



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARA LA ALDEA POTRERILLOS Y SISTEMA DE AGUA POTABLE  
PARA LA ZONA 1, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**

**Luis Emmanuel Per Taquirá**

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARA LA ALDEA POTRERILLOS Y SISTEMA DE AGUA POTABLE  
PARA LA ZONA 1, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ**  
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA POTRERILLOS Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 1, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha mayo de 2014.



**Luis Emmanuel Per Taquirá**



Guatemala, 23 de octubre de 2014  
REF.EPS.DOC.1082.10.2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

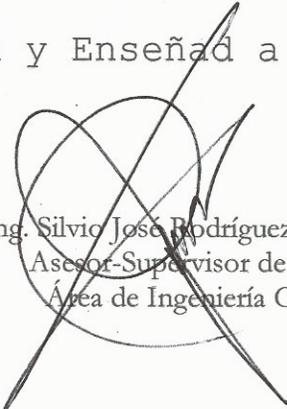
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis Emmanuel Per Taquirá** con carné No. **200715041**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA POTRERILLOS Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 1, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO.**

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. Silvio José Rodríguez Serrano  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo  
SJRS/ra



Guatemala, 30 de octubre de 2014  
Ref.EPS.D.642.10.14

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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA POTRERILLOS Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 1, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Emmanuel Per Taquirá, carné 200715041**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





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

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



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

Guatemala,  
27 de octubre de 2014

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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA POTRERILLOS Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 1, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Emmanuel Per Taquirá, con Carnet No. 200715041, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

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

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Luis Emmanuel Per Taquirá, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA POTRERILLOS Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 1, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2014

/bbdeb.

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





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA POTRERILLOS Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 1, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**, presentado por el **estudiante universitario Luis Emmanuel Per Taquirá**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno  
Decano en Funciones

Guatemala, 12 de noviembre de 2014

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por regalarme la vida, bendiciones y permitirme alcanzar esta meta.
<b>Virgen María</b>	Por cuidarme y guiarme a alcanzar esta meta.
<b>Mis padres</b>	Por su amor, cariño y apoyo incondicional en todo momento, no existirá forma de agradecerles tanto amor y sacrificio.
<b>Mis hermanos</b>	Mildred Juliana (q.e.p.d.), Flor de María, José Estuardo y Mayra Leonor Per Taquirá, por compartir en todo momento su cariño, amor y amistad, que este logro sea de inspiración para alcanzar sus metas.
<b>Mis abuelos</b>	Por sus grandes ejemplos de superación en la vida, consejos y amor que me han brindado, son parte fundamental e inspiración en mi vida.
<b>Tíos y primos</b>	Por su aprecio en todo momento, forman parte importante en mi vida.
<b>Mis amigos</b>	Por su apoyo incondicional, las convivencias y sacrificios que a lo largo de la vida y por estos años de conocernos y brindarme su amistad.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por regalarme la vida y bendecirme en todas las etapas que he vivido.
<b>Mis padres</b>	Por ser ejemplo de lucha, dedicación, arduo trabajo y darme su apoyo para lograr alcanzar este nivel profesional.
<b>Mis hermanos</b>	Mildred Juliana (q.e.p.d.), Flor de María, José Estuardo y Mayra Leonor Per Taquirá, por ser una importante influencia en mi carrera, y por compartir todo momento en mi vida.
<b>Mis amigos</b>	Por su amistad sincera, y haber compartido momentos de éxitos y fracasos juntos.
<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por darme la oportunidad de formarme como profesional, en esta gran universidad.
<b>La Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como ingeniero.
<b>La Municipalidad de Zaragoza</b>	Por el tiempo, conocimiento y amistad compartida.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del municipio de Zaragoza .....	1
1.1.1. Origen del nombre .....	1
1.1.2. Ubicación y localización.....	2
1.1.3. Límites y colindancias.....	3
1.1.4. Clima .....	3
1.1.5. Topografía .....	4
1.1.6. Hidrografía .....	4
1.1.7. Turismo.....	4
1.1.8. Vías de acceso, comunicación y transporte .....	5
1.1.9. Economía.....	5
1.1.10. División política.....	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	7
2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Potrerillos.....	7
2.1.1. Descripción del proyecto .....	7
2.1.2. Levantamiento topográfico .....	8

2.1.2.1.	Altimetría .....	8
2.1.2.2.	Planimetría .....	8
2.1.3.	Descripción del sistema a utilizar .....	9
2.1.4.	Partes de un alcantarillado .....	9
2.1.4.1.	Colector .....	9
2.1.4.2.	Pozos de visita .....	10
2.1.4.3.	Conexiones domiciliarias.....	11
2.1.4.3.1.	Caja de registro o candela domiciliar .....	11
2.1.4.3.2.	Tubería secundaria .....	12
2.1.5.	Período de diseño .....	12
2.1.6.	Población futura .....	13
2.1.7.	Dotación .....	13
2.1.8.	Factor de retorno.....	14
2.1.9.	Determinación del caudal sanitario .....	15
2.1.9.1.	Caudal domiciliar .....	15
2.1.9.2.	Caudal comercial.....	16
2.1.9.3.	Caudal industrial.....	17
2.1.9.4.	Caudales de conexiones ilícitas .....	17
2.1.9.5.	Caudal de infiltración.....	18
2.1.10.	Caudal medio diario .....	19
2.1.11.	Factor de Harmond .....	21
2.1.12.	Determinación de caudal de diseño .....	21
2.1.13.	Fundamentos hidráulicos .....	22
2.1.13.1.	Ecuación de Manning.....	22
2.1.13.2.	Relación de diámetro y caudales .....	23
2.1.13.3.	Diseño de secciones y pendientes .....	24
2.1.13.4.	Relaciones hidráulicas .....	24
2.1.14.	Diámetro del colector .....	29

2.1.15.	Selección de tipo de tubería .....	29
2.1.16.	Profundidad mínima del colector .....	30
2.1.17.	Ancho de zanja .....	30
2.1.18.	Volumen de excavación.....	31
2.1.19.	Cota invert .....	32
2.1.20.	Procedimiento de diseño hidráulico .....	34
2.1.21.	Diseño de la red de alcantarillado.....	35
2.1.22.	Tabla de diseño alcantarillado .....	39
2.1.23.	Desfogue .....	39
2.1.24.	Tratamiento.....	40
2.1.25.	Evaluación de impacto ambiental .....	40
2.1.26.	Evaluación socioeconómica.....	42
	2.1.26.1. Valor Presente Neto (VPN).....	42
	2.1.26.2. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	45
2.1.27.	Presupuesto del proyecto .....	46
2.1.28.	Cronograma de ejecución.....	47
2.1.29.	Elaboración de planos .....	47
2.2.	Diseño del sistema de agua potable para la zona 1 del municipio de Zaragoza, Chimaltenango .....	48
2.2.1.	Descripción del proyecto .....	48
2.2.2.	Levantamiento topográfico .....	49
	2.2.2.1. Altimetría.....	49
	2.2.2.2. Planimetría.....	49
2.2.3.	Fuentes de agua.....	50
2.2.4.	Caudal de aforo .....	51
2.2.5.	Calidad del agua y sus normas.....	51
	2.2.5.1. Examen bacteriológico .....	52
	2.2.5.2. Análisis fisicoquímico.....	52
2.2.6.	Criterios de diseño.....	53

2.2.6.1.	Período de diseño .....	53
2.2.6.2.	Población de diseño .....	53
	2.2.6.2.1. Tasa de crecimiento .....	54
	2.2.6.2.2. Población actual .....	54
	2.2.6.2.3. Población futura .....	54
2.2.7.	Consumo de agua .....	55
2.2.8.	Factores de consumo .....	56
	2.2.8.1. Factor de día máximo (FDM) .....	56
	2.2.8.2. Factor de hora máximo (FHM) .....	56
2.2.9.	Caudales de diseño .....	57
	2.2.9.1. Dotación .....	57
	2.2.9.2. Caudal medio diario .....	58
	2.2.9.3. Caudal máximo diario .....	59
	2.2.9.4. Caudal máximo horario .....	60
2.2.10.	Velocidad .....	61
2.2.11.	Presión .....	61
2.2.12.	Línea piezométrica .....	62
2.2.13.	Captación .....	63
2.2.14.	Línea de conducción .....	63
2.2.15.	Tanque de almacenamiento .....	64
	2.2.15.1. Forma del tanque .....	66
	2.2.15.2. Volumen del tanque .....	66
2.2.16.	Desinfección .....	66
2.2.17.	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías .....	67
2.2.18.	Red de distribución .....	68
	2.2.18.1. Red primaria .....	69
	2.2.18.2. Red secundaria .....	69
2.2.19.	Método de Hardy Cross para circuitos cerrados .....	70
2.2.20.	Cálculo hidráulico de red primaria .....	71

2.2.20.1.	Caudal por nudo .....	72
2.2.20.2.	Distribución de caudales.....	73
2.2.20.3.	Diámetro propuesto .....	75
2.2.20.4.	Cálculo de circuito por Hardy Cross ....	75
2.2.20.5.	Presiones y velocidades en nudos .....	79
2.2.20.6.	Conexiones prediales .....	81
2.2.21.	Obras de arte.....	81
2.2.22.	Válvulas .....	82
2.2.23.	Presupuesto del proyecto .....	82
2.2.24.	Cronograma de ejecución física .....	83
2.2.25.	Programa de administración y mantenimiento.....	84
2.2.25.1.	Fortalecimiento administrativo .....	84
2.2.25.2.	Programa de mantenimiento.....	87
2.2.26.	Propuesta de tarifa .....	90
2.2.27.	Evaluación socioeconómica.....	91
2.2.27.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	91
2.2.27.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	93
2.2.28.	Evaluación de impacto ambiental .....	94
2.2.29.	Elaboración de planos .....	95
CONCLUSIONES .....		97
RECOMENDACIONES.....		99
BIBLIOGRAFÍA.....		101
APÉNDICES .....		103



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Ubicación y localización del municipio de Zaragoza.....	3
2.	Conexiones domiciliarias.....	11
3.	Sección parcialmente llena.....	25
4.	Tipos de tanque.....	65

## TABLAS

I.	Factores según INFOM.....	14
II.	Especificaciones hidráulicas.....	26
III.	Relaciones hidráulicas para sección circular.....	27
IV.	Profundidad mínima del colector para tubería de concreto.....	30
V.	Ancho libre de zanja según su profundidad.....	31
VI.	Bases de diseño para tramo PVB10 – PVB11 .....	35
VII.	Ingresos y egresos.....	43
VIII.	Presupuesto general alcantarillado sanitario.....	46
IX.	Cronograma de ejecución.....	47
X.	Aforo pozo Pachoj.....	51
XI.	Período de diseño.....	53
XII.	Tanques disponibles.....	65
XIII.	Caudal por nudo.....	73
XIV.	Distribución de caudales.....	74
XV.	Diámetro propuesto.....	75
XVI.	Cálculo de iteración 1.....	76

XVII.	Cálculo de iteración 2.....	77
XVIII.	Cálculo de iteración 3.....	78
XIX.	Presiones.....	80
XX.	Presupuesto.....	83
XXI.	Cronograma de ejecución.....	84
XXII.	Propuesta de tarifa.....	91
XXIII.	Ingresos y egresos.....	92

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>H</b>	Altura
<b>d</b>	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
<b>Q</b>	Caudal a sección llena
<b>q</b>	Caudal a sección parcialmente llena
<b>Q<sub>salida</sub></b>	Caudal de salida
<b>Q<sub>i</sub></b>	Caudal en nudo
<b>Q<sub>p</sub></b>	Caudal unitario poblacional
<b>Q<sub>t</sub></b>	Caudal máximo horario
<b>D</b>	Diámetro de tubería
<b>Δ</b>	Error máximo de cierre
<b>E</b>	Estación
<b>FHM</b>	Factor de hora máxima (adimensional)
<b>GI</b>	Global
<b>Hg</b>	Hierro galvanizado
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>IVA</b>	Impuesto al valor agregado
<b>Km<sup>2</sup></b>	Kilómetro cuadrado
<b>PSI</b>	Libra por pulgada cuadrada (lb/plg <sup>2</sup> )
<b>L/hab/día</b>	Litro por habitante por día
<b>L/s</b>	Litros por segundo
<b>m</b>	Metro
<b>mca</b>	Metro columna de agua
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado

<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>m/s</b>	Metro por segundo
<b>mm</b>	Milímetro
<b>S</b>	Pendiente
<b>Hf</b>	Pérdida de carga expresado en metros
<b>%</b>	Por ciento
<b>PV</b>	Pozo de visita
<b>Pu</b>	Precio unitario en quetzales
<b>P</b>	Presión
<b>a/A</b>	Relación de áreas
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>d/D</b>	Relación de tirantes
<b>v/V</b>	Relación de velocidades
<b>U</b>	Unidad
<b>v</b>	Velocidad de flujo dentro de la alcantarilla
<b>V</b>	Velocidad del flujo a sección llena

## GLOSARIO

<b>Aforo</b>	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
<b>Agua cruda</b>	Aquella que no ha sido sometida a proceso de tratamiento.
<b>Agua potable</b>	Agua que es sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
<b>Agua residual</b>	Aguas que son retiradas de una vivienda, comercio o industria, después de haber sido utilizadas.
<b>Aguas negras</b>	Agua que se desecha, después de haber servido para un fin. Puede ser doméstica, comercial o industrial.
<b>Alcantarillado</b>	Sistema formado por obras, accesorios, tuberías o conductos generalmente cerrados, que no trabajaban a presión y que conducen aguas residuales.
<b>Anaeróbico</b>	Condición en la cual hay ausencia de aire u oxígeno libre.
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana para Prueba de Materiales

<b>Azimut</b>	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético o verdadero determinado astronómicamente, el rango varía de 0° a 360°, con sentido del movimiento de las agujas del reloj.
<b>Banco de marca</b>	Punto de altimetría cuya altura o cota es conocida y se utilizará para determinar alturas o cotas siguientes.
<b>Bases de diseño</b>	Bases técnicas adoptadas para el diseño del proyecto.
<b>Candela</b>	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluye dentro de una tubería, en un determinado punto de observación durante un instante.
<b>Cemento</b>	Aglomerante hidráulico, es decir que reacciona y fragua con agua, utilizado en el concreto y su función es aglomerar o pegar los agregados del concreto.
<b>COCODE</b>	Consejo Comunitario de Desarrollo.
<b>Colector</b>	Tubería; generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas indeseables de la población.
<b>Consumo</b>	Cantidad de agua real que utiliza una persona.

<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.
<b>Cota invert</b>	Cota de la parte inferior interna de una tubería.
<b>Cota piezométrica</b>	Máxima presión dinámica en cualquier punto de línea de conducción o distribución, es decir, la altura que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro.
<b>Descarga</b>	Salida de agua de desecho en un punto determinado.
<b>Dotación</b>	Estimación de la cantidad promedio de agua que consume cada habitante en un día.
<b>EPS</b>	Ejercicio Profesional Supervisado
<b>Factor de rugosidad</b>	Factor que expresa el tipo de superficie de la tubería.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística de Guatemala.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>Monografía</b>	Descripción breve sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región.
<b>Pendiente</b>	Inclinación respecto a una línea horizontal.

<b>Período de diseño</b>	Tiempo durante el cual la obra diseñada presta un servicio satisfactorio.
<b>Perfil</b>	Visualización en plano de la superficie de la Tierra, según la latitud y altura, referidas a banco de marca.
<b>Presupuesto</b>	Valor anticipado de una obra o proyecto,
<b>Presión</b>	Fuerza ejercida sobre un área determinada.
<b>Tirante</b>	Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.
<b>Topografía</b>	Arte de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno.
<b>Tratamiento</b>	Conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas o bacteriológicas, para obtener agua que cumpla con las normas y criterios de calidad establecidos.
<b>UNEPAR</b>	Unidad Ejecutora del Proyecto de Acueductos Rurales.

## **RESUMEN**

Este trabajo de graduación contiene el desarrollo de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, el diseño de alcantarillado sanitario en la aldea Potrerillos y de la red de agua potable para la zona 1 del casco urbano municipal, ambos proyectos localizados en el municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango.

El informe se divide en dos capítulos importantes: en el primero se presenta la fase de investigación conteniendo monografía del municipio, sus aspectos históricos, localización geográfica, clima, división política, entre otros.

El segundo capítulo, denominado servicio técnico profesional, contiene el desarrollo del alcantarillado sanitario detallando el sistema a utilizar, normas bajo las que se diseñó, cálculos, presupuesto y cronograma de ejecución; luego el diseño del sistema de agua potable detallando: tipo de red a utilizar, normas bajo las que se diseñó, cálculos, presupuesto y cronograma de ejecución que conlleva el diseño de este proyecto. Estos fueron seleccionados con base en un diagnóstico, decisiones de las autoridades municipales y población.

Por último se presentan las conclusiones, recomendaciones, planos y estudios de laboratorio realizados.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de alcantarillado para la aldea Potrerillos y el sistema de agua potable para la zona 1 del casco urbano, del municipio de Zaragoza, del departamento de Chimaltenango.

### **Específicos**

1. Evitar con el estudio y diseño de la red de drenaje sanitario, que el agua contaminada se mezcle con las fuentes de agua potable y así disminuir enfermedades gastrointestinales.
2. Mejorar las condiciones y el nivel de vida de los habitantes de la aldea Potrerillos.
3. Proveer a través del estudio y diseño de una red de agua potable, una solución y optimizar la distribución de agua potable en la zona 1 del casco urbano, para beneficiar a 704 familias.



## INTRODUCCIÓN

Toda comunidad requiere de diversas instalaciones básicas, para mejorar el nivel de vida de los habitantes, esto debido a que no existe infraestructura básica o la actual ha colapsado debido al crecimiento poblacional que tiende a cambiar conforme transcurre el tiempo.

A través del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el municipio de Zaragoza del departamento de Chimaltenango, se presentan los criterios tomados en cuenta para el diseño de los proyectos: alcantarillado sanitario para la aldea Potrerillos y sistema de agua potable para la zona 1, del casco urbano, Zaragoza, Chimaltenango.

La aldea Potrerillos se ubica en un área en crecimiento. La cual se está volviendo muy importante para el municipio debido a su cercanía con el casco urbano. Actualmente, la aldea no cuenta con el servicio básico de drenaje sanitario.

En el municipio, las autoridades municipales han gestionado y construido el 40 por ciento de los sistemas de drenajes sanitarios rurales, el resto carece de este servicio debido a que las viviendas se encuentran demasiado dispersas, lo cual genera demasiados costos a las autoridades municipales. El proyecto cuenta con una longitud de 2 148 metros lineales aproximadamente, desde el inicio de la aldea hasta el final de esta. En las cercanías se encuentra un barranco en el cual contemplan las autoridades la construcción de una planta de tratamiento, para no afectar el área boscosa y las fuentes de agua que se encuentren cercanas al desfogue de las aguas residuales.

La zona 1 del casco urbano, actualmente cuenta con el servicio de agua potable, pero este funciona de forma ineficiente debido a que el sistema de distribución actual, tiene más de 50 años que fue diseñado. El crecimiento poblacional y del avance del tiempo han hecho que el sistema no funcione de forma adecuada. Para contrarrestar esta deficiencia en el sistema, las autoridades gestionaron la construcción del tanque de almacenamiento Cárdenas que lo abastece el pozo Pachoj, conectando este tanque a la red existente, lo cual no solucionó el problema, y generó más gastos, debido a que varias tuberías fallan frecuentemente, por sobrepresiones; las cuales se deben a que no se hizo un estudio para la distribución del agua.

El proyecto que tiene que diseñarse para solucionar este problema cuenta con una longitud aproximada de 6 118 metros lineales de distribución de agua potable, por lo que se plantea, para mantener un orden y buena distribución de agua potable, crear una red primaria y una secundaria que permita conexiones domiciliarias de agua potable.

# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Monografía del municipio de Zaragoza

Se dará una descripción muy concisa sobre los aspectos sociales, físicos y ambientales del municipio en investigación.

### 1.1.1. Origen del nombre

Zaragoza según la historia era un valle llamado *Chicaj*, luego fue conocido con el nombre de *Chicoj* o *Chixoc*, que en lengua kaqchikel quiere decir: Francisco Oj, quien era un cacique kaqchikel de reconocido mando, persona que era el dueño de estas tierras en la época precolonial. En 1711 se le conoció también, como el Valle de los Duraznos.

En 1761 vinieron a radicarse varias familias españolas al lugar, quienes designaron una comisión para gestionar al gobierno precedido por don Alfonso de Heredia, la creación oficial del pueblo, a lo cual accedió, nombrándole Valle de Nuestra Señora del Pilar de Heredia, sin embargo, muchos años después, por Acuerdo Gubernativo de 27 de enero de 1892, queda establecido el municipio de Zaragoza, cuyo nombre se debe a que la mayoría de españoles radicados eran oriundos de la Villa de Zaragoza, España; entre los que se encontraba la princesa Zara, bella dama, distinguida e influyente, quien se empeñó en lograr que el municipio se llamara así.

Cabe mencionar que al promulgarse la Constitución Política del Estado de Guatemala, el 11 de octubre de 1825, se declaran los pueblos que integran el

territorio, apareció entonces este municipio en el distrito No. 8 (Sacatepéquez), dentro del circuito denominado Chimaltenango.

Por Decreto de la Asamblea Constituyente, el 12 de septiembre de 1839, este municipio queda dentro de la jurisdicción del departamento de Chimaltenango, hasta la fecha.

Por ahora se desconoce la fecha en que Zaragoza se erigió en municipio. El Acuerdo Gubernativo del 27 de enero de 1892 se restableció la municipalidad que había sido suprimida, aunque en el mismo se indica que ello sucedió en 1888, el Acuerdo Gubernativo de supresión no aparece en la recopilación de leyes, de los años de 1879 a 1891.

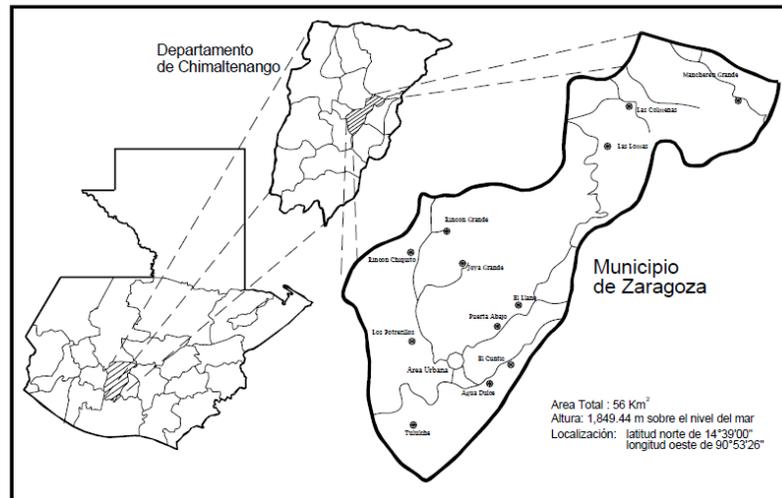
### **1.1.2. Ubicación y localización**

El municipio de Zaragoza está situado en el centro del departamento de Chimaltenango (región V central), y se encuentra a 13 kilómetros de la cabecera departamental, y a 65,5 kilómetros de la ciudad capital.

Se localiza en una latitud norte de 14° 39' 00" y una longitud oeste de 90° 53' 26"; a una altura de 2 080 metros sobre el nivel del mar. Contando con una extensión territorial de 52 kilómetros cuadrados.

El municipio cuenta con dos ingresos, teniendo su principal acceso por la carretera Interamericana en el kilómetro 63,5; pasando por el pueblo la carretera que conduce a San Juan Comalapa. La segunda entrada se encuentra en el kilómetro 65. Posee vías de comunicación con todas sus comunidades, utilizables durante todo el año.

Figura 1. **Ubicación y localización del municipio de Zaragoza**



Fuente: Municipalidad de Zaragoza, departamento de Chimaltenango.

### 1.1.3. Límites y colindancias

El municipio de Zaragoza colinda de la siguiente forma:

Norte: con Santa Cruz Balanyá y San Juan Comalapa

Sur: con San Andrés Itzapa

Este: con Chimaltenango

Oeste: con Santa Cruz Balanyá y Patzicia

### 1.1.4. Clima

Según información de la estación meteorológica Santa Cruz Balanyá ubicada en el municipio de Santa Cruz Balanyá del departamento de Chimaltenango, esta se ubica a 14 kilómetros de distancia del municipio de Zaragoza, siendo la más cercana de las estaciones ubicadas en el departamento.

Con base de datos recabados desde 1990, se detallan los siguientes aspectos climáticos:

- Altitud: 2 080 msnm
- Temperatura media: 16,5 °C
- Temperatura máxima (promedio anual): 22,6 °C
- Temperatura mínima (promedio anual): 9,5 °C
- Temperatura máxima absoluta 32,8 °C
- Temperatura mínima absoluta: - 2,8 °C
- Humedad relativa: 77 %
- Velocidad del viento: 9,9 km/hora

#### **1.1.5. Topografía**

La topografía se muestra accidentada, observándose diferentes cerros, barrancos y planicies.

#### **1.1.6. Hidrografía**

Está constituido por los ríos Las Áreas, Balanyá, Blanco, Chicoy, Los Chilares, Coloyá, Las Nieves, Pachoj, Pixcavá, Sacsiguán, San Francisco, El Sitán, El Tránsito y de la Virgen, Xayá Pixcayá.

#### **1.1.7. Turismo**

La cabecera municipal cuenta con un turicentro llamado Palocón, que tiene áreas verdes, canchas deportivas, ranchos, churrasqueras, dos piscinas y vestidores. Además se cuenta con el balneario Villa Alcázar, el cual está ubicado cerca de la gasolinera a las afueras del pueblo.

Existen varios balnearios naturales que sirven como centros de recreación y turismo, entre los cuales pueden mencionarse: Cataratas el Salto, La Ladrillera, El Encanto, Los Jutes y Palocón.

#### **1.1.8. Vías de acceso, comunicación y transporte**

El acceso a la cabecera municipal está constituido por dos entradas. La primera, llamada la principal, está en el kilómetro 63,5 de la carretera Interamericana. Tiene un recorrido de 1,5 kilómetros, asfaltada, de doble vía, alumbrado público, llegando al parque central. La segunda está en el kilómetro 65 de la carretera Interamericana, esta entrada tiene un recorrido de 1 km, adoquinada y doble vía, llegando al parque central. En la segunda entrada hay una parada de buses extraurbanos y una pasarela, utilizada por personas que viajan a diferentes departamentos, tales como: Sololá, Quetzaltenango, San Marcos, Quiché, la capital y otros municipios de Chimaltenango.

La cabecera municipal no cuenta con terminal de buses. Hay cinco empresas de transporte en el área urbana y dos en la rural, contando con 83 buses y 12 microtaxis.

#### **1.1.9. Economía**

Sus habitantes se dedican, esencialmente, a la agricultura. El eje principal de la economía es la siembra de: fresa, mora, claveles y rosas para la exportación. Los productos de mayor cultivo son: maíz, frijol y haba. También puede mencionarse el cultivo de hortalizas, tales como: brócoli, repollo, coliflor, cebollín y papa. Existe también, artesanos que se dedican a la elaboración de sombreros de palma, vainas para machetes, cinchos, monturas y otros artículos de cuero.

### **1.1.10. División política**

Se divide en doce aldeas, tres caseríos, cinco colonias y una finca.

- Aldeas: Las Lomas, Puerta Abajo, Agua Dulce, Mancherén, Las Colmenas, El Cuntic, Rincón Grande, Joya Grande, Potrerillos, Rincón Chiquito, Tululché y El Llano.
- Caseríos: Hierba Buena, Laguna Seca y El Perique.
- Colonias: El Pilar, Las Ilusiones, Lo de Pérez, Nueva Esperanza y 29 de Diciembre.
- La Finca: Los Jutes.

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

En este capítulo se hace una descripción de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, dando en detalle la información sobre los mismos.

### **2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Potrerillos**

El diseño de un sistema de alcantarillado sanitario cuenta con las siguientes partes:

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

El proyecto consistirá en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario (red principal de colectores, pozos de visita y conexiones domiciliarias) para la aldea Potrerillos, la cual tiene una longitud de 2 148 metros y es para una población actual de 574 habitantes. Se divide en dos tramos, debido a la pendiente del terreno, el tramo A tiene una longitud de 538 metros, este tramo se conectará a la red ya existente del municipio de Zaragoza, el tramo restante B tiene una longitud de 1 610 metros el cual será conectado a una planta de tratamiento.

El sistema de alcantarillado sanitario es un sistema de recolección de aguas diseñado para llevar exclusivamente aguas de origen doméstico.

El tratamiento que se le dará a las aguas residuales se realizará a través de una planta de tratamiento que la Municipalidad tiene planificada su construcción.

### **2.1.2. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó con el fin de determinar la posición y elevación de puntos de relevancia para el proyecto de alcantarillado sanitario.

El levantamiento topográfico para el alcantarillado sanitario contiene las dos acciones principales de la topografía, las cuales son:

- Planimetría
- Altimetría

#### **2.1.2.1. Altimetría**

Esta se realizó por medio de nivelación compuesta, que consiste en medir la diferencia de niveles entre dos puntos.

#### **2.1.2.2. Planimetría**

Para el levantamiento topográfico se utilizó el método de conservación de azimut, con vuelta de campana. Para este levantamiento se utilizó el siguiente equipo:

- Una estación total Nikon DTM - 322
- Un estadal
- Un prisma
- Una cinta métrica de 100 metros

- Dos plumadas
- Estacas
- Clavos

### **2.1.3. Descripción del sistema a utilizar**

Para el diseño de un alcantarillado existen 3 tipos básicos: alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, alcantarillado combinado; la selección de cada uno de estos sistemas dependerá del estudio preliminar realizado.

La aldea Potrerillos no cuenta con ningún sistema de alcantarillado; la calle no cuenta con pavimentación, por lo que se decidió diseñar un alcantarillado sanitario. Es excluida toda agua pluvial.

### **2.1.4. Partes de un alcantarillado**

Son las partes de un sistema de ductos y equipos que tienen como finalidad coleccionar y desalojar en forma adecuada las aguas residuales de una población, además de disponerlas adecuadamente y sin peligro para el hombre y el ambiente.

#### **2.1.4.1. Colector**

Es el conducto principal que transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hacia la planta de tratamiento, estará ubicado en el centro de la calle de manera subterránea, es de secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño hidráulico, según el criterio del diseñador se diseñan de PVC o concreto.

#### **2.1.4.2. Pozos de visita**

También llamados cámaras de inspección son estructuras cilíndricas cuya unión a la superficie se hace en forma tronco cónica.

El diámetro del cilindro es generalmente de 1,20 metros y en la superficie de la tapadera de diámetro de 0,60 metros. Adicionalmente, en la base del cilindro se localiza la cañuela, la cual es la encargada de hacer la transición entre un colector y otro, se construirá de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La tapadera tiene como fin permitir la realización de las labores de limpieza y mantenimiento general de las tuberías, así como proveer al sistema de una adecuada ventilación.

