> =	37,5
Δ =	-0,01131253
Δ  <	0,375

Tramo de	tipo de tubería	coef. presión	longit. (mts.)	Caudal		Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Cota Piezométrica		Pres. Dinamica (MCA)		Pres. Estática (PSI)		Hf/Q	Δ	Δ + Q			
				(l/s)	(l/s)				Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final						
<b>SECTOR #1</b>																				
COTA TANQUE																				
#DVI/01																				
A	B	PVC	160	150	350,00	3,525	1026,74	993,99	2,50	1,11	6,78	1037,27	1030,49	10,53	36,50	20,82	67,42	1,924	-0,011	3,514
B	C	PVC	160	150	168,32	1,615	993,99	992,78	2,00	0,80	2,28	1030,49	1028,21	36,50	35,43	67,42	69,14	1,413	-0,011	1,604
C	D	PVC	160	150	208,24	-2,615	992,78	1021,99	2,00	-1,29	-6,88	1028,34	1035,23	35,56	13,24	69,14	27,60	2,633	-0,011	-2,626
D	A	PVC	160	150	142,33	-2,995	1021,99	1026,74	2,50	-0,95	-2,04	1035,23	1037,27	13,24	10,53	27,60	20,85	0,681	-0,011	-3,006

6,651

0,14

El signo negativo solo nos indica la dirección del flujo respecto al análisis asumido

## Anexo 7. Resumen hidráulico sector 2

Tramo de	a	coef.	longit. (mts.)	Caudal (l/s)	Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Hf/Q	Δ	Δ + Q
<b>PRIMERA ITERACION</b>										
A	I	150	177,34	5,37	4,00	0,66	0,76	0,141	1,015	6,385
I	H	150	61,46	3,32	4,00	0,41	0,11	0,033	1,015	4,335
H	G	150	117,82	2,09	3,00	0,46	0,36	0,171	1,015	3,105
G	F	150	170,88	0,35	2,00	0,17	0,14	0,391	1,015	1,185
F	E	150	126,83	-0,88	2,00	-0,43	-0,56	0,635	1,015	-0,045
E	D	150	121,27	-2,75	2,00	-1,36	-4,40	1,600	1,015	-1,735
D	C	150	227,94	-3,08	2,50	-0,97	-3,44	1,117	1,015	-2,065
C	B	150	117,83	-3,4	3,00	-0,75	-0,88	0,259	1,015	-2,385
B	A	150	110,18	-4,88	4,00	-0,60	-0,40	0,081	1,015	-3,865
							-8,31	4,43		

Q<sub>hm</sub>= 12,74  
 Δ = 1,014859  
 Δ < 0,1274

Tramo de	a	coef.	longit. (mts.)	Caudal (l/s)	Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Hf/Q	Δ	Δ + Q
<b>PRIMERA ITERACION</b>										
E	F	150	126,83	0,88	2,00	0,43	0,56	0,635	0,180	0,045
F	G	150	170,88	-0,35	2,00	-0,17	-0,14	0,391	0,180	-1,185
G	K	150	323,68	1,26	2,50	0,40	0,94	0,742	0,180	1,440
K	J	150	211,42	-1	2,00	-0,49	-1,18	1,181	0,180	-0,820
J	E	150	119,26	-1,54	2,00	-0,76	-1,48	0,961	0,180	-1,360
							-1,30	3,91		

Q<sub>hm</sub>= 12,74  
 Δ = 0,180225  
 Δ < 0,1274

Tramo de	a	coef.	longit. (mts.)	Caudal (l/s)	Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Hf/Q	Δ	Δ + Q
<b>SEGUNDA ITERACION</b>										
A	I	150	177,34	6,385	4,00	0,79	1,05	0,164	0,140	6,524
I	H	150	61,46	4,335	4,00	0,53	0,18	0,041	0,140	4,474
H	G	150	117,82	3,105	3,00	0,68	0,74	0,239	0,140	3,244
G	F	150	170,88	1,185	2,00	0,58	1,31	1,102	0,140	1,029
F	E	150	126,83	-0,045	2,00	-0,02	0,00	0,051	0,140	-0,201
E	D	150	121,27	-1,735	2,00	-0,86	-1,88	1,082	0,140	-1,596
D	C	150	227,94	-2,065	2,50	-0,65	-1,64	0,795	0,140	-1,926
C	B	150	117,83	-2,385	3,00	-0,52	-0,46	0,191	0,140	-2,246
B	A	150	110,18	-3,865	4,00	-0,48	-0,26	0,066	0,140	-3,726
							-0,96	3,73		

Q<sub>hm</sub>= 12,74  
 Δ = 0,13961  
 Δ < 0,1274

Tramo de	a	coef.	longit. (mts.)	Caudal (l/s)	Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Hf/Q	Δ	Δ + Q
<b>SEGUNDA ITERACION</b>										
E	F	150	126,83	0,045	2,00	0,02	0,00	0,051	0,295	0,201
F	G	150	170,88	-1,185	2,00	-0,58	-1,31	1,102	0,295	-1,029
G	K	150	323,68	1,440	2,50	0,45	1,20	0,831	0,295	1,735
K	J	150	211,42	-0,820	2,00	-0,40	-0,82	0,997	0,295	-0,525
J	E	150	119,26	-1,360	2,00	-0,67	-1,18	0,865	0,295	-1,065
							-2,10	3,85		

Q<sub>hm</sub>= 12,74  
 Δ = 0,294999  
 Δ < 0,1274

Tramo de	a	coef.	longit. (mts.)	Caudal (l/s)	Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Hf/Q	Δ	Δ + Q
<b>TERCERA ITERACION</b>										
A	I	150	177,34	6,524	4,00	0,80	1,09	0,167	0,097	6,621
I	H	150	61,46	4,474	4,00	0,55	0,19	0,042	0,097	4,571
H	G	150	117,82	3,244	3,00	0,71	0,81	0,248	0,097	3,341
G	F	150	170,88	1,029	2,00	0,51	1,01	0,978	0,097	1,066
F	E	150	126,83	-0,201	2,00	-0,10	-0,04	0,181	0,097	-0,164
E	D	150	121,27	-1,596	2,00	-0,79	-1,61	1,007	0,097	-1,499
D	C	150	227,94	-1,926	2,50	-0,61	-1,44	0,749	0,097	-1,829
C	B	150	117,83	-2,246	3,00	-0,49	-0,41	0,182	0,097	-2,149
B	A	150	110,18	-3,726	4,00	-0,46	-0,24	0,064	0,097	-3,629
							-0,65	3,62		

Q<sub>hm</sub>= 12,74  
 Δ = 0,09652  
 Δ < 0,1274

Tramo de	a	coef.	longit. (mts.)	Caudal (l/s)	Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Hf/Q	Δ	Δ + Q
<b>TERCERA ITERACION</b>										
E	F	150	126,83	0,201	2,00	0,10	0,04	0,181	0,059	0,164
F	G	150	170,88	-1,029	2,00	-0,51	-1,01	0,978	0,059	-1,066
G	K	150	323,68	1,735	2,50	0,55	1,69	0,974	0,059	1,795
K	J	150	211,42	-0,525	2,00	-0,26	-0,36	0,683	0,059	-0,465
J	E	150	119,26	-1,065	2,00	-0,53	-0,75	0,703	0,059	-1,005
							-0,39	3,52		

Q<sub>hm</sub>= 12,74  
 Δ = 0,05933  
 Δ < 0,1274

## Anexo 8. Resumen hidráulico sector 3

Tramo de	a	tipo de tubería	coef. de fricción	longit. (mts.)	Caudal (l/s)	Cota de Terreno		Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Cota Piezométrica		Pres. Dinamica (MCA)		Pres. Estática (PSI)		Hf/Q	Δ	Δ + Q	
						Inicial	Final				Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final				
<b>SECTOR #3</b>																				
						1073.65		#DIV/0!												
A	B	PVC	160	150	153.40	5.55	1062.06	1063.16	4.00	0.68	0.70	1073.65	1072.95	0.00	9.79	0.00	14.92	0.126	0.817	6.367
B	C	PVC	160	150	127.32	5.33	1063.16	1046.00	3.00	1.17	2.18	1072.95	1070.77	9.79	24.77	14.92	39.32	0.409	0.817	6.147
C	D	PVC	160	150	205.12	3.56	1046.00	1026.07	2.50	1.12	4.05	1070.77	1066.72	24.77	40.65	39.32	67.66	1.137	0.817	4.377
D	E	PVC	160	150	102.83	1	1026.07	1023.63	2.00	0.49	0.57	1066.72	1066.15	40.65	42.52	67.66	71.13	0.574	0.817	1.741
E	F	PVC	160	150	37.95	-1	1023.63	1021.90	2.00	-0.49	-0.21	1066.15	1066.36	42.52	44.46	71.13	73.59	0.212	0.817	-0.259
F	G	PVC	160	150	69.99	-1.01	1021.90	1019.81	2.00	-0.50	-0.40	1066.36	1066.76	44.46	46.95	73.59	76.56	0.394	0.817	-0.269
G	H	PVC	160	150	86.87	-4.18	1019.81	1030.58	2.50	-1.32	-2.31	1066.76	1069.07	46.95	38.49	76.56	61.25	0.552	0.817	-3.363
H	I	PVC	160	150	183.66	-5.88	1030.58	1052.78	2.50	-1.86	-9.17	1069.07	1078.24	38.49	25.46	61.25	29.68	1.560	0.817	-5.063
I	A	PVC	160	150	92.41	-8.27	1052.78	1062.06	3.00	-1.81	-3.57	1078.24	1081.81	25.46	19.75	29.68	16.48	0.432	0.817	-7.453
-8.16										5.396										

Ohm= 13,82

Δ = 0,81701

Δ < 0,1382

Tramo de	a	tipo de tubería	coef. de fricción	longit. (mts.)	Caudal (l/s)	Cota de Terreno		Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Cota Piezométrica		Pres. Dinamica (MCA)		Pres. Estática (PSI)		Hf/Q	Δ	Δ + Q	
						Inicial	Final				Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final				
<b>SECTOR #3</b>																				
						1073.65		#DIV/0!												
D	N	PVC	160	150	361.18	2.08	1026.07	993.05	2.00	1.03	7.82	1073.65	1065.83	0.00	72.78	35.99	114.61	3.759	0.076	2.156
N	M	PVC	160	150	121.31	0.7	993.05	984.43	2.00	0.35	0.35	1065.83	1065.48	72.78	81.05	114.61	126.87	0.500	0.076	0.776
M	L	PVC	160	150	191.23	0.61	984.43	992.17	2.00	0.30	0.43	1065.48	1065.05	81.05	72.88	126.87	115.86	0.702	0.076	0.686
L	K	PVC	160	150	260.55	-2.1	992.17	1007.00	2.00	-1.04	-5.74	1065.05	1070.79	72.88	63.79	115.86	94.78	2.734	0.076	-2.024
K	J	PVC	160	150	106.89	-3.17	1007.00	1008.84	2.50	-1.00	-1.70	1070.79	1072.50	63.79	63.66	94.78	92.16	0.537	0.076	-3.094
J	G	PVC	160	150	165.30	-3.17	1008.84	1019.81	2.50	-1.00	-2.63	1072.50	1075.13	63.66	55.32	92.16	76.56	0.830	0.076	-3.094
G	F	PVC	160	150	69.99	1.01	1019.81	1021.90	2.00	0.50	0.40	1075.13	1074.73	55.32	52.83	76.56	73.59	0.394	0.076	0.269
F	E	PVC	160	150	37.95	1	1021.90	1023.63	2.00	0.49	0.21	1074.73	1074.52	52.83	50.89	73.59	71.13	0.212	0.076	0.259
E	D	PVC	160	150	102.83	-1	1023.63	1026.07	2.00	-0.49	-0.57	1074.52	1075.09	50.89	49.02	71.13	67.66	0.574	0.076	-1.741
-1.44										10.243										

Ohm= 13,82

Δ = 0,07611

Δ < 0,1382

Tramo de	a	tipo de tubería	coef. de fricción	longit. (mts.)	Caudal (l/s)	Cota de Terreno		Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Cota Piezométrica		Pres. Dinamica (MCA)		Pres. Estática (PSI)		Hf/Q	Δ	Δ + Q	
						Inicial	Final				Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final				
<b>SECTOR #3</b>																				
						1073.65		#DIV/0!												
A	B	PVC	160	150	153.40	6.367	1062.06	1063.16	4.00	0.79	0.90	1073.65	1072.75	0.00	9.59	0.00	14.92	0.141	0.817	7.184
B	C	PVC	160	150	127.32	6.147	1063.16	1046.00	3.00	1.35	2.84	1072.75	1069.91	9.59	23.91	14.92	39.32	0.462	0.817	6.964
C	D	PVC	160	150	205.12	4.377	1046.00	1026.07	2.50	1.38	5.93	1069.91	1063.98	23.91	37.91	39.32	67.66	1.355	0.817	5.194
D	E	PVC	160	150	102.83	1.741	1026.07	1023.63	2.00	0.86	1.60	1063.98	1062.38	37.91	38.75	67.66	71.13	0.920	0.817	2.482
E	F	PVC	160	150	37.95	-0.259	1023.63	1021.90	2.00	-0.13	-0.02	1062.38	1062.39	38.75	40.49	71.13	73.59	0.067	0.817	0.482
F	G	PVC	160	150	69.99	-0.269	1021.90	1019.81	2.00	-0.13	-0.03	1062.39	1062.43	40.49	42.62	73.59	76.56	0.128	0.817	0.472
G	H	PVC	160	150	86.87	-3.363	1019.81	1030.58	2.50	-1.06	-1.54	1062.43	1063.97	42.62	33.39	76.56	61.25	0.459	0.817	-2.546
H	I	PVC	160	150	183.66	-5.063	1030.58	1052.78	2.50	-1.60	-6.95	1063.97	1070.92	33.39	18.14	61.25	29.68	1.373	0.817	-4.246
I	A	PVC	160	150	92.41	-7.453	1052.78	1062.06	3.00	-1.63	-2.94	1070.92	1073.87	18.14	11.81	29.68	16.48	0.395	0.817	-6.636
-0.22										5.301										

