



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE PARA EL BARRIO ASUNCIÓN MANZANALES DEL MUNICIPIO
DE TECPÁN GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

Manuel Neftalí Tun García

Asesorado por la Inga. Christa Classon de Pinto

Guatemala, septiembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE
AGUA POTABLE PARA EL BARRIO ASUNCIÓN MANZANALES DEL MUNICIPIO
DE TECPÁN GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MANUEL NEFTALÍ TUN GARCÍA

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jeovany Rudaman Miranda Castañón
EXAMINADOR	Ing. Victor Manuel López Juárez
EXAMINADORA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López
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 LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO ASUNCIÓN MANZANALES DEL MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha de 15 de marzo de 2013.



Manuel Neftalí Tun García



Guatemala, 04 de mayo de 2015
Ref.EPS.DOC.331.05.15

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

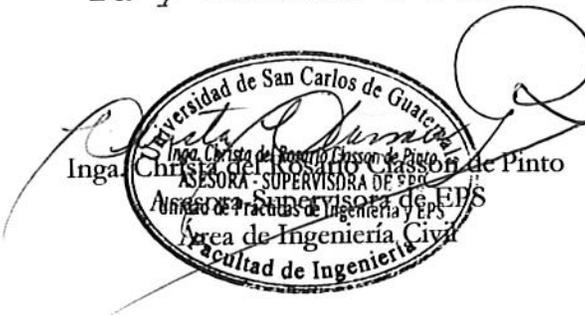
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Manuel Nefalí Tun García** con carné No.200714839, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO ASUNCIÓN MANZANALES DEL MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA DEPARTAMENTO DE 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"


Universidad de San Carlos de Guatemala
Inga. Christa del Rosario Cárdenas de Pinto
ASESORA-SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Área de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
CDRSdP/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,
17 de julio de 2015

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 LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO ASUNCIÓN MANZANALES DEL MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Manuel Neftalí Tun