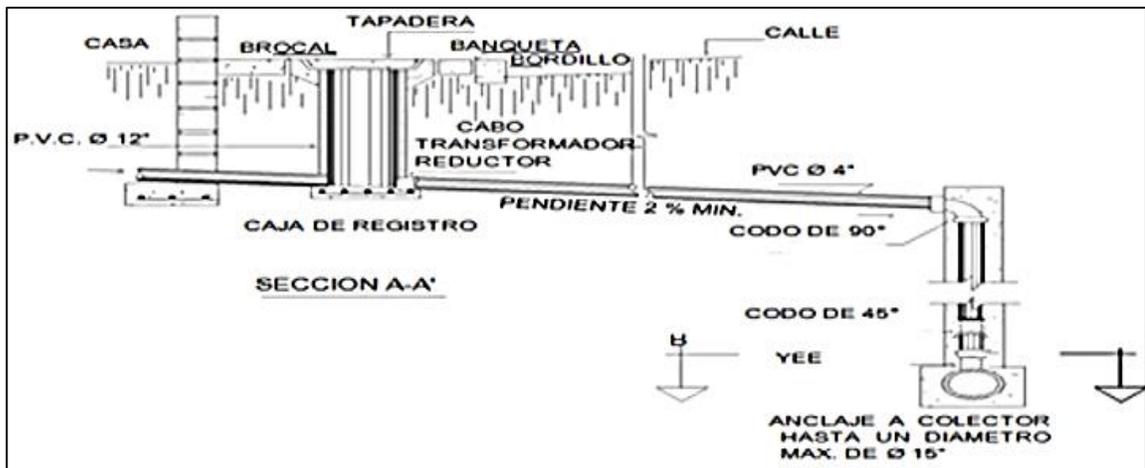
Según las normas establecidas por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) para la construcción de alcantarillados en el país, se recomienda pozos de visita en los siguientes casos:

- Inicio de cualquier ramal
- Intersección de dos o más tuberías colectoras
- Cambio de diámetro de tubería
- Cambio de pendiente
- Cambio de dirección horizontal para diámetros menores de 24"
- Tramos no mayores de 100 metros de línea recta diámetros hasta 24"
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetro superior a 24"
- Para profundizar la tubería cuando no cumple la profundidad mínima

### 2.1.4.3. Conexiones domiciliarias

Son subestructuras que tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las edificaciones, y conducir las al colector o alcantarillado central, tal y como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Conexiones domiciliarias



Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Federico. *Diseño de alcantarillado sanitario en los caseríos, la Comunidad y Labor Vieja, municipio de San Raymundo, departamento de Guatemala.* p. 72.

La conexión domiciliar consta de las siguientes partes:

#### 2.1.4.3.1. Caja de registro o candela domiciliar

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 0,45 metros. Si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas; estos deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera

para realizar inspecciones. El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al sistema de alcantarillado central. La altura mínima de la candela será de 1 metro.

#### **2.1.4.3.2. Tubería secundaria**

Es la tubería que conecta la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Podrá utilizarse, para tubería PVC tubo de 4 pulgadas de diámetro y tubo de 6 pulgadas de diámetro si fuera de concreto, con pendiente mínima de 2 por ciento, considerando las profundidades de instalación, de tal manera no afectar las instalaciones dentro de la vivienda.

#### **2.1.5. Período de diseño**

Es el tiempo que se considera que el sistema funcionará de forma eficiente cumpliendo los parámetros para los que ha sido diseñado.

El Instituto de Fomento Municipal (INFOM) recomienda un período de 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño, el período de diseño también depende a las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales.

El período de diseño adoptado para el diseño de alcantarillado sanitario fue de 30 años, considerando el tiempo empleado para la gestión respectiva de obtención financiera y el tiempo de ejecución del proyecto.

### 2.1.6. Población futura

La proyección de población futura es un parámetro básico a considerar y depende de características sociales, culturales y económicas de los habitantes.

Para calcular la población futura del presente proyecto se usará el método geométrico:

$$P_f = P_o(1 + r)^n$$

Donde:

$P_f$	= población futura de habitantes		
$P_o$	= población inicial de habitantes	=	574 habitantes
$r$	= tasa de crecimiento poblacional	=	4,09 %
$n$	= período de diseño en años	=	30 años

$$P_f = 574(1 + 0,049)^{30}$$

$$P_f = 1\ 910 \text{ habitantes}$$

### 2.1.7. Dotación

Es la cantidad de agua que se le debe de asignar a cada unidad consumidora para satisfacer sus necesidades, se expresa en litros por habitante por día. Los factores que se consideran para la dotación de agua son: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado y servicios comunales o públicos.

Tabla I. **Factores según INFOM**

<b>Tipo de dotación</b>	<b>Dotación</b>
Llena cántaros	30 -60 l/hab/día
Conexiones prediales	60-90 l/hab/día
Conexiones prediales fuera de la vivienda	60 – 120 l/hab/día
Conexiones intradomiciliares	90 – 170 l/hab/día

Fuente: elaboración propia.

La dotación que se tomó para este proyecto es de 200 lt/hab/día, según información de la Municipalidad.

#### **2.1.8. Factor de retorno**

Es un coeficiente que tiene en cuenta de que no toda el agua consumida dentro del domicilio es devuelta al alcantarillado, por distintas razones de los y todos múltiples usos en los que se utiliza agua como: servicios sanitarios, riego, limpieza, cocina y otros.

Es por ello, que se establece, que solo un porcentaje del total de agua consumida es devuelto al alcantarillado.

El valor estadísticamente oscila entre 0,70 a 0,90 y depende de aspectos como: clima, costumbres y actividades diarias de la población.

El factor de retorno adoptado para este proyecto será de 0,80, según datos analizados por la Municipalidad.

### 2.1.9. Determinación del caudal sanitario

El caudal sanitario es la sumatoria de los siguientes aportes: caudal máximo de origen doméstico, caudal comercial, caudal industrial, caudal de infiltración, caudal ilegal por aguas de lluvia que se conecten en patios o bajadas de techos por error.

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ilic}}$$

Donde:

$Q_{\text{sanitario}}$	= caudal sanitario
$Q_{\text{domiciliar}}$	= caudal domiciliar
$Q_{\text{comercial}}$	= caudal comercial
$Q_{\text{industrial}}$	= caudal industrial
$Q_{\text{inf}}$	= caudal de infiltración
$Q_{\text{ilic}}$	= caudal conexiones ilícitas

#### 2.1.9.1. Caudal domiciliar

Es el agua potable que ha sido utilizada en una vivienda por distintos usos domésticos como: sanitarios, baño, cocina, limpieza, etc. y que tiene que ser extraída y conducida hacia la red del sistema de alcantarillado.

Este caudal está relacionado con la dotación y la población. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{DOM}} = \frac{\text{Dot.} * \text{No Hab.} * \text{F.R}}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{DOM}$  = caudal domiciliario (lts/seg)

Dot = dotación (lts/hab/día)

No. Hab = número de habitantes

F.R = factor de retorno

$$Q_{DOM} = \frac{200 * 50 * 0,8}{86\ 400} = 0,09 \text{ l/s}$$

Se sabe que no toda el agua que ingrese a cada vivienda regresará al alcantarillado sanitario, por diversas razones de uso que se le dé al agua en cada vivienda, en lo cual se considera que se puede perder un 20 por ciento del agua que ingresa, es por eso que el factor de retorno utilizado es de 80 por ciento de retorno a la red de alcantarillado.

### **2.1.9.2. Caudal comercial**

Es el agua desechada por el comercio existente en la comunidad, la determinación de estos caudales varía por la dotación y la función de cada comercio. Para el proyecto realizado este caudal es casi nulo, ya que el aporte de comercios es pequeño.

$$Q_{COM} = \frac{\text{No. Comercio} * \text{dot.}}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{COM}$  = caudal comercial

No. comercio = número de comercios

Dot = dotación

$$Q_{COM} = (1) * (150 \text{ lt/comercio/día}) / 86\,400 \text{ s/día}$$

$$Q_{COM} = 0,002 \text{ l/s}$$

### 2.1.9.3. Caudal industrial

Es el agua desechada por las industrias existentes en la comunidad, la determinación de estos caudales varían por la dotación y la función de cada industria, regularmente este tipo de actividad utiliza dotaciones altas. Para el proyecto realizado este caudal es nulo, ya que no existe ningún tipo de contribución industrial

$$Q_{Ind.} = \frac{\text{No. industria} * \text{dot.}}{86\,400}$$

Donde:

$Q_{Ind}$  = caudal industrial

No. Industria = número de industrias

Dot = dotación

### 2.1.9.4. Caudales de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario sin ninguna autorización. Se expresa de la siguiente manera:

$$Q_{ilic} = \frac{C * i * A}{360}$$

Donde:

$q_{ilic}$  = caudal ilícito

$c$  = coeficiente de escorrentía promedio

$i$  = intensidad de lluvia (ml/s)

$A$  = área total tributaria (Ha)

Debido a que no se cuenta con información necesaria para utilizar el método racional, el caudal de conexiones ilícitas se calculará por medio de los parámetros regulados por las Normas del INFOM y se puede calcular como un 10 por ciento mínimo del caudal domiciliar.

$$Q_{c.i.} = Q_{dom} * 10 \%$$

Para este sistema se utilizó un 20 % de agua ilegal a conectar a la red.

$$Q_{c.i.} = (0,09 \text{ l/s}) * (0,20)$$

$$Q_{c.i.} = 0,02 \text{ l/s}$$

#### **2.1.9.5. Caudal de infiltración**

Es el caudal que se infiltra en las paredes del alcantarillado, el cual depende de las profundidades del nivel freático del agua, y de la tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción.

Para este caso se utilizó tubería ASTM F-949, el cual la infiltración es 0, según la Norma del INFOM recomienda, aunque se utilice tubería de PVC, asumir un caudal de infiltración el cual es:

Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático

- Tubería de cemento =  $q_{inf} = 0,025 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$
- Tubería de PVC =  $q_{inf} = 0,010 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$

Para tuberías que quedarán bajo el nivel freático

- Tubería de cemento =  $q_{inf} = 0,15 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$
- Tubería de PVC =  $q_{inf} = 0,02 \cdot \text{diámetro en pulgadas}$

Para este sistema se utilizó tubería PVC sobre nivel freático

$$Q_{inf} = 0,010 \cdot 6''$$

$$Q_{inf} = 0,06 \text{ l/s}$$

### **2.1.10. Caudal medio diario**

La función de este factor es regular la aportación de caudal en la tubería. Se atribuye que es el caudal con que contribuye un habitante debido a sus actividades sumando los caudales domiciliar, comercial, por conexiones ilícitas e infiltración. El valor de este factor según el INFOM debe estar entre rango de 0,002 a 0,005 y se expresa de la siguiente forma:

$$fqm = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{No. hab}}$$

Donde:

$fqm$  = factor caudal medio

$Q_{\text{medio}}$  = caudal medio

No. Hab = número de habitantes en el tramo a analizar

Si el cálculo del factor se encuentra entre esos dos límites, se utiliza el calculado; en cambio sí es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano, según sea el caso.

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ilic}}$$

$$Q_{\text{medio}} = 0,09 + 0,002 + 0 + 0,02 + 0,06$$

$$Q_{\text{medio}} = 0,98 \text{ l/s}$$

$$fqm = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{No. hab}}$$

$$fqm = \frac{0,98}{350} = 0,028$$

$$fqm = 0,028$$

$$0,002 < fqm < 0,005$$

Ya que el valor se encuentra en el rango del factor de caudal medio se asume su valor de 0,003

### 2.1.11. Factor de Harmond

Este factor es el resultado de pruebas estadísticas, que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso simultáneo del servicio en un determinado tramo, el valor puede variar de 1,50 a 4,50 es adimensional y se expresa de la siguiente manera:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}}$$

Donde:

FH = factor de Harmond

P = población

$$FH = \frac{18 + \sqrt{574/1\ 000}}{4 + \sqrt{574/1\ 000}} = 3,94$$

$$FH = 3,94$$

### 2.1.12. Determinación de caudal de diseño

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo con los datos obtenidos e investigados. Este caudal se debe calcular en cada tramo de la red del colector y está integrado por los siguientes valores:

$$Q_{\text{diseño}} = \text{F.H.} * F_{\text{qm}} * \text{No. Hab.}$$

Donde:

- $Q_{\text{diseño}}$  = caudal de diseño  
No. Hab. = número de habitantes futuros acumulados  
F.H. = factor de Harmond  
 $f_{\text{qm}}$  = factor de caudal medio

$$Q_{\text{diseño}} = \text{F.H.} * F_{\text{qm}} * \text{No. Hab.}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 3,94 * 0,003 * 574 = 3,78 \text{ litros/segundo}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 3,78 \text{ litros/segundo}$$

### **2.1.13. Fundamentos hidráulicos**

Son los criterios hidráulicos que debe tomar en cuenta el diseñador de la red de alcantarillado sanitario, para que el sistema funcione eficientemente en el período de vida establecido.

#### **2.1.13.1. Ecuación de Manning**

Se usará la ecuación de Manning para determinar la velocidad del flujo dentro de la tubería.

$$V = \frac{0,03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

- V = velocidad de flujo a sección llena (m/s)
- D = diámetro de la sección circular (metros)
- S = pendiente de la gradiente hidráulica (m / m)
- n = coeficiente de rugosidad de Manning
  - = 0,014 para tubos de concreto
  - = 0,010 para tubos de PVC

El coeficiente de rugosidad de Manning utilizado en este caso es de 0,010, por utilizar tubería PVC ASTM F - 949.

Para evitar la sedimentación y taponamiento dentro de la tubería; el INFOM recomienda una velocidad máxima de 3,00 m/seg. El fabricante de la tubería basado en la Norma ASTM F - 949 sugiere valores entre 0,40 m/seg y 5,00 m/seg.

### **2.1.13.2. Relación de diámetro y caudales**

La relación de diámetros y caudales que se debe considerar en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario es la relación  $d/D$ , no deberá ser mayor a 0,75, ni menor a 0,10 del diámetro interno de la tubería, y el caudal de diseño debe ser menor al caudal a sección llena en el colector, esto es para que la tubería funcione como canal abierto, en el cual circula el flujo por acción de la gravedad sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera.

### **2.1.13.3. Diseño de secciones y pendientes**

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la pendiente que tenga el terreno natural, de esta forma se evitará el sobre costo por excesiva excavación, siempre y cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles. La forma de determinar la pendiente natural del terreno es la siguiente:

$$\%S = \frac{CTI - CTF}{D_o} * 100$$

Donde:

%S = porcentaje de pendiente de terreno

CTI = cota inicial del terreno

CTF = cota final del terreno

Do = distancia horizontal entre cota inicial y cota final

### **2.1.13.4. Relaciones hidráulicas**

Se utilizan las tablas establecidas en la Norma del INFOM, en el cual primero se determina la relación (q/Q). Dicho valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca el valor más aproximado.

La tabla se lee de izquierda a derecha, localizando la relación q/Q se busca de izquierda a derecha en la misma fila el valor de las relaciones v/V y d/D.

Estas relaciones son necesarias para poder asegurar que el sistema funcionará adecuadamente. Los parámetros hidráulicos que deberán considerarse son los siguientes:

Relaciones de caudales:

$$\frac{Q \text{ diseño}}{Q \text{ sección llena}}$$

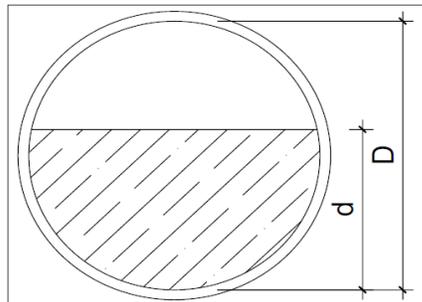
Relación de velocidades:

$$\frac{V \text{ diseño}}{V \text{ sección llena}}$$

Relación de tirantes:

$$\frac{D \text{ diseño}}{D \text{ sección llena}}$$

Figura 3. **Sección parcialmente llena**



Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Especificaciones hidráulicas**

<b>Alcantarillado sanitario</b>	
Caudal	$Q_{dis} < Q_{sec. Llena}$
Velocidad	$0,60 \text{ m/s} < V < 3 \text{ m/s}$ (PVC)
Tirante	$0,10 \leq d/D \leq 0,75$
Diámetro mínimo	6 pulgadas

Fuente: INFOM, *Normas generales para diseño de alcantarillado*, Guatemala, 2001.

Si el dato obtenido no cumple con las especificaciones deberá verificar la pendiente del colector con respecto al terreno, o verificar si el tramo a analizar requiere de un aumento de diámetro.

En la velocidad se tomó la velocidad recomendada por el fabricante, la que está basada en la Norma ASTM F-949, la que especifica que la velocidad indicada para este tipo de tubería será como mínima de 0,40 m/s y máximo de 5 m/s.

Tabla III. Relaciones hidráulicas para sección circular

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0,0100	0,0017	0,0880	0,00015	0,1025	0,0540	0,4080	0,02202
0,0125	0,0237	0,1030	0,00024	0,1050	0,0558	0,4140	0,02312
0,0150	0,0031	0,1160	0,00036	0,1075	0,0578	0,4200	0,02429
0,0175	0,0039	0,1290	0,00050	0,1100	0,0599	0,4260	0,02550
0,0200	0,0048	0,1410	0,00067	0,1125	0,0619	0,4320	0,02672
0,0225	0,0057	0,1520	0,00087	0,1150	0,0639	0,4390	0,02804
0,0250	0,0067	0,1630	0,00108	0,1175	0,0659	0,4440	0,02926
0,0275	0,0077	0,1740	0,00134	0,1200	0,0680	0,4500	0,03059
0,0300	0,0087	0,1840	0,00161	0,1225	0,0701	0,4560	0,03194
0,0325	0,0099	0,1940	0,00191	0,1250	0,0721	0,4630	0,03340
0,0350	0,0110	0,2030	0,00223	0,1275	0,0743	0,4680	0,03475
0,0375	0,0122	0,2120	0,00258	0,1300	0,0764	0,4730	0,03614
0,0400	0,0134	0,2210	0,00223	0,1325	0,0786	0,4790	0,03763
0,0425	0,0147	0,2300	0,00338	0,1350	0,0807	0,4840	0,03906
0,0450	0,0160	0,2390	0,00382	0,1375	0,0829	0,4900	0,04062
0,0475	0,0173	0,2480	0,00430	0,1400	0,0851	0,4950	0,04212
0,0500	0,0187	0,2560	0,00479	0,1425	0,0873	0,5010	0,04375
0,0525	0,0201	0,2640	0,00531	0,1450	0,0895	0,5070	0,04570
0,0550	0,0215	0,2730	0,00588	0,1475	0,0913	0,5110	0,04665
0,0575	0,0230	0,2710	0,00646	0,1500	0,0941	0,5170	0,04863
0,0600	0,0245	0,2890	0,00708	0,1525	0,0964	0,5220	0,05031
0,0625	0,0260	0,2970	0,00773	0,1550	0,0986	0,5280	0,05208
0,0650	0,0276	0,3050	0,00841	0,1575	0,1010	0,5330	0,05381
0,0675	0,0292	0,3120	0,00910	0,1600	0,1033	0,5380	0,05556
0,0700	0,0308	0,3200	0,00985	0,1650	0,1080	0,5480	0,05916
0,0725	0,0323	0,3270	0,01057	0,1700	0,1136	0,5600	0,06359
0,0750	0,0341	0,3340	0,01138	0,1750	0,1175	0,5680	0,06677
0,0775	0,0358	0,3410	0,01219	0,1800	0,1224	0,5770	0,07063
0,0800	0,0375	0,3480	0,01304	0,1850	0,1273	0,5870	0,07474
0,0825	0,0392	0,3550	0,01392	0,1900	0,1323	0,6960	0,07885
0,0850	0,0410	0,3610	0,01479	0,1950	0,1373	0,6050	0,08304
0,0875	0,0428	0,3680	0,01574	0,2000	0,1424	0,6150	0,08756
0,0900	0,0446	0,3750	0,01672	0,2050	0,1475	0,6240	0,09104
0,0925	0,0464	0,3810	0,01792	0,2100	0,1527	0,6330	0,09663

Continuación de la tabla III.

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0,2200	0,1631	0,6510	0,10619	0,5900	0,6140	1,0700	0,65488
0,2250	0,1684	0,6590	0,11098	0,6000	0,6265	1,0700	0,64157
0,2300	0,1436	0,6690	0,11611	0,6100	0,6389	1,0800	0,68876
0,2350	0,1791	0,6760	0,12109	0,6200	0,6513	1,0800	0,70537
0,2400	0,1846	0,6840	0,12623	0,6300	0,6636	1,0900	0,72269
0,2450	0,1900	0,6920	0,13148	0,6400	0,6759	1,0900	0,73947
0,2500	0,1955	0,7020	0,13726	0,6500	0,6877	1,1000	0,75510
0,2600	0,2066	0,7160	0,14793	0,6600	0,7005	1,1000	0,77339
0,2700	0,2178	0,7300	0,15902	0,6700	0,7122	1,1100	0,78913
0,3000	0,2523	0,7760	0,19580	0,7000	0,7477	1,1200	0,85376
0,3100	0,2640	0,7900	0,20858	0,7100	0,7596	1,1200	0,86791
0,3200	0,2459	0,8040	0,22180	0,7200	0,7708	1,1300	0,88384
0,3300	0,2879	0,8170	0,23516	0,7300	0,7822	1,1300	0,89734
0,3400	0,2998	0,8300	0,24882	0,7400	0,7934	1,1300	0,91230
0,3500	0,3123	0,8430	0,26327	0,7500	0,8045	1,1300	0,92634
0,3600	0,3241	0,8560	0,27744	0,7600	0,8154	1,1400	0,93942
0,3700	0,3364	0,8680	0,29197	0,7700	0,8262	1,1400	0,95321
0,3800	0,3483	0,8790	0,30649	0,7800	0,8369	1,3900	0,97015
0,3900	0,3611	0,8910	0,32172	0,7900	0,8510	1,1400	0,98906
0,4000	0,3435	0,9020	0,33693	0,8000	0,8676	1,1400	1,00045
0,4100	0,3860	0,9130	0,35246	0,8100	0,8778	1,1400	1,00045
0,4200	0,3986	0,9210	0,36709	0,8200	0,8776	1,1400	1,00965
0,4400	0,4238	0,9430	0,39963	0,8400	0,8967	1,1400	1,03100
0,4500	0,4365	0,9550	0,41681	0,8500	0,9059	1,1400	1,04740
0,4600	0,4491	0,9640	0,43296	0,8600	0,9149	1,1400	1,04740
0,4800	0,4745	0,9830	0,46647	0,8800	0,9320	1,1300	1,06030
0,4900	0,4874	0,9910	0,48303	0,8900	0,9401	1,1300	1,06550
0,5000	0,5000	1,0000	0,50000	0,9000	0,9480	1,1200	1,07010
0,5100	0,5126	1,0090	0,51719	0,9100	0,9554	1,1200	1,07420
0,5200	0,5255	1,0160	0,53870	0,9200	0,9625	1,1200	1,07490
0,5300	0,5382	1,0230	0,55060	0,9300	0,9692	1,1100	1,07410
0,5400	0,5509	1,0290	0,56685	0,9400	0,9755	1,1000	1,07935
0,5500	0,5636	1,0330	0,58215	0,9500	0,9813	1,0900	1,07140

Fuente: INFOM. *Normas generales para diseño de alcantarillado*, Guatemala, 2001.

#### **2.1.14. Diámetro del colector**

Según el INFOM, el diámetro mínimo a colocar en un alcantarillado sanitario será 8" para tubería de concreto y de 6" para tubería de PVC, para conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 6" en tubería de concreto y de 4" para tubería PVC.

Para el diseño de este proyecto se utilizó tubería PVC de 6" de diámetro, que cumple con la Norma ASTM F-949 PVC, ya que este diámetro de tubería cumplió los parámetros de diseño en todos los tramos analizados.

#### **2.1.15. Selección de tipo de tubería**

Los alcantarillados sanitarios requieren materiales constituyentes resistentes a diversos estados de presión externa, aunque no requieren una resistencia alta a presión interna, ya que estas trabajan a sección parcialmente llena, es decir como un canal.

Existen diversidad de materiales de tuberías pero en el medio nacional hay tres tipos de tuberías que destacan:

- De concreto
- De policloruro de vinilo (PVC)
- De polietileno de alta densidad (PEAD) o (HDPE)

Para este diseño se utiliza tubería PVC que cumpla con lo establecido en la Norma ASTM F – 949.

### 2.1.16. Profundidad mínima del colector

La profundidad mínima del colector debe de colocarse de tal manera se eviten rupturas por el tránsito que circulará sobre el mismo, que permita las conexiones domiciliarias, evite el daño por el clima y que no presente dificultad al momento de realizar la instalación.

La profundidad mínima en la que se instalará la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte inferior, será determinada de la siguiente manera:

Tabla IV. **Profundidad mínima del colector para tubería de concreto**

<b>Diámetro</b>	<b>4"</b>	<b>6"</b>	<b>8"</b>	<b>10"</b>	<b>12"</b>	<b>16"</b>	<b>18"</b>	<b>24"</b>
<b>Tránsito normal</b>	1,11	1,17	1,22	1,28	1,34	1,41	1,50	1,66
<b>Tránsito pesado</b>	1,31	1,37	1,42	1,48	1,54	1,53	1,70	1,86

Fuente: Tubería Vinil S. A., *Tubería PVC para alcantarillado sanitario, con base a la Norma ASTM 3 034*, p 9.

### 2.1.17. Ancho de zanja

El ancho de zanja depende del diámetro de tubería y la profundidad a la que se desea colocar; el ancho de zanja deberá ser lo suficientemente amplia para permitir un acomodo correcto a la hora de instalar la tubería,

A continuación se presenta una tabla con anchos de zanjas recomendados para distintos diámetros y profundidades.

Tabla V. **Ancho libre de zanja según su profundidad**

<b>Diámetro nominal</b>	<b>plg</b>	<b>cms</b>
4"	36	91,50
6"	36	91,50
8"	36	91,50
10"	42	106,50
12"	42	106,50

Fuente: Tubería Vinil S. A., *Tubería PVC para alcantarillado sanitario, con base a la Norma ASTM 3 034*, p 10.

### 2.1.18. Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería, se calcula a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos, siendo sus dimensionales; metro cúbico.

$$\text{Vol} = \frac{H1+H2}{2} * d * A_z$$

Donde:

- Vol = volumen de excavación (m<sup>3</sup>)
- H1 = profundidad del primer pozo (m)
- H2 = profundidad del segundo pozo (m)
- d = distancia entre pozos (m)
- A<sub>z</sub> = ancho de la zanja (m)

### 2.1.19. Cota invert

Es la elevación, sobre el plano de referencia de la parte inferior, interna, de la tubería.

- La cota invert de salida de un pozo, cuando el diámetro de la tubería de entrada y salida es la misma, se coloca a tres centímetros debajo de la cota invert de entrada del mismo pozo.
- Cuando existe un cambio de diámetro entre la tubería de entrada y salida de un pozo de visita, la cota invert de salida estará al menos a una altura igual a la diferencia de diámetros, más baja que la cota invert de entrada.

Las cotas invert de los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben ser calculados de la siguiente manera:

- Cota invert de salida

Para los tramos iniciales en la red se obtiene restando la cota del terreno menos la altura del pozo.

$$CI = CTI - Hmin$$

Donde:

CI = cota invert (m)

CT = cota terreno (m)

Hmin = altura mínima

Para los siguientes tramos se obtiene restando 3 cm a la cota invert de entrada al pozo del tramo anterior.

$$CIS = CIE - 0,03 \text{ m}$$

Donde:

CIS = cota invert salida (m)

CIE = cota invert de entrada (m)

- Cota invert de entrada

Es la cota final del tramo en diseño, se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$CIE = CIS - (D.H. * \%S_{\text{tubo}})$$

Donde:

CIS = cota invert de salida del pozo anterior

D.H. = distancia horizontal entre pozos de visita

CIE = cota invert de entrada (m)

$\%S_{\text{tubo}}$  = pendiente de la tubería con respecto al terreno

### 2.1.20. Procedimiento de diseño hidráulico

- Determinar el caudal de diseño ( $Q_{dis}$ ) y la pendiente natural del terreno (utilizando esta pendiente como primera aproximación de la pendiente del colector).
- Asumir el diámetro de la tubería (utilizar como valor de arranque el diámetro mínimo).
- Determinar los valores de la velocidad a sección llena, por medio de las ecuaciones ya establecidas de Manning.
- Luego se procederá a obtener la relación de caudales ( $q/Q$ ), (donde  $q$  es el caudal de diseño dividido entre  $Q$  que es el caudal a sección llena).
- El resultado obtenido se busca en las tablas de relaciones hidráulicas ya tabuladas, o se interpola en la curva de elementos hidráulicos de sección circular, donde se podrá encontrar las relaciones ( $v/V$ ) y ( $d/D$ ).

Despejar la relación  $v/V$ , la velocidad a sección parcialmente llena ( $v$ ) y compararla con los límites que establecen las normas de diseño sobre velocidades máximas y mínimas. Comparar el valor obtenido de la relación de tirantes ( $d/D$ ) con los límites asociados por las normas de diseño.

- De cumplir con los requerimientos establecidos en las normas de diseño, se procede a calcular las cotas invert, profundidad de cada pozo, excavación y relleno.

### 2.1.21. Diseño de la red de alcantarillado

El diseño de la red de alcantarillado sanitario, se diseñó de acuerdo a las Normas del INFOM. Este proyecto beneficiará al 100 por ciento de la población actual de la aldea Potrerillos. Se utilizó, para el diseño hidráulico, tubería PVC que cumple con la Norma ASTM F-949 y se dividió en dos tramos debido a la pendiente del terreno.

- Conexión domiciliar:

Se utilizará tubería según Norma ASTM D-3034, el diámetro de la tubería será de 4" con coeficiente de rugosidad  $n = 0,010$ , candela de tubo de concreto de 12" diámetro, base y tapadera de concreto armado, la tubería tendrá una pendiente de 2 % a 6%.

Tabla VI. Bases de diseño para el tramo PVB10 – PVB11

Período de diseño	30 años
Viviendas actuales	108 viviendas
Densidad de vivienda	6 habitantes/vivienda
Población actual	205 habitantes
Tasa decrecimiento	4,09%
Población futura	683
Dotación	200 l/hab./día
Factor de retorno	0,80
Velocidades máximas y mínimas	$0,40 < V \leq 4$ m/s.(P.V.C.)
Tipo y diámetro de tubería mínimo	PVC de 6 pulgadas $n = 0,010$
Cota inicial del terreno	98,68 m
Cota final del terreno	97,71 m
Distancia horizontal	65 m

Fuente: elaboración propia.

Se analizará el tramo B 10 al tramo B 11, en el cual se verifica si cumple con todas las Normas de diseño requeridas por el INFOM o por las normas del fabricante, con velocidades máximas y mínimas, tirante mínimo y máximo dentro de la tubería.