Ohm= 13,82

Δ = 0,02231

Δ < 0,1382

Tramo de	a	tipo de tubería	coef. de fricción	longit. (mts.)	Caudal (l/s)	Cota de Terreno		Diam (pulg.)	Vel. (m/s)	HF (mts.)	Cota Piezométrica		Pres. Dinamica (MCA)		Pres. Estática (PSI)		Hf/Q	Δ	Δ + Q	
						Inicial	Final				Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final				
<b>SECTOR #3</b>																				
						1073.65		#DIV/0!												
D	N	PVC	160	150	361.18	2.156	1026.07	993.05	2.00	1.06	8.36	1073.65	1065.29	0.00	72.24	35.99	114.61	3.876	0.076	2.232
N	M	PVC	160	150	121.31	0.776	993.05	984.43	2.00	0.38	0.42	1065.29	1064.87	72.24	80.44	114.61	126.87	0.546	0.076	0.852
M	L	PVC	160	150	191.23	0.686	984.43	992.17	2.00	0.34	0.53	1064.87	1064.34	80.44	72.17	126.87	115.86	0.775	0.076	0.762
L	K	PVC	160	150	260.55	-2.024	992.17	1007.00	2.00	-1.00	-5.36	1064.34	1069.70	72.17	62.70	115.86	94.78	2.649	0.076	-1.948
K	J	PVC	160	150	106.89	-3.094	1007.00	1008.84	2.50	-0.98	-1.63	1069.70	1071.33	62.70	62.49	94.78	92.16	0.526	0.076	-3.018
J	G	PVC	160	150	165.30	-3.094	1008.84	1019.81	2.50	-0.98	-2.52	1071.33	1073.84	62.49	54.03	92.16	76.56	0.813	0.076	-3.018
G	F	PVC	160	150	69.99	0.269	1019.81	1021.90	2.00	0.13	0.03	1073.84	1073.81	54.03	51.91	76.56	73.59	0.128	0.076	-0.472
F	E	PVC	160	150	37.95	0.259	1021.90	1023.63	2.00	0.13	0.02	1073.81	1073.79	51.91	50.16	73.59	71.13	0.067	0.076	-0.482
E	D	PVC	160	150	102.83	-1.741	1023.63	1026.07	2.00	-0.86	-1.60	1073.79	1075.39	50.16	49.32	71.13	67.66	0.920	0.076	-2.482
-1.74										10.301										

Ohm= 13,82

Δ = 0,09146

Δ < 0,1382



**INFORME DE RESULTADOS****Fecha:** 12/06/2011**DATOS DEL CLIENTE**Nombre:  
Dirección: ---  
Persona que solicita: Héctor Aifan**No. de Muestra 1428****DATOS DE LA MUESTRA**

Fecha de recepción: Punto de captación: Pozo Alotenango, Sacatepéquez Tipo de muestra: Agua Análisis solicitado: Análisis Microbiológico Responsable del muestreo: Héctor Aifan	Descripción de la muestra: Muestra tomada en envase plástico de 500 ml.
---	--

**Resultado de Análisis Microbiológico de Agua**

<b>Análisis</b>	<b>Resultado</b>	<b>Límites Permitidos</b>	<b>Metodología</b>
Recuento total de bacterias aerobias mesófilas	----	<500 UFC/ml	BAM Capítulo 3
Coliformes totales	----	<3 NMP/100 ml	BAM Capítulo 4
<i>Escherichia coli</i>	----	Ausencia	BAM Capítulo 4

**\*Observaciones:** La muestra cumple según los límites permitidos por la norma COGUANOR 29 001:99. Agua potable. Especificaciones. Se recomienda clorar el agua y colocar algún sistema de filtros si ésta va a ser utilizada para consumo humano.

Los resultados corresponden a la muestra tal y como fue recibida.

**\*Nomenclatura**

UFC/ml= Unidades formadoras de colonia por mililitro

NMP= Número más probable

Revisado: Licda. Scarlette A. Cano S.  
Jefe de Laboratorio  
Química Bióloga  
Colegiada 2492

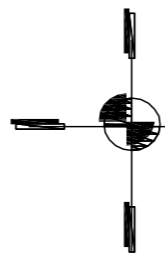


SECTOR 1

SECTOR 2

SECTOR 3

SECTOR 4



# DENSIDAD DE VIVIENDA Y SECTORIZACION

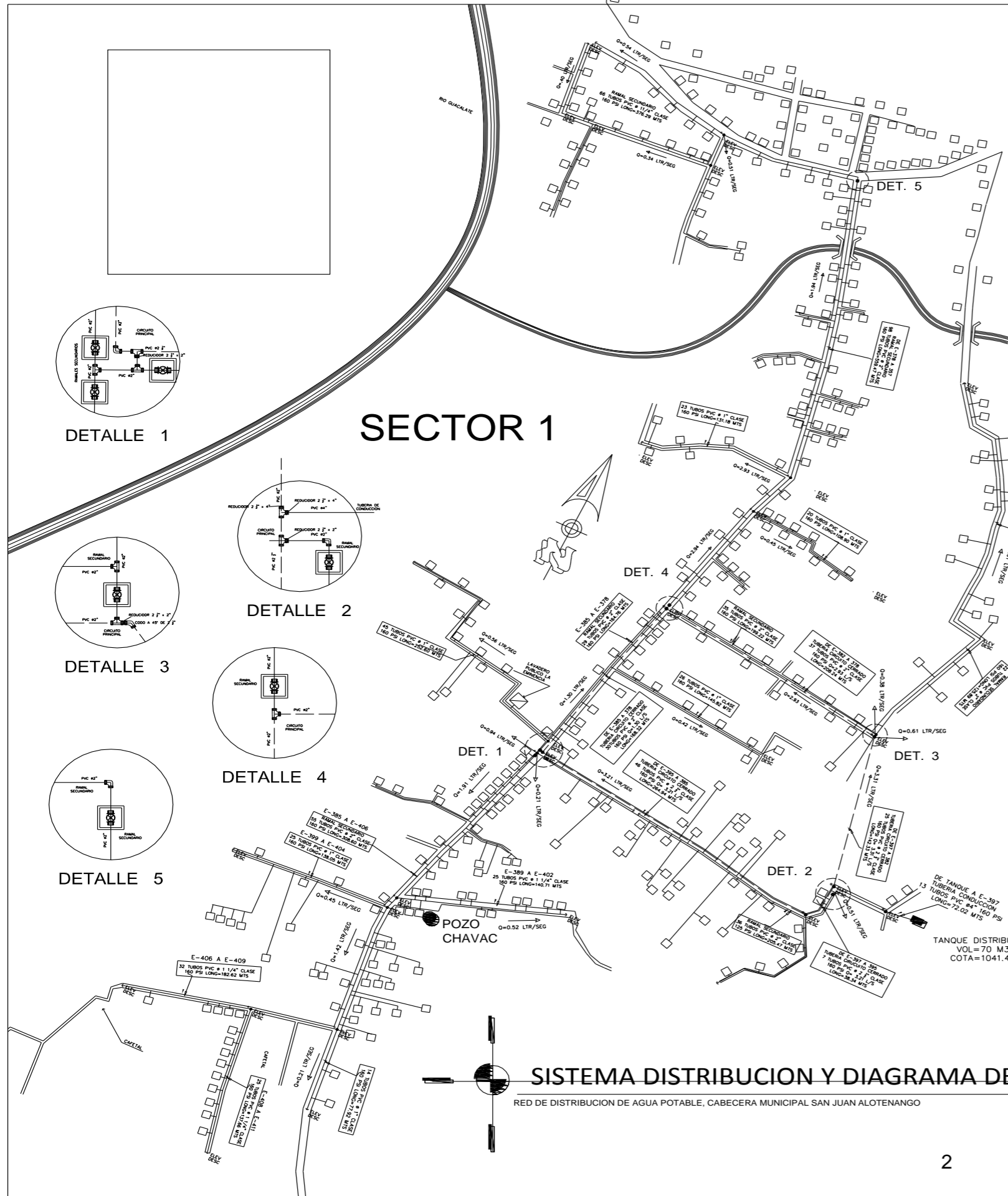
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, CABECERA MUNICIPAL SAN JUAN ALOTENANGO ESCALA 1/5000



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

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN ALOTENANGO  
DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

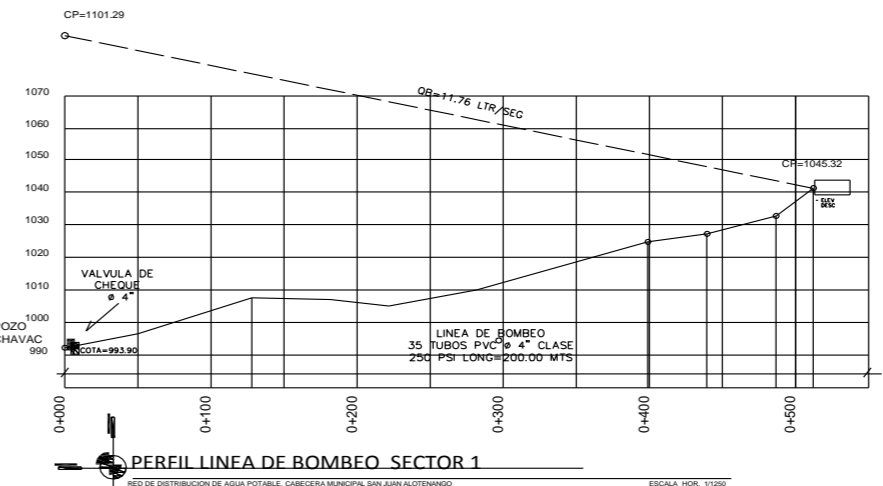
DIBUJO: HECTOR E. AIFAN P.	HECTOR EDUARDO AIFAN PAMAL CARNET: 1995-16631	DISEÑO: HECTOR E. AIFAN P.	FECHA: AGOSTO 2010
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPTO. DE SACATEPEQUEZ		ESCALA: INDICADA	DISEÑO: HECTOR E. AIFAN P.
CONTENIDO: DENSIDAD DE VIVIENDA Y SECTORES			HOJA 01 11
ING. JUAN MERK C. ASESOR DE EPS		HECTOR EDUARDO AIFAN P. EPESISTA	



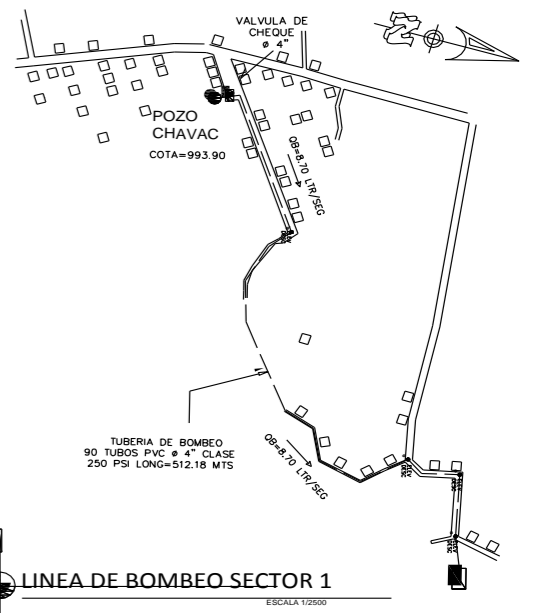
# SECTOR 1

## SISTEMA DISTRIBUCION Y DIAGRAMA DE FLUJO SECTOR 1

RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, CABECERA MUNICIPAL SAN JUAN ALOTENANGO ESCALA 1/2000

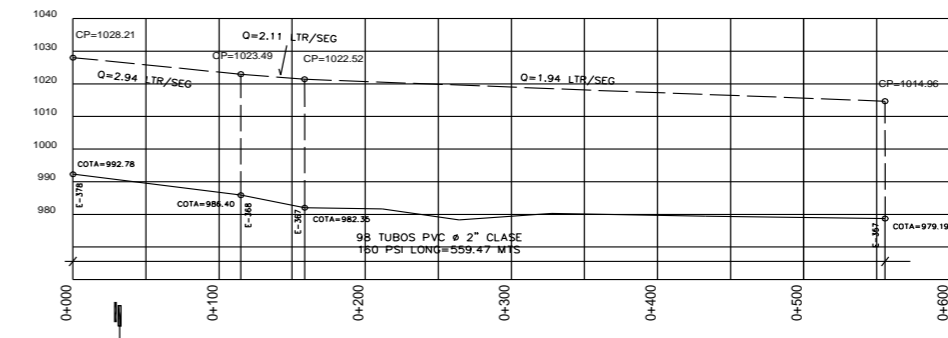


PERFIL LINEA DE BOMBEO SECTOR 1

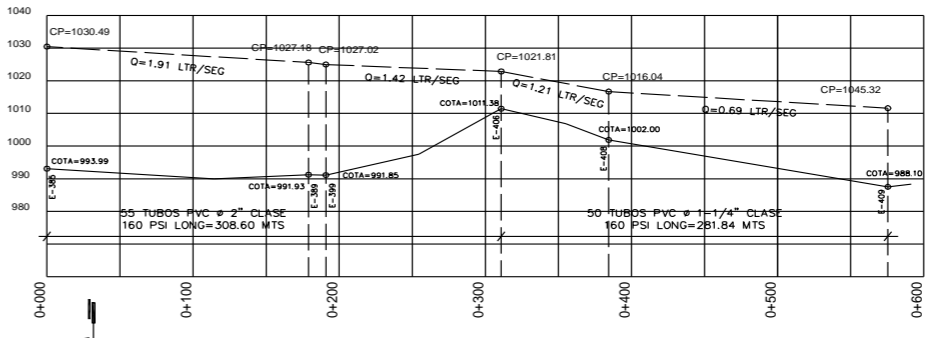


LINEA DE BOMBEO SECTOR 1

TANQUE DISTRIBUCION  
VOL=70 M3  
COTA=1041.40



RAMAL DE F-378 A F-357



RAMAL DE F-385 A F-408

NOTA:  
LAS CONEXIONES  
DOMICILIARES SE HARAN  
UNICAMENTE DE LA RED  
SECUNDARIA, NUNCA DE LA  
RED PRINCIPAL.

DETALLE 1

DETALLE 2

DETALLE 3

DETALLE 4

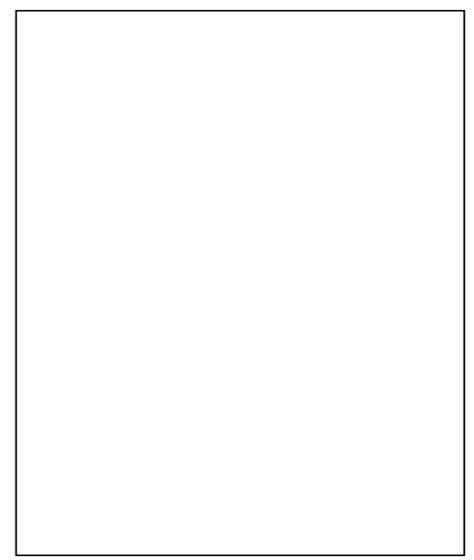
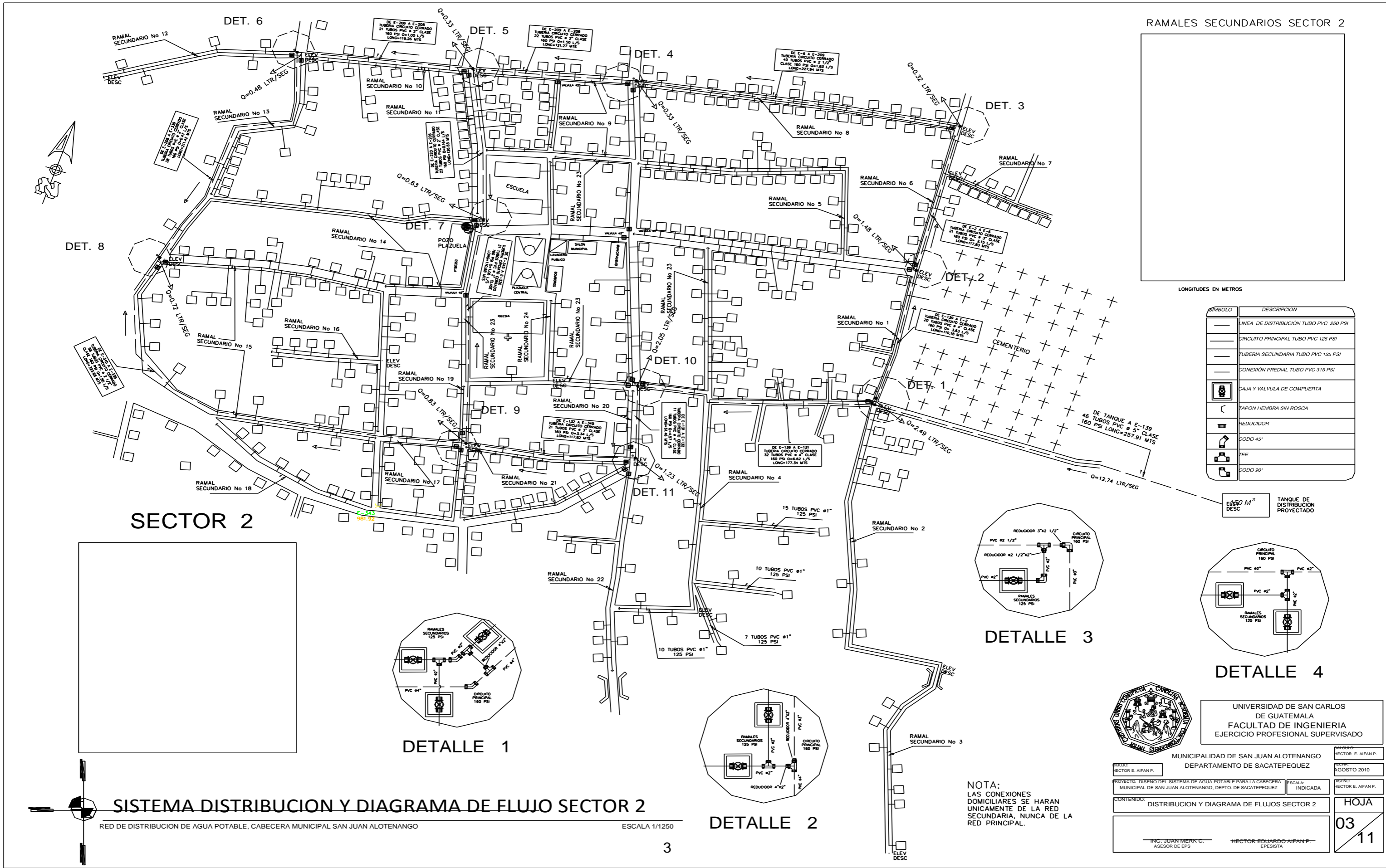
DETALLE 5

ABRILLO	DESCRIPCION
---	LINEA DE DISTRIBUCION TUBO PVC 250 PSI
---	TRACIATO PRINCIPAL TUBO PVC 160 PSI
---	TUBERIA SECUNDARIA TUBO PVC 160 PSI
---	CONEXION MEDIAL TUBO PVC 215 PSI
⊕	VALVULA DE COMPUERTA
⊕	APION HEIMBA SIN ROSCA
⊕	REDUCCION
⊕	COZO 45°
⊕	REP
⊕	COZO 90°



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

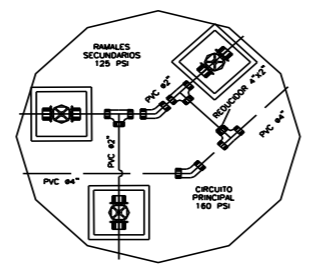
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN ALOTENANGO DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ		CALIFICADO: HECTOR E. AIFAN P. FECHA: AGOSTO 2010 DISEÑO: HECTOR E. AIFAN P.
TITULO: HECTOR E. AIFAN P. PROYECTO: MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPTO. DE SACATEPEQUEZ	HECTOR EDUARDO AIFAN PAMAL CARNET: 1995-16631 ESCALA: INDICADA	HOJA 02 11
ING. JUAN MERK C. ASESOR DE EPS		HECTOR EDUARDO AIFAN P. EPESISTA



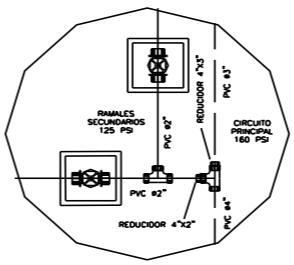
LONGITUDES EN METROS

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
---	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN TUBO PVC 250 PSI
---	CIRCUITO PRINCIPAL TUBO PVC 125 PSI
---	TUBERÍA SECUNDARIA TUBO PVC 125 PSI
---	CONEXIÓN PREDIAL TUBO PVC 315 PSI
	CAJA Y VALVULA DE COMPUERTA
	TAPON HEMBRA SIN ROSCA
	REDUCIDOR
	CODO 45°
	TEE
	CODO 90°

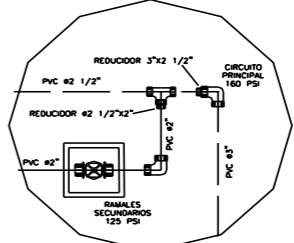
TANQUE DE DISTRIBUCION PROYECTADO



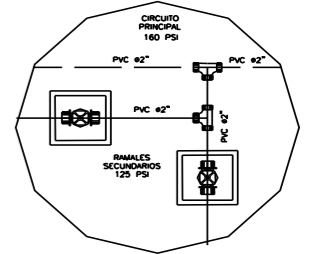
DETALLE 1



DETALLE 2



DETALLE 3



DETALLE 4



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

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN ALOTENANGO  
DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPTO. DE SACATEPEQUEZ	ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2010
CONTENIDO: DISTRIBUCION Y DIAGRAMA DE FLUJOS SECTOR 2	HOJA	

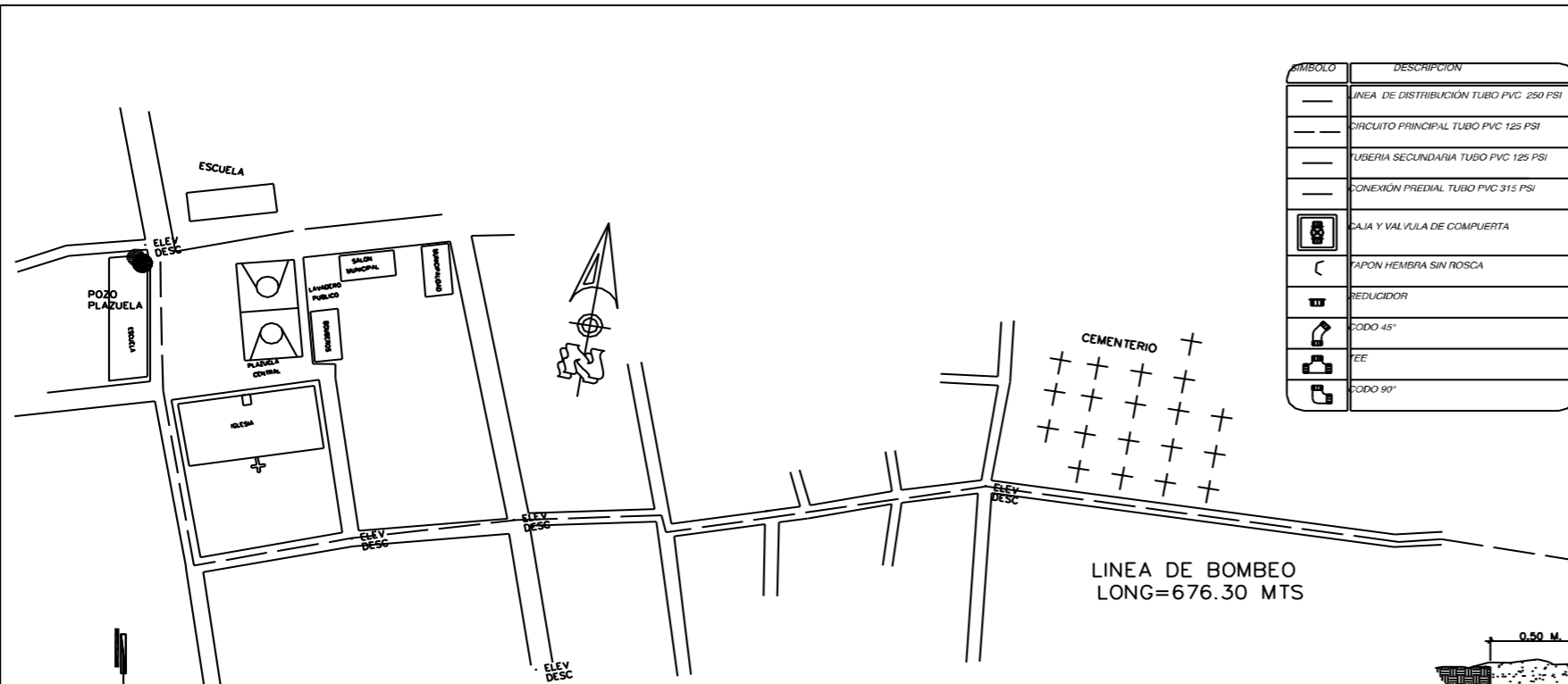
ING. JUAN MERK C. ASESOR DE EPS. HECTOR EDUARDO AIFAN P. EPESISTA.

SISTEMA DISTRIBUCION Y DIAGRAMA DE FLUJO SECTOR 2

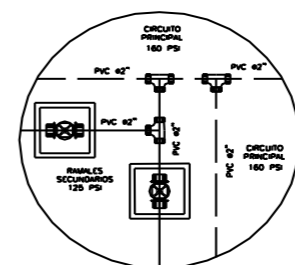
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, CABECERA MUNICIPAL SAN JUAN ALOTENANGO

ESCALA 1/1250

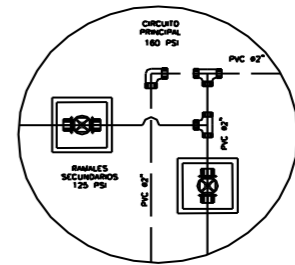
NOTA:  
LAS CONEXIONES DOMICILIARES SE HARÁN ÚNICAMENTE DE LA RED SECUNDARIA, NUNCA DE LA RED PRINCIPAL.