- Cálculo de población futura

$$P_f = 205 * (1 + 4,09 / 100)^{30} = 683 \text{ habitantes}$$

- Cálculo sanitario

$$Q_{\text{domiciliar}} = \frac{(200 \text{ l/ hab/ día}) * 683 \text{ hab} * 0,80}{(86\ 400)} = 1,27 \text{ l/s}$$

El caudal de infiltración a pesar de que la Norma ASTM F - 949 indica que no tiene infiltración se agregó el 1% por diámetro, por recomendaciones del INFOM, y se indica de la siguiente manera:

$$Q_{\text{infiltración}} = 0,01 * \varnothing = 0,01 * 6 = 0,06 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{c. ilícitas}} = Q_{\text{domiciliar}} * 20\% = 1,26 \text{ l/s} * 0,2 = 0,25$$

$$Q_{\text{sanitario}} = 1,27 + 0,06 + 0,25 = 1,58 \text{ l/s}$$

- Factor de caudal medio

$$F_{qm} = Q_{\text{sanitario}} / \text{No. Hab} = 1,58 \text{ l/s} / 683 \text{ hab} = 0,0023$$

Se usara 0,003

- Factor de caudal medio

$$FH = \frac{18 + \sqrt{683/1\ 000}}{4 + \sqrt{683/1\ 000}} = 3,90$$

- Caudal de diseño

$$Q_{\text{diseño}} = f_{qm} * F.H. * \text{No. Hab.} = 0,003 * 3,90 * 683 = 7,99 \text{ l/s}$$

- Pendiente natural del terreno

Cota PVB 10 = 98,68 m

Cota PVB 11 = 97,71 m

Longitud del tramo = 65 m

$$\% \text{Sterreno} = \frac{98,68 \text{ m} - 97,71 \text{ m}}{65 \text{ m}} * 100 = 1,48 \%$$

- Diseño hidráulico

Tubería = PVC

Ø tubería = 6" (diámetro asumido de tubería)

%Stubería = 1,44%

n = 0,010 (coeficiente de rugosidad de Manning para PVC)

- Determinación de velocidad a sección llena

$$V \text{ sección llena} = \frac{0,03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$V_{\text{sección llena}} = \frac{0,03429 * 6^{2/3} * 0,014^{1/2}}{0,010} = 1,36 \text{ m/s}$$

- Determinación de caudal a sección llena

$$Q_{\text{sección llena}} = A_{\text{sección llena}} * V_{\text{sección llena}}$$

$$Q_{\text{sección llena}} = \pi/4 * (6'' * 0,0254\text{m/1''})^2 * 1,36 \text{ m/s} = 24,78 \text{ l/s}$$

- Relación hidráulica

$$Q_{\text{diseño}} / Q_{\text{sección llena}} = 7,99 / 25,78 = 0,32$$

$$V_{\text{diseño}} / V_{\text{sección llena}} = 0,89$$

$$V_{\text{diseño}} = 1,36 \text{ m/s} * 0,89 = 1,21 \text{ m/s}$$

$$d_{\text{diseño}} / D_{\text{sección llena}} = 0,39$$

- Revisión de parámetros hidráulicos

Caudales	$Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$	$7,99 \text{ l/s} < 25,78 \text{ l/s}$	Cumple
Velocidad	$0,40 \leq V_{\text{diseño}} \leq 4,00 \text{ en m/s}$	$0,40 \leq 1,21 \leq 4 \text{ m/s}$	Cumple
Diámetro	$0,10 \leq d/D \leq 0,75$	$0,10 \leq 0,39 \leq 0,75$	Cumple

- Cota invert entrada PVB10

$$\text{CIE PVB10} = \text{CIS PVB9} - (\text{DH} * (\%S / 100))$$

$$\text{CIE PVB10} = 98,74 \text{ M} - (99 * (1,55/100)) = 97,21 \text{ m}$$

- Cota invert de salida PVB 10

$$\text{CIS PVB10} = \text{CIE PVB10} - 0,03$$

$$\text{CIS PVB 10} = 97,21 - 0,03 = 97,18 \text{ m}$$

- Altura de pozo PVB10

$$\text{HP} = \text{CT} - \text{CIS} = 98,68 - 97,18 = 1,50 \text{ m}$$

#### **2.1.22. Tabla de diseño alcantarillado**

Los resultados obtenidos en el diseño hidráulico para todo el sistema de alcantarillado sanitario, se muestra en apéndice B.

#### **2.1.23. Desfogue**

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) establece que todo sistema de alcantarillado sanitario debe poseer un tratamiento antes de la descarga final hacia un sistema hídrico natural. Para este proyecto la Municipalidad ha propuesto construir un planta de tratamiento, a través de esta se le dará el tratamiento adecuado para su desfogue a una fuente hídrica.

Para este proyecto, la Municipalidad de Zaragoza tiene contemplada la construcción de una planta de tratamiento para las aldeas que abarcan esta zona, así darle un tratamiento adecuado y no dañar los recurso hídricos naturales que

tiene este sector, el tratamiento que recibirá al agua residual a través de la planta de tratamiento será un tratamiento anaeróbico.

#### **2.1.24. Tratamiento**

Tomando en consideración que la selección y diseño de un tipo de tratamiento es propiamente trabajo de un ingeniero sanitario, la Municipalidad ha gestionado a través de la asesoría de un ingeniero sanitarista las recomendaciones, estudio y diseño necesario para la construcción de dicha planta de tratamiento.

Para esta planta de tratamiento, la Municipalidad cuenta con terrenos disponibles en un punto que intersecta la conexión con las otras aldeas aledañas, a las que se planificará y diseñará el tratamiento en conjunto.

#### **2.1.25. Evaluación de impacto ambiental**

Tiene como objetivo analizar las operaciones que se desarrollarán durante el proyecto, tanto en la etapa de construcción y en la de operación, para identificar los impactos que se generarán, su naturaleza, su persistencia y su magnitud en el espacio y en el tiempo. Se debe realizar un plan de manejo ambiental, a fin de implementar acciones para controlar minimizar y atenuar los impactos ambientales.

En el estudio se ve que el sistema sirva a la totalidad de los habitantes de la aldea, sobre la base de un análisis que permita encauzar las aguas negras con un período de diseño que justifique la inversión en las obras y que su calidad se ajuste a las normas mínimas.

En el proceso de construcción del sistema de drenaje sanitario para la aldea los Potrerillos, debe tomarse en cuenta: excavación de suelo, debido a la apertura del terreno para la instalación de las tuberías de conducción, también para la construcción de los pozos de visita. La red será construida en su totalidad en la vía pública, por lo que existe el derecho de paso de parte de la Municipalidad de Zaragoza, la planta de tratamiento cuenta con terreno propio de la Municipalidad para la construcción.

En el primer tramo se tendrá conexión al colector de la red principal de Zaragoza, el cual será trasladado a la planta de tratamiento general del municipio, el tramo restante será conducido a la planta de tratamiento asignado para las aldeas de este sector. Ambas descargas están ubicadas en terrenos montañosos, con derecho de parte de la municipalidad local. De esta forma se tendría que cortar vegetación a lo largo de las descargas, donde se realizará la conducción de aguas residuales y la construcción de la planta de tratamiento para la aldea, procurando solo cortar lo necesario y de esta forma mantener la flora de los bosques intacta. Al finalizar la instalación de la tubería, se deberá rellenar la zanja y compactar el relleno para resguardar la tubería y continuar con el uso de la vía pública.

En lo que se refiere a la construcción de las obras de arte, es necesario tomar en cuenta el retiro de todo material sobrante, así como la limpieza de toda el área de trabajo para evitar cualquier tipo de contaminación e incomodidades con los residentes en los alrededores.

El impacto ambiental que se generará en la operación del proyecto será: malos olores por el proceso de tratamiento de aguas residuales, lo que provocará gases que serán de desagrado para algunos campesinos con cultivos aledaños, pero con el buen mantenimiento de la planta de tratamiento, se logrará evitar en

gran medida estos malos olores. En caso de existir un rebalse en la planta de tratamiento, el agua residual se conducirá por las quebradas existentes en la montaña, esto se evita verificando que en la conexión del colector no existan descargas y conexiones ilegales, ya que la planta de tratamiento ha sido diseñada para cierta cantidad de población. Al controlar estos impactos se evitará que el proyecto tenga un impacto negativo con la naturaleza y la población.

### **2.1.26. Evaluación socioeconómica**

Se realiza para conocer la rentabilidad del proyecto. En el caso de la mayoría de proyectos que desarrollan las municipalidades se enfocan en la cantidad de beneficiados a atender; para esto se asume que el proyecto será financiado y la inversión no será recuperada.

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

El Valor Presente Neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El Valor Presente Neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero, maximizar la inversión. Esta evaluación permite saber si el proyecto es rentable o no.

Actualmente, la Municipalidad solamente realiza un cobro único que es al adquirir un nuevo servicio domiciliar de drenaje, por lo que la municipalidad debe de asumir los costos que conlleva el mantenimiento y reparación de este. Por lo que se propone una cuota de Q. 6,00 mensuales, para absorber parte del costo que genera el mantenimiento y reparación del alcantarillado en dicha aldea.

A continuación se muestra el costo inicial del proyecto, y el ingreso que generaría al proveer el servicio a los habitantes.

Costo inicial = Q. 2 141 207,84

La Municipalidad cobra por un nuevo servicio de drenaje sanitario el valor de Q. 350,00.

Ingreso inicial = Q. 350,00 \* 118 = Q. 41 300,00

Tabla VII. **Ingresos y egresos**

	<b>Ingresos mensuales</b>	<b>Egresos mensuales</b>	<b>Total anual</b>
<b>Gastos por operación del sistema</b>		Q. 12 000,00	Q. 12 000,00
<b>Ingreso por tarifa</b>	Q. 708,00		Q. 8 496,00

Fuente: elaboración propia.

Costo de operación y mantenimiento:

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

$$VPN = Q. 12 000 * \left( \frac{(1 + 0,10)^{30} - 1}{(0,10) * (1 + 0,10)^{30}} \right) =$$

$$VPN = Q. 113 122,97$$

Ingreso tarifa poblacional:

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

$$VPN = Q. 8 496 * \left( \frac{(1 + 0,10)^{30} - 1}{(0,10) * (1 + 0,10)^{30}} \right)$$

$$VPN = Q. 80 091,07$$

El Valor Presente Neto está dado por la sumatoria de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

$$VPN = Q. 80 091,07 - Q. 113 122,97$$

$$VPN = - Q. 33 041,90$$

Con la tarifa propuesta, el proyecto no podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el período de funcionamiento, por lo que la Municipalidad debe de sufragar ese déficit existente. No es recomendable aumentar la cuota propuesta ya que los habitantes de la aldea son de escasos recursos, entonces la Municipalidad debe subsidiar para no afectar económicamente a los habitantes.

### **2.1.26.2. 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 igual a cero, cuando se le utiliza como tasa de descuento. Por ello 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 TIR 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 Atractiva.

Para este tipo de inversión, en el municipio se realiza un análisis socioeconómico de costo/beneficio, el cual se determina de la siguiente manera:

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

$$\text{Costo} = \text{Q. } 2\,141\,207,84 - (-\text{Q. } 33\,041,90)$$

$$\text{Costo} = \text{Q. } 2\,174\,249,74$$

$$\text{Beneficio} = \text{número de habitantes beneficiados (a futuro)}$$

$$\text{Costo/beneficio} = \text{Q. } 2\,174\,249,74 / 1910$$

$$\text{Costo/beneficio} = \text{Q. } 1\,138,35 / \text{habitante}$$

### 2.1.27. Presupuesto del proyecto

Este se integró con base en precios unitarios. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en diferentes centros de distribución de la cabecera municipal, la mano de obra calificada y no calificada se tomó con referencia a los precios utilizados por la Municipalidad para este tipo de proyectos. El costo total del proyecto se obtuvo realizando la sumatoria de todos los costos totales por cada reglón de trabajo.

Tabla VIII. **Presupuesto general alcantarillado sanitario**

No.	Reglón	Cantidad	Unidad	P/U	Subtotal
1	Bodega	1	U	Q. 3 483,80	Q. 3 483,80
2	Replanteo topográfico y trazo	2 148	MI	Q. 15,54	Q. 33 390,00
3	Instalación tubería	2 148	MI	Q. 386,07	Q. 829 286,05
4	Pozo de visita 1.5 m	16	U	Q. 8 550,90	Q. 136 814,40
5	Pozo de visita 2.0 m	4	U	Q. 9 750,10	Q. 39 000,40
6	Pozo de visita 2.5 m	5	U	Q. 11 539,60	Q. 57 698,00
7	Pozo de visita 2.75 m	4	U	Q. 12 217,40	Q. 48 869,60
8	Conexiones domiciliarias	118	U	Q. 2 165,54	Q. 255 534,00
9	Rotulo de estructura metálica	1	U	Q. 2 300,00	Q. 2 300,00
10	Herramientas (5%)	1	U	Q. 70 318,81	Q. 70 318,81
<b>Total materiales y mano de obra</b>					Q. 1 476 695,06
<b>Costo directo del proyecto</b>					Q. 1 476 695,06
<b>Costo indirecto del proyecto</b>					Q. 664 512,78
<b>Costo total del proyecto</b>					Q. 2 141 207,84

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.28. Cronograma de ejecución

El cronograma es el indicado que muestra la planificación en cuánto tiempo durará la construcción. Esta se realizó con rendimientos brindados por la Municipalidad de Zaragoza obtenido para proyectos similares.

Tabla IX. Cronograma de ejecución

No.	Descripción de trabajo	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1	Bodega	■											
2	Replanteo topográfico y trazo	■											
3	Pozo de visita 1,20 m		■	■	■	■							
4	Pozo de visita 1,50 m					■	■						
5	Pozo de visita 2,50 m						■	■					
6	Pozo de visita 3,00 m							■	■				
7	Instalación de tubería			■	■	■	■	■	■				
8	Conexiones domiciliarias										■	■	■

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.29. Elaboración de planos

Esto se realizó con base en los datos obtenidos en el diseño hidráulico, estos se mostrarán completos en el apéndice C.

## **2.2. Diseño del sistema de agua potable para la zona 1 del municipio de Zaragoza, Chimaltenango**

El proyecto de abastecimiento de agua potable tiene como fin primordial solucionar la problemática que tienen los habitantes de la zona 1, del municipio de Zaragoza, el cual servirá a 6 620 habitantes futuros.

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

El proyecto consistirá en diseñar el sistema de distribución de agua potable para la zona 1 de la cabecera municipal de Zaragoza, departamento de Chimaltenango, ya que el sistema existente llegó hace varios años al final de su período de diseño, y ya no funciona adecuadamente, la propuesta está conformada por una red de circuitos cerrados, distribuidos en 3 circuitos primarios, el sistema de agua potable para la zona 1 contará con su pozo y su respectivo tanque de distribución. La tubería de la red principal oscilará entre 2 a 4 pulgadas de diámetro, de PVC de 160 PSI.

La línea secundaria es tubería de 2 pulgadas de diámetro; la red secundaria está formada por una red convencional por bloques, en las cuales se harán las conexiones domiciliarias, para abastecer a la población. En la red secundaria se usará tubería de cloruro de polivinilo (PVC), de 160 PSI, las conexiones domiciliarias se realizarán con tubería de media pulgada de diámetro de 315 PSI.

Se incorporará un tratamiento a base de hipoclorito de calcio para cumplir los requisitos sanitarios establecidos en nuestro país, por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

## **2.2.2. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó para determinar la posición y elevación de puntos de relevancia para el proyecto de agua potable.

El levantamiento topográfico para el sistema de agua potable contiene las dos acciones principales de la topografía, las cuales son:

- Planimetría
- Altimetría

### **2.2.2.1. Altimetría**

Esta se realizó por medio de nivelación compuesta, la cual consiste en medir la diferencia de niveles entre dos puntos.

### **2.2.2.2. Planimetría**

Para el levantamiento topográfico se utilizó el método de conservación de azimut, con vuelta de campana. Para este levantamiento se usó el siguiente equipo:

- Una estación total Nikon DTM - 322
- Un estadal
- Un prisma
- Una cinta métrica de 100 metros
- Dos plomadas
- Estacas
- Clavos

### **2.2.3. Fuentes de agua**

El sistema de abastecimiento de agua potable existente cuenta con diferentes pozos mecánicos y nacimientos de agua como fuentes de abastecimiento del agua necesaria, la cual, dependiendo la posición geográfica de la fuente, es conducida por gravedad o por bombeo, el sistema actual de todo el municipio cuenta con las siguientes fuentes de agua:

Pozos mecánicos:

- El Aserradero
- El Parque
- La Colonia
- Pachoj
- Las Nieves
- Las Barranquillas

Nacimientos:

- La Montaña
- Joya del Muerto
- Paco Juárez
- Río Blanco

La fuente que abastecerá a la zona 1 del municipio de Zaragoza, será el pozo mecánico Pachoj, el agua será almacenada en el tanque de almacenamiento Cárdenas.

#### 2.2.4. Caudal de aforo

El aforo de una fuente es la medición de su caudal. Para el diseño de un sistema de agua potable, el aforo es una de las partes más importantes, ya que este indicará si la fuente de agua provee el suficiente caudal para abastecer a toda la población planificada a futuro en el diseño.

El pozo Pachoj provee el caudal necesario para el abastecimiento a población futura estimada, presentando el caudal siguiente:

Tabla X. **Aforo pozo Pachoj**

Pozo	Caudal
Pozo Pachoj	19,50 l/s
Tubería instalada en la conducción	4"

Fuente: Municipalidad de Zaragoza.

#### 2.2.5. Calidad del agua y sus normas

Es un dato esencial para realizar el diseño, ya que el agua que sea de mala calidad debe de ser sometida a un tratamiento previo al consumo humano. La calidad del agua depende de factores fisicoquímicos y bacteriológicos que deben cumplir con ciertos parámetros que permitan beberla y destinarla a otros usos sin que presente riesgos a la salud de los consumidores. Se deberán realizar los análisis de la fuente que se utilizará para abastecer de agua a la población, para establecer el tratamiento que se le dará al agua a distribuir, para la determinación de las características se toma como referencia la Norma de agua potable, COGUANOR NGO 29 001. Los resultados de este estudio se deben detallar en un certificado firmado por un profesional colegiado (ver apéndice A).

### **2.2.5.1. Examen bacteriológico**

Es importante determinar las condiciones bacteriológicas del agua, desde el punto de vista sanitario. Los gérmenes patógenos de origen entérico y parásito-intestinal son los que pueden transmitir enfermedades, por lo que el agua debe de estar exenta de ellos. Este estudio se realizó en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.

### **2.2.5.2. Análisis fisicoquímico**

Desde el punto de vista físico, este análisis permite determinar las características que se perciben por los sentidos y que causan la aceptación o rechazo del agua por parte del consumidor, entre estas se pueden mencionar los siguientes aspectos: color, sabor, olor y temperatura; además, se determina el potencial de hidrógeno (pH) y la turbiedad. En este análisis se conoce la intensidad de condiciones ácidas o alcalinas; y cuando las aguas contienen materia en suspensión.

Desde el punto de vista químico permite determinar la cantidad de materia orgánica y minerales presentes en el agua, que afectan la calidad de agua, cuyas concentraciones deben permanecer dentro de los límites establecidos para evitar efectos negativos en la salud. Entre las sustancias químicas que afectan la potabilidad del agua se encuentra: nitritos, nitratos, amoníaco, manganeso, cloruros, fluoruros, sulfatos, hierro, sólidos existentes y dureza del agua. Este estudio, al igual que el anterior, se realizó en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.

## **2.2.6. Criterios de diseño**

Son factores que al momento de diseñar se deben tomar en cuenta y verificar que cumplan con lo establecido por las normas de diseño, de tal manera el sistema funcione eficientemente en el período de vida útil estimado.

### **2.2.6.1. Período de diseño**

Es el tiempo que se considera que el sistema funcionará de forma eficiente cumpliendo los parámetros para los que ha sido diseñado. El Instituto de Fomento Municipal (INFOM) a través de su Norma recomienda los siguientes períodos de diseño

Tabla XI. **Período de diseño**

<b>Obra</b>	<b>Años</b>
Obras civiles	20
Equipos mecánicos	5 a 10

Fuente: Instituto de Fomento Municipal.

El período de diseño adoptado para el diseño de la red de agua potable fue de 20 años, considerando el tiempo para la gestión respectiva de obtención financiera y el tiempo de ejecución del proyecto

### **2.2.6.2. Población de diseño**

Es la población a futuro para la que ha sido diseñado el sistema de agua potable de la zona 1 del municipio de Zaragoza.

#### **2.2.6.2.1. 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.

La tasa de crecimiento tiende a ser variable, debido a las características sociales, culturales y económicas de la población, ya que tiende a aumentar y a disminuir.

Para este proyecto se utilizará una tasa de crecimiento de 3,21 por ciento, según las proyecciones realizadas por censos de la municipalidad de Zaragoza, dentro del casco urbano del municipio.

#### **2.2.6.2.2. Población actual**

El municipio de Zaragoza cuenta con 12 500 habitantes en el casco urbano, se divide en cuatro zonas, contando con una población de 3 520 habitantes en la zona 1 del municipio.

#### **2.2.6.2.3. Población futura**

La proyección de población futura es un parámetro básico a considerar y el cual depende a características sociales, culturales y económicas de los habitantes.

Para calcular la población futura del presente proyecto se usará el método geométrico:

$$Pf = Po(1 + r)^n$$

Donde:

Pf	= población futura de habitantes		
Po	= población inicial de habitantes	=	3 520 habitantes
R	= tasa de crecimiento poblacional	=	3,21 %
n	= período de diseño en años	=	20 años

$$Pf = 3\,520 (1 + 0,0321)^{20} = 6\,620 \text{ habitantes}$$

### **2.2.7. Consumo de agua**

Es importante determinar el consumo de agua, para verificar que la fuente que se propone, provee el caudal necesario para la población a servir. Para determinar dicho consumo existen diversos factores que afectan dependiendo la ubicación donde se realizará el proyecto.

Los factores que afectan el consumo de una población son:

- Temperatura climática
- Calidad del agua
- Características socioeconómicas
- Servicio de alcantarillado
- Presión en la red de distribución de agua
- Administración
- Medición y tarifa
- Actividad económica

## **2.2.8. Factores de consumo**

Se sabe que el consumo de agua no es uniforme en todas las horas del día, se puede ver como ejemplo que en horario nocturno va disminuyendo el consumo que pasa de ser grande a casi nulo y al transcurrir las horas se va modificando el valor de consumo, hasta que cierta hora del día el consumo alcanza el valor máximo. En poblaciones pequeñas los cambios son más frecuentes, es decir que a mayor población corresponde un factor de menor valor y viceversa, entre estos factores están los siguientes:

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

Este define como la relación que existe entre el valor de consumo máximo diario registrado en un año y el consumo diario relativo a ese año.

Según la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), se tiene los siguientes parámetros:

- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes FDM = 1,2
- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes FDM = 1,2 a 1,5

### **2.2.8.2. Factor de hora máximo (FHM)**

Este se define como la relación que durante el día hay horas en que los consumos son máximos, debido al uso simultáneo del servicio por parte de la mayoría de habitantes de una comunidad.

Según la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM, se tiene los siguientes parámetros:

- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes FHM = 2,0
- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes FHM = de 2,0 a 3,0

Para este proyecto se adoptó el FHM DE 2,0.

### **2.2.9. Caudales de diseño**

Los caudales de diseño son los consumos de agua requeridos por la población que se va a abastecer en un sistema de agua potable, los caudales utilizados son:

#### **2.2.9.1. Dotación**

Es una cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población. Se expresa en litros por habitante por día: l / habitante / día. Para la elección adecuada de la dotación deberán tomarse en cuenta los factores siguientes:

- Clima
- Abastecimiento privado
- Calidad y cantidad de agua
- Presiones
- Nivel de vida
- Servicios comunales o públicos
- Medición

- Actividades productivas
- Facilidad de drenaje
- Administración del sistema

Si los hubiera deberán tomarse en cuenta estudios de demanda de la población o poblaciones similares.

Debido a que no se cuenta con esta información se tomarán los valores detallados en la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM:

- Servicio a base de llena cántaros exclusivamente: 30 a 60 litros por habitante por día.
- Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales: 60 a 90 litros por habitante por día.
- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 litros por habitante por día.
- Servicio de conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda de 90 a 170 litros por habitante por día.
- Servicio de pozo excavado o hincado con bomba manual mínimo 20 litros por habitante por día.
- Servicio de aljibes 20 litros por habitante por día.

Para este proyecto se adoptó la dotación de 120 litros por habitante por día.

### **2.2.9.2. Caudal medio diario**

Es la cantidad de agua que consume la población durante un día, la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios durante un año; se calcula en

función de la población futura a servir. El caudal medio diario para este proyecto, se calculó por medio de la expresión formulada en la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM, la cual es la siguiente:

$$Q_m = \frac{\text{Dot.} * P_f}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_m$  = caudal medio diario (lts/seg)

Dot = dotación (lts/hab/día)

$P_f$  = población futura

Calculando el caudal medio para la población futura de la zona 1:

$$Q_m = \frac{120 \text{ l/hab/día} * 6\ 620 \text{ hab}}{86\ 400}$$

$$Q_m = 9,19 \text{ l/s}$$

### **2.2.9.3. Caudal máximo diario**

Es el caudal de conducción máximo producido en un día durante un período de observación de un año, ya que es utilizado para diseñar la línea de conducción de un proyecto. Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el período de años. Cuando no se cuente con información, se puede calcular lo establecido en la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM, la cual es la siguiente:

$$Q_{md} = Q_m * FDM$$

Donde:

$Q_{md}$  = consumo máximo diario o caudal de conducción

$Q_m$  = consumo medio diario o caudal medio

FDM = factor día máximo

Debido a que la línea de conducción existente en la zona 1 es reciente, no se plantea modificarlo, ya que funciona adecuadamente y no ha cumplido su vida útil para el que fue diseñado.

#### **2.2.9.4. Caudal máximo horario**

Es el caudal de distribución, ya que es utilizado para el diseño hidráulico de la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en un período de observación de un año.

El caudal máximo horario para este proyecto, se calculó por medio de la expresión formulada en la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM, la cual es la siguiente:

$$Q_{MH} = Q_m * FHM$$

Donde:

$Q_{MH}$  = consumo máximo horario o caudal de distribución

$Q_m$  = consumo medio diario

FHM = factor hora máximo

FHM utilizado es de 2, debido a que la población es mayor a 1 000 habitantes.

$$Q_{MH} = 9,19 \text{ l/s} * 2$$

$$Q_{MH} = 18,39 \text{ l/s}$$

### **2.2.10. Velocidad**

De conformidad a la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM, se adoptarán las velocidades de diseño:

- Para conducción: mínima = 0,40 m/s y la máxima = 3,0 m/s
- Para distribución: mínima = 0,60 m/s y la máxima = 3,0 m/s

### **2.2.11. Presión**

Existen dos tipos de presiones: dinámica y estática.

- Presión dinámica: presión que ejerce un flujo cuando existe consumo en la red. Cuando hay movimiento, la presión estática modifica su valor y disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería. Lo que era altura de carga estática, ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión que se llama pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía con respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

Las presiones en la conducción no deben exceder a la presión de trabajo de las tuberías.

En la distribución la presión de servicio debe estar en el rango de 10 a 60 metros columna de agua (mca).

- Presión estática: presión que ejerce un fluido cuando no existe consumo en la red generalmente en horas de la noche. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente. La presión hidrostática o estática máxima será de 60 metros columna de agua (mca).

#### **2.2.12. Línea piezométrica**

Es la forma gráfica de representar los cambios de presión en la tubería, y puede ser interpretada de la siguiente forma:

- Distancia que existe entre la línea piezométrica y la presión estática en cada nudo, y representa la pérdida de carga o la pérdida de altura de presión que ha sufrido el líquido a partir del tanque de distribución hasta el punto de estudio.
- Distancia entre la línea piezométrica y la tubería representa el resto de presión estática, es decir, la presión que se mediría si pone en el momento del flujo un manómetro en ese punto. Esta presión está disponible para ser gastada en el recorrido del agua dentro de la tubería.
- La pendiente de la línea piezométrica representa la cantidad de altura de presión que se está consumiendo por cada unidad de longitud en metros,

que recorre el agua. Mientras mayor sea la velocidad, mayor consumo de presión por metro de tubería existirá.

### **2.2.13. Captación**

La captación es la obra, que recolecta el agua proporcionada por la fuente. El diseño está en función del tipo de fuente a utilizar, las fuentes pueden ser de dos orígenes, agua subterránea y de origen superficial.

Para este proyecto la captación será de agua subterránea a través de un pozo mecánico, el pozo a utilizarse es el de Pachoj, el cual su construcción es reciente y cumple con el caudal requerido en este diseño.

### **2.2.14. Línea de conducción**

La conducción es la tubería que transporta el caudal de día máximo, desde la captación hasta el tanque de almacenamiento, la tubería debe ser capaz de resistir la máxima presión a la que va a ser sometida.

La línea de conducción puede funcionar de dos formas: por gravedad o por bombeo. El funcionamiento depende de la ubicación geográfica de la fuente de abastecimiento y la del tanque de almacenamiento.

Para este proyecto la fuente de abastecimiento se encuentra en un punto más bajo que el tanque de almacenamiento, por lo que funciona por medio de bombeo. La línea de conducción no será modificada debido a que la existente funciona adecuadamente y es reciente su instalación.

### **2.2.15. Tanque de almacenamiento**

El tanque de almacenamiento tiene como fin primordial almacenar agua, que permita cubrir las variaciones horarias de consumo, debido a que el consumo no es constante y varía según el horario, almacenando agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día.

Para diseñar un tanque de almacenamiento o distribución, debe tenerse presentes los elementos de su funcionalidad, que se rigen básicamente por:

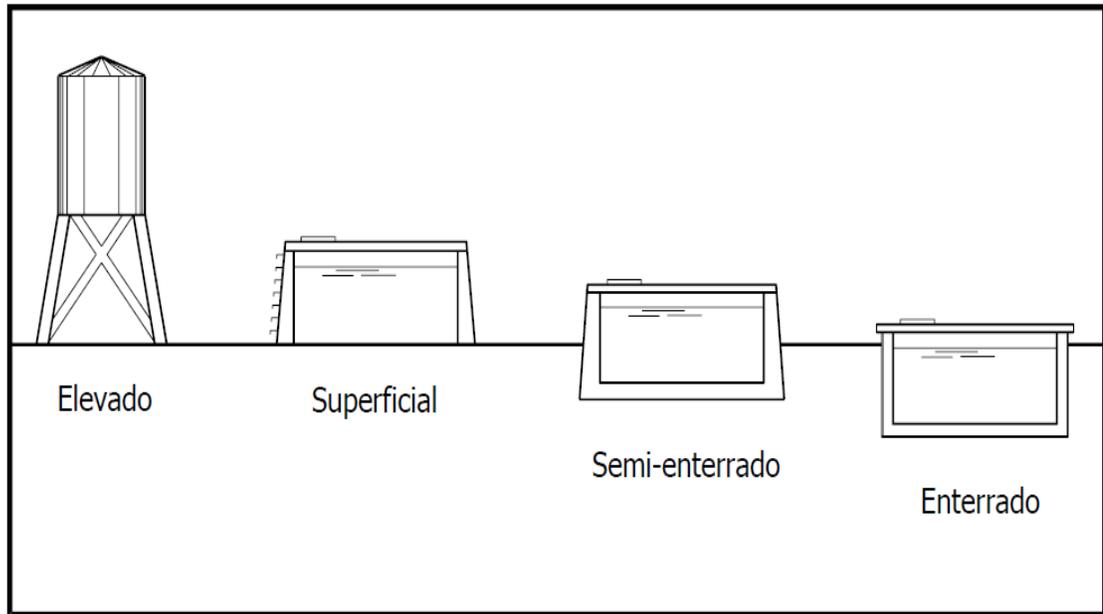
- Tener capacidad de regular las variaciones horarias del consumo o demanda, considerando la capacidad de producción de la fuente.
- Las dimensiones del predio donde se ubicará.
- Tipo de suelo y condiciones de anegabilidad.
- Conocer la capacidad de soporte del suelo donde se cimentará.
- Ventilación tubería de 2 pulgadas como mínimo.

Para determinar el tipo de tanque a utilizar se deben determinar las presiones de servicio y su diferencia de altura con la ubicación del tanque en relación a las viviendas, para analizar si afecta su altimetría.

La función que tiene el tanque de almacenamiento es la siguiente:

- Compensar las variaciones horarias en el consumo de agua en la población.
- Mantener reserva de agua para suplir la demanda en caso de interrupción del bombeo, o mantenimiento de la línea de conducción o cualquier otro motivo.

Figura 4. Tipos de tanque



Fuente: AGUILAR CHURUMÍA, Lester, *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para el área urbana del municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango*. p. 39.

Tabla XII. Tanques disponibles

No.	Tanque
1	El Aserradero
2	Cornejos
3	El Perique 1
4	El Perique 2
5	La Colonia
6	Ciénega

Fuente: Municipalidad de Zaragoza.

### **2.2.15.1. Forma del tanque**

El tanque actual en la zona 1 es un tanque semienterrado, la estructura del tanque es de concreto con cubierta de losa de concreto reforzado.

### **2.2.15.2. Volumen del tanque**

El volumen del tanque de almacenamiento Cárdenas es de 250 metros cúbicos.

### **2.2.16. Desinfección**

El requisito sanitario mínimo que debe dársele al agua, con el fin de entregarla libre de organismos patógenos es la desinfección.

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.

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

Desinfección por rayos ultravioleta: se hace pasar el agua en capas delgadas debajo de lámparas ultravioleta. Para que la desinfección sea efectiva, el agua debe ser de muy baja turbiedad, lo cual limita la aplicación y adicionalmente no se obtiene una desinfección posterior.

Desinfección por medio de ozono: el empleo de ozono como desinfectante es un sistema muy efectivo y de uso generalizado en Europa. El sistema de

ozonificación consiste básicamente en una elevación de voltaje que, al producir chispas y entrar estas en contacto con el oxígeno, producen ozono.