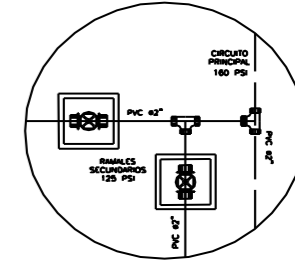
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	LINEA DE DISTRIBUCION TUBO PVC 250 PSI
---	CIRCUITO PRINCIPAL TUBO PVC 125 PSI
---	TUBERIA SECUNDARIA TUBO PVC 125 PSI
---	CONEXION PREDIAL TUBO PVC 315 PSI
	CAJA Y VALVULA DE COMPUERTA
	TAPON HEMBRA SIN ROSCA
	REDUCIDOR
	CODO 45°
	TEE
	CODO 90°



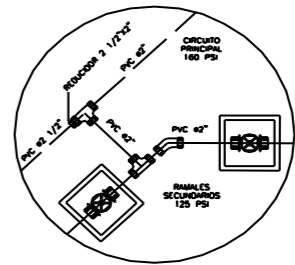
DETALLE 5



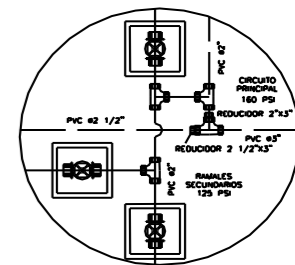
DETALLE 6



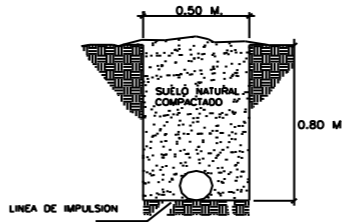
DETALLE 7



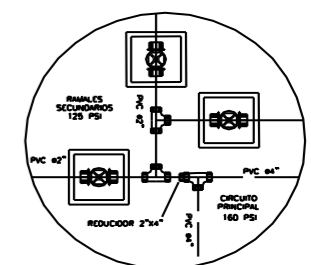
DETALLE 8



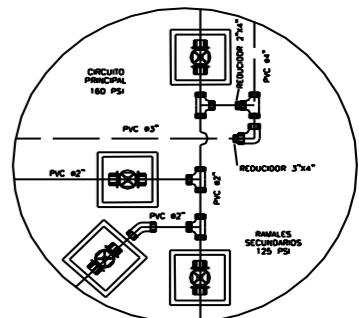
DETALLE 9



DETALLE ZANJA SIN ESCALA



DETALLE 10

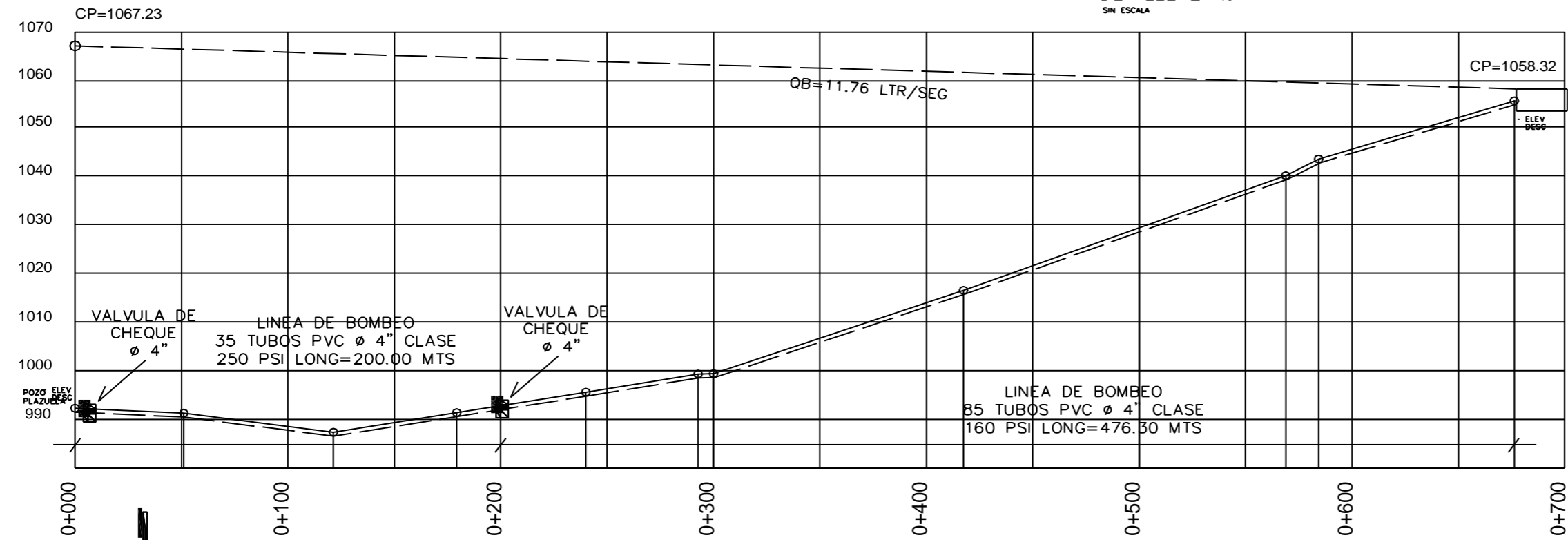


DETALLE 11

**PLANTA LINEA DE IMPULSION SECTOR 2**

RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, CABECERA MUNICIPAL SAN JUAN ALOTENANGO

ESCALA HOR. 1/1250  
ESCALA VER. 1/500



**PERFIL LINEA DE IMPULSION SECTOR 2**

RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, CABECERA MUNICIPAL SAN JUAN ALOTENANGO

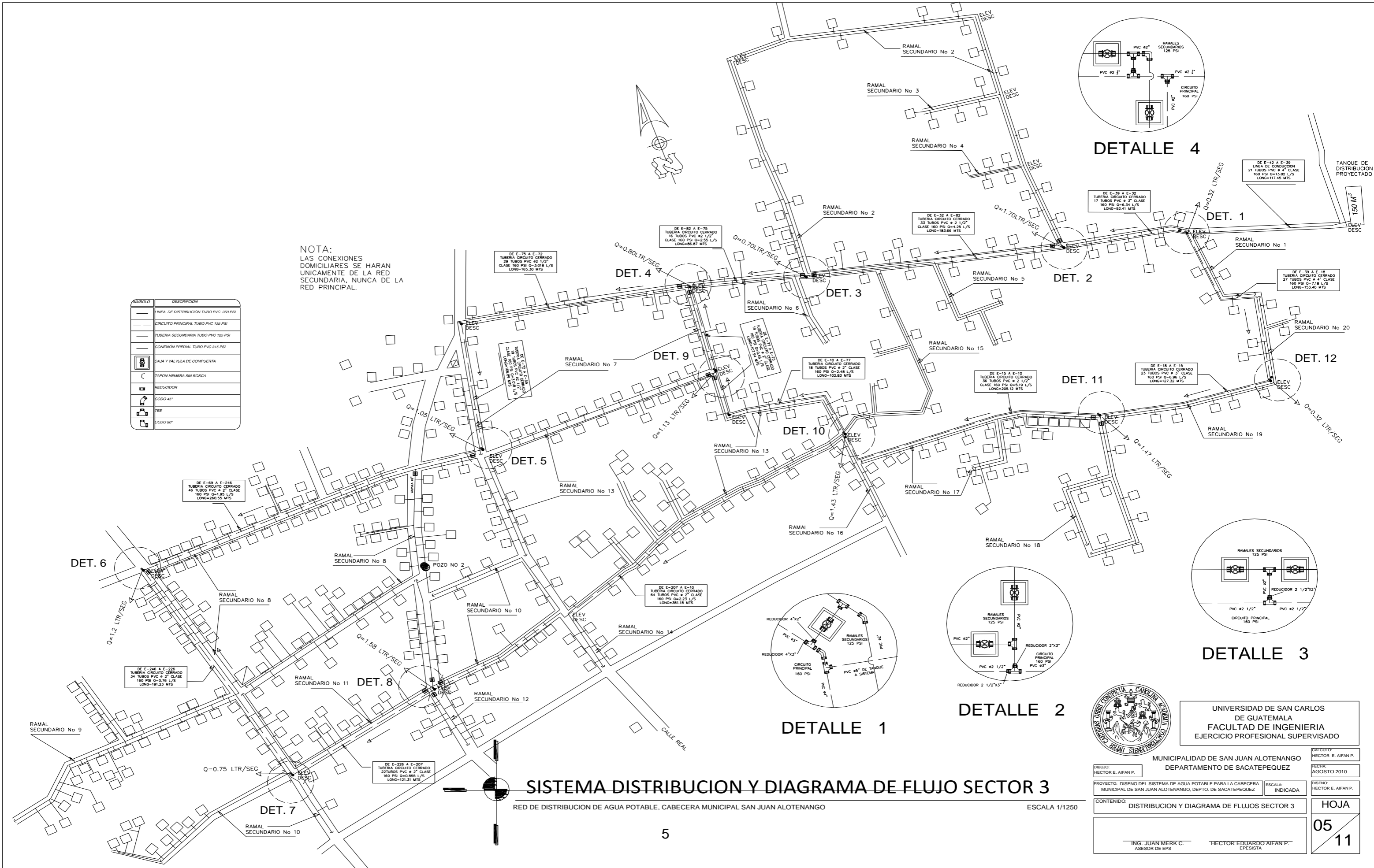
ESCALA HOR. 1/1250  
ESCALA VER. 1/500



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

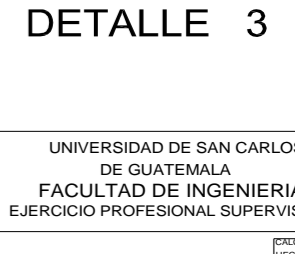
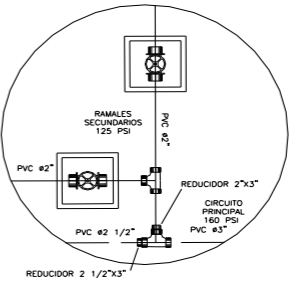
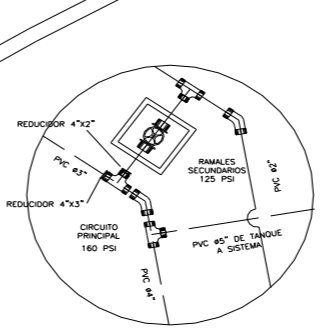
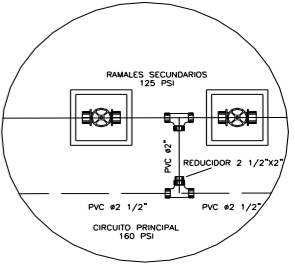
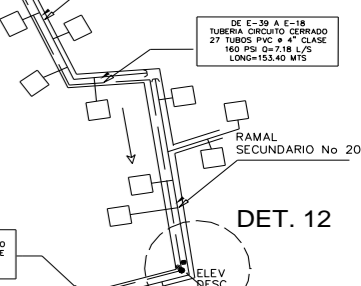
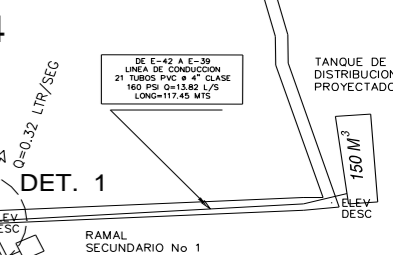
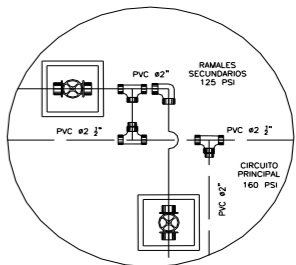
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPTO. DE SACATEPEQUEZ	ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2010
CONTENIDO: LINEA DE IMPULSION + DETALLES SECTOR 2		HOJA 04/11
ING. JUAN MERCE ASESOR DE EPS	HECTOR EDUARDO AIFAN P. EPESISTA	





NOTA:  
LAS CONEXIONES  
DOMICILIARES SE HARAN  
UNICAMENTE DE LA RED  
SECUNDARIA, NUNCA DE LA  
RED PRINCIPAL.

SIMBOLO	DESCRIPCION
---	LINEA DE DISTRIBUCION TUBO PVC 250 PSI
---	CIRCUITO PRINCIPAL TUBO PVC 125 PSI
---	TUBERIA SECUNDARIA TUBO PVC 125 PSI
---	CONEXION FREDIAL TUBO PVC 315 PSI
⊠	CAJA Y VALVULA DE CUENTA
⌒	TAPON HEMBRA SIN ROSCA
⊠	REDUCIDOR
⌒	90°
⌒	45°
⌒	TEE
⌒	90°



# SISTEMA DISTRIBUCION Y DIAGRAMA DE FLUJO SECTOR 3

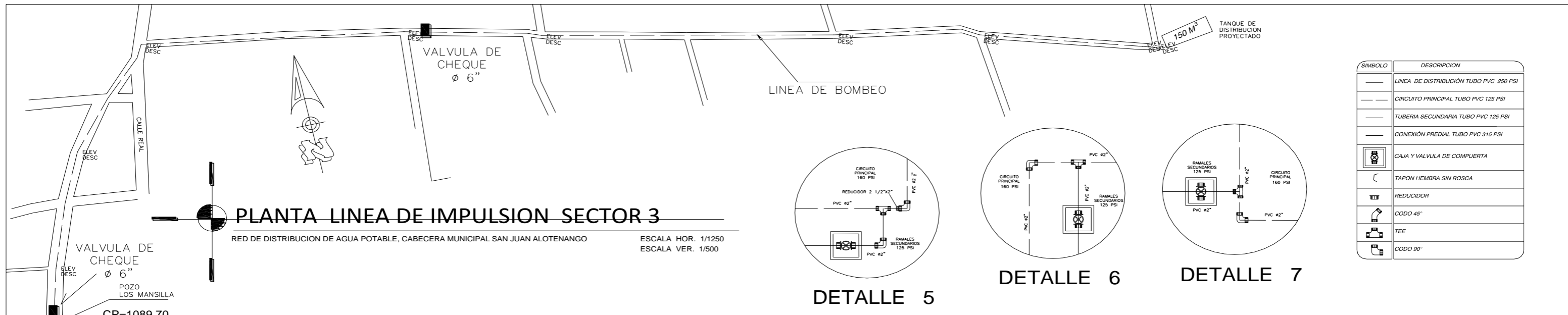
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, CABECERA MUNICIPAL SAN JUAN ALOTENANGO

ESCALA 1/1250



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

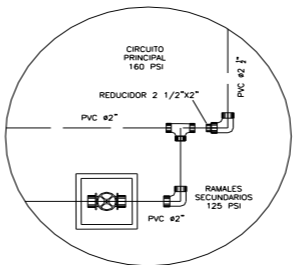
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN ALOTENANGO		DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPTO. DE SACATEPEQUEZ	ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2010	DISEÑO: HECTOR E. AIFAN P.
CONTENIDO: DISTRIBUCION Y DIAGRAMA DE FLUJOS SECTOR 3		HOJA	
ING. JUAN MERK C. ASESOR DE EPS		HECTOR EDUARDO AIFAN P. EPESISTA	
		05 11	



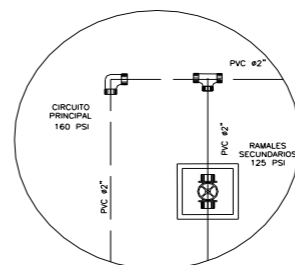
**PLANTA LINEA DE IMPULSION SECTOR 3**

RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, CABECERA MUNICIPAL SAN JUAN ALOTENANGO  
 ESCALA HOR. 1/1250  
 ESCALA VER. 1/500

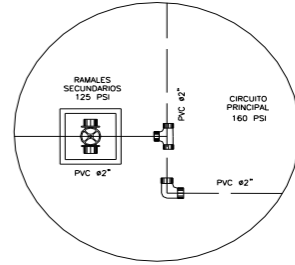
SIMBOLO	DESCRIPCION
	LINEA DE DISTRIBUCION TUBO PVC 250 PSI
	CIRCUITO PRINCIPAL TUBO PVC 125 PSI
	TUBERIA SECUNDARIA TUBO PVC 125 PSI
	CONEXION PREDIAL TUBO PVC 315 PSI
	CAJA Y VALVULA DE COMPUERTA
	TAPON HEMBRA SIN ROSCA
	REDUCIDOR
	CODO 45°
	TEE
	CODO 90°



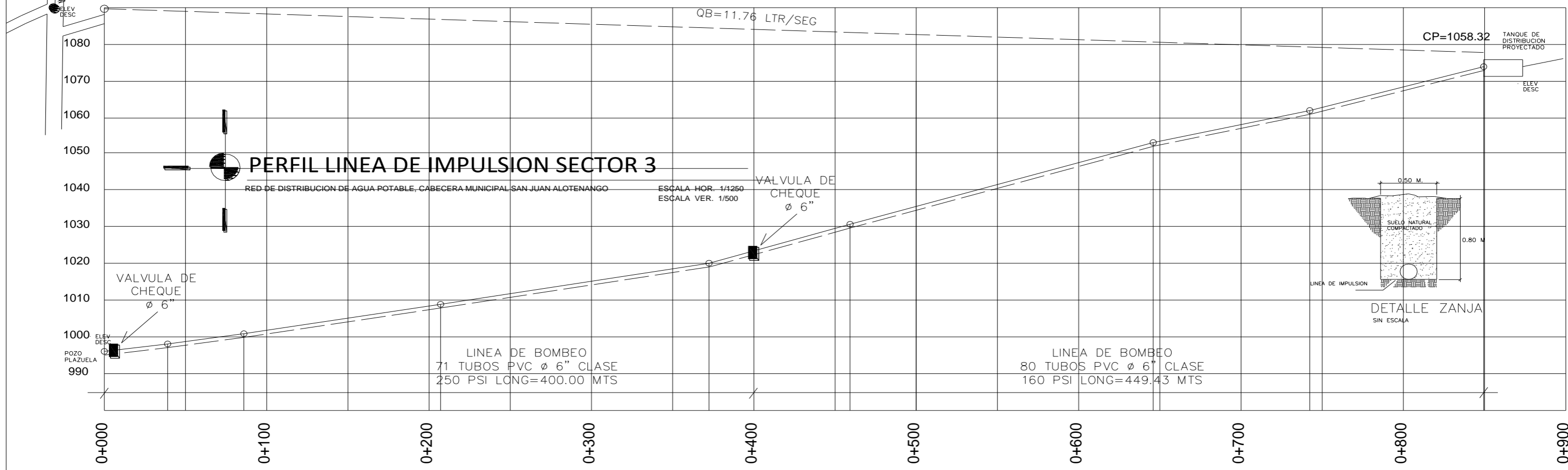
DETALLE 5



DETALLE 6

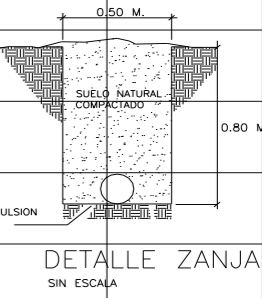


DETALLE 7

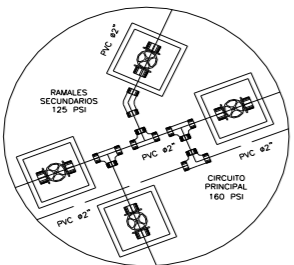


**PERFIL LINEA DE IMPULSION SECTOR 3**

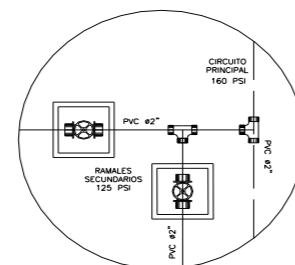
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, CABECERA MUNICIPAL SAN JUAN ALOTENANGO  
 ESCALA HOR. 1/1250  
 ESCALA VER. 1/500



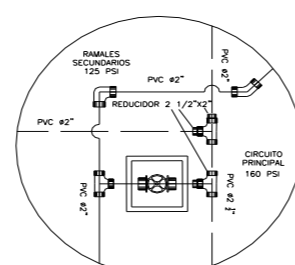
DETALLE ZANJA SIN ESCALA



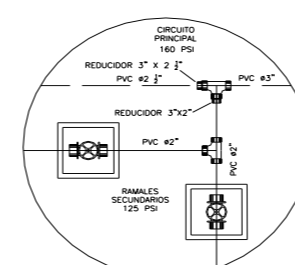
DETALLE 8



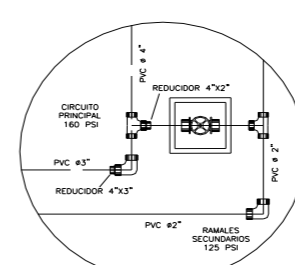
DETALLE 9



DETALLE 10



DETALLE 11



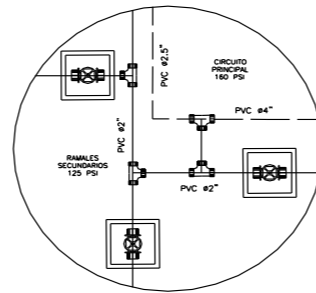
DETALLE 12



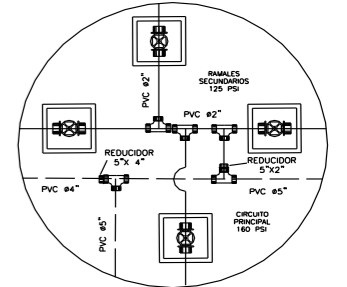
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN ALOTENANGO		DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ	
DISEÑO: HECTOR E. AIFAN P.	FECHA: AGOSTO 2010	ESCALA: INDICADA	HOJA 06/11
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPTO. DE SACATEPEQUEZ		DISEÑO: HECTOR E. AIFAN P.	
CONTENIDO: LINEA DE IMPULSION Y DETALLES SECTOR 3		ING. JUAN MERK C. ASESOR DE EPS	
		HECTOR EDUARDO AIFAN P. EPELISTA	

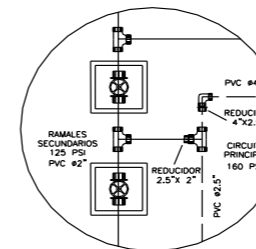
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
---	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN TUBO PVC 250 PSI
---	CIRCUITO PRINCIPAL TUBO PVC 125 PSI
---	TUBERÍA SECUNDARIA TUBO PVC 125 PSI
---	CONEXIÓN PREDIAL TUBO PVC 315 PSI
	CAJA Y VALVULA DE COMPUERTA
	TAPON HEMBRA SIN ROSCA
	REDUCIDOR
	CODO 45°
	TEE
	CODO 90°



DETALLE 4



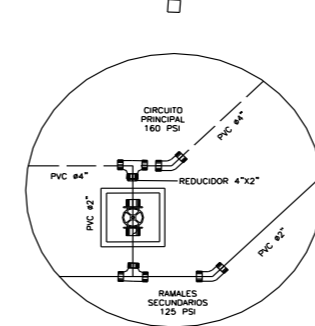
DETALLE 6



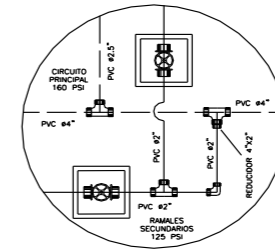
DETALLE 5

NO SERA NECESARIO LA INSTALACION DE LA TUBERIA DE IMPULSION DE LOS POZOS HACIA EL TANQUE YA QUE ESTA TUBERIA YA EXISTE Y ESTA EN BUENAS CONDICIONES Y SE ADECUA AL DISEÑO

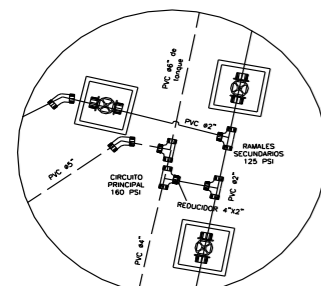
NOTA:  
LAS CONEXIONES DOMICILIARES SE HARAN UNICAMENTE DE LA RED SECUNDARIA, NUNCA DE LA RED PRINCIPAL.



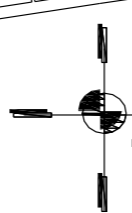
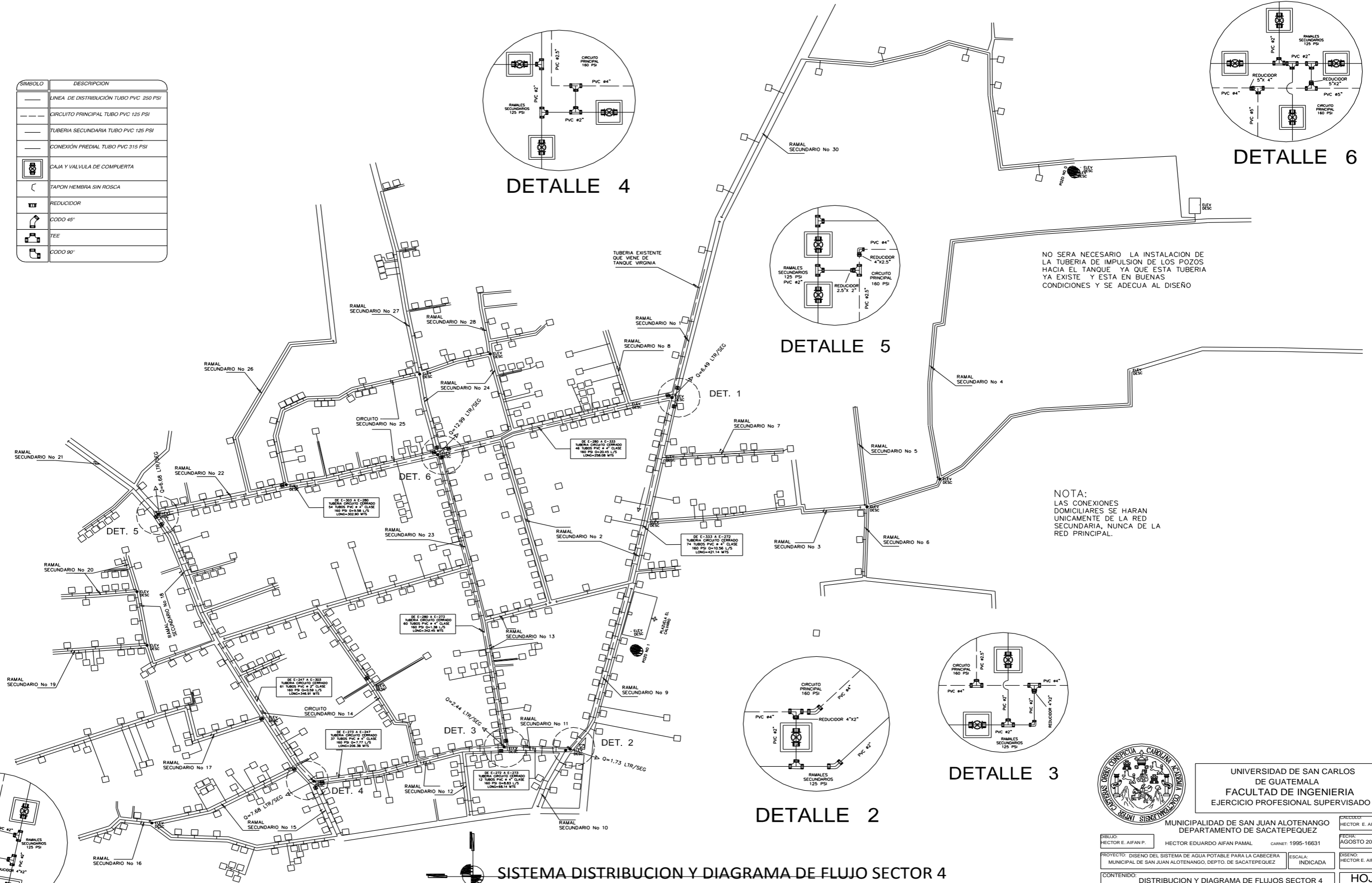
DETALLE 2



DETALLE 3



DETALLE 1



**SISTEMA DISTRIBUCION Y DIAGRAMA DE FLUJO SECTOR 4**

RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE, CABECERA MUNICIPAL SAN JUAN ALOTENANGO

ESCALA 1/2000



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

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN ALOTENANGO  
DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPTO. DE SACATEPEQUEZ

CONTENIDO: DISTRIBUCION Y DIAGRAMA DE FLUJOS SECTOR 4

ING. JOUAN MERK C. ASESOR DE EPS

HECTOR EDUARDO AIFAN P. EFISIETA

PROYECTO: HECTOR E. AIFAN P.