Desinfección por medio de cloro (cloración): este procedimiento es bastante efectivo y es de uso generalizado en Estados Unidos de Norte América y en América Latina. Además, es un sistema de desinfección más económico que los métodos anteriores. Para que el cloro actúe efectivamente, se debe dejar un tiempo de contacto del cloro con el agua, preferentemente de 15 a 20 minutos como mínimo. Existen diferentes tipos de desinfección a través del cloro, como: cloro gaseoso, hipocloritos de sodio, calcio y dióxido de cloro. El cloro gaseoso, el hipoclorito de sodio, el hipoclorito de calcio y el dióxido de cloro son especialmente convenientes como desinfectantes del agua potable.

En Guatemala, el más usado es la cloración, ya que por mucho tiempo se ha probado que el cloro es un agente confiable para una desinfección segura.

El sistema de cloración propuesto tendrá como finalidad proporcionar una solución de hipoclorito de calcio al tanque de distribución de agua potable para la zona 1 del municipio de Zaragoza, para mantener la potabilidad del agua.

### **2.2.17. Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías**

Pérdida de carga: es la pérdida por un paso unitario de agua a causa de la resistencia superficial dentro del conducto (tubería), energía mecánica que es convertida en energía térmica irrecuperable. Las pérdidas de carga se obtienen a través de la fórmula de Hazen-Williams.

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

Donde:

$H_f$  = pérdida de carga (m)

$Q$  = caudal en la tubería (l/s)

$L$  = longitud de tubería (m)

$D$  = diámetro (in)

$C$  = coeficiente de rugosidad de la tubería

Coeficiente de fricción ( $C$ ): es el valor de la resistencia que ofrece la superficie interna de una tubería a la circulación de un líquido, este coeficiente para tubería de PVC tiene un valor de 150.

Para fines de diseño es importante utilizar el diámetro interno de la tubería, ya que representa el valor real, no así el valor del diámetro comercial.

### **2.2.18. Red de distribución**

Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios. Existen varios tipos en que pueden formarse una red de distribución, las más comunes son:

Ramificada: consiste en una conducción principal de la que 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.

**Malla:** la conducción del agua se hace a través de tuberías unidas formando circuitos cerrados y el agua puede llegar a un punto determinado por varios lados.

**Mixta:** se refiere a que estará formada por circuitos abiertos y cerrados.

La elección del sistema idóneo y funcional, dependerá de las características urbanísticas del lugar, ubicación del tanque, etc. Desde el punto de vista hidráulico se recomienda optar por la red de mallas; ya que representa una mayor eficiencia y garantía de servicio.

La urbanización de la zona 1, llena los requisitos para diseñar un sistema de distribución a base de mallas, conformado por una red primaria y una secundaria, por lo tanto se implementará este sistema en dicho lugar.

#### **2.2.18.1. Red primaria**

La red primaria está conformada por los conductos principales a los circuitos cerrados y su tubería es de mayor diámetro. Su función es conducir el agua por medio de las líneas principales y alimentar a las redes secundarias. Esta red se calcula por medio del método Hardy Cross.

#### **2.2.18.2. Red secundaria**

La red secundaria se encarga de distribuir el agua hasta las tomas domiciliarias, existen diversas formas de conectar la red secundaria, la conexión que se haga depende del criterio del diseñador o de condiciones económicas. La red secundaria puede conectarse formando un circuito cerrado, o formando ramales abiertos.

### **2.2.19. Método de Hardy Cross para circuitos cerrados**

Este es un proceso de tanteos directos. Los ajustes hechos sobre los valores previamente admitidos o adoptados son calculados y por lo tanto controlados. La convergencia de los errores es rápida, obteniéndose casi siempre una precisión satisfactoria en los resultados, después de tres iteraciones solamente, al exceder demasiadas iteraciones deben verificarse los datos propuestos, ya que puede existir error en algún planteamiento realizado.

El método se fundamenta en el cumplimiento de dos leyes:

- La suma algebraica de los caudales en un nudo, debe ser igual a cero, es decir el caudal que entra debe ser igual al caudal que sale o se consume ( $\sum Q_e = \sum Q_s$ )
- La conservación de energía en los circuitos, de tal forma que la suma algebraica de las pérdidas de energía, en los tramos conforma un anillo cerrado, debe ser igual a cero.

Esta última ley difícilmente se cumple, por lo que con el método de Hardy Cross únicamente se corrigen los caudales que circulan en cada circuito.

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

- Fijar los puntos de consumo y determinar los caudales.
- Distribuir los caudales.
- Fijar los diámetros de las tuberías para los diferentes tramos de los circuitos. Es recomendable, cuando no se tiene experiencia, determinar

los mismos a través de la aplicación de la ecuación de Hazen & Williams, equiparando la pérdida de carga a la diferencia de altura entre cotas de cada nodo, aproximando el resultado al diámetro comercial más próximo o al diámetro mínimo que es de 2" para la red primaria.

- A través de la ecuación de Hazen & Williams, calcular la pérdida en cada tramo.
- Calcular la relación  $H_f/Q$  en cada tramo
- Efectuar las sumatorias
- Calcular el valor de corrección  $\Delta$  para cada tramo, la Organización Panamericana de la Salud recomienda que sea  $|\Delta| < 0,01 * Q_e$
- De no chequear el valor  $\Delta$  calcular el nuevo caudal.
- Iniciar una nueva iteración, es decir repetir los pasos indicados anteriormente, hasta que las correcciones sean inferiores al valor recomendado.
- Calcular los caudales finales.
- Calcular las pérdidas de carga finales.
- Determinar las presiones en la red.

#### **2.2.20. Cálculo hidráulico de red primaria**

A continuación se presenta el cálculo hidráulico realizado para este proyecto, el cual está basado en los parámetros establecidos en la Guía de Normas Sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del INFOM.

### 2.2.20.1. Caudal por nudo

Es el caudal que requiere traspasar la red primaria, para ser distribuida en la red secundaria, dicho caudal depende de la población en el área de influencia de cada nudo.

Para calcular este caudal se utilizó el método de densidad poblacional, este método considera la población por área de influencia en cada nudo. Para la aplicación de este método se debe definir la población en cada sector del área del proyecto.

El caudal por nudo será:

$$Q_i = Q_p * P_i$$

Donde el caudal unitario poblacional se calcula por:

$$Q_p = Q_t / P_t$$

Donde:

- $Q_p$  = caudal unitario poblacional (L/s/hab)
- $Q_t$  = caudal máximo horario para la totalidad de la población (l/s)
- $Q_i$  = caudal en nudo "i" (l/s)
- $P_t$  = población total del proyecto (hab)
- $P_i$  = población del área de influencia del nudo "i" (hab)

Tabla XIII. **Caudal por nudo**

<b>Nudo</b>	<b>Población área de influencia <math>P_i</math> (hab)</b>	<b>Caudal unitario poblacional <math>Q_p = Q_t/P_t</math> (l/s/hab)</b>	<b>Caudal por nudo <math>Q_i = Q_p * P_i</math> (l/s)</b>
A	520	0,00522	2,72
B	360	0,00522	1,88
C	460	0,00522	2,40
D	790	0,00522	4,13
E	245	0,00522	1,28
F	380	0,00522	1,99
G	440	0,00522	2,30
H	325	0,00522	1,70

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.20.2. Distribución de caudales

Esta se realiza para trasladar el caudal por medio de la tubería en todo el circuito, de tal manera el caudal trasladado logre cumplir la demanda de los distintos nudos.

Se puede realizar de dos maneras:

- Al tanteo: tomando en cuenta los criterios del diseñador y que el caudal distribuido sea capaz de abastecer todos los puntos de consumo.
- Si se desea un método más exacto se cuentan las viviendas a las que va a servir en cada tramo, de tal manera es el caudal que se desea trasladar para abastecer la demanda requerida por los puntos de consumo, se define:

$$Q_{\text{salida}} = Q_p * \text{Población}$$

Donde:

$Q_{\text{salida}}$  = caudal que se desea trasladada de un nudo a otro

$Q_p$  = caudal unitario poblacional (L/s/hab)

Población = población a la que se desea transportar el agua

La distribución de caudal se chequea al momento de realizar la sumatoria de caudales por nudo ( $\sum Q_e = \sum Q_s$ )

Tabla XIV. **Distribución de caudales**

<b>Tramo</b>	<b>Población</b>	<b>Qsalida (l/s)</b>
AB	180	0,94
AD	2 820	14,73
CB	180	0,94
CH	160	0,84
DC	800	4,18
DG	795	4,15
DE	435	2,27
EF	190	0,99
GF	190	0,99
GH	165	0,86

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.20.3. Diámetro propuesto

Se presenta el diámetro propuesto en cada tramo, el que se utilizará para el cálculo hidráulico será el diámetro interno.

Tabla XV. Diámetro propuesto

	Tramo	Cota terreno		DH (m)	Caudal (l/s)	Coeficiente (C)	Ø <sub>comercial</sub> (plg)	Ø <sub>interno</sub> (plg)
		Nodo 1	Nodo 2					
Circuito 1	AB	979,98	943,21	275,21	0,94	150	2	2,193
	BC	943,21	952,07	252,40	0,94	150	2	2,193
	CD	952,07	968,06	339,86	4,18	150	2,5	2,655
	DA	968,06	979,98	226,15	14,73	150	4	4,154
Circuito 2	DC	968,06	952,07	339,86	4,18	150	2,5	2,655
	CH	952,07	944,16	240,48	0,84	150	2	2,193
	HG	944,16	949,29	340,12	0,86	150	2	2,193
	GD	949,29	968,06	240,58	4,15	150	2	2,193
Circuito 3	DG	968,06	949,29	240,58	4,15	150	2	2,193
	GF	949,29	967,7	370,96	0,99	150	2	2,193
	FE	967,7	976,68	213,93	0,99	150	2	2,193
	ED	976,68	968,06	355,79	2,27	150	2	2,193

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.20.4. Cálculo de circuito por Hardy Cross

Se presenta el cálculo hidráulico de cada iteración realizada en los tres circuitos que conforma la red de agua potable.

Iteración 1:

Tabla XVI. **Cálculo de iteración 1**

	Tramo	Caudal propuesto (l/s)	Pérdidas de carga Hf (m)	Hf/Q
<b>Circuito 1</b>	A-B	0,94	0,8813	0,9372
	B-C	-0,94	-0,8082	0,8595
	C-D	-4,18	-6,7745	1,6210
	D-A	-14,73	-5,2418	0,3558
		$\Sigma$	-11,9432	3,7735

<b><math>\Delta</math></b>	1,7108
<b>Chequeo</b>	Realice otra iteración

<b>Circuito 2</b>	D-C	4,18	6,7745	1,6210
	C-H	0,84	0,6193	0,7409
	H-G	-0,86	-0,9272	1,0757
	G-D	-4,15	-12,0264	2,8957
		$\Sigma$	-5,5598	6,3332

<b><math>\Delta</math></b>	0,4745
<b>Chequeo</b>	Realice otra iteración

<b>Circuito 3</b>	D-G	4,15	12,0264	2,8957
	G-F	0,99	1,3129	1,3227
	F-E	-0,99	-0,7571	0,7628
	E-D	-2,27	-5,8290	2,5650
		$\Sigma$	6,7531	7,5462

<b><math>\Delta</math></b>	-0,4837
<b>Chequeo</b>	Realice otra iteración

Fuente: elaboración propia.

Iteración 2:

Tabla XVII. Cálculo de iteración 2

	DELTA $\Delta$	Q2 (l/s)	Hf2 (m)	Hf2/Q2
<b>Circuito 1</b>	1,7108	2,6512	5,9965	2,2618
	1,7108	0,7705	-0,5591	-0,7256
	1,2363	-2,9430	-3,5407	1,2031
	1,7108	-13,0212	-4,1716	0,3204
		$\Sigma$	-2,2749	3,0597

<b><math>\Delta</math></b>	0,4019
<b>Chequeo</b>	Realice otra iteración

<b>Circuito 2</b>	-1,2363	2,9430	3,5407	1,2031
	0,4745	1,3104	1,4228	1,0858
	0,4745	-0,3875	-0,2112	0,5451
	0,9583	-3,1949	-7,4026	2,3170
		$\Sigma$	-2,6502	5,1510

<b><math>\Delta</math></b>	0,27811292
<b>Chequeo</b>	Realice otra iteración

<b>Circuito 3</b>	-0,9583	3,1949	7,4026	2,3170
	-0,4837	0,5089	0,3814	0,7496
	-0,4837	-1,4763	-1,5781	1,0689
	-0,4837	-2,7562	-8,3300	3,0223
		$\Sigma$	-2,1242	7,1577

<b><math>\Delta</math></b>	0,1604
<b>Chequeo</b>	Chequea

Fuente: elaboración propia.

Iteración 3:

Tabla XVIII. Cálculo de iteración 3

	DELTA $\Delta$	Q3 (l/s)	Hf3 (m)	Hf3/Q3	$\Delta F$	Qf (l/s)	Hf (m)
Circuito 1	0,4019	3,0531	7,7857	2,5501	0,1152	3,1683	8,3381
	0,4019	1,1724	-1,2155	-1,0367	0,1152	1,2876	-1,4457
	0,1238	-2,8192	-3,2702	1,1600	-0,0652	-2,8844	-3,4114
	0,4019	-12,6193	-3,9365	0,3119	0,1152	-12,5040	-3,8703
		$\Sigma$	-0,6364	2,9853			

$\Delta$	0,1152
Chequeo	Chequea

Circuito 2	-0,1238	2,8192	3,2702	1,1600	0,0652	2,8844	3,4114
	0,2781	1,5885	2,0313	1,2788	0,1804	1,7689	2,4785
	0,2781	-0,1093	-0,0203	0,1860	0,1804	0,0710	-0,0092
	0,1177	-3,0772	-6,9060	2,2442	0,0888	-2,9884	-6,5419
		$\Sigma$	-1,6248	4,8689			

$\Delta$	0,180383703
Chequeo	Chequea

Circuito 3	-0,1177	3,0772	6,9060	2,2442	-0,0888	2,9884	6,5419
	0,1604	0,6693	0,6332	0,9461	0,0916	0,7609	0,8028
	0,1604	-1,3159	-1,2756	0,9694	0,0916	-1,2243	-1,1162
	0,1604	-2,5958	-7,4554	2,8721	0,0916	-2,5042	-6,9759
		$\Sigma$	-1,1918	7,0318			

$\Delta$	0,0916
Chequeo	Chequea

Fuente: elaboración propia.

En la tercera iteración, el valor de corrección ( $\Delta$ ) es menor al descrito en el procedimiento, se da por balanceado el sistema de abastecimiento de agua potable. Por consiguiente, se encontrarán las presiones y velocidades de los circuitos, utilizando la presión del punto A como entrada al sistema.

#### 2.2.20.5. Presiones y velocidades en nudos

Datos del tanque:

Longitud de línea de distribución	= 271,70 m
Diámetro de tubería	= 6"
Caudal de tubería	= 18,39 l/s
Cota tanque de almacenamiento	= 1000,10 m
Cota nudo A	= 979,98 m
Coefficiente de rugosidad	= 150

Pérdida en tramo de línea de distribución:

$$h_f = \frac{1743.811 * 271.70 * 18,39^{1,85}}{150^{1,85} * 6,115^{4,87}}$$

$$h_f = 1,44 \text{ m}$$

Presión dinámica de ingreso nudo A:

$$P_A = (1000,10 \text{ m} - 979,98 \text{ m}) - 1,44 \text{ m} =$$

$$P_A = 18,68 \text{ m.c.a}$$

Cálculo de presión estática:

$$P_{\text{estática}} = 1000,10 \text{ m} - 979,98 \text{ m.c.a}$$

$$P_{\text{estática}} = 20,12 \text{ m.c.a}$$

Cálculo de velocidad:

$$V = (1,974 * 18,39 \text{ l/s}) / (6,12^2)$$

$$V = 0,97 \text{ m/s}$$

A continuación se presentan, las presiones y velocidades de los nudos del circuito primario:

Tabla XIX. **Presiones**

	Nudo	Cota nudo (m)	Hf (m)	Cota piezométrica nudo	Presión dinámica (mca)	Velocidad (m/s)
Circuito 1	A	979,98	8,34	998,66	18,68	0,46
	B	943,21	-1,45	990,32	47,11	0,46
	C	952,07	-3,41	991,76	39,69	1,32
	D	968,06	-3,87	995,18	27,12	1,82
Circuito 2	D	968,06	3,41	995,18	27,12	1,32
	C	952,07	2,48	991,76	39,69	0,41
	H	944,16	-0,01	989,29	45,13	0,43
	G	949,29	-6,54	989,29	40,00	2,05
Circuito 3	D	968,06	6,54	995,84	27,78	2,05
	G	949,29	0,80	989,29	40,00	0,49
	F	967,70	-1,12	988,49	20,79	0,49
	E	976,68	-6,98	989,61	12,93	1,12

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.20.6. Conexiones prediales**

Obra que se prevé instalar en el inicio del predio donde se encuentra la vivienda y se compone de lo siguiente:

- Tubería de acometida: la que conecta la línea de distribución con los accesorios de la conexión predial, incluyendo una tee reductora de diámetro de línea de distribución a 1/2".
  
- Accesorios de las conexiones domiciliarias:
  - Válvula de paso
  - Válvula de chorro o válvula de bolsa, según se especifique en planos
  - Codo de hierro galvanizado de 1/2" a 90°
  - Copla de hierro galvanizado de 1/2"
  - Niple de hierro galvanizado de 1/2" x 0,30 m
  - Niple de hierro galvanizado de 1/2" x 1,50 m
  - Adaptadores macho
  - Soporte de concreto, fundido en el sitio de 0,05 x 0,30 x 0,30 m

### **2.2.21. Obras de arte**

Con este nombre se incluyen aquellas obras indispensables para el buen funcionamiento, protección y durabilidad del sistema de agua potable entre ellas están: válvulas de compuerta, válvulas de aire, válvulas de limpieza.

### **2.2.22. Válvulas**

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

Para este sistema de abastecimiento se colocarán válvulas de compuerta en los nudos de las mallas y en las conexiones de las tuberías secundarias.

Válvula de compuerta: las características principales de esta válvula de compuerta son: cierre del orificio con un disco vertical de cara plana que se desliza en ángulo recto sobre el asiento. Se utiliza para abrir o cerrar de forma total el flujo, no es utilizada para regular el caudal de agua y no debe de ser usada frecuentemente.

### **2.2.23. Presupuesto del proyecto**

El presupuesto se integró con base en precios unitarios. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en diferentes centros de distribución de la cabecera municipal, para el costo de la mano de obra calificada y no calificada se tomó referencia a los precios utilizados por la Municipalidad para este tipo de proyectos. El costo total del proyecto se obtuvo realizando la sumatoria de todos los costos totales por cada reglón de trabajo.

Tabla XX. Presupuesto

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P/U	Sub-total
1	Replanteo topográfico y trazo	6 117,32	MI	Q. 10,46	Q. 63 982,20
2	Tubería línea de distribución	253,93	MI	Q. 331,38	Q. 84 147,60
3	Tubería red primaria	2 814,50	MI	Q. 122,46	Q. 44 677,56
4	Tubería red secundaria	3 067,89	MI	Q. 115,83	Q. 55 358,50
5	Caja de operación de válvulas	19	U	Q. 1 442,20	Q. 27 401,80
6	Rotulo de estructura metálica	1,00	U	Q. 2 300,00	Q. 2 300,00
7	Herramientas (5%)	1,00	U	Q. 43 893,38	Q. 43 893,38
8	Acometida domiciliar	704,00	U	Q. 1 125,77	Q. 92 539,80
9	Reinstalación adoquín	6 500,00	M2	Q. 43,56	Q. 83 150,00
Total materiales y mano de obra					Q. 1 997 450,85
Costo directo del proyecto					Q. 1 997 450,85
Costo indirecto del proyecto					Q. 898 852,88
Costo total del proyecto					Q. 2 896 303,73

Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.24. Cronograma de ejecución física

El cronograma es el indicador que muestra la planificación en cuanto al tiempo de construcción en el desarrollo de las distintas etapas del proyecto. Este se realizó con rendimientos brindados por la Municipalidad de Zaragoza obtenidos de proyectos similares.

Tabla XXI. **Cronograma de ejecución**

No.	Descripción de los trabajos	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1	Replanteo topográfico y trazo	■	■										
2	Línea de distribución			■									
3	Instalación tubería red primaria				■	■	■	■					
4	Instalación tubería secundaria				■	■	■	■					
5	Caja de operación de válvulas						■	■	■				
6	Acometida domiciliar							■	■	■			
7	Reinstalación de adoquín									■	■	■	■

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.25. Programa de administración y mantenimiento

Para sostener y dar mantenimiento a un sistema de agua potable es necesario contar, básicamente, con recursos financieros, los cuales deben ser captados y administrados por un ente autorizado. Por lo que se propone el siguiente plan para el fortalecimiento administrativo y de mantenimiento.

#### 2.2.25.1. Fortalecimiento administrativo

Paralelamente a la realización de las obras civiles que se plantean para el mejoramiento del sistema de abastecimiento, debe existir un fortalecimiento en

la capacidad de gestión por parte del Departamento de Agua Municipal. Un paso importante para lo anterior, es la realización de un programa de labores necesarias para la conformación de una mejor administración del agua potable. Estas labores se muestran a continuación.

En lo administrativo:

- El organigrama de la administración municipal con la ubicación del Departamento de Agua
- Establecimiento del organigrama del Departamento de Agua Municipal
- Determinar las funciones que estarán a cargo del Departamento de Agua Municipal, aquí se incluye la forma cómo apoyará a las diferentes comunidades y comités del municipio en cualquier gestión del recurso de agua.
- Definición de las funciones que cada uno de los miembros de este departamento tenga a su cargo
- Realizar un estudio de viabilidad del Departamento de Agua, cuáles son sus costos e ingresos
- Descripción del manejo administrativo contable, como: facturación, cobros y software a la disposición del departamento
- Establecimiento del reglamento interno de trabajo, el manual de funciones y el manual de procedimientos
- Creación e implementación de un procedimiento de selección de personal
- Realización de planes anuales de compras, mantenimiento y capacitación
- Crear un registro constantemente revisado de proveedores y precios
- Cálculo anual del patrimonio

En lo comercial:

- Revisión y actualización del contrato del servicio
- Elaboración de procedimiento para atender solicitudes nuevas
- Elaboración de procedimientos para detección de usuarios clandestinos
- Un registro completo de usuarios y contadores, por cada zona
- Programa de revisión y calibración de contadores, así como el procedimiento para la sustitución de contadores en mal estado

En lo técnico operativo:

- Elaborar un plan maestro de agua potable y su actualización periódica
- Plan de obras e inversiones a cinco años, mínimo, de su realización
- Elaboración y/o actualización de los planos de las redes del sistema de abastecimiento de agua, los planos de las redes de captación y conducción, los planos de tanque de distribución.
- Elaboración de manuales de operación y mantenimiento
- Realizar un inventario de los equipos y herramientas para mantenimiento
- Elaboración de registro de daños
- Control de cantidad y calidad de las fuentes de agua, llevando un expediente sobre ello

Al finalizar estas labores se tendrá una visión más amplia de cómo se encuentran todos los recursos con que cuenta el Departamento de Agua Municipal y por consecuencia se tendrá el primer paso para una mejor administración y operación.

### **2.2.25.2. Programa de mantenimiento**

Un programa de mantenimiento es una programación que, por lo general se realiza para un periodo de un año que incluye la fecha de las diversas intervenciones que deben realizarse en todas las unidades de los diversos grupos, para dar cumplimiento a las normas de mantenimiento preventivo.

Hacer un plan de mantenimiento preventivo es indispensable, ya que debido al gran número de actividades que pueden ser necesarias realizar, no se pueden confiar a la memoria.

Para elaborar el programa de mantenimiento se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El número de instalaciones y equipo que hay que mantener y su clasificación de acuerdo a grupos
- De las normas de mantenimiento preventivo para las instalaciones y para el equipo según fabricantes, se debe obtener la frecuencia del mantenimiento preventivo.
- Multiplicar el número de unidades de cada grupo, por el número de intervenciones anuales que hay que realizar para obtener el número de intervenciones anuales por grupo
- En las normas de mantenimiento se especifica el detalle del trabajo a realizar, se puede obtener con base a la experiencia de los tiempos promedios de cada trabajo.
- Si se multiplica el número de intervenciones anuales por los tiempos promedios, se obtendrá el número aproximado de horas para cumplimiento del mantenimiento para cada grupo

- Con el número promedio de horas se puede obtener el número de trabajadores que se necesita para realizar el mantenimiento; en el caso que no se necesite mano de obra muy especializada

Las actividades mínimas de trabajo por grupos a tomar en cuenta son:

- Fuentes de agua subterránea

La extracción de agua de fuentes subterráneas requiere una operación más costosa y del cuidado especial del equipo que se utiliza para realizarla. El personal a cargo de este tipo de instalaciones deberá cuidarlas, revisando las válvulas instaladas y operándolas adecuadamente; inspeccionando tuberías para localizar fugas; antes de la operación deberá revisar los tableros, para detectar desperfectos eléctricos relacionados con la operación del equipo de bombeo; después de la puesta en marcha enfocará su atención a ruidos no comunes provenientes de la bomba, motor, ejes, etc.; el arranque y apagado deberá responder al horario asignado. Si el trabajo de los equipos es normal, deberá poner a funcionar el equipo de cloración.

- Tanques de distribución

El mantenimiento que se le da a los tanques de distribución consiste básicamente en el mantenimiento de su estructura y el mantenimiento de las condiciones higiénicas.

El primero consiste en el mantenimiento de las paredes (pintura y acabados), inspección y mantenimiento de sus sistemas de válvulas y sistema de rebalse. El segundo se refiere a la limpieza y desinfección del tanque de

distribución y la limpieza de los sistemas de administración de cloro desinfectantes

- Red de distribución

Se definirá como la sección de fontanería y se encargará de la distribución del agua proveniente de las diferentes fuentes de abastecimiento y del mantenimiento preventivo y correctivo de la red de distribución, así como de sus ampliaciones, previo estudio. Para ello contará con un supervisor que será responsable de la actividad realizada por los fontaneros. Cada fontanero tendrá a su cargo un sector y un horario que cumplir, siendo función de su superior, la de determinar si el agua es distribuida equitativamente por este.

La fontanería también se encargará de la reparación de fugas y de ser posible realizará actividades para evitar su presencia, sustituyendo partes de la red que por su estado, presentan altas probabilidades de escapes de agua.

- Control de contadores

Dados su importancia para el cobro, a que se someten a un funcionamiento continuo, las condiciones donde se encuentran, las trabas que causan las impurezas que trae el agua, el desgaste, el funcionamiento no adecuado y la pérdida de precisión con el uso, es necesario el mantenimiento preventivo y correctivo de los medidores, en caso contrario se presentarán inconvenientes, que, aunque son producto de su funcionamiento y condiciones en que lo efectúa, perjudican los objetivos para los cuales fueron instalados por el subsistema de medición.

Mantenimiento preventivo del contador: previene fallas para poder mantener el medidor en funcionamiento continuo, registrar con precisión los consumos hechos por el usuario, mantener en un nivel adecuado el rendimiento del aparato y evitar el deterioro prematuro. Este se lleva a cabo al someter a los medidores a revisiones periódicas para limpiarlos, revisarlos, comprobar su funcionamiento, cambiarles partes desgastadas, ajustarlos y calibrarlos para asegurar su precisión, que disminuye en función del tiempo y operación, manteniéndolos en el rango deseado bajo técnicas económicamente aceptables.

Mantenimiento correctivo del contador: es cuando se reparan las fallas, inmediatamente después de recibir la información sobre daño o parada del medidor, dada por los lectores, fontaneros, por los usuarios, etc.

Las fallas que se presentan con mayor frecuencia son: mal registro del consumo, vidrios rotos, fugas, obstrucciones y cualquier anomalía que dificulte establecer el consumo efectuado. Lo que procede aquí es retirar y reparar oportuna y rápidamente los medidores que no operen correctamente, así como las cajas de protección que estén en mal estado.

#### **2.2.26. Propuesta de tarifa**

El funcionamiento del sistema de agua potable tiene que ser autofinanciable. Por lo cual se tiene que hacer un estudio de pago de tarifa por consumo de agua, la tarifa deberá fijarse de manera que se consideren las necesidades inmediatas del presente, así como las que puedan presentarse en los próximos 5 o 10 años.

Los costos totales están constituidos por: administración, operación y mantenimiento.

Los costos, debido a la inflación, irán en aumento, de misma manera el crecimiento de usuarios será proporcionalmente anual, por lo que el costo se elaboró con base en los usuarios actuales.

Tabla XXII. **Propuesta de tarifa**

<b>Gastos anuales:</b>	
Costo personal	Q. 28 000,00
Costo energía eléctrica	Q. 240 000,00
Sistema de cloración	Q. 38 400,00
Reparación y gastos indirectos	Q. 18.000,00
<b>Costo anual</b>	<b>Q. 324.400,00</b>
<b>Costo mensual</b>	<b>Q. 27.033,33</b>
<b>Usuarios actuales</b>	<b>Q. 704,00</b>
<b>Costo mensual</b>	<b>Q. 38,40</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.27. Evaluación socioeconómica**

Se realiza para conocer la rentabilidad del proyecto o en el caso de la mayoría de proyectos que desarrollan las municipalidades se enfocan en la cantidad de beneficiados a atender; para esto se asume que el proyecto será financiado y la inversión no será recuperada.

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

El Valor Presente Neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El Valor Presente Neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión. Esta evaluación permite saber si el proyecto es rentable o no.

A continuación se muestra el costo inicial del proyecto, y el ingreso que generaría al proveer el servicio a los habitantes.

$$\text{Costo inicial} = \text{Q. } 2\,896\,303,73$$

La municipalidad cobra por un nuevo servicio de agua potable el valor de Q. 1 010,50.

$$\text{Ingreso inicial} = \text{Q. } 1\,010,50 * 704 = \text{Q. } 711\,392,00$$

Tabla XXIII. **Ingresos y egresos**

	<b>Ingresos mensuales</b>	<b>Egresos mensuales</b>	<b>Total anual</b>
<b>Gastos por operación del sistema</b>		Q. 27 033,33	Q. 324 400,00
<b>Ingreso por tarifa</b>	Q. 7 392,00		Q. 88 704,00

Fuente: elaboración propia.

Costo de operación y mantenimiento:

$$\text{VPN} = \text{CA} * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = \text{Q. } 324\,400 * \left( \frac{(1+0,10)^{20} - 1}{(0,10) * (1+0,10)^{20}} \right) = \text{Q. } 2\,761\,800,00$$

Ingreso tarifa poblacional:

$$VPN = IA * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = Q. 88 704 * \left( \frac{(1 + 0,10)^{20} - 1}{(0,10) * (1 + 0,10)^{20}} \right) = Q. 755 187,16$$

El Valor Presente Neto está dado por la sumatoria de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

$$VPN = Q. 755 187,16 - Q. 2 761 800,00$$

$$VPN = - Q. 2 006 612,84$$

Con la tarifa propuesta, el proyecto no podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el período de funcionamiento, por lo que la Municipalidad debe de sufragar ese déficit existente.

### **2.2.27.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)**

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 ello 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; para este tipo de inversión, en el municipio se realiza un análisis socioeconómico de costo/beneficio, el cual se determina de la siguiente manera:

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

$$\text{Costo} = \text{Q. } 2\,896\,303,73 - (-\text{Q. } 2\,006\,612,84)$$

$$\text{Costo} = \text{Q. } 4\,902\,916,57$$

$$\text{Beneficio} = \text{número de habitantes beneficiados (a futuro)}$$

$$\text{Costo/beneficio} = \text{Q. } 4\,902\,916,57 / 6620 \text{ hab} = \text{Q. } 740,62 / \text{habitante}$$

### **2.2.28. Evaluación de impacto ambiental**

- Fuente de agua:
  - Construcción:

Debido a que no se hace un movimiento de tierras considerable y que se afecta en un mínimo porcentaje el ambiente, no hay medidas de mitigación factibles a implementar.