FECHA: AGOSTO 2010

ESCALA: INDICADA

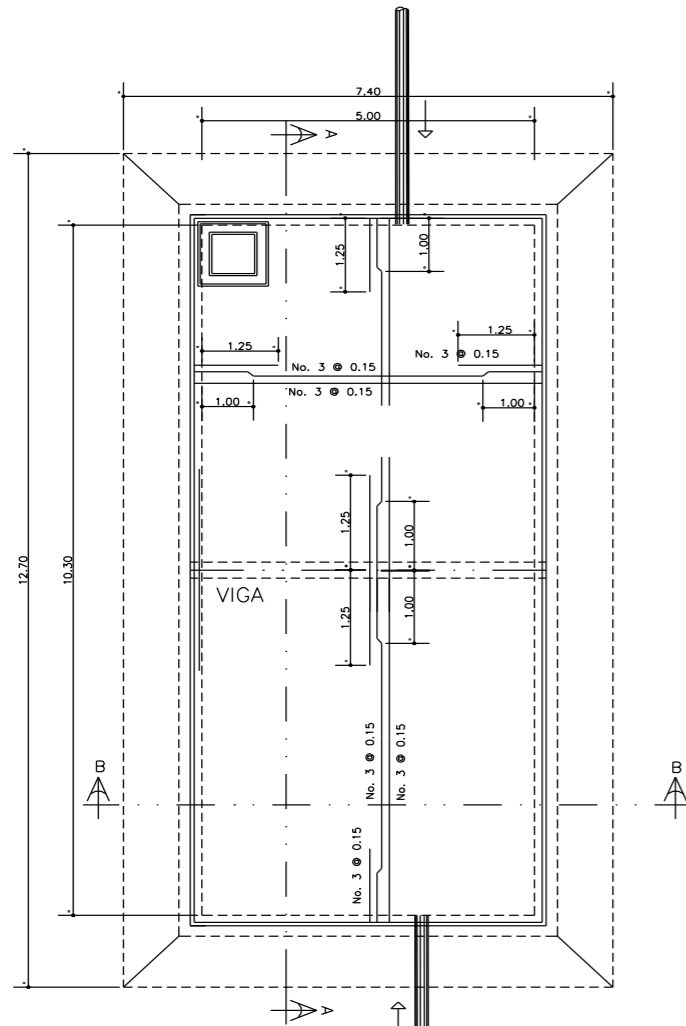
DISEÑO: HECTOR E. AIFAN P.

HOJA

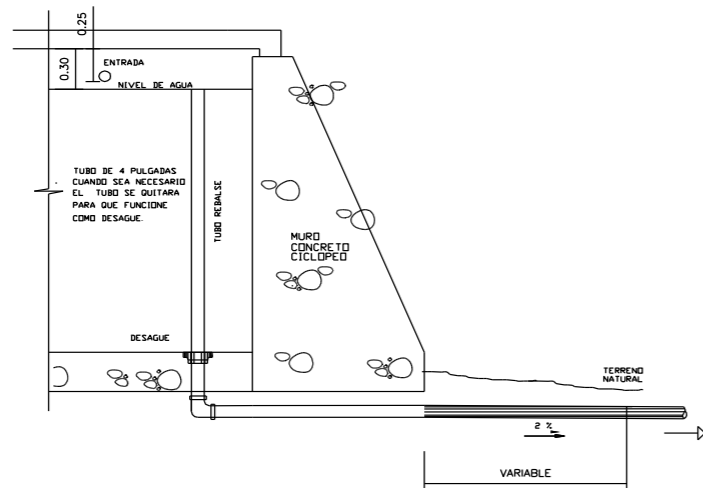
07

11

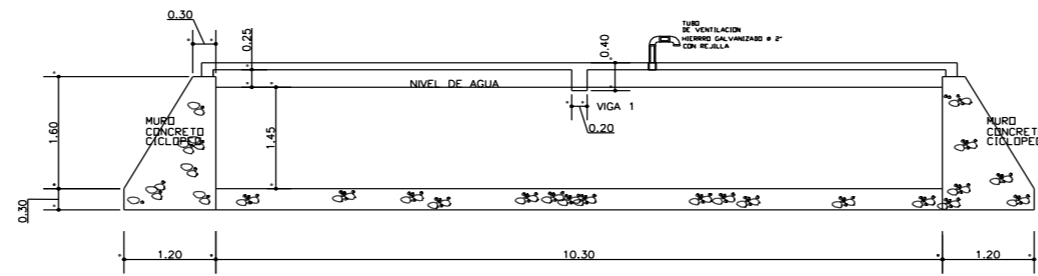




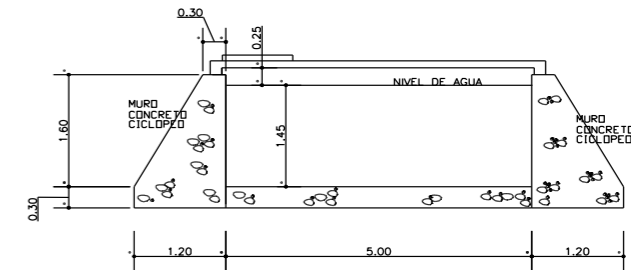
PLANTA TANQUE DISTRIBUCION 70 M3  
ESCALA 1:50



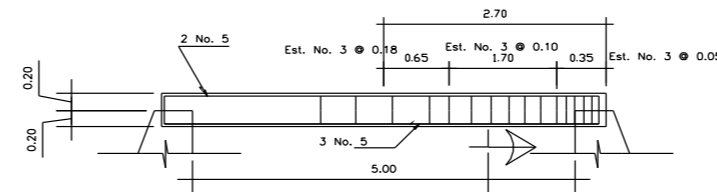
DETALLE DE REBALSE Y DESAGUE



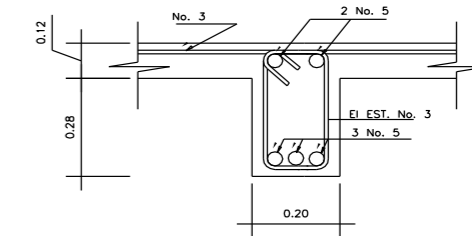
SECCION A-A  
ESCALA 1:50



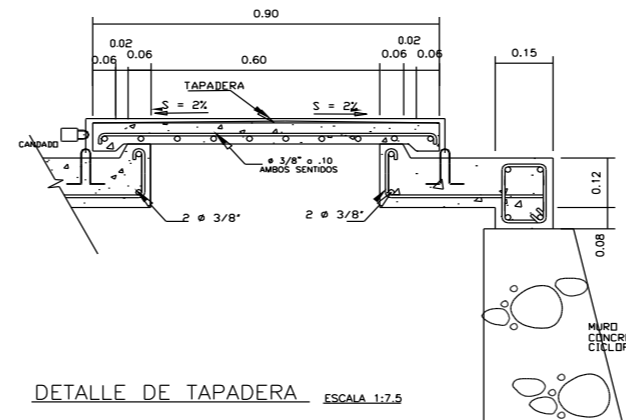
SECCION B-B  
ESCALA 1:50



DETALLE DE VIGA  
ESCALA 1:40

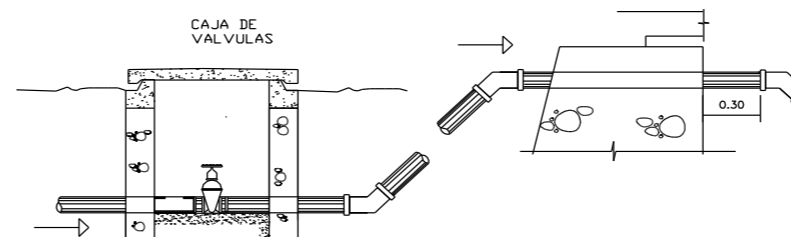


SECCION A  
ESCALA 1:20



DETALLE DE TAPADERA ESCALA 1:7.5

- EL CONCRETO CICLOPED SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:  
33 % DE PIEDRA BOLA  
67 % DE CONCRETO
- EL CONCRETO SE HARA CON UNA RESISTENCIA DE:  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- LA RESISTENCIA DEL ACERO:  $f'y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
- SE REPELLARA EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SABIETA: PROPORCION 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 PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS.



DETALLE DE ENTRADA AL TANQUE Y CAJA DE VALVULA



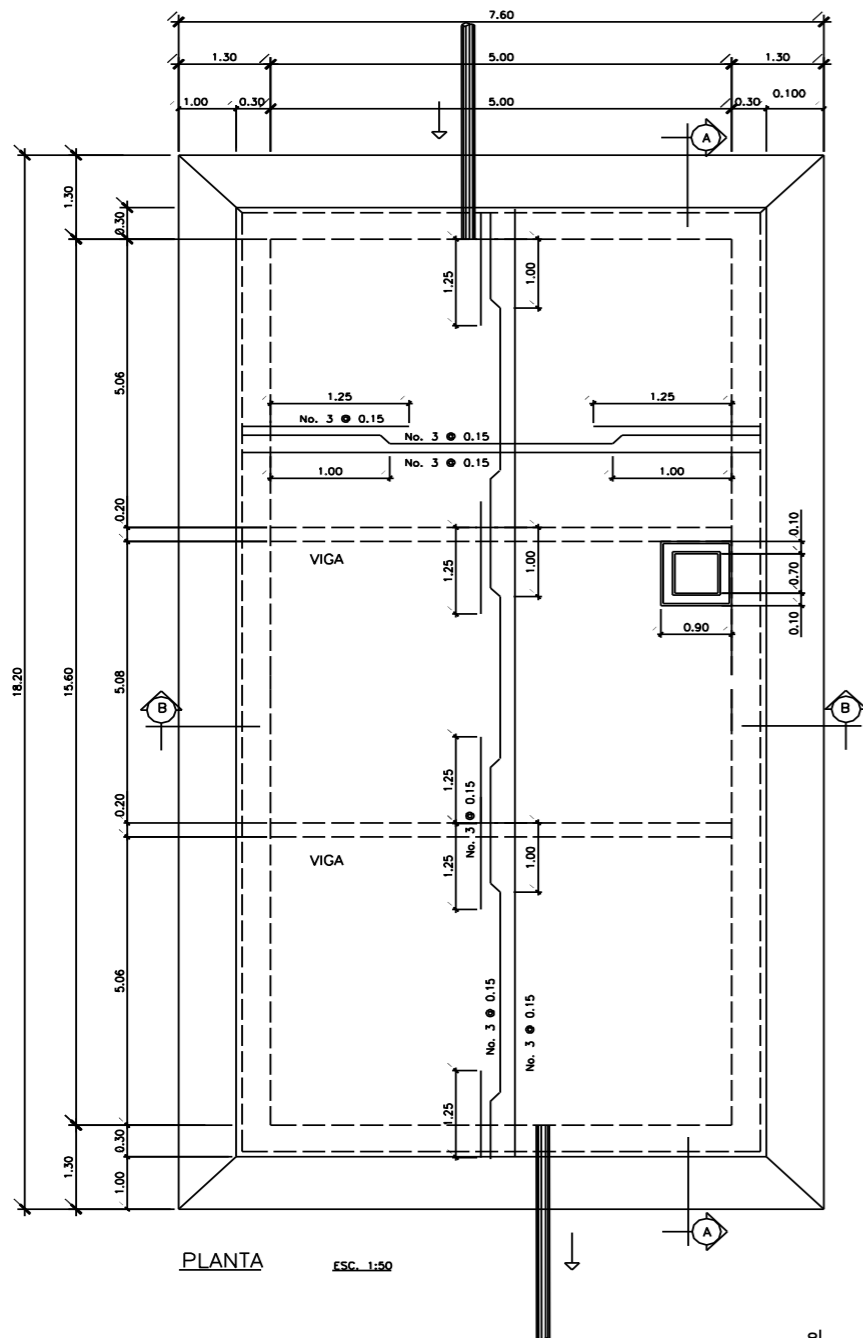
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN ALOTENANGO  
DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

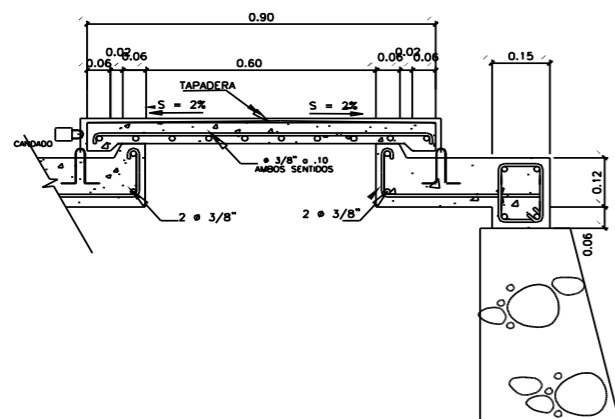
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPTO. DE SACATEPEQUEZ