- Operación:

En la operación no se utilizará ningún líquido contaminante. No se necesitan medidas de mitigación.

- Red de distribución:

- Construcción:

No se afecta seriamente el ambiente. No hay medida de mitigación aplicable.

- Operación:

Se recomienda mantener vigilancia periódica para evitar el desperdicio de agua.

#### **2.2.29. Elaboración de planos**

La elaboración de los planos se realizó con base en los datos obtenidos en el diseño hidráulico, estos se mostrarán completos en el apéndice C.



## CONCLUSIONES

1. El alcantarillado sanitario se diseñó para un período de vida de 30 años y el sistema de agua potable para 20 años.
2. El alcantarillado sanitario evitará la transmisión de enfermedades gastrointestinales, causadas por las escorrentías de agua residual que fluyen superficialmente a flor de tierra. Contribuye también, al ornato y evita la proliferación de insectos y la contaminación del medio ambiente.
3. La construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona 1 de Zaragoza, Chimaltenango, contribuirá a satisfacer las necesidades básicas de los pobladores, elevando el nivel y calidad de vida, por cuanto tendrán un servicio en cantidad suficiente con la calidad recomendada.
4. La inversión realizada a la hora de ejecución no es recuperable para ambos proyectos, ya que este tipo de proyectos es de carácter social, la Municipalidad asumirá los costos del mismo para la construcción.
5. Los costos de operación y mantenimiento mensuales no son cubiertos con el costo que pagan actualmente los pobladores, por lo que la Municipalidad deberá subsidiar parte del costo, ya que son necesidades básicas cuya satisfacción requiere la población.

6. Después de realizar la evaluación de impacto ambiental inicial de ambos proyectos, se considera que ninguno afectará de manera significativa el ecosistema que les rodea, siempre y cuando se realicen los procedimientos adecuados en su construcción.
  
7. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es una etapa importante para el desarrollo del estudiante de ingeniería civil, ya que a través de esta etapa, se aplican conocimientos adquiridos durante la etapa de estudio y se adquiere experiencia en campo. Esto conlleva a adquirir un mayor conocimiento y experiencia, así a como formar un criterio adecuado para la solución de problemas en proyectos, situaciones reales y, por sobre todo, a colaborar con el desarrollo en las comunidades necesitadas.

## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Zaragoza:

1. Implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de alcantarillado sanitario y del sistema de agua potable por parte de la Municipalidad.
2. Para que ambos proyectos brinden y proporcionen los resultados esperados, es importante que las especificaciones contenidas en los planos se cumplan a cabalidad, además, nunca variar los materiales y la calidad de los mismos.
3. Concientizar a los habitantes de la aldea Potrerillos sobre el uso adecuado del alcantarillado sanitario, haciéndoles conciencia de no tirar basura en el sistema (tubería, pozos) y no conectar el agua pluvial, así evitar problemáticas para la comunidad y problemas económicos para su reparación a la Municipalidad
4. Educar a la población del casco urbano de Zaragoza, principalmente de la zona 1 donde se ejecutará el proyecto, sobre el uso adecuado del agua, ya que su costo para la distribución representa un gasto muy grande, a la Municipalidad, así se evita más costos y desperdicio innecesario del agua.

5. Es importante que la Municipalidad mantenga un control para garantizar la potabilidad del agua del sistema de abastecimiento, utilizando un tratamiento de desinfección bacteriológica, mediante cloro, así, se evitarán enfermedades gastrointestinales en la población.
  
6. Actualizar los costos unitarios de cada renglón de trabajo de los proyectos, previo a la contratación de una empresa para su ejecución, ya que están sujetos a variar debido a factores económicos y de inflación en los precios de materiales, mano de obra, maquinaria y servicios profesionales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR CHURUMÍA, Lester Antonio. *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para el área urbana del municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2004. 90 p.
2. ÁVILA GÓMEZ, Arnoldo. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el parcelamiento el Wiscoyol I, y puente vehicular en la aldea puerto viejo, municipio de puerto de Iztapa, departamento de Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2010. 40 p.
3. GONZÁLEZ LÓPEZ, Ricardo Manuel. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia San Carlos Canadá y Mercado Municipal # 3, Escuintla, Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2014. 47 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, UNEPAR. 2011. 63 p.

5. IRUNGARAY, Williams Saul. *Estudio y diseño de la red de agua potable y drenaje sanitario de la colonia la Promesa, municipio de la Democracia, Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2005. 106 p.
  
6. QUIJADA SAGASTUME, José Gilberto. *Diseño de la red de alcantarillado sanitario de las aldeas El Ingeniero y Petapilla del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 151 p.
  
7. Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia. *Plan de desarrollo Zaragoza, Chimaltenango*. Guatemala: SEGEPLAN 2012. 100 p.

## **APÉNDICES**

- Apéndice A Resultado de ensayos de laboratorio
- Apéndice B Resumen de cálculos hidráulico
- Apéndice C Planos constructivos

## Apéndice A Resultado de ensayos de laboratorio

### Análisis físico químico sanitario

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO			
O.T. No. 33 642		INF. No. 25-837			
INTERESADO: <u>LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ, CARNÉ No. 200715041</u>	PROYECTO: <u>EPS: "SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 1, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO"</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>			
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-09-01; 10 h 45 min.</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2014-09-02; 10 h 30 min.</u>			
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Zaragoza</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>				
FUENTE: <u>Pozo Pachoj</u>	MUNICIPIO: <u>Zaragoza</u>				
DEPARTAMENTO: <u>Chimaltenango</u>					
RESULTADOS					
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: <u>-.-° C</u> (En el momento de recolección)			
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>165,60 µmhos/cm</u>			
3. TURBIEDAD: <u>00,54 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,41 unidades</u>				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,04	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	07,50	11. SOLIDOS TOTALES	109,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,000	7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )	00,21	12. SOLIDOS VOLÁTILES	06,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	04,10	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	02,00	13. SOLIDOS FIJOS	103,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,007	10. DUREZA TOTAL	58,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	88,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	78,00	78,00		
OTRAS DETERMINACIONES _____					
<b>OBSERVACIONES:</b> Desde el punto de la vista físico químico sanitario: Las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29 001.					
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21 <sup>ST</sup> EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NTG 29 001 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.					
Guatemala, 2014-09-18					
 Vo.Bo. Inga. Telma Marcela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC		 ZENON MUCH SANTOS Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria			
FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC— Edificio T-5, Ciudad Universitaria: zona 12 teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://cii.usac.edu.gt					

## Examen bacteriológico



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

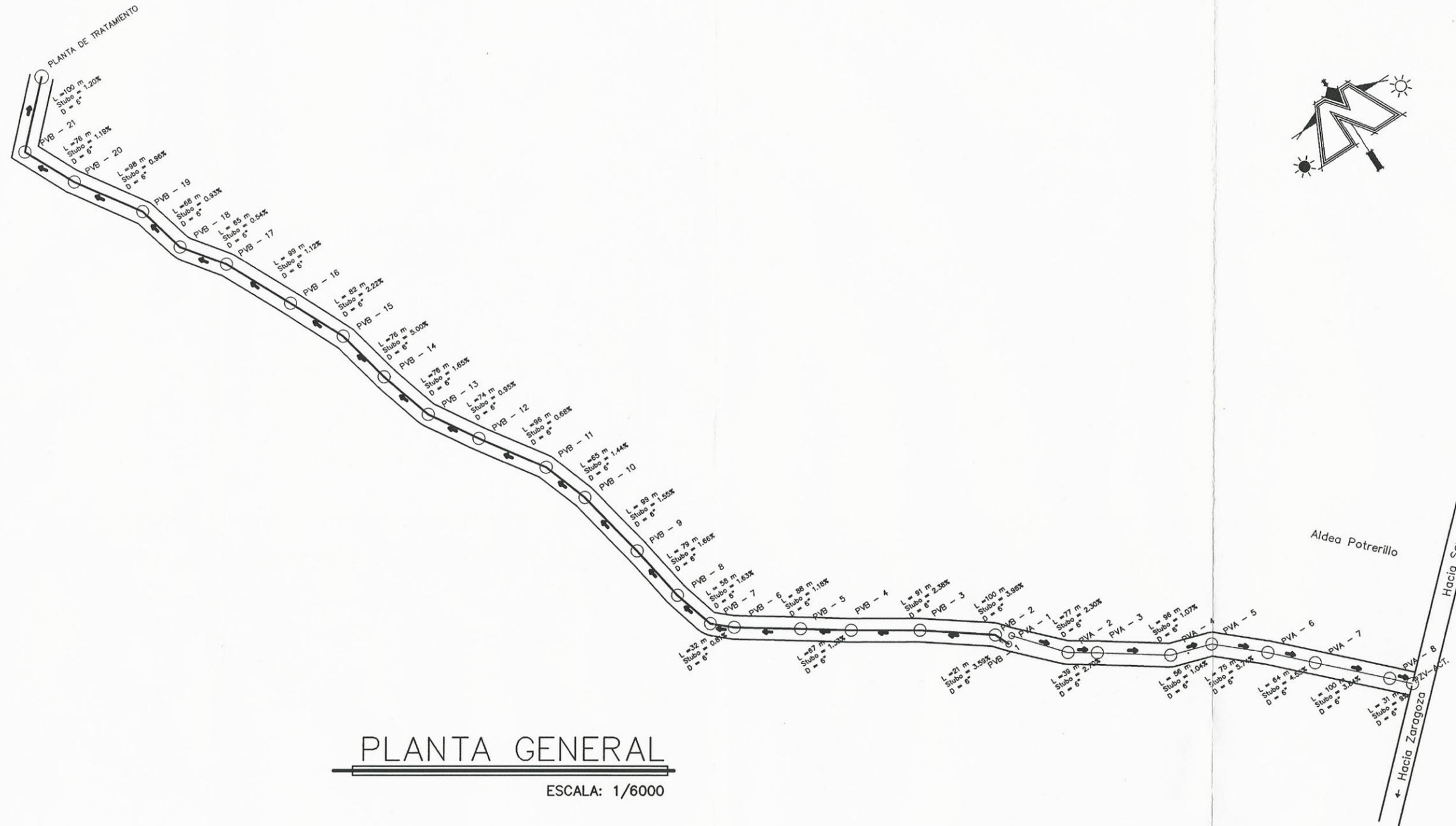


EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 33 642		Nov. 21 2014 358529	
INTERESADO	LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ (CARNÉ No. 200715041)	PROYECTO:	EPS" SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA I. ZARAGOZA, CHIMALTENANGO"
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERIA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Zaragoza	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2014-09-01: 10 h45 min.
FUENTE:	Pozo Pachoj	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2014-09-02: 10 h 30 min.
MUNICIPIO:	Zaragoza	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Sin refrigeración
DEPARTAMENTO:	Chimaltenango		
SABOR:	----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO:	Clara	CLORO RESIDUAL	---
OLOR:	Inodora		
INVESTIGACIÓN DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	---+++	+++	---
01,00 cm <sup>3</sup>	----+	+	-
00,10 cm <sup>3</sup>	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		11	< 2
<b>TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.</b>			
<b>OBSERVACIONES:</b> Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001			
Guatemala, 2014-09-18			
Vo.Bo.	 <b>Inga. Telma Maricela Caño Morales</b> <b>DIRECTORA CII/USAC</b>	 <b>ZENESMUCH SANTOS</b> <b>Ing. Químico Col. No. 420</b> <b>M. Sc. en Ingeniería Sanitaria</b>	 CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO UNIFICADO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA "DRA. ALBA TABARINI MOLINA" USAC GUATEMALA



**Apéndice B Resumen de cálculos hidráulico**

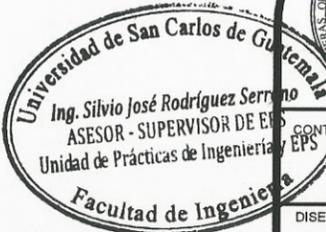
Pozo de visita		Cota terreno		Longitud	Habitantes a servir		Caudal Sanitario		Factor caudal medio		f <sub>qm</sub> A UTILIZAR	Factor Harmond		Caudal de diseño (l/s)		Diámetro	%Stubo	Sección llena		q/Q	v/V	d/D	Tirante (%)	v (m/s)	Chequeos		Cota invert		Altura pozo de visita	Ancho de Zanja (m)	Excavación (m3)	Relleno (m3)
De PV	A PV	Inicial	Final		Actual	Futuro	Actual	Futuro	f <sub>qm</sub> actual	f <sub>qm</sub> futuro		Actual	Futuro	Q <sub>dis</sub> Actual	Q <sub>dis</sub> Futuro			plg	V (m/s)						Q (m/s)	Futuro	Futuro	Futuro				
<b>TRAMO 1</b>																																
1	2	111,53	109,71	77,33	40	134	0,149	0,358	0,004	0,003	0,003	4,33	4,21	0,52	1,69	6	2,3	1,72	31,32	0,05	0,53	0,16	0,16	0,91	CHEQUEA	CHEQUEA	0,00	110,33	1,20	0,90	84,87	82,10
2	3	109,71	108,64	38,98	60	200	0,193	0,504	0,003	0,003	0,003	4,30	4,15	0,77	2,49	6	2,7	1,86	33,94	0,07	0,58	0,18	0,18	1,09	CHEQUEA	CHEQUEA	108,55	108,52	1,20	0,90	42,78	40,74
3	4	108,64	107,58	95,70	70	233	0,216	0,578	0,003	0,002	0,003	4,28	4,12	0,90	2,88	6	1,07	1,17	21,36	0,13	0,70	0,25	0,25	0,82	CHEQUEA	CHEQUEA	107,46	107,43	1,20	0,90	103,66	100,59
4	5	107,58	108,27	56,07	95	317	0,271	0,764	0,003	0,002	0,003	4,25	4,07	1,21	3,87	6	1,04	1,15	21,06	0,18	0,76	0,29	0,29	0,88	CHEQUEA	CHEQUEA	106,41	106,38	1,20	0,90	61,12	58,78
5	6	108,27	103,94	74,96	125	416	0,338	0,984	0,003	0,002	0,003	4,22	4,01	1,58	5,01	6	5,74	2,71	49,48	0,10	0,64	0,21	0,21	1,74	CHEQUEA	CHEQUEA	105,80	105,77	2,50	0,90	170,74	166,57
6	7	103,94	100,98	64,23	135	450	0,360	1,060	0,003	0,002	0,003	4,21	4,00	1,70	5,40	6	4,55	2,42	44,06	0,12	0,68	0,24	0,24	1,64	CHEQUEA	CHEQUEA	101,46	101,43	2,50	0,90	146,63	142,66
7	8	100,98	97,11	99,88	155	516	0,404	1,207	0,003	0,002	0,003	4,19	3,97	1,95	6,14	6	3,84	2,22	40,47	0,15	0,72	0,26	0,26	1,60	CHEQUEA	CHEQUEA	98,51	98,48	2,50	0,90	226,13	221,51
8	9	97,11	94,03	30,89	170	566	0,438	1,318	0,003	0,002	0,003	4,17	3,95	2,13	6,70	6	9	3,40	61,96	0,11	0,65	0,22	0,22	2,22	CHEQUEA	CHEQUEA	94,65	94,62	2,50	0,90	71,79	68,43
<b>TRAMO 2</b>																																
1B	2B	111,53	110,73	21,31	30	100	0,127	0,282	0,004	0,003	0,003	4,35	4,24	0,39	1,27	6	3,59	2,15	39,13	0,03	0,46	0,12	0,12	0,98	CHEQUEA	CHEQUEA	0,00	110,33	1,20	0,90	24,37	22,62
2B	3B	110,73	106,72	99,98	50	167	0,182	0,442	0,004	0,003	0,003	4,31	4,18	0,65	2,09	6	3,98	2,26	41,20	0,05	0,52	0,15	0,15	1,18	CHEQUEA	CHEQUEA	109,56	109,53	1,20	0,90	108,31	105,16
3B	4B	106,72	104,53	90,90	65	217	0,206	0,544	0,003	0,003	0,003	4,29	4,13	0,84	2,69	6	2,38	1,75	31,86	0,08	0,61	0,20	0,20	1,06	CHEQUEA	CHEQUEA	105,55	105,52	1,20	0,90	98,52	95,53
4B	5B	104,53	103,61	66,85	70	233	0,389	0,751	0,006	0,003	0,003	4,28	4,12	0,90	2,88	6	1,33	1,31	23,82	0,12	0,67	0,23	0,23	0,88	CHEQUEA	CHEQUEA	103,36	103,33	1,20	0,90	72,52	69,98
5B	6B	103,61	102,54	88,44	75	250	0,227	0,616	0,003	0,002	0,003	4,28	4,11	0,96	3,08	6	1,18	1,23	22,44	0,14	0,70	0,25	0,25	0,86	CHEQUEA	CHEQUEA	102,44	102,41	1,20	0,90	95,44	92,50
6B	7B	102,54	102,54	32,18	90	300	0,260	0,727	0,003	0,002	0,003	4,26	4,08	1,15	3,67	6	0,81	1,02	18,59	0,20	0,78	0,30	0,30	0,79	CHEQUEA	CHEQUEA	101,36	101,33	1,20	0,90	35,71	33,80
7B	8B	102,54	101,58	57,76	105	350	0,293	0,838	0,003	0,002	0,003	4,24	4,05	1,33	4,25	6	1,63	1,45	26,37	0,16	0,73	0,27	0,27	1,06	CHEQUEA	CHEQUEA	101,07	101,04	1,50	0,90	78,74	76,02
8B	9B	101,58	100,24	78,52	125	416	0,338	0,984	0,003	0,002	0,003	4,22	4,01	1,58	5,01	6	1,66	1,46	26,61	0,19	0,77	0,29	0,29	1,12	CHEQUEA	CHEQUEA	100,10	100,07	1,50	0,90	106,90	103,80
9B	10B	100,24	98,68	98,82	185	616	0,506	1,464	0,003	0,002	0,003	4,16	3,93	2,31	7,26	6	1,55	1,41	25,71	0,28	0,86	0,36	0,36	1,21	CHEQUEA	CHEQUEA	98,77	98,74	1,50	0,90	134,15	130,68
10B	11B	98,68	97,71	65,49	205	683	0,516	1,578	0,003	0,002	0,003	4,14	3,90	2,55	7,99	6	1,44	1,36	24,78	0,32	0,89	0,39	0,39	1,21	CHEQUEA	CHEQUEA	97,21	97,18	1,50	0,90	89,27	86,41
11B	12B	97,71	97,02	96,22	240	799	0,593	1,836	0,002	0,002	0,003	4,12	3,86	2,97	9,25	6	0,68	0,93	17,03	0,54	1,02	0,53	0,53	0,95	CHEQUEA	CHEQUEA	96,23	96,20	1,50	0,90	130,47	127,05
12B	13B	97,02	97,28	73,99	270	899	0,660	2,058	0,002	0,002	0,003	4,10	3,83	3,32	10,33	6	0,95	1,10	20,13	0,51	1,01	0,51	0,51	1,11	CHEQUEA	CHEQUEA	95,55	95,52	1,50	0,90	100,53	97,52
13B	14B	97,28	96,00	75,81	290	966	0,704	2,207	0,002	0,002	0,003	4,08	3,81	3,55	11,04	6	1,65	1,45	26,53	0,42	0,95	0,45	0,45	1,39	CHEQUEA	CHEQUEA	94,82	94,79	2,50	0,90	172,11	167,94
14B	15B	96,00	92,18	75,81	335	1115	0,804	2,538	0,002	0,002	0,003	4,06	3,77	4,08	12,61	6	5	2,53	46,18	0,27	0,85	0,36	0,36	2,16	CHEQUEA	CHEQUEA	93,54	93,51	2,50	0,90	172,17	168,00
15B	16B	92,18	90,33	82,30	355	1182	0,849	2,687	0,002	0,002	0,003	4,05	3,75	4,31	13,30	6	2,22	1,69	30,77	0,43	0,96	0,46	0,46	1,62	CHEQUEA	CHEQUEA	89,72	89,69	2,50	0,90	186,63	182,33
16B	17B	90,33	89,68	99,49	365	1215	0,871	2,760	0,002	0,002	0,003	4,04	3,74	4,42	13,65	6	1,12	1,20	21,86	0,62	1,05	0,57	0,57	1,26	CHEQUEA	CHEQUEA	87,86	87,83	2,50	0,90	225,49	220,88
17B	18B	89,68	89,31	64,54	375	1248	0,893	2,833	0,002	0,002	0,003	4,04	3,74	4,54	13,99	6	0,54	0,83	15,18	0,92	1,13	0,76	0,75	0,94	CHEQUEA	CHEQUEA	86,71	86,68	3,00	0,90	176,52	171,99
18B	19B	89,31	88,64	68,29	380	1265	0,904	2,871	0,002	0,002	0,003	4,03	3,73	4,60	14,16	6	0,93	1,09	19,92	0,71	1,09	0,62	0,62	1,18	CHEQUEA	CHEQUEA	86,34	86,31	3,00	0,90	186,87	182,26
19B	20B	88,64	87,67	97,55	385	1282	0,916	2,909	0,002	0,002	0,003	4,03	3,73	4,65	14,34	6	0,96	1,11	20,24	0,71	1,08	0,62	0,62	1,20	CHEQUEA	CHEQUEA	85,67	85,64	3,00	0,90	265,32	260,19
20B	21B	87,67	86,74	75,84	420	1398	0,993	3,167	0,002	0,002	0,003	4,01	3,70	5,06	15,52	6	1,19	1,24	22,53	0,69	1,08	0,61	0,61	1,33	CHEQUEA	CHEQUEA	84,70	84,67	3,00	0,90	206,98	202,24
21B	PT	86,74	87,00	99,79	420	1398	0,993	3,167	0,002	0,002	0,003	4,01	3,70	5,06	15,52	6	1,2	1,24	22,62	0,69	1,08	0,61	0,61	1,34	CHEQUEA	CHEQUEA	83,77	83,74	3,00	0,90	271,25	266,07



## PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/6000

No.	DESCRIPCIÓN
1	PLANTA GENERAL
2	DENSIDAD DE POBALCIÓN Y LIBRETA TOPOGRÁFICA
3	PLANTA PERFIL TRAMO A PZVA-1 A PZVA-9
4	PLANTA PERFIL TRAMO B PZVB-1 A PZVB-9
5	PLANTA PERFIL TRAMO B PZVB-9 A PZVB-15
6	PLANTA PERFIL TRAMO B PZVB-15 A PLANTA DE TRATAMIENTO
7	DETALLES POZO DE VISITA
8	DETALLES CONEXIONES



Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería  
Facultad de Ingeniería

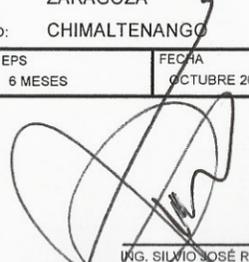
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA

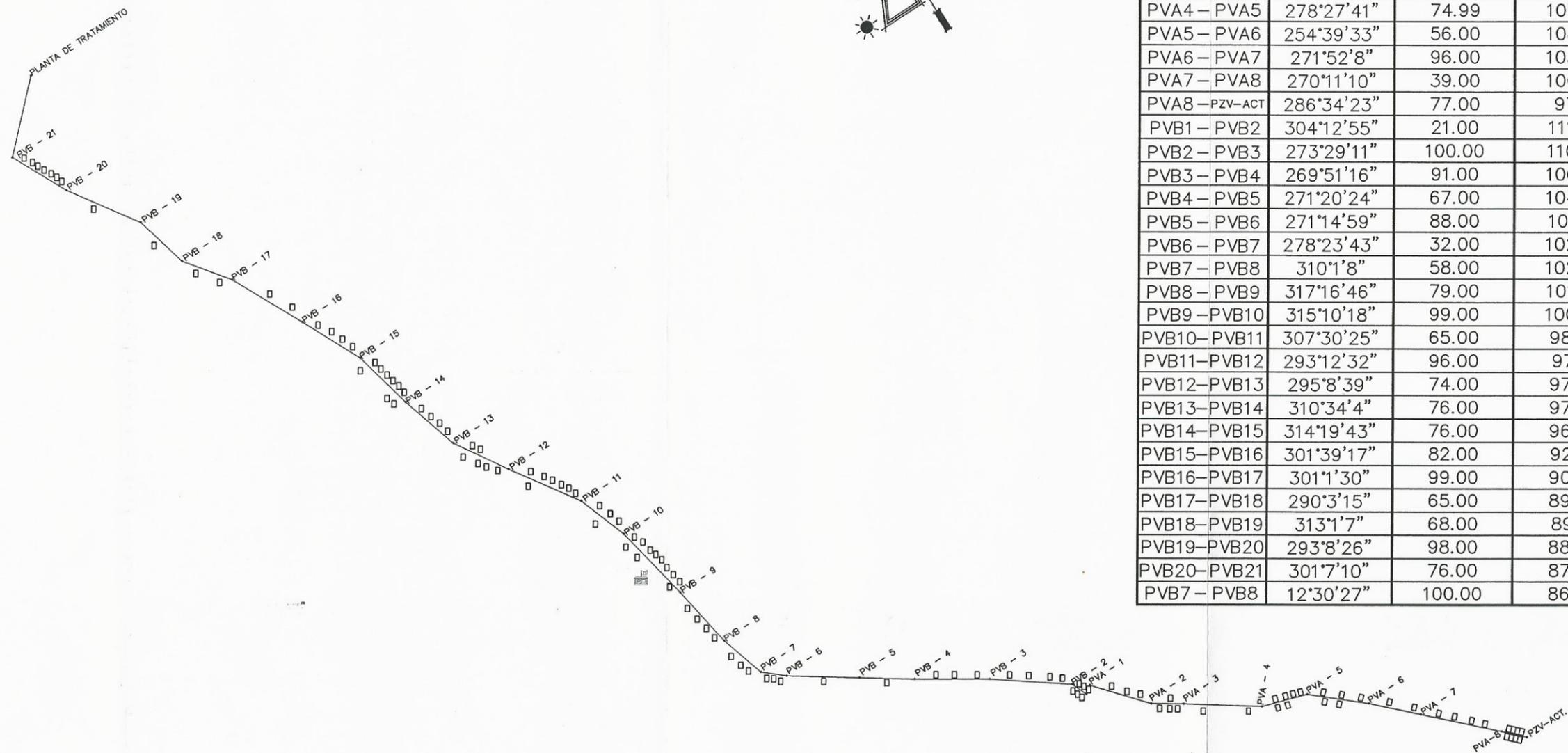
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA POTRERILLOS, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

UBICACIÓN: ALDEA POTRERILLOS

MUNICIPIO: ZARAGOZA

DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO

CONTENIDO	PLANTA GENERAL	EPS	6 MESES	FECHA	OCTUBRE 2014	ESCALA	INDICADA
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	No. HOJA	 <p>ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)</p>					
CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	1 / 8						
DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ							



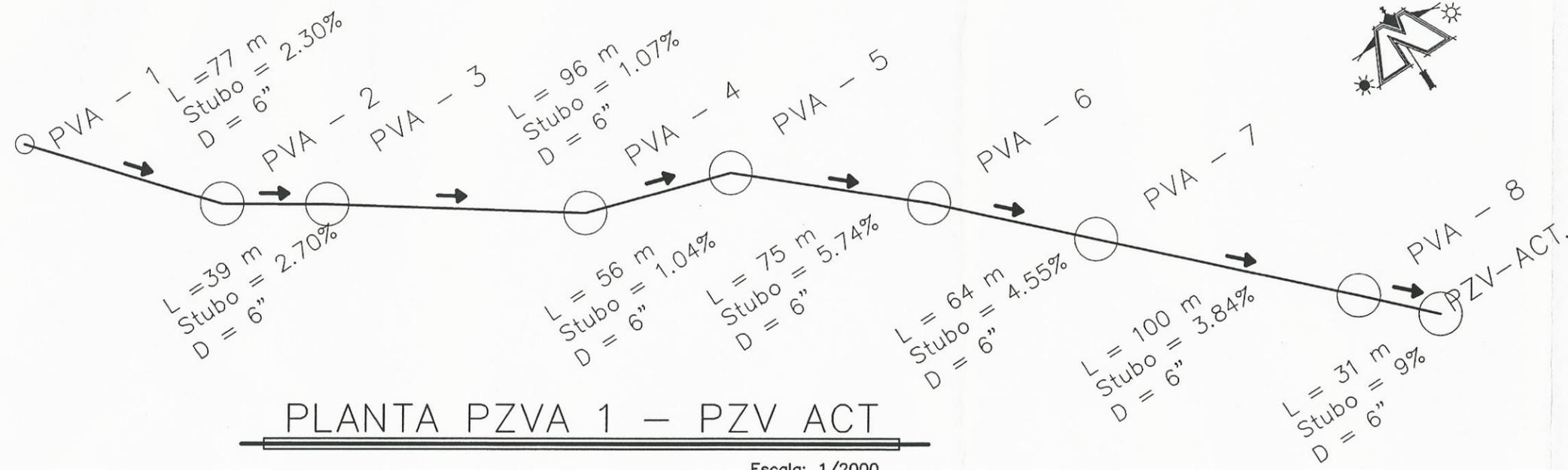
EST - PO	AZIMUT	DIST. EN m.	COTA
PVA1 - PVA2	282°35'10"	31.00	111.53
PVA2 - PVA3	281°50'23"	100.00	109.71
PVA3 - PVA4	281°44'16"	64.00	108.64
PVA4 - PVA5	278°27'41"	74.99	107.58
PVA5 - PVA6	254°39'33"	56.00	108.27
PVA6 - PVA7	271°52'8"	96.00	103.94
PVA7 - PVA8	270°11'10"	39.00	100.98
PVA8 - PZV-ACT	286°34'23"	77.00	97.11
PVB1 - PVB2	304°12'55"	21.00	111.53
PVB2 - PVB3	273°29'11"	100.00	110.73
PVB3 - PVB4	269°51'16"	91.00	106.72
PVB4 - PVB5	271°20'24"	67.00	104.53
PVB5 - PVB6	271°14'59"	88.00	103.61
PVB6 - PVB7	278°23'43"	32.00	102.54
PVB7 - PVB8	310°1'8"	58.00	102.54
PVB8 - PVB9	317°16'46"	79.00	101.58
PVB9 - PVB10	315°10'18"	99.00	100.24
PVB10 - PVB11	307°30'25"	65.00	98.68
PVB11 - PVB12	293°12'32"	96.00	97.71
PVB12 - PVB13	295°8'39"	74.00	97.02
PVB13 - PVB14	310°34'4"	76.00	97.28
PVB14 - PVB15	314°19'43"	76.00	96.00
PVB15 - PVB16	301°39'17"	82.00	92.18
PVB16 - PVB17	301°1'30"	99.00	90.33
PVB17 - PVB18	290°3'15"	65.00	89.68
PVB18 - PVB19	313°1'7"	68.00	89.31
PVB19 - PVB20	293°8'26"	98.00	88.64
PVB20 - PVB21	301°7'10"	76.00	87.67
PVB7 - PVB8	12°30'27"	100.00	86.74

# PLANTA DENSIDAD DE POBLACIÓN

ESCALA: 1/6000



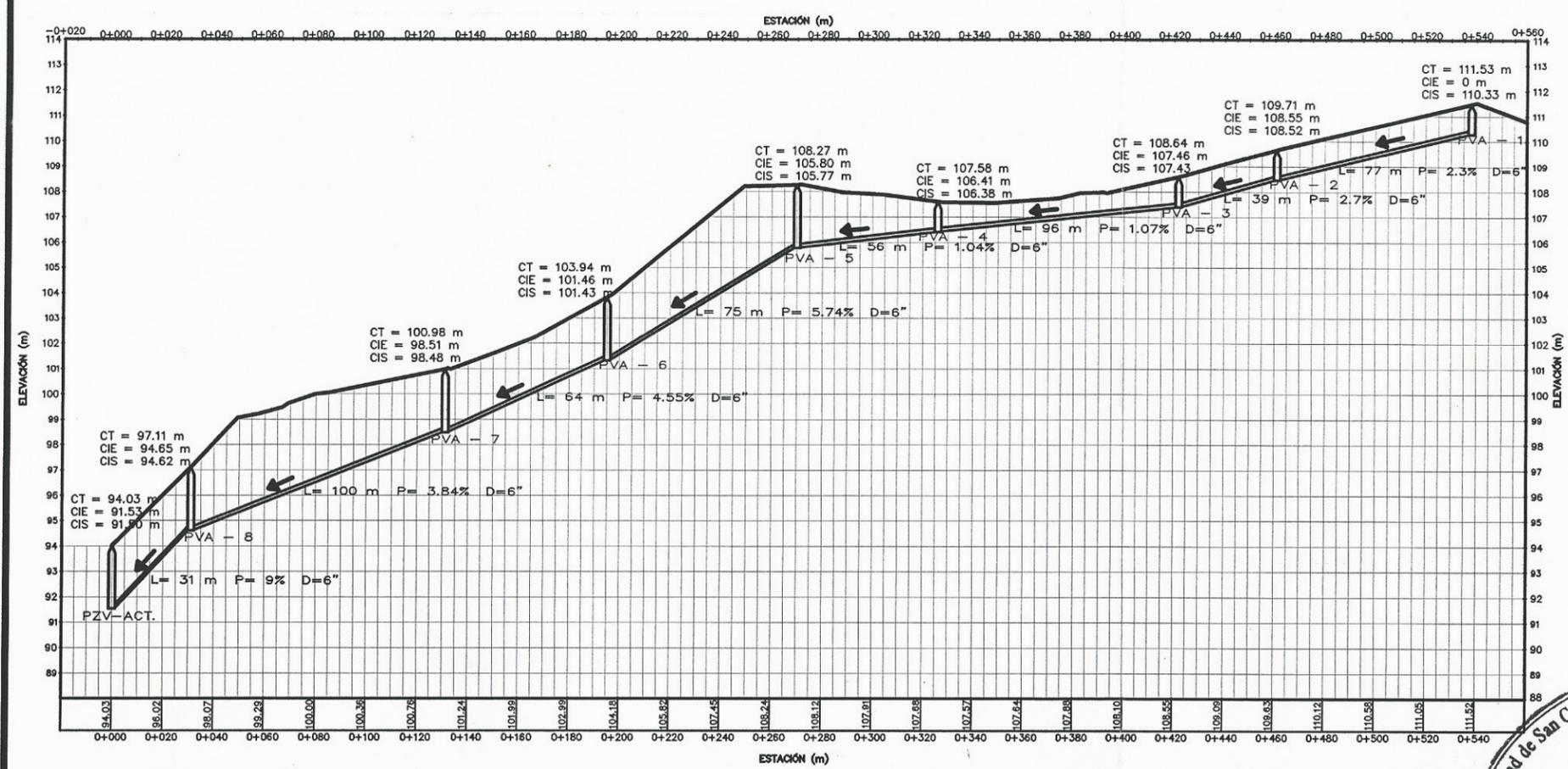
		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA POTRERILLOS, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO	
UBICACIÓN: ALDEA POTRERILLOS		MUNICIPIO: ZARAGOZA	
DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO		FECHA: OCTUBRE 2014	
CONTENIDO: PLANTA DENSIDAD DE POBLACIÓN		EPS: 6 MESES	ESCALA: INDICADA
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	Nº. HOJA: 2/8		
CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ		
		ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)	



## PLANTA PZVA 1 – PZV ACT

Escala: 1/2000

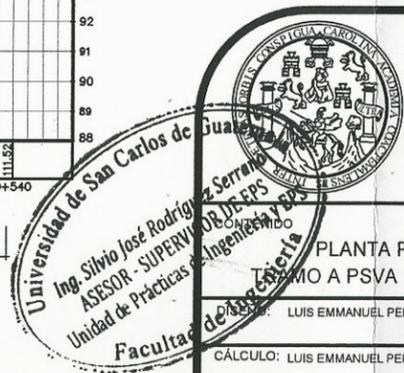
SIMBOLOGÍA	
LÍNEA DE CONDUCCIÓN	—
TUBERÍA PVC,	==
DIRECCIÓN DEL FLUJO	→
POZO DE VISITA	PV ○
ESTACIÓN	PZV
LONGITUD	L
PENDIENTE	P
DIÁMETRO	D
COTA INVERT ENTRADA	CIE
COTA INVERT SALIDA	CIS



7 TUBOS | 18 TUBOS | 12 TUBOS | 15 TUBOS | 10 TUBOS | 17 TUBOS | 7 TUBOS | 14 TUBOS

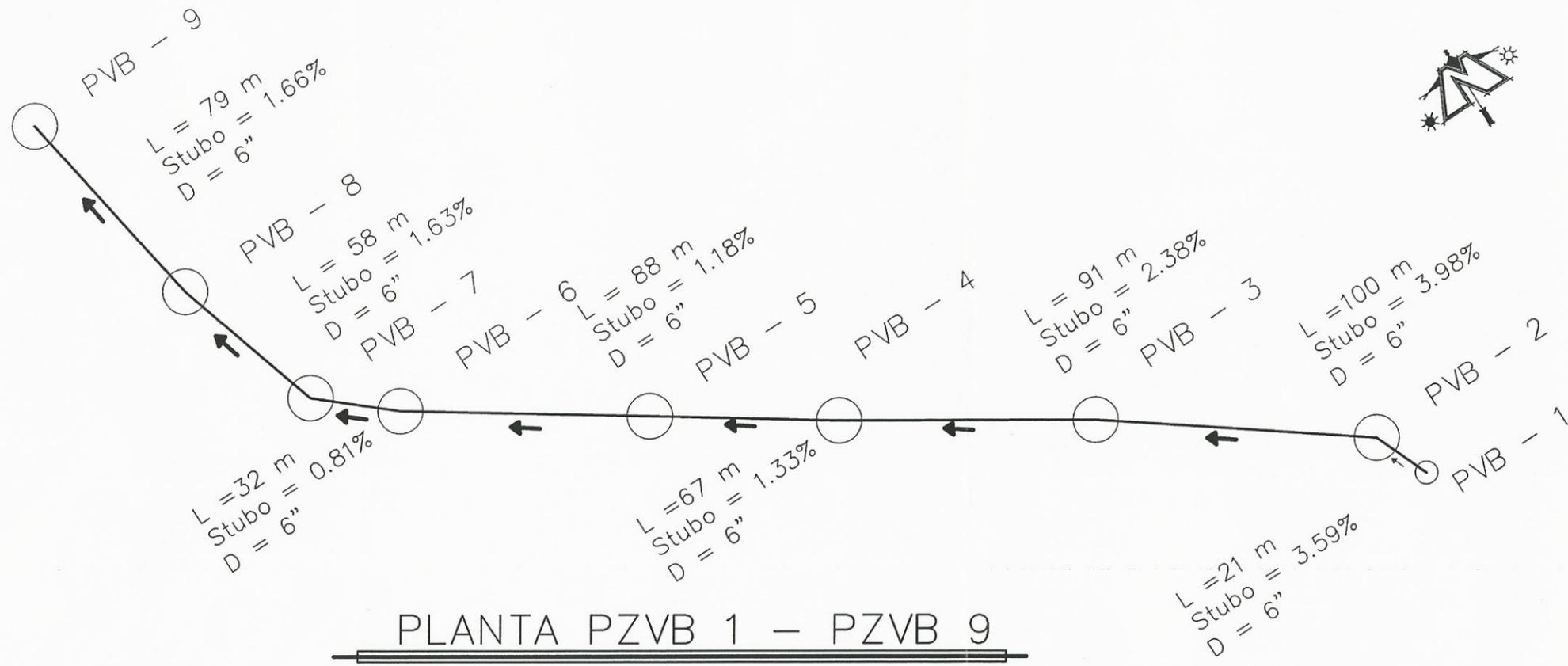
## PERFIL PZVA 1 – PZV ACT

ESCALA: Horizontal: 1/2400  
Vertical: 1/240



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA POTRERILLOS, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO	
UBICACIÓN	ALDEA POTRERILLOS
MUNICIPIO:	ZARAGOZA
DEPARTAMENTO:	CHIMALTENANGO

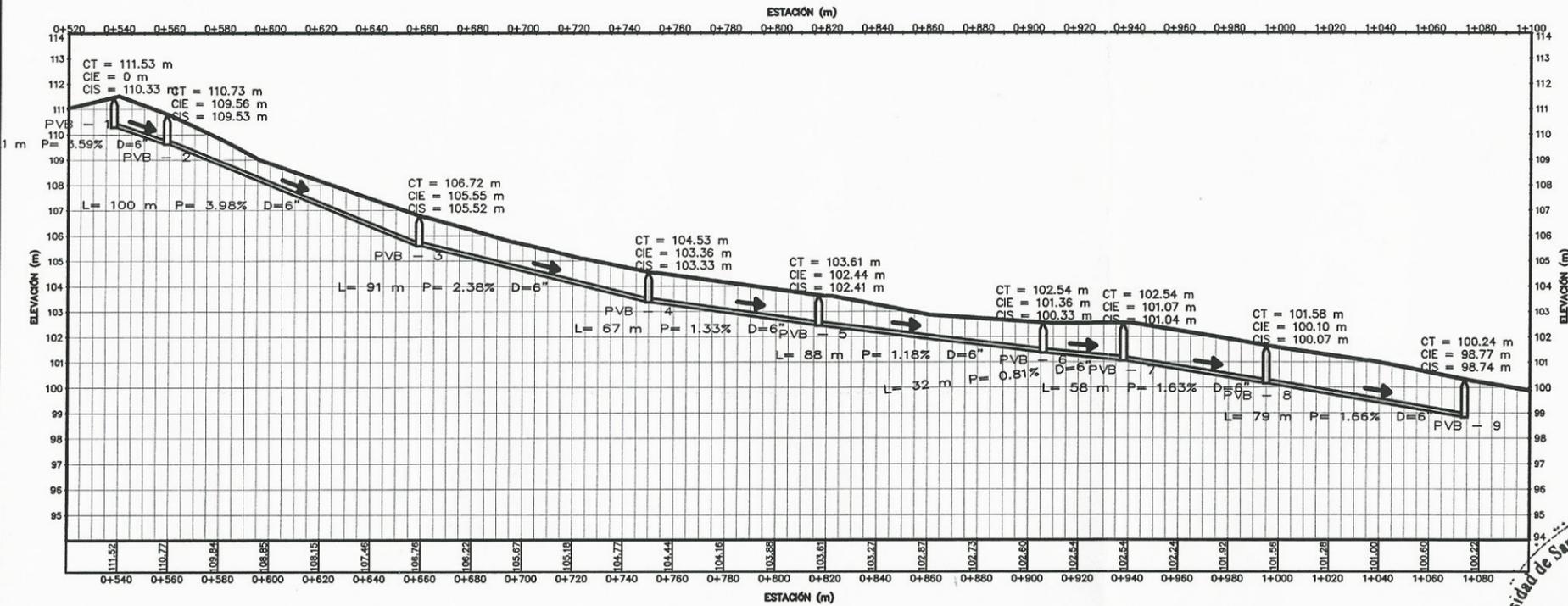
EPS	6 MESES	FECHA	OCTUBRE 2014	ESCALA	INDICADA
PLANTA PERFIL TÍTULO A PSVA 1 - PZV ACT					
ELABORADO:	LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	No. HOJA	3 / 8		
CÁLCULO:	LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ				
DIBUJO:	LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)			



PLANTA PZVB 1 - PZVB 9

Escala: 1/2000

SIMBOLOGÍA	
LÍNEA DE CONDUCCIÓN	—
TUBERÍA PVC,	==
DIRECCIÓN DEL FLUJO	→
POZO DE VISITA	PV ○
ESTACIÓN	PZV
LONGITUD	L
PENDIENTE	P
DIÁMETRO	D
COTA INVERT ENTRADA	CIE
COTA INVERT SALIDA	CIS



4 TUBOS | 19 TUBOS | 16 TUBOS | 12 TUBOS | 14 TUBOS | 6 TUBOS | 10 TUBOS | 14 TUBOS

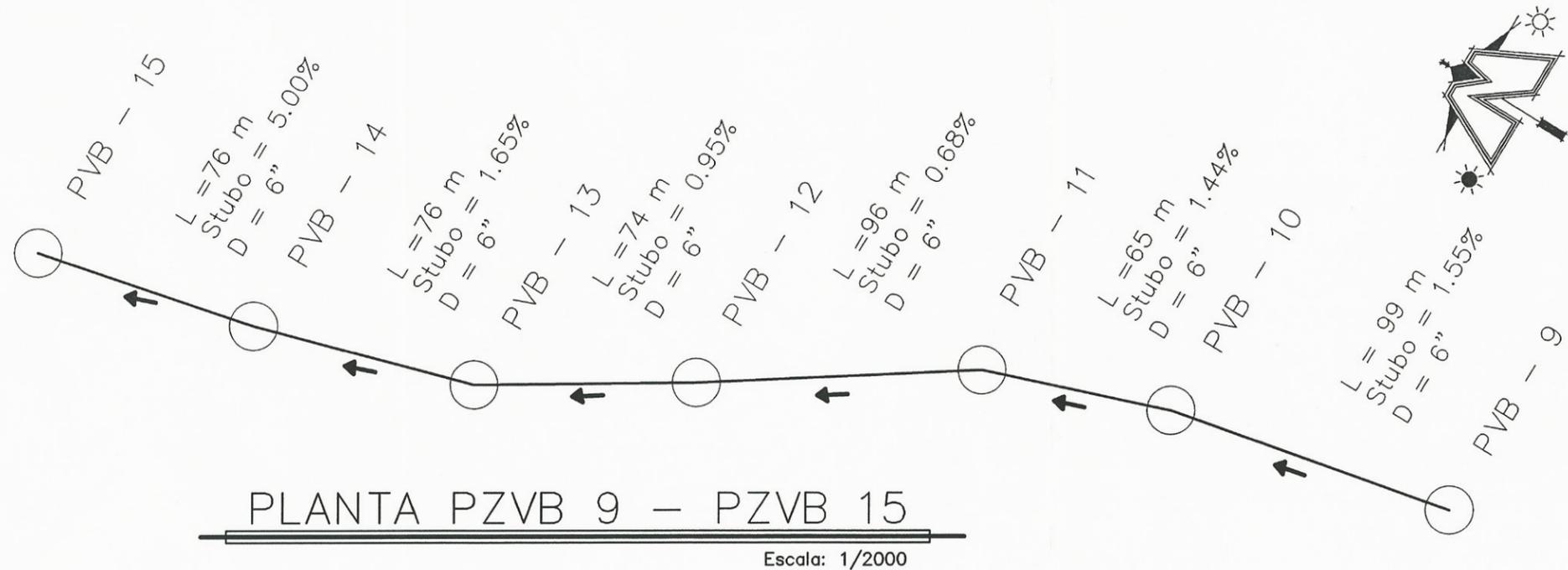
PERFIL PZVB 1 - PZVB 9

ESCALA: Horizontal: 1/2400  
Vertical: 1/240

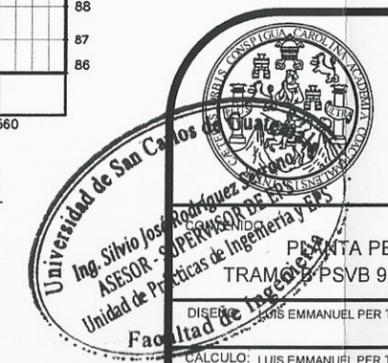
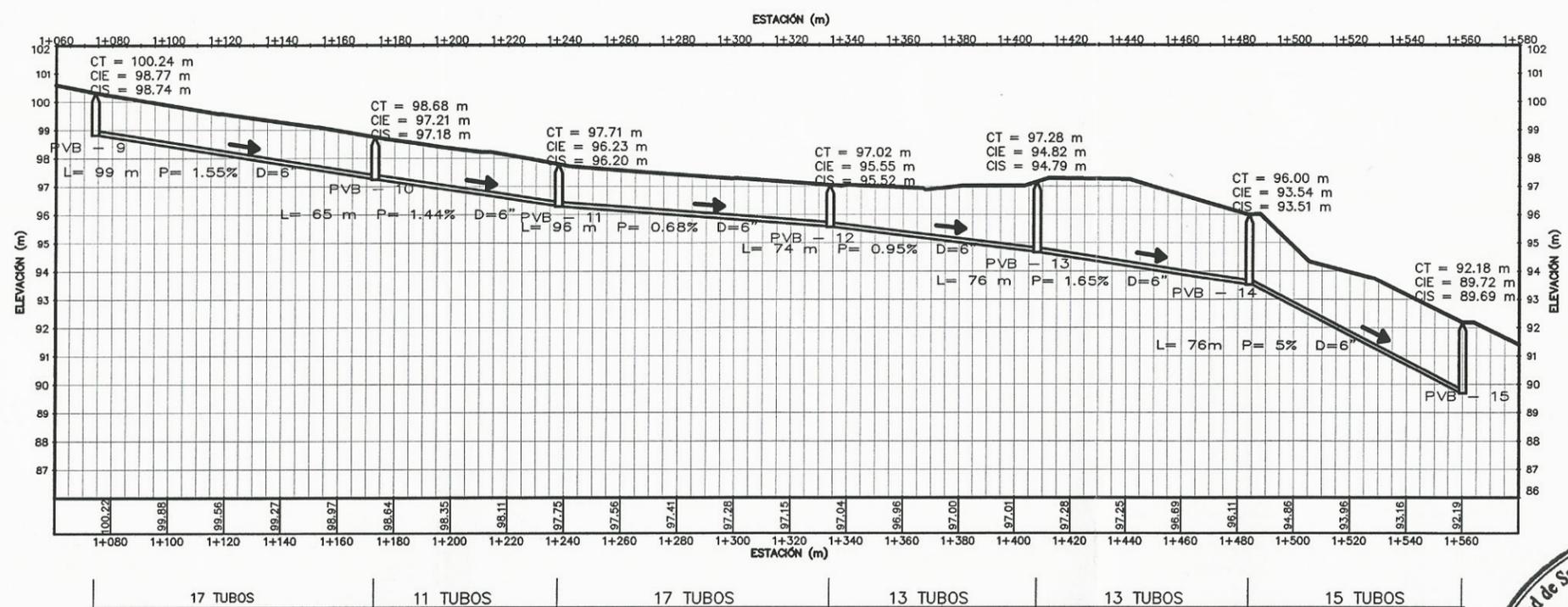


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA POTRERILLOS, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO  
 UBICACIÓN: ALDEA POTRERILLOS  
 MUNICIPIO: ZARAGOZA  
 DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO

EPS	FECHA	ESCALA
6 MESES	OCTUBRE 2014	INDICADA
PLANTA PERFIL TRAMO B PSVB 1 - PZVB 9		
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	No. HOJA 4 / 8	ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)

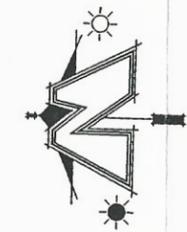
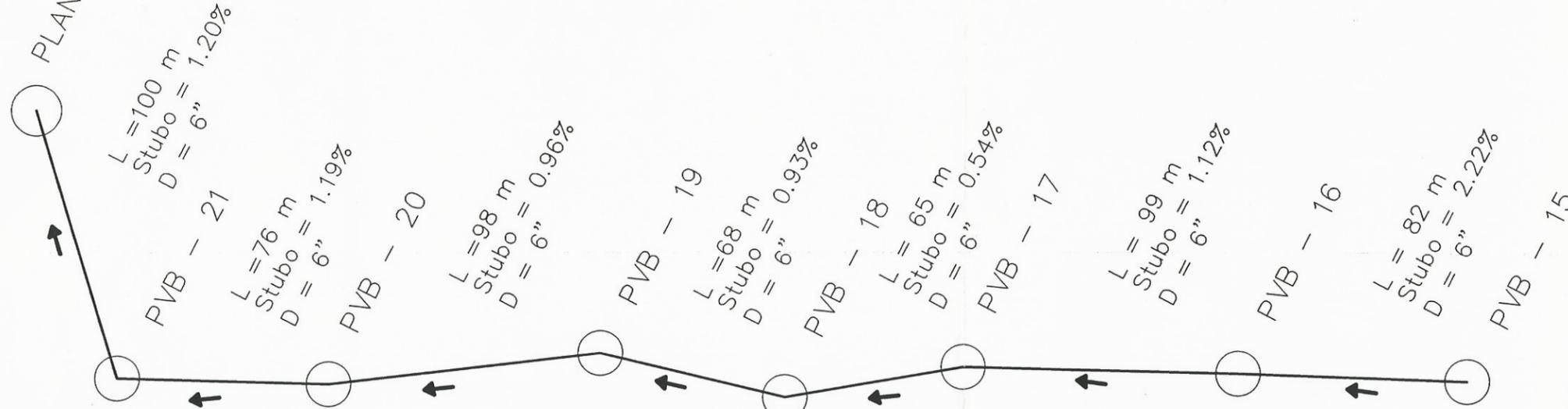


SIMBOLOGÍA	
LÍNEA DE CONDUCCIÓN	—
TUBERÍA PVC,	—
DIRECCIÓN DEL FLUJO	→
POZO DE VISITA	PV ○
ESTACIÓN	PZV
LONGITUD	L
PENDIENTE	P
DIÁMETRO	D
COTA INVERT ENTRADA	CIE
COTA INVERT SALIDA	CIS



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA POTRERILLOS, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO		
UBICACIÓN	ALDEA POTRERILLOS	
MUNICIPIO:	ZARAGOZA	
DEPARTAMENTO:	CHIMALTENANGO	
EPS	FECHA	ESCALA
6 MESES	OCTUBRE 2014	INDICADA
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ		No. HOJA <b>5/8</b>
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)		

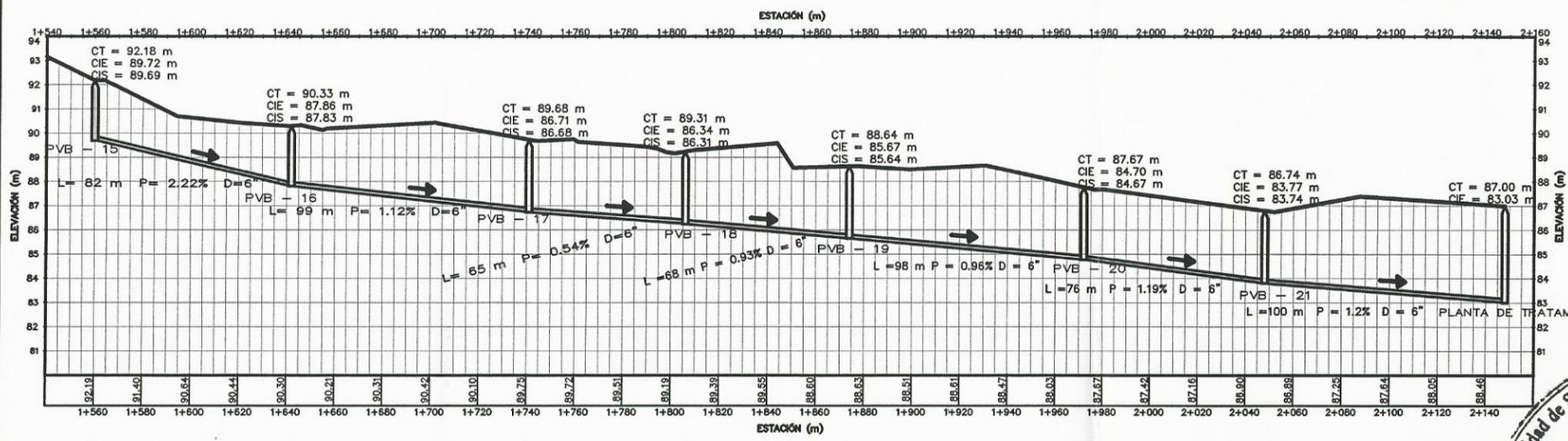
PLANTA DE TRATAMIENTO



PLANTA PZVB 15 - PZVB PT

Escala: 1/2000

SIMBOLOGÍA	
LÍNEA DE CONDUCCIÓN	—
TUBERÍA PVC,	====
DIRECCIÓN DEL FLUJO	→
POZO DE VISITA	PV ○
ESTACIÓN	PZV
LONGITUD	L
PENDIENTE	P
DIÁMETRO	D
COTA INVERT ENTRADA	CIE
COTA INVERT SALIDA	CIS



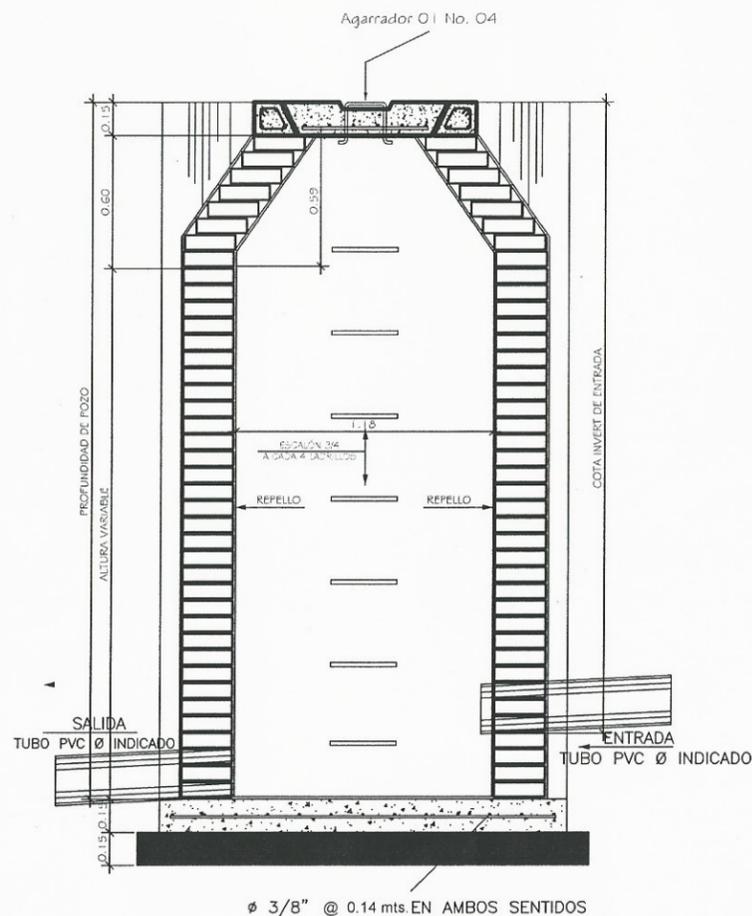
PERFIL PZVB 15 - PZVB PT

ESCALA: Horizontal: 1/2500  
Vertical: 1/250

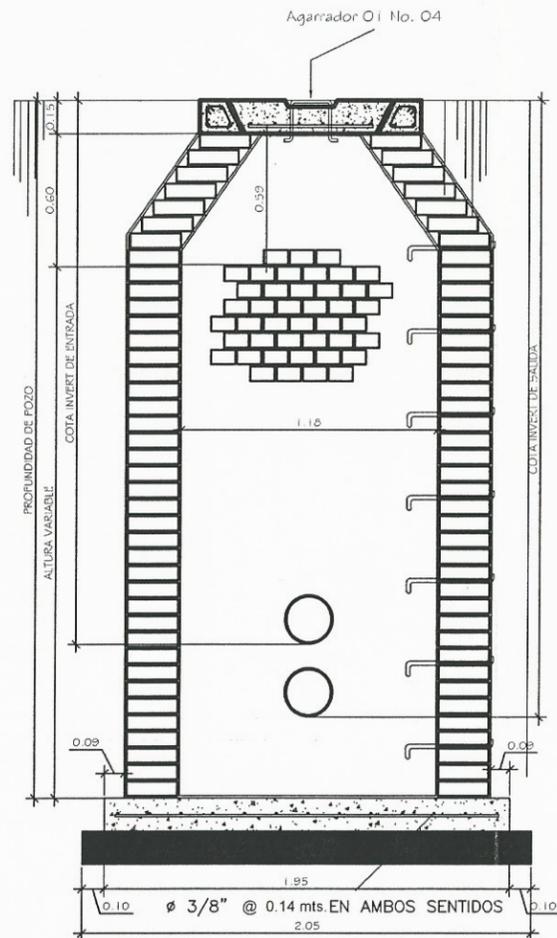


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA POTRERILLOS, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO		
UBICACIÓN	ALDEA POTRERILLOS	
MUNICIPIO:	ZARAGOZA	
DEPARTAMENTO:	CHIMALTENANGO	

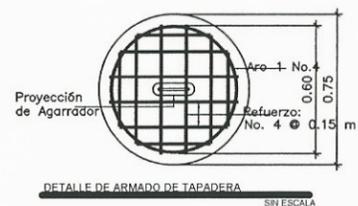
EPS	FECHA	ESCALA
6 MESES	OCTUBRE 2014	INDICADA
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ		No. HOJA
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ		6/8
DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ		
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)		



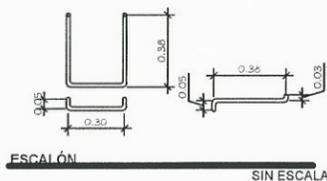
SECCION A-A`  
SIN ESCALA



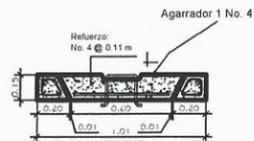
SECCION B-B`  
SIN ESCALA



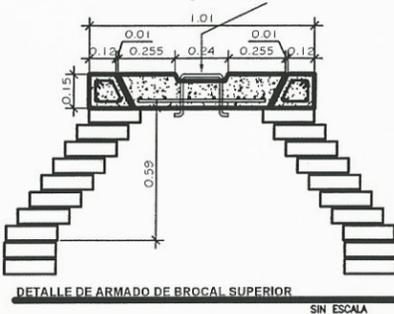
DETALLE DE ARMADO DE TAPADERA  
SIN ESCALA



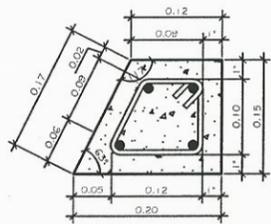
ESCALÓN  
SIN ESCALA



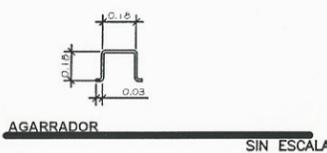
Agarrador O1 No. 04



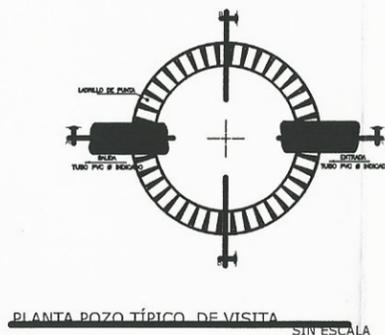
DETALLE DE ARMADO DE BROCAL SUPERIOR  
SIN ESCALA



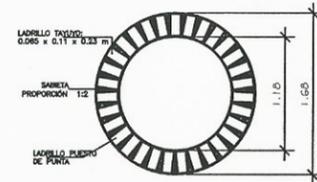
BROCAL  
SIN ESCALA



AGARRADOR  
SIN ESCALA



PLANTA POZO TÍPICO DE VISITA  
SIN ESCALA



DETALLE DE ESCALA REFERENCIAL

## ESPECIFICACIONES:

### CONCRETO:

1. El concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>
2. El agregado grueso debera tener un diámetro de 1/2"
3. El recubrimiento mínimo para la base será de 7.5 cm y de 3 a 5 cm para la tapadera

### ACERO:

1. El acero debe tener un fy = 2810 kg/cm<sup>2</sup>

### MAMPOSTERIA:

1. El ladrillo a usar en pozos de visita sera de barro cocido tipo tayuyo de 6.5 \* 11 \* 23 CM

### MORTERO:

1. El agua a utilizar debe ser limpia y libre de cualquier sustancia dañina
2. El cemento a utilizar debe ser Portland tipo 1, ASTM C-150
3. Se utilizará arena de río seca, ASTM C-144C

### TUBERÍA:

1. Toda tubería deberá cumplir con la norma AST F-949
2. No debe utilizarse tubería de diámetro menor a lo especificado en planos
3. Toda tubería se colocara alineada y con la pendiente especificada en planos

### CANDELA:

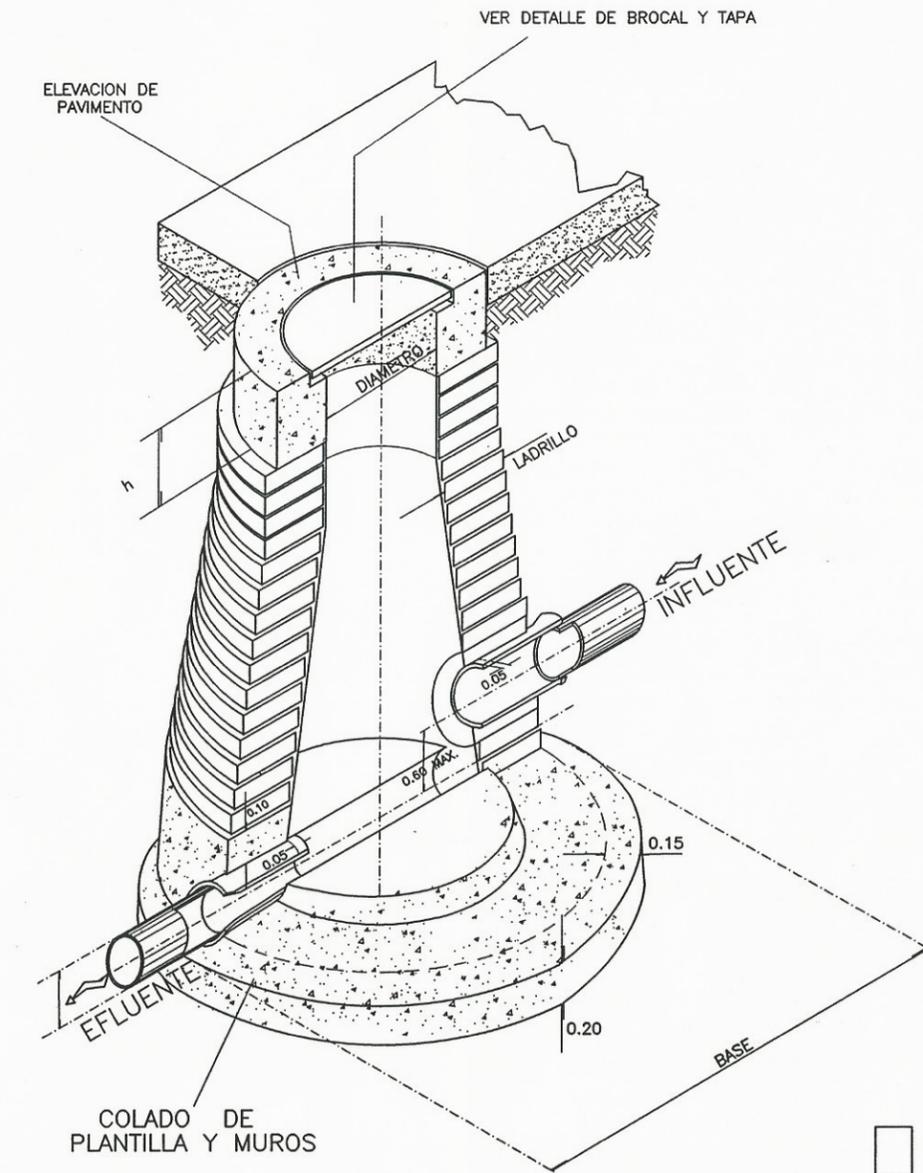
1. La caja de registro debe ser un tubo de concreto de diámetro 12" con su respectiva base y tapadera
2. La profundidad mínima debe ser de 1 metro
3. La tubería para conexiones domiciliars debe ser tubería ADS de diámetro 4" para alcantarillado sanitario segun Norma ASTM D3034

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

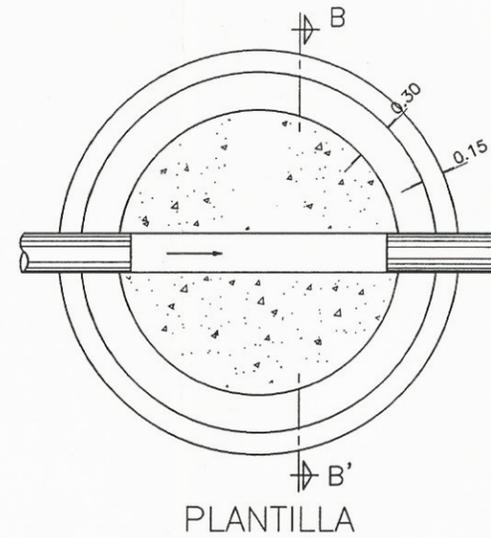


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA POTRERILLOS, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO		
UBICACIÓN	ALDEA POTRERILLOS	
MUNICIPIO:	ZARAGOZA	
DEPARTAMENTO:	CHIMALTENANGO	

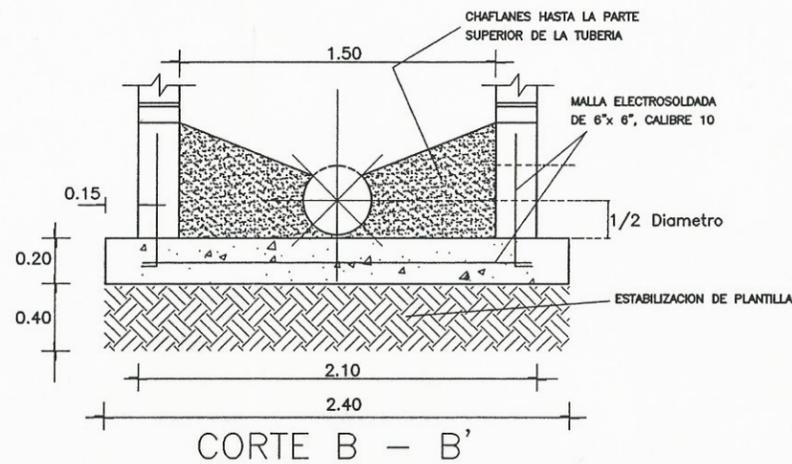
CONTENIDO		EPS	FECHA	ESCALA
DETALLES POZO DE VISITA		6 MESES	OCTUBRE 2014	INDICADA
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	No. HOJA			
CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	7/8			
DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ				



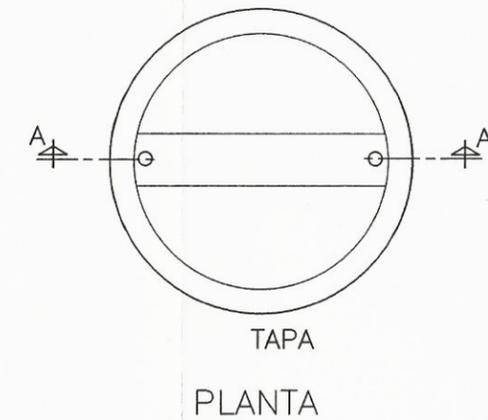
POZO DE VISITA



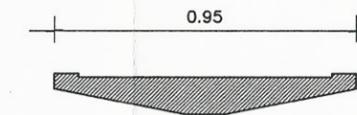
PLANTILLA



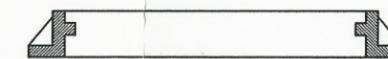
CORTE B - B'



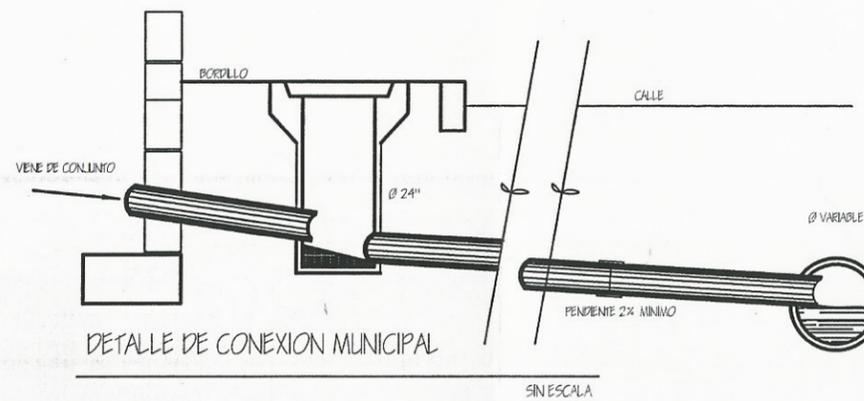
TAPA  
PLANTA



CORTE A - A'

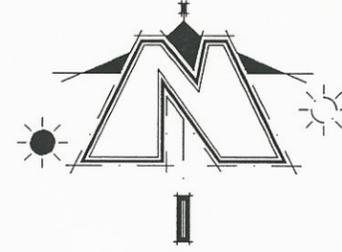


BROCAL DE FO. FO.



DETALLE DE CONEXION MUNICIPAL

	UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA POTRERILLOS, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO		
	UBICACIÓN: ALDEA POTRERILLOS		
	MUNICIPIO: ZARAGOZA DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO		
CONTENIDO	EPS 6 MESES	FECHA OCTUBRE 2014	ESCALA INDICADA
DETALLES CONEXIONES			
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	No. HOJA		
CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	8 / 8		
DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ			 ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)



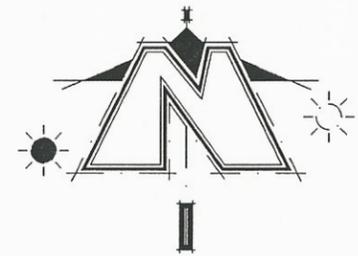
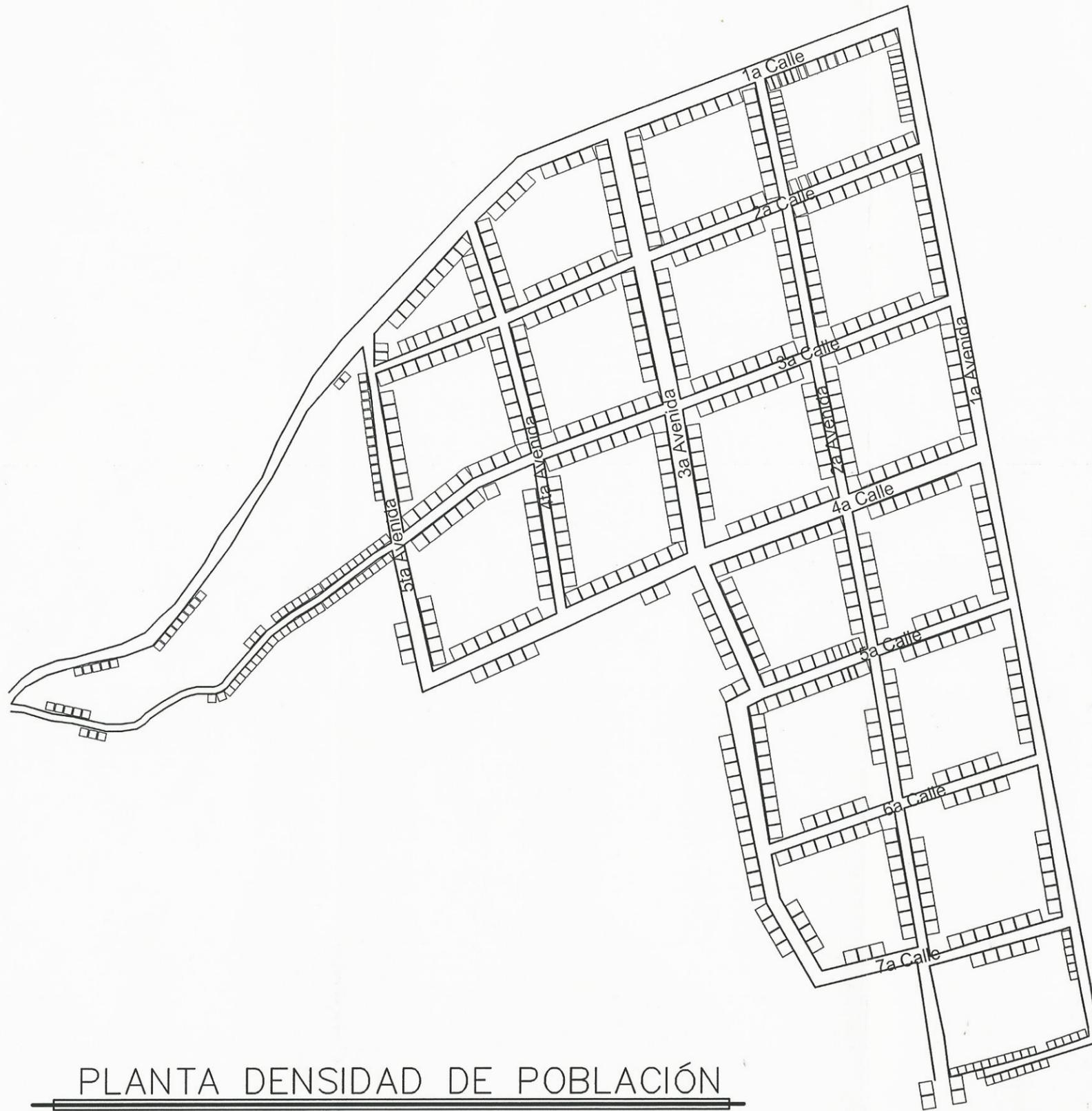
**PLANTA DE UBICACIÓN**

ESCALA: 1/5000



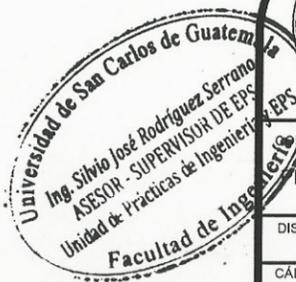
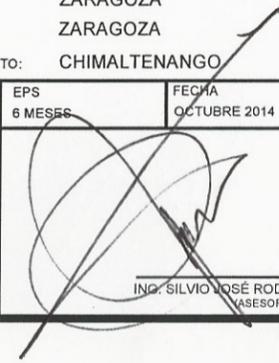
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ZONA 1 ZARAGOZA, CHIMALTENANGO		
UBICACIÓN	ZARAGOZA	
MUNICIPIO:	ZARAGOZA	
DEPARTAMENTO:	CHIMALTENANGO	

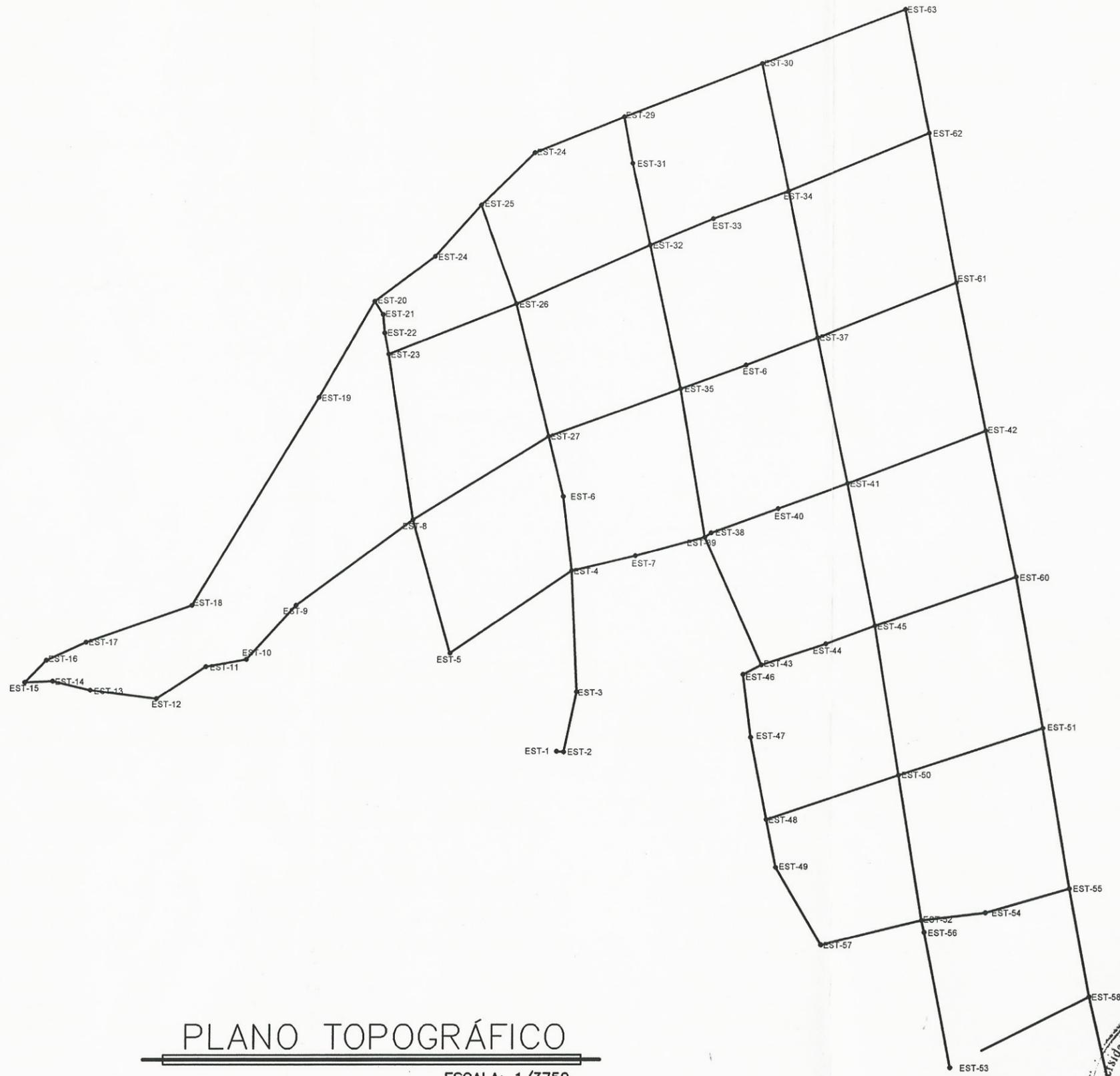
PLANTA DE UBICACIÓN		EPS 6 MESES	FECHA OCTUBRE 2014	ESCALA INDICADA
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	Nº. HOJA 1 / 11			
CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ				
DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ				
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)				



**PLANTA DENSIDAD DE POBLACIÓN**

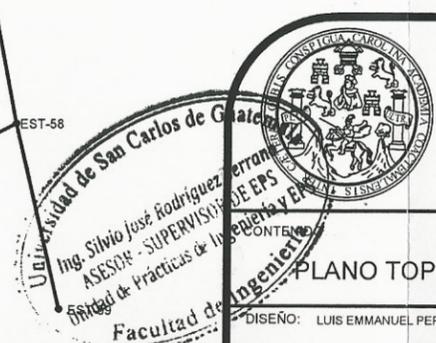
ESCALA: 1/3750

		UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA			
		PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ZONA 1 ZARAGOZA, CHIMALTENANGO			
UBICACIÓN		ZARAGOZA			
MUNICIPIO:		ZARAGOZA			
DEPARTAMENTO:		CHIMALTENANGO			
EPS	6 MESES	FECHA	OCTUBRE 2014	ESCALA	INDICADA
		TÍTULO: PLANTA DENSIDAD DE POBLACIÓN			
DISEÑO:	LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	No. HOJA	2 / 11		
CÁLCULO:	LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ				
DIBUJO:	LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ				
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)					



**PLANO TOPOGRÁFICO**  
 ESCALA: 1/3750

EST - PO	Y	X	DH	COTA
1 - 2	27.492.906	34.363.292	5.69	1000,1040
2 - 3	27.487.230	34.419.898	48.34	1000,0000
3 - 4	27.959.788	34.521.624	95.21	994,6510
4 - 5	28.910.941	34.478.597	115.21	983,8600
5 - 8	28.265.312	33.524.462	108.70	979,9800
4 - 6	29.491.924	34.409.710	58.51	976,4650
4 - 7	29.027.716	34.974.426	50.94	979,7600
8 - 9	29.311.250	33.228.448	113.58	958,0610
9 - 10	28.640.826	32.311.669	57.73	953,1030
10 - 11	28.216.305	31.920.405	32.52	950,5620
11 - 12	8.159.058	31.600.324	41.21	950,4470
12 - 13	27.908.468	31.212.100	52.38	949,1440
13 - 14	27.974.725	30.692.517	30.55	945,3090
14 - 15	28.045.611	30.395.316	21.87	939,6970
15 - 16	28.036.776	30.176.759	25.26	938,0230
16 - 17	28.210.127	30.346.501	34.01	937,8190
17 - 18	28.350.482	30.656.287	87.99	936,3570
18 - 19	28.640.524	31.487.075	191.06	935,0150
19 - 20	30.270.153	32.484.422	86.78	936,3430
20 - 21	31.020.667	32.920.117	12.34	942,7500
21 - 22	30.917.717	32.988.173	14.53	943,2120
22 - 23	30.772.877	32.999.987	16.83	946,1220
23 - 26	30.607.784	33.032.439	107.67	952,5770
20 - 24	31.372.437	33.396.801	59.24	948,9800
24 - 25	31.772.701	33.759.362	54.01	950,4930
25 - 26	31.000.727	34.034.827	81.97	953,2940
27 - 26	29.964.412	34.293.669	106.82	965,1500
25 - 28	32.180.603	34.178.764	58.51	951,2140
28 - 29	32.458.419	34.875.782	75.08	952,0720
29 - 30	32.872.428	35.962.946	116.33	946,1030
29 - 31	32.095.837	34.943.795	36.89	954,5020
31 - 32	31.459.819	35.084.280	61.14	956,1750
32 - 33	31.663.495	35.579.013	53.50	952,3250
33 - 34	31.881.913	36.174.843	63.46	946,7250
27 - 35	30.335.646	35.326.894	109.80	963,0630
35 - 36	30.520.967	35.841.441	54.59	955,4300
36 - 37	30.734.701	36.408.374	60.59	948,5290
39 - 38	29.206.339	35.572.063	5.96	964,5870
07 - 39	29.173.898	35.522.054	56.68	968,0630
38 - 40	29.397.403	36.101.852	56.32	955,9520
40 - 41	29.593.875	36.653.457	58.56	951,1220
41 - 42	30.007.084	37.741.056	116.35	949,2920
39 - 43	28.171.106	35.975.401	110.05	968,7550
43 - 44	28.336.801	36.485.263	53.61	960,0190
44 - 45	28.477.319	36.874.522	41.39	954,3680
43 - 46	28.096.304	35.831.224	16.24	974,4930
46 - 47	27.601.903	35.892.589	49.82	975,7770
47 - 48	26.957.168	36.019.247	65.71	969,7300
48 - 49	26.581.905	36.095.709	38.30	976,1260
48 - 50	27.304.748	37.067.579	110.45	959,3350
50 - 51	27.672.986	38.202.792	119.34	956,0990
50 - 52	26.167.961	37.252.762	115.18	965,6210
56 - 53	25.017.423	37.483.436	107.75	974,2470
52 - 54	26.227.617	37.756.087	50.69	963,3160
54 - 55	26.415.867	38.416.967	68.72	967,6990
52 - 56	26.074.719	37.275.552	9.60	964,8270
52 - 57	25.975.717	36.455.457	82.02	967,6790
55 - 58	25.571.357	38.577.740	85.97	974,2320
58 - 59	24.603.842	38.804.196	100.60	984,4290
45 - 60	28.861.374	37.986.651	117.68	952,0140
37 - 61	31.165.791	37.500.723	117.43	947,1780
61 - 62	32.332.373	37.283.995	118.65	945,7520
62 - 63	33.294.535	37.092.616	98.10	944,1650

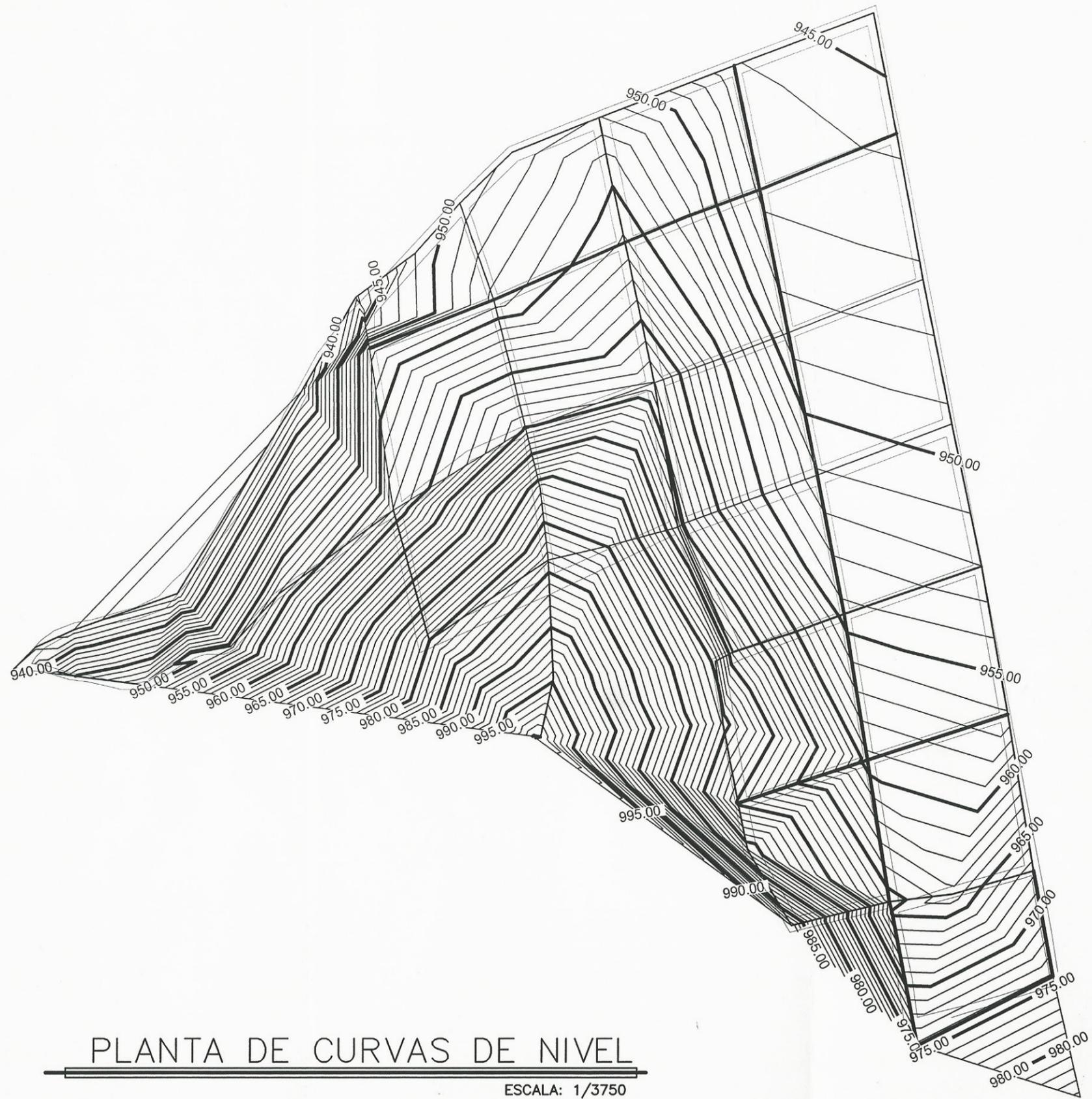


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ZONA 1 ZARAGOZA, CHIMALTENANGO  
 UBICACIÓN: ZARAGOZA  
 MUNICIPIO: ZARAGOZA  
 DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO

EPS: 6 MESES | FECHA: OCTUBRE 2014 | ESCALA: INDICADA

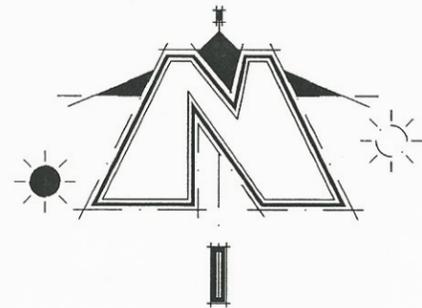
**PLANO TOPOGRÁFICO**

DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ | No. HOJA: 3/11  
 CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ  
 DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ | ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)

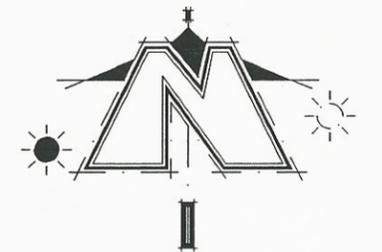
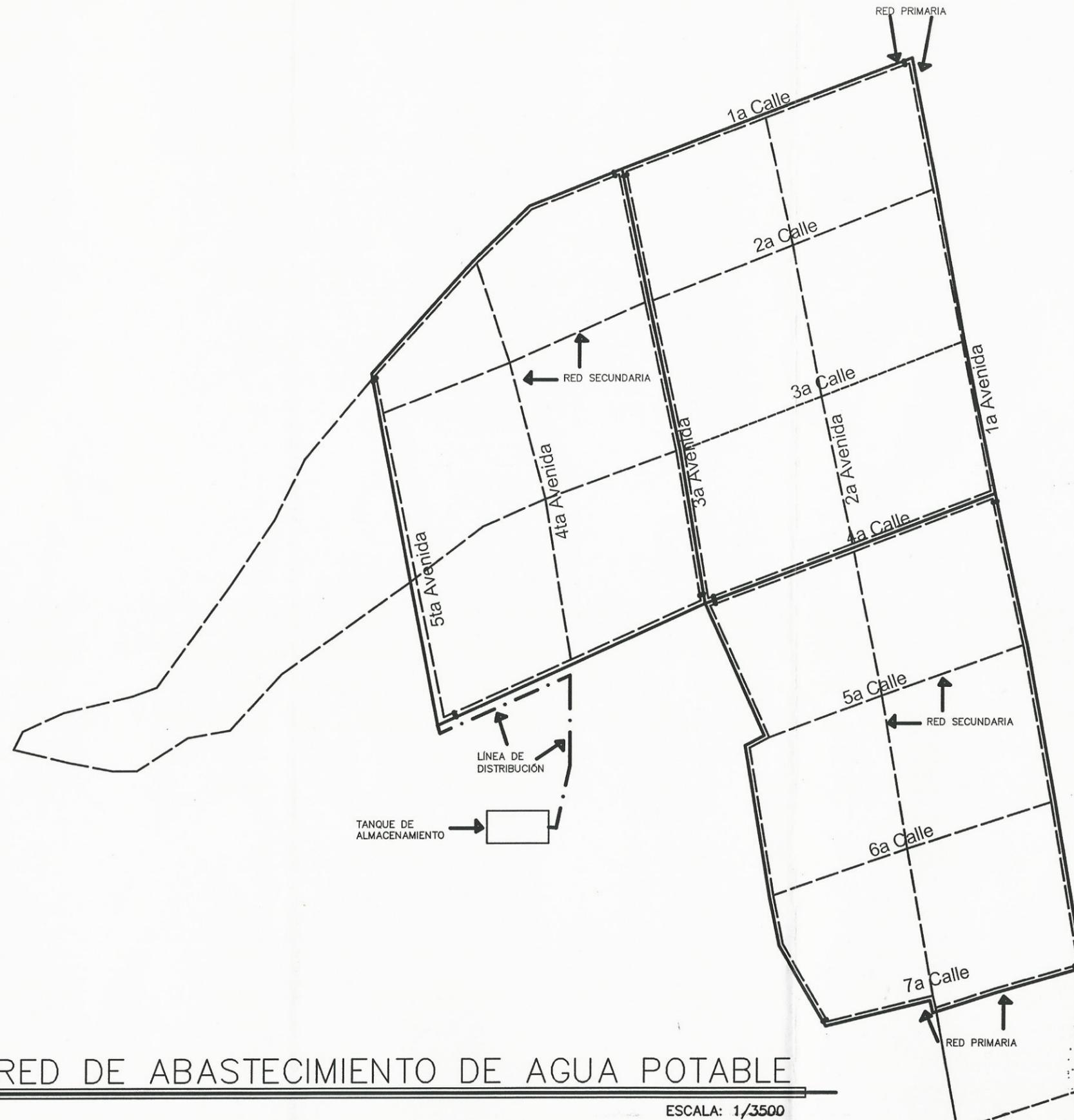


PLANTA DE CURVAS DE NIVEL

ESCALA: 1/3750



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ZONA 1 ZARAGOZA, CHIMALTENANGO		
UBICACIÓN	ZARAGOZA	
MUNICIPIO:	ZARAGOZA	
DEPARTAMENTO:	CHIMALTENANGO	
EPS 6 MESES	FECHA OCTUBRE 2014	ESCALA INDICADA
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ		No. HOJA 4 / 11
CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ		
DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ		ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)



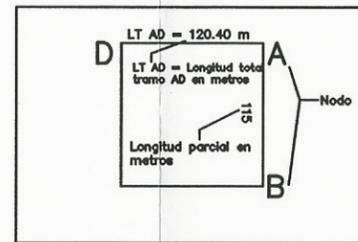
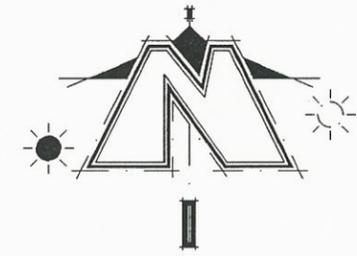
SIMBOLOGÍA	
	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
	RED SECUNDARIA
	RED PRIMARIA

# RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

ESCALA: 1/3500



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ZONA 1 ZARAGOZA, CHIMALTENANGO		
UBICACIÓN:	ZARAGOZA	
MUNICIPIO:	ZARAGOZA	
DEPARTAMENTO:	CHIMALTENANGO	
EPS	FECHA	ESCALA
6 MESES	OCTUBRE 2014	INDICADA
RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE		
DISEÑO:	No. HOJA	
CÁLCULO:	5 / 11	
DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ		ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)



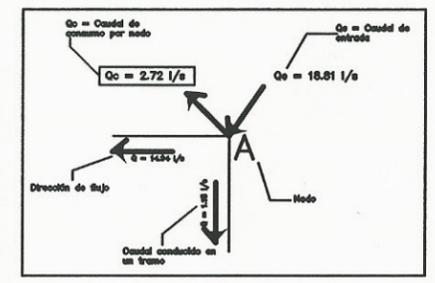
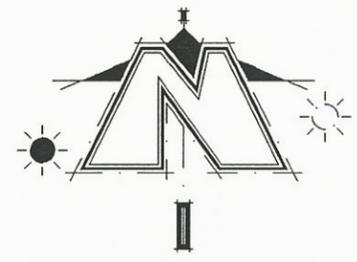
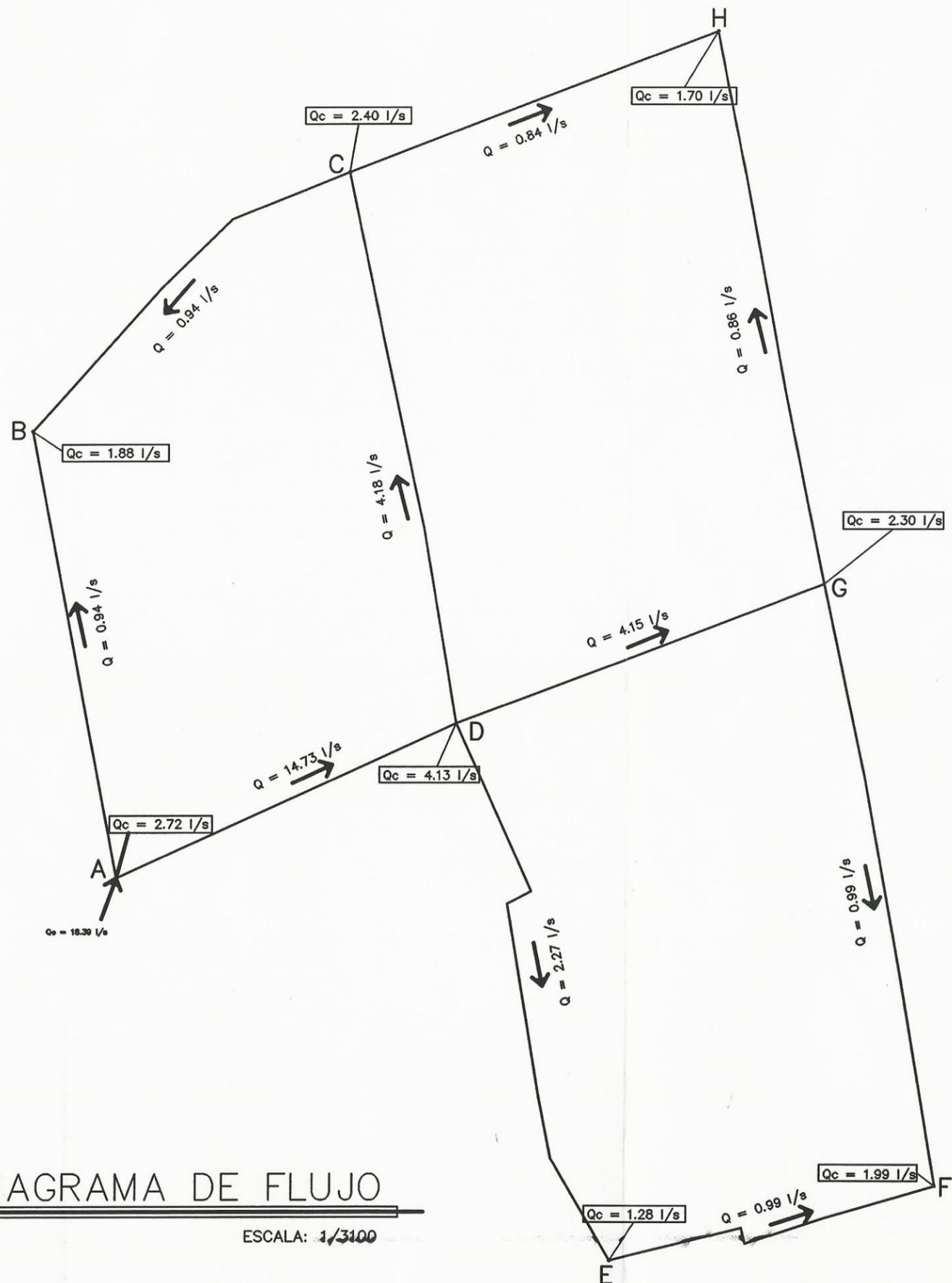
# PLANTA DE LONGITUD DE TRAMOS RED PRINCIPAL

ESCALA: 1/3500



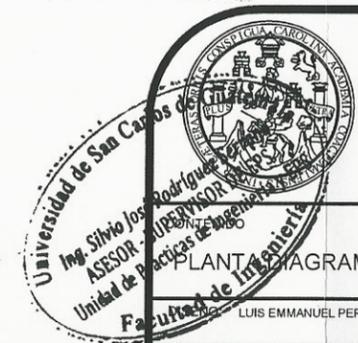
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ZONA 1 ZARAGOZA, CHIMALTENANGO		
UBICACIÓN	ZARAGOZA	
MUNICIPIO:	ZARAGOZA	
DEPARTAMENTO:	CHIMALTENANGO	

EPS 6 MESES	FECHA OCTUBRE 2014	ESCALA INDICADA
PLANTA LONGITUD DE TRAMOS RED PRINCIPAL		
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	No. HOJA 6 / 11	
CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ		
DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)	

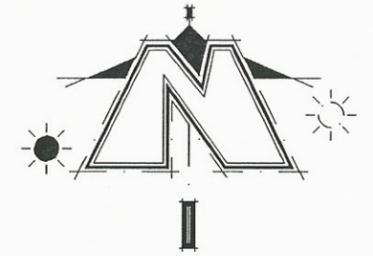


# PLANTA DIAGRAMA DE FLUJO

ESCALA: 1/3100

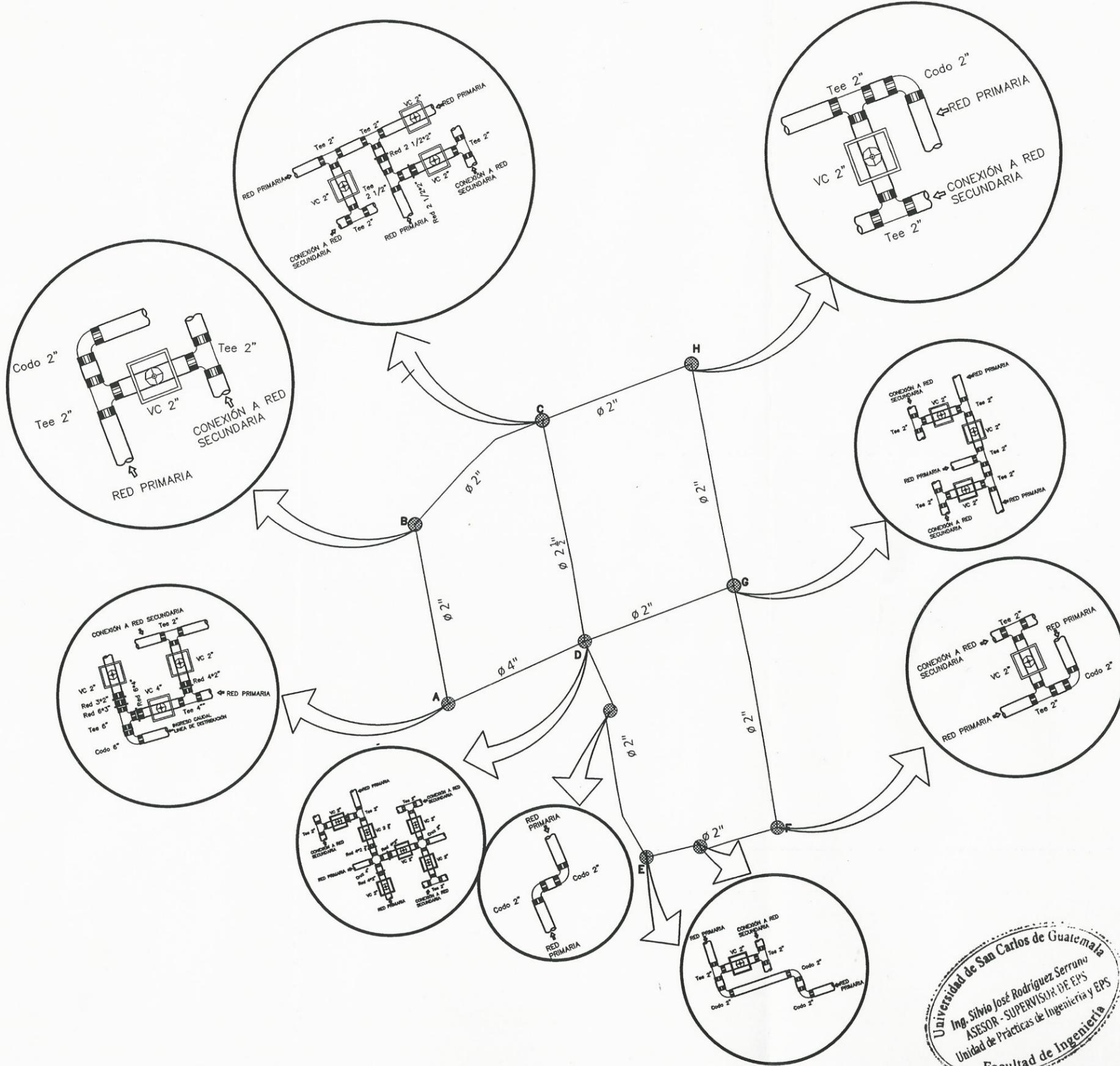


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ZONA 1 ZARAGOZA, CHIMALTENANGO		
UBICACIÓN:	ZARAGOZA	
MUNICIPIO:	ZARAGOZA	
DEPARTAMENTO:	CHIMALTENANGO	
EPS	FECHA	ESCALA
6 MESES	OCTUBRE 2014	INDICADA
PLANTA DIAGRAMA DE FLUJO		
CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	No. HOJA	
DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	7/11	
		ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)



# SIMBOLOGÍA

	LÍNEA DE TUBERÍA PVC De diámetro variable según tramo
	CRUZ PVC DE AGUA POTABLE De diámetro variable según tramo
	CODO 90° PVC AGUA POTABLE De diámetro variable según tramo
	TEE PVC AGUA POTABLE De diámetro variable según tramo
	REDUCIDOR BUSHING LISO PVC Dmayor x Dmenor
	VÁLVULA DE COMPUERTA De diámetro variable según tramo
	CAJA DE OPERACIÓN DE VÁLVULA
	DIÁMETRO TUBERÍA



## PLANTA DIÁMETROS, TUBERÍA Y ACCESORIOS

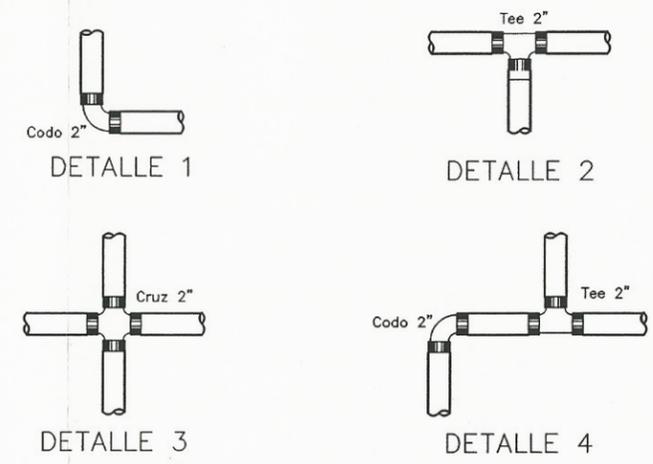
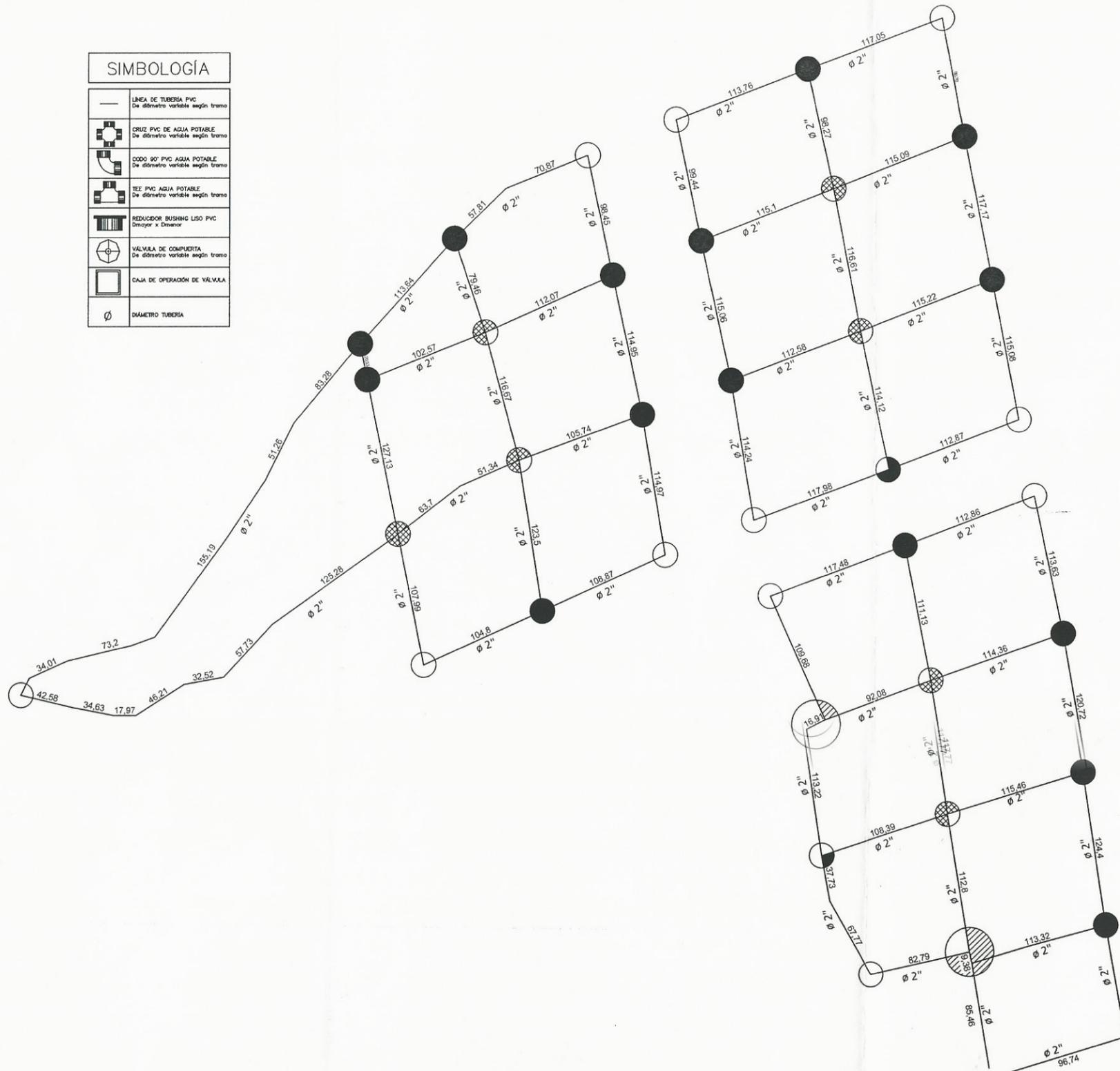
RED PRIMARIA ESCALA: 1/6500

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ZONA 1 ZARAGOZA, CHIMALTENANGO		
	UBICACIÓN:	ZARAGOZA	
MUNICIPIO:	ZARAGOZA		
DEPARTAMENTO:	CHIMALTENANGO		
CONTENIDO	EPS	FECHA	ESCALA
PLANTA DIÁMETROS, TUBERÍA Y ACCESORIOS	6 MESES	OCTUBRE 2014	INDICADA
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	No. HOJA		
CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	8 / 11		
DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ			
		ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)	

**SIMBOLOGÍA**

	LÍNEA DE TUBERÍA PVC De diámetro variable según tramo
	CRUZ PVC DE AGUA POTABLE De diámetro variable según tramo
	CODO 90° PVC AGUA POTABLE De diámetro variable según tramo
	TEE PVC AGUA POTABLE De diámetro variable según tramo
	REDUCIDOR BUSHING LISO PVC Dim mayor x Dimenor
	VÁLVULA DE COMPUERTA De diámetro variable según tramo
	CAJA DE OPERACIÓN DE VÁLVULA
	DIÁMETRO TUBERÍA



SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	DETALLE 1
	DETALLE 2
	DETALLE 3
	DETALLE 4

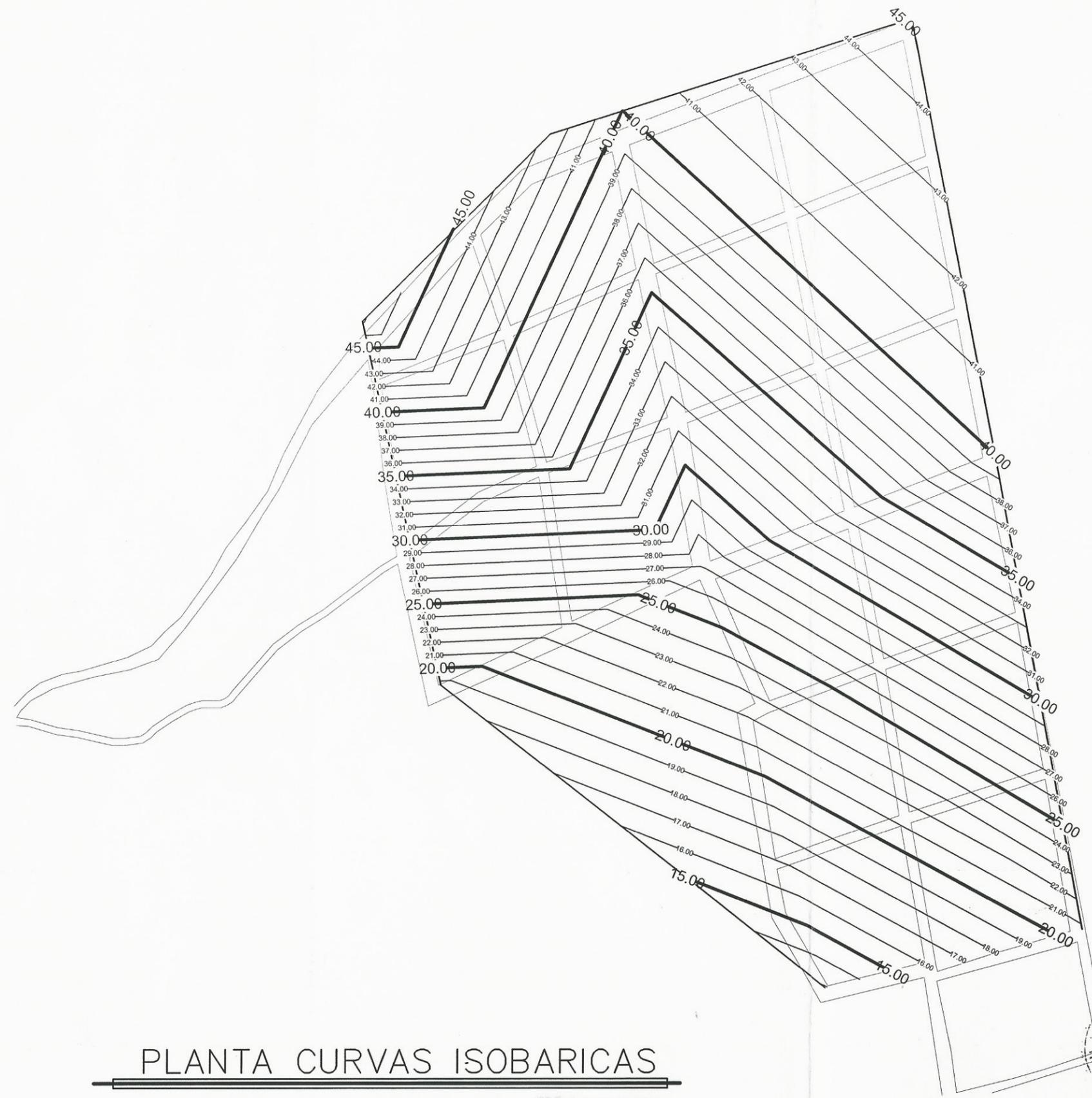
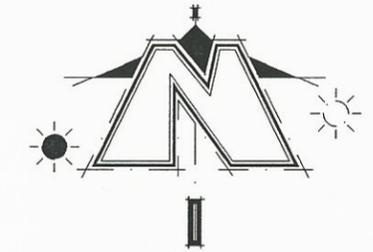
**PLANTA LONGITUD; DIÁMETROS, TUBERÍA Y ACCESORIOS**

RED SECUNDARIA

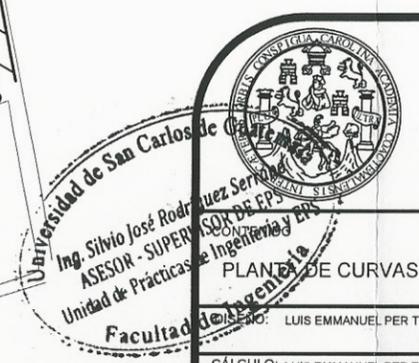
ESCALA: 1/4000

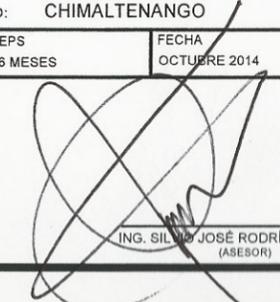
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
ASISTENTE SUPERVISOR  
Unidad de Operación de Agua Potable

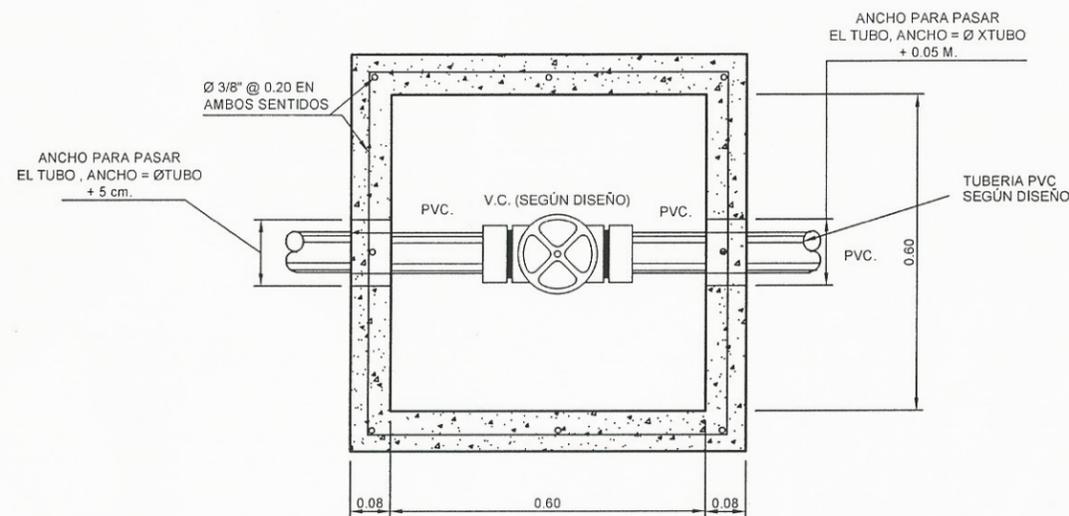
<b>UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ZONA 1 ZARAGOZA, CHIMALTENANGO		
UBICACIÓN:	ZARAGOZA	
MUNICIPIO:	ZARAGOZA	
DEPARTAMENTO:	CHIMALTENANGO	
EPS:	FECHA:	ESCALA:
6 MESES	OCTUBRE 2014	INDICADA
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ		No. HOJA <b>9 / 11</b>
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)		



PLANTA CURVAS ISOBARICAS  
 ESCALA: 1/3500

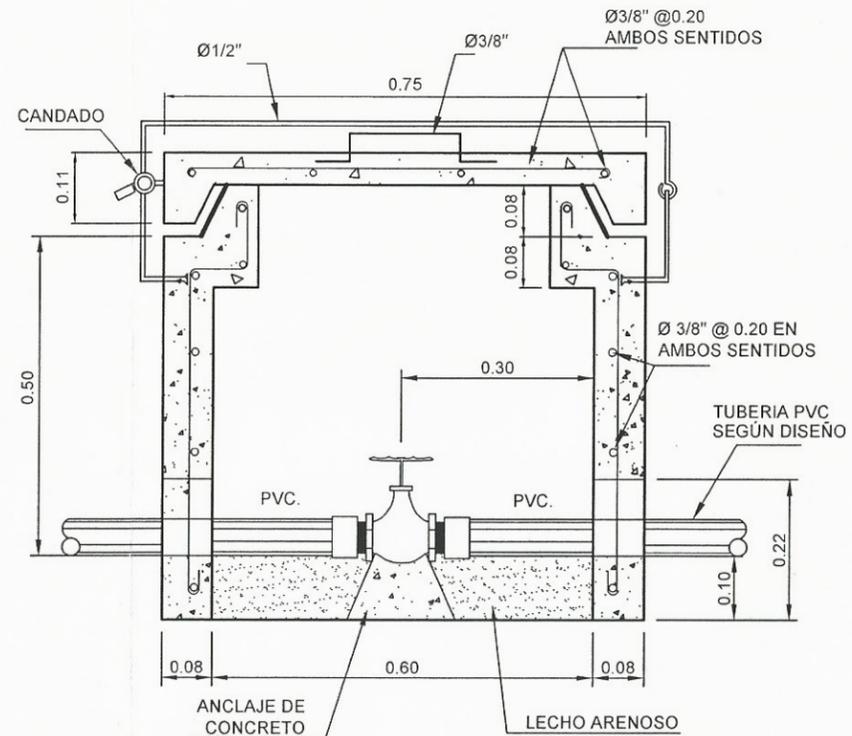


UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ZONA 1 ZARAGOZA, CHIMALTENANGO		
UBICACIÓN	ZARAGOZA	
MUNICIPIO:	ZARAGOZA	
DEPARTAMENTO:	CHIMALTENANGO	
EPS 6 MESES	FECHA OCTUBRE 2014	ESCALA INDICADA
PLANTA DE CURVAS ISOBARICAS		
ELABORADO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	Nº. HOJA 10 / 11	
CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ		
DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ		ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)



PLANTA DE CAJA DE VÁLVULAS

SIN ESCALA

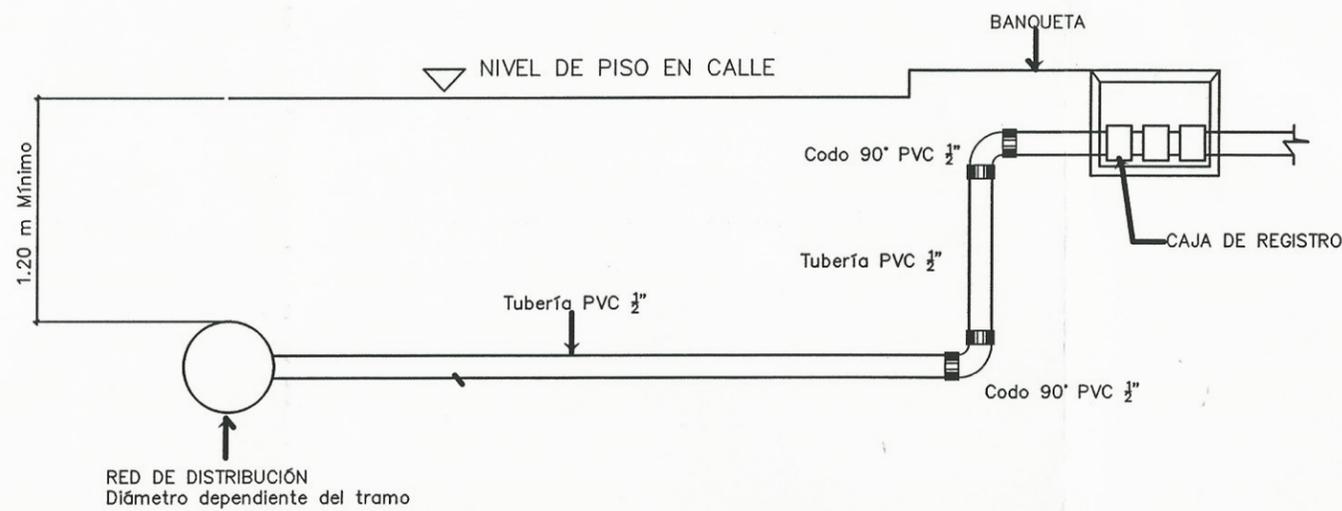


PERFIL CAJA DE VÁLVULAS

SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES:

1. LA CAJA DE VALVULAS SE REALIZARA EN CONCRETO CON PROPORCION DE VOLUMEN 1:2:3, CEMENTO, ARENA Y PIEDRIN DE 1/2.
2. LA VÁLVULAS DE COMPUERTA SE COLOCARÁN SEGÚN PLANTA DIÁMETROS, TUBERÍAS Y ACCESORIOS
3. EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE LA RED SECUNDARIA SERA DE 2 PULGAS
4. LA TUBERÍA Y ACCESORIOS SERÁ DE 160 PSI
5. LA PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA PRINCIPAL Y SECUNDARIA SERÁ DE 1.20 METROS MÍNIMO



DETALLE CONEXIÓN DOMICILIAR

SIN ESCALA

REFERENCIAS	
V.C.	VALVULA DE COMPUERTA
PVC Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ZONA 1 ZARAGOZA, CHIMALTENANGO		
UBICACIÓN	ZARAGOZA	
MUNICIPIO:	ZARAGOZA	
DEPARTAMENTO:	CHIMALTENANGO	

DETALLES CAJAS DE VÁLVULA Y CONEXIONES DOMICILIARES	
DISEÑO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	No. HOJA 11/11
CÁLCULO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	
DIBUJO: LUIS EMMANUEL PER TAQUIRÁ	

EPS 6 MESES	FECHA OCTUBRE 2014	ESCALA INDICADA
-------------	--------------------	-----------------

ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO (ASESOR)