CONTENIDO: TANQUE DE DISTRIBUCION DE 70 M<sup>3</sup>

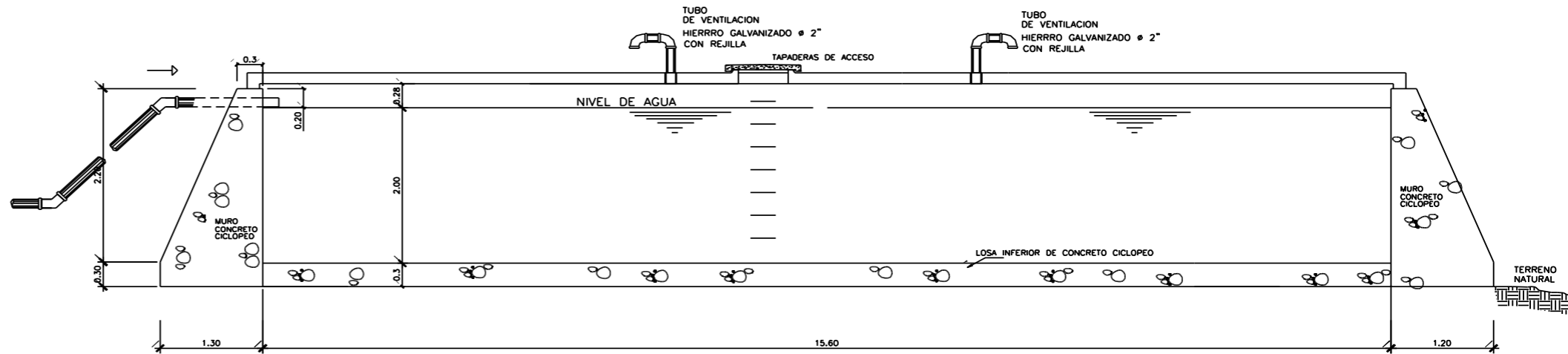
HOJA 08/11



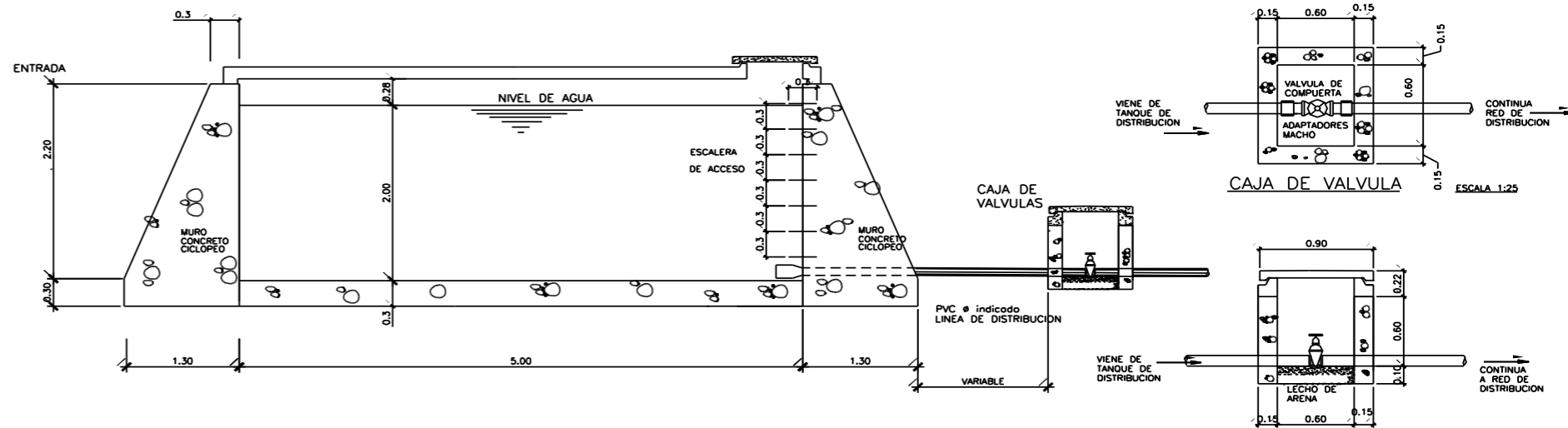
PLANTA ESC. 1:50



DETALLE DE TAPADERA ESCALA 1:7.5

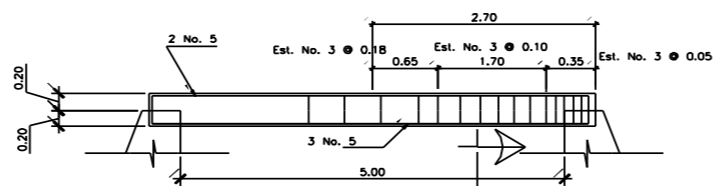


SECCION A-A ESC. 1:50

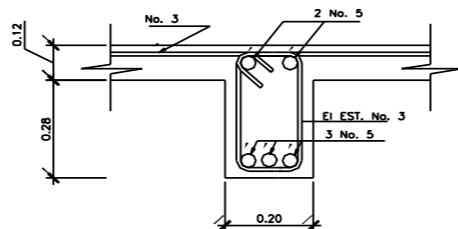


SECCION B-B ESC. 1:25

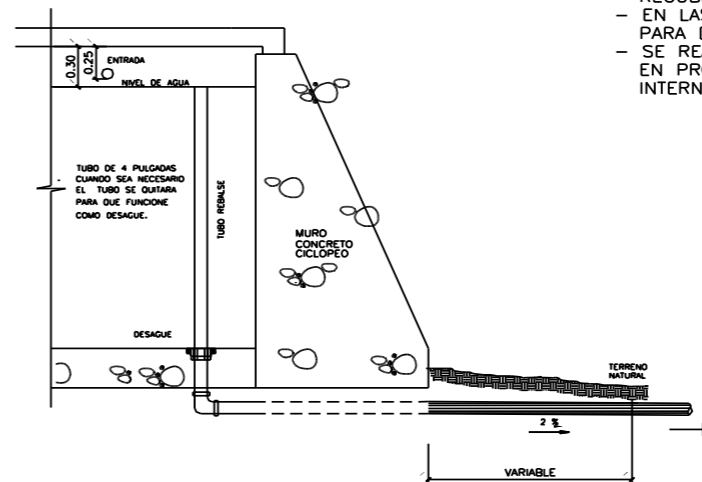
PERFIL DE CAJA DE VALVULA ESCALA 1:25



DETALLE DE VIGA ESCALA 1:40



SECCION A ESCALA 1:20



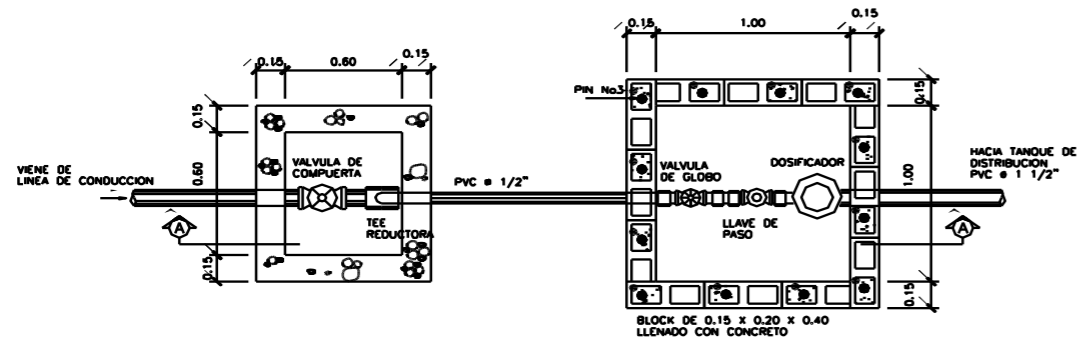
DETALLE DE REBALSE Y DESAGUE

- EL CONCRETO CICLOPEO SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:  
33 % DE PIEDRA BOLA  
67 % DE CONCRETO
- EL CONCRETO SE HARA CON UNA RESISTENCIA DE:  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- LA RESISTENCIA DEL ACERO:  $f'y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
- SE REPELLARA EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SABIETA: PROPORCION 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 PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS.

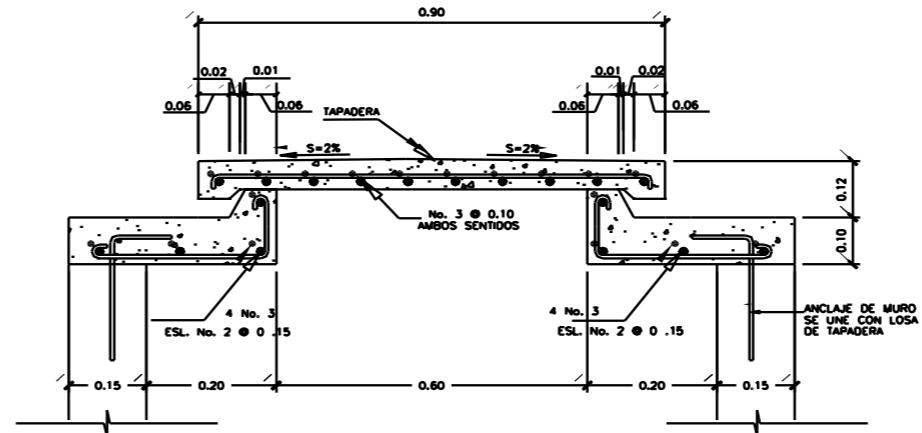


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

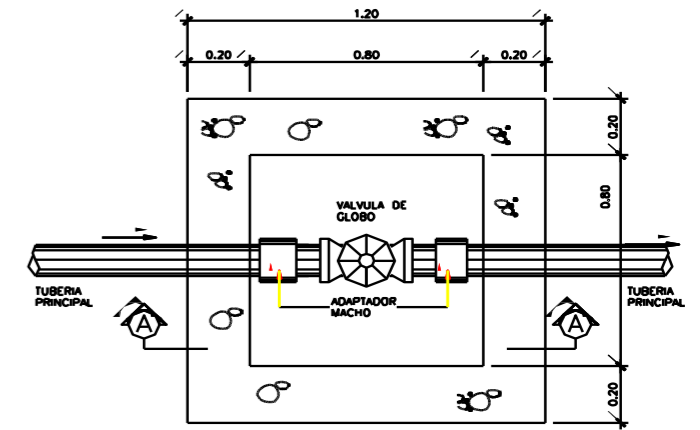
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN ALOTENANGO DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ		PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPTO. DE SACATEPEQUEZ	ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2010
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPTO. DE SACATEPEQUEZ	ESCALA: INDICADA	CONTENIDO: TANQUE DE DISTRIBUCION DE 150 M <sup>3</sup>	HOJA	09/11
ING. JUAN MERK C. ASESOR DE EPS	HECTOR EDUARDO AIFAN P. EPESISTA			



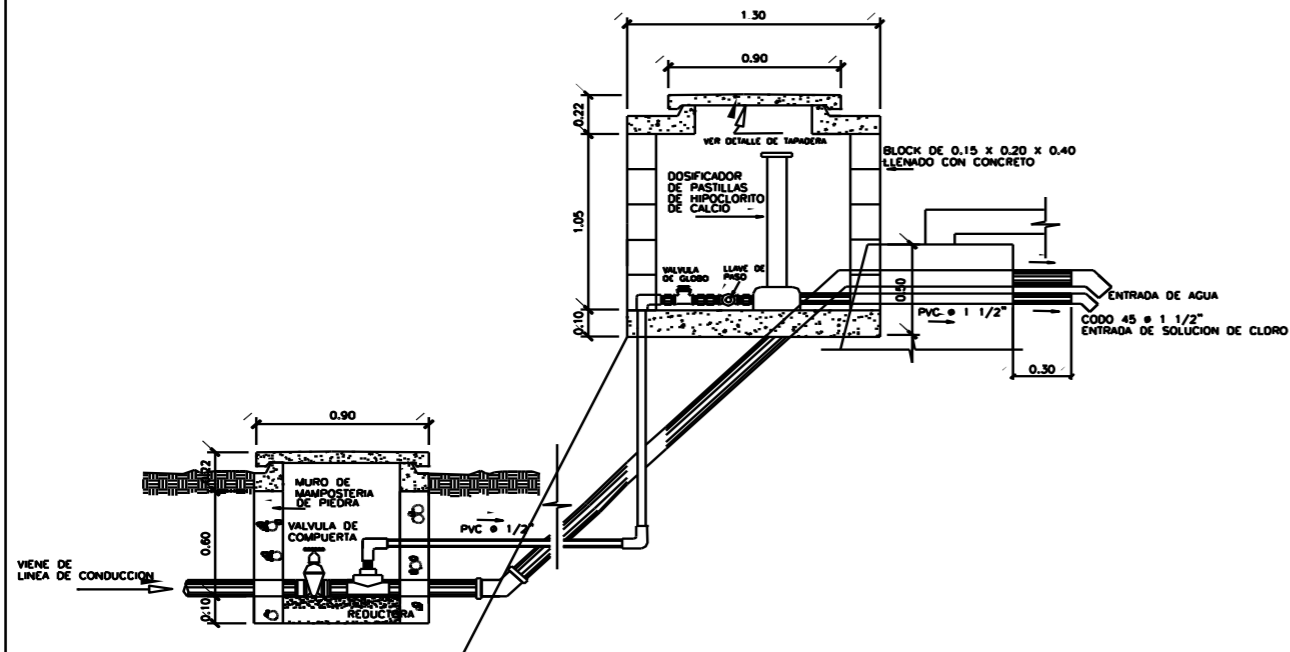
PLANTA DE ENTRADA AL TANQUE Y CAJA DE VALVULA  
ESC. 1:20



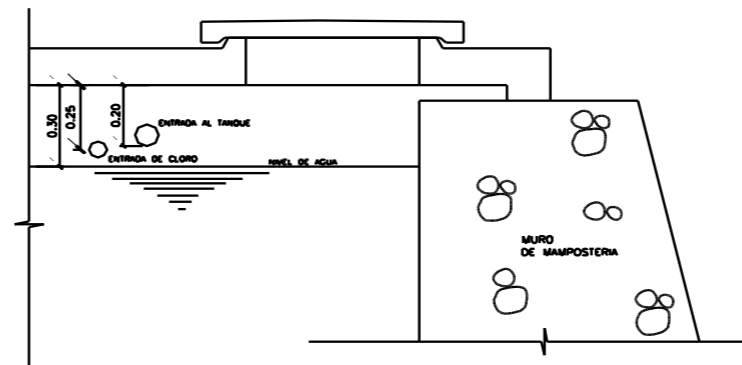
DETALLE DE TAPADERA DE CAJA DE HIPOCLORADOR  
ESCALA 1:2.5



VALVULA DE CONTROL ESCALA 1:12.5

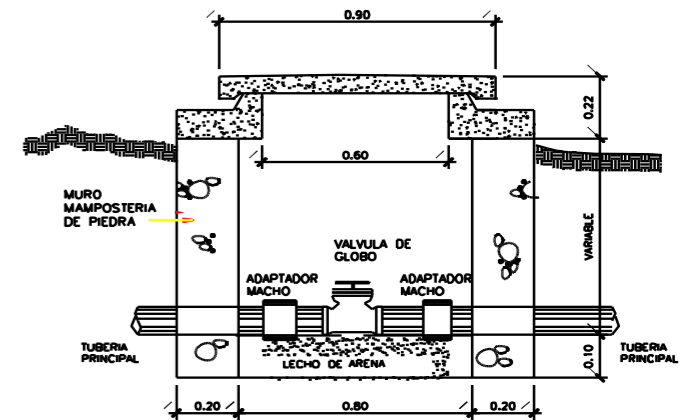


DETALLE DE ENTRADA AL TANQUE Y CAJA DE VALVULA  
CORTE A-A  
ESC. 1:20

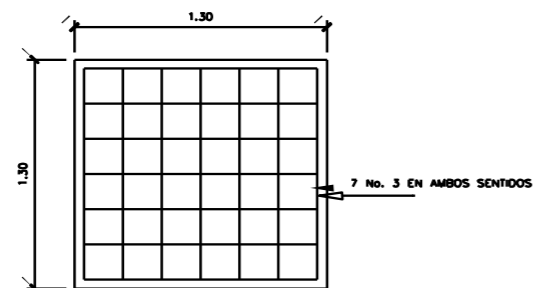


NOTA  
LA ENTRADA DE CLORO PUEDE QUEDAR  
LIGERAMENTE ABAJO DE LA ENTRADA DE  
AGUA, HASTA UN MAXIMO DE 5 CMS.

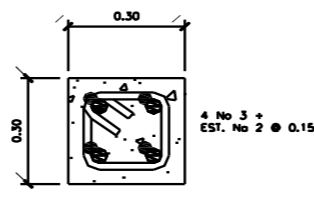
DETALLE DE ENTRADA AL TANQUE  
SIN ESCALA



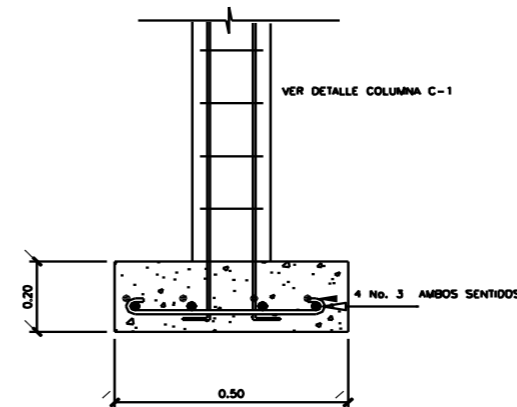
VALVULA DE CONTROL SECCION A-A ESCALA 1:12.5



DETALLE DE PISO ESC. 1:20



COLUMNA C-1 ESC. 1:2.5

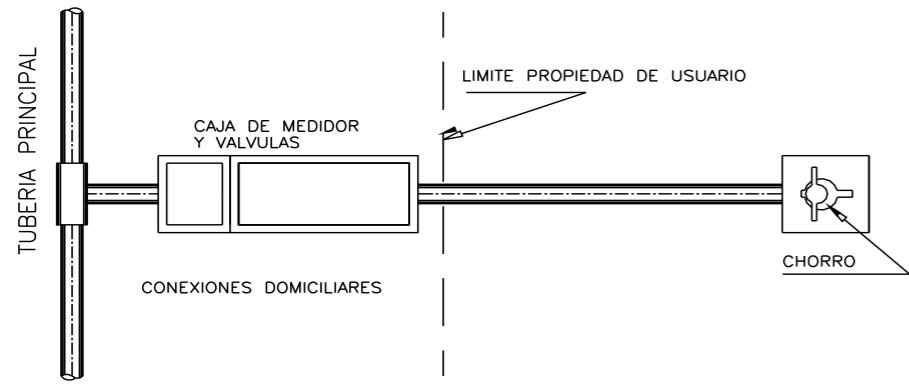


DETALLE DE COLUMNA Y ZAPATA  
ESCALA 1:10

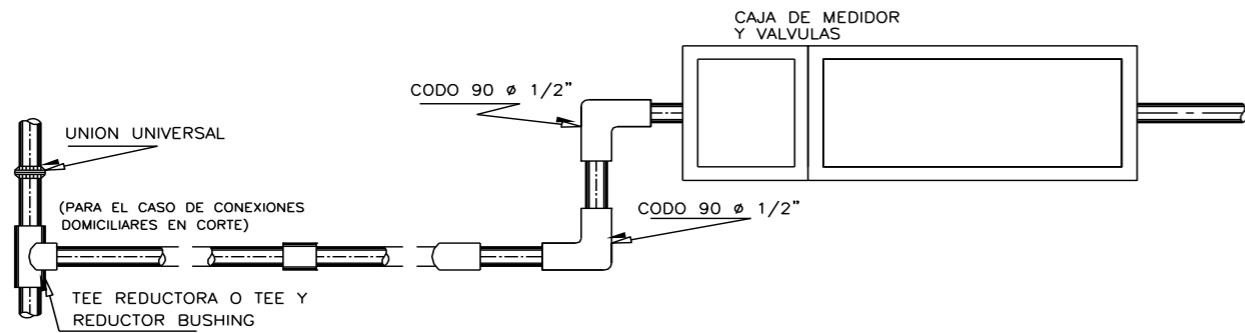


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

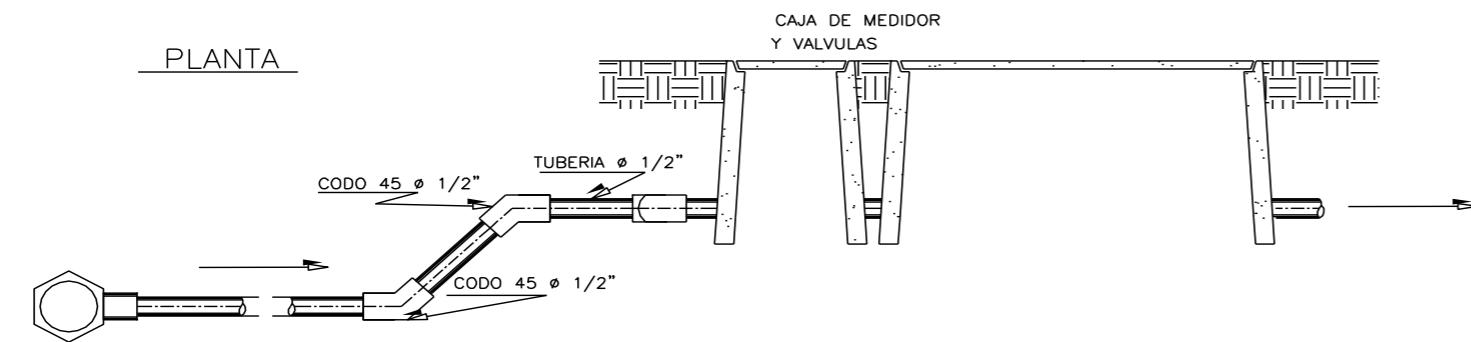
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPTO. DE SACATEPEQUEZ	ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2010
CONTENIDO: HIPOCLORADOR Y VALVULA DE CONTROL	HOJA 10/11	
ING. JUAN MERK C. ASESOR DE EPS	HECTOR EDUARDO AIFAN P. EPESISTA	



LOCALIZACION DE CONEXION DOMICILIAR

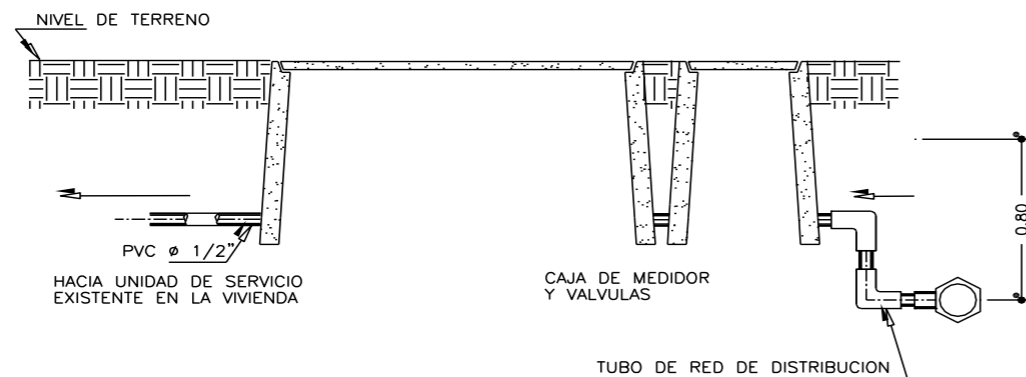


PLANTA

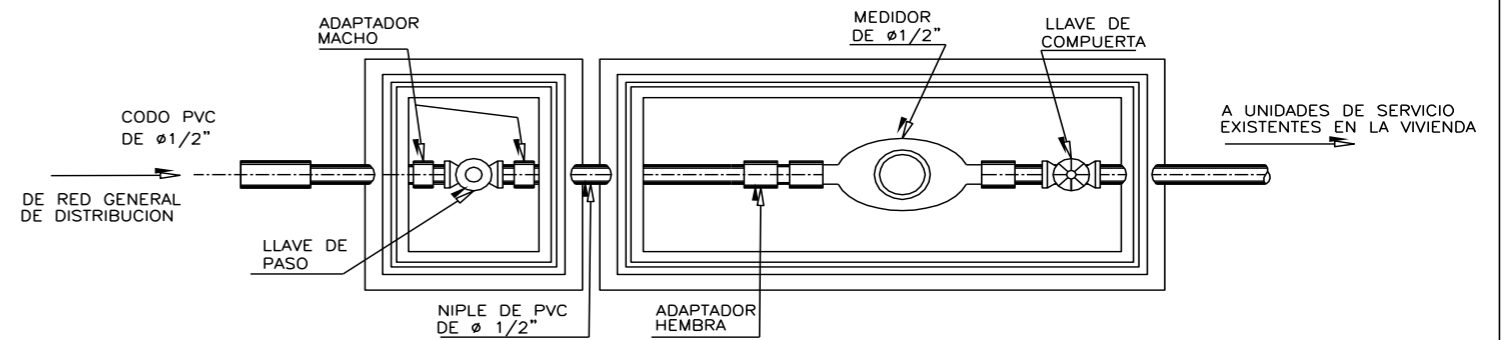


TUBERIA PRINCIPAL  
RED DE DISTRIBUCION

ELEVACION

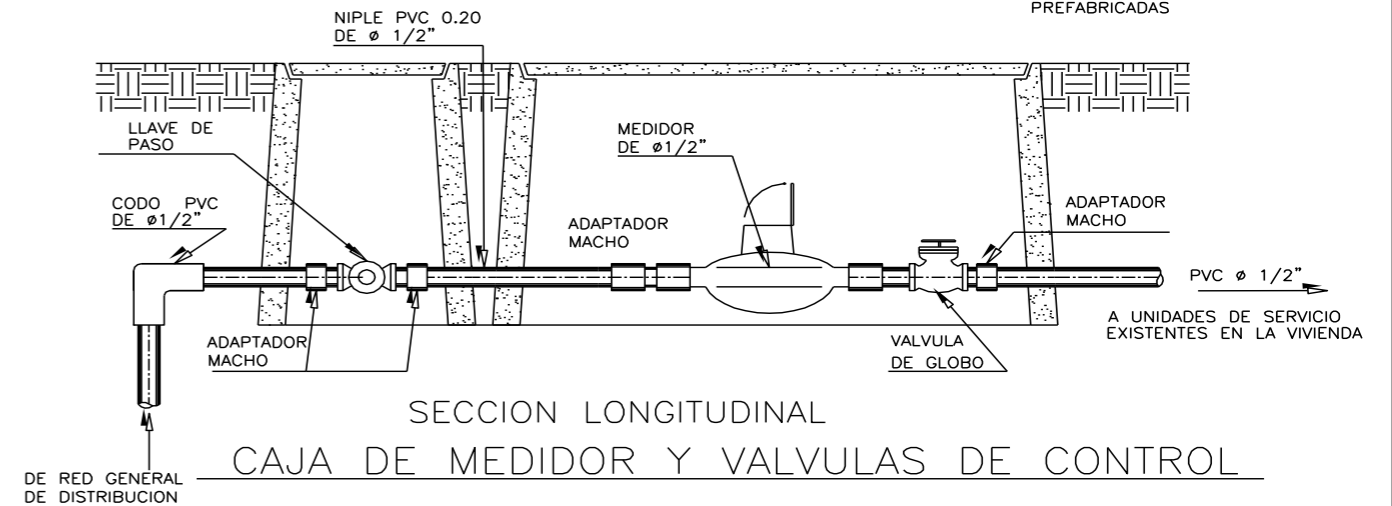


CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR  
PARA INSTALACION DE PILA

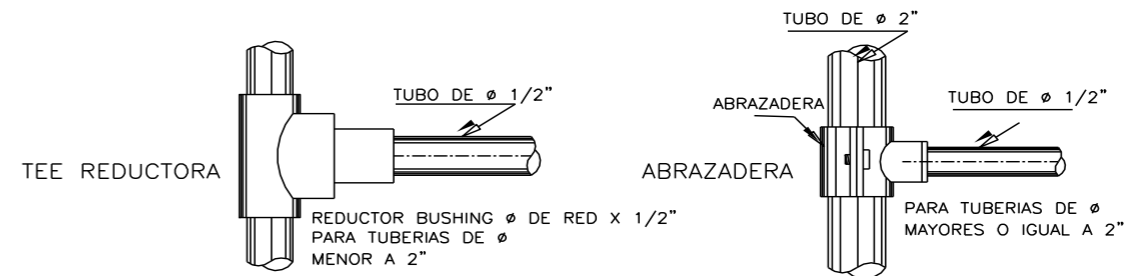


PLANTA

NOTA  
SE UTILIZARAN  
CAJAS ESTANDAR  
PREFABRICADAS



SECCION LONGITUDINAL  
CAJA DE MEDIDOR Y VALVULAS DE CONTROL



ALTERNATIVA DE LA TOMA DOMICILIARIA



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

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN JUAN ALOTENANGO, DEPTO. DE SACATEPEQUEZ	ESCALA: INDICADA	DISEÑO: HECTOR E. AIFAN P.
CONTENIDO: CONEXIONES DOMICILIARES CON CONTADOR	HOJA	

ING. JUAN MERK C. ASESOR DE EPS. HECTOR EDUARDO AIFAN P. EPESISTA

11  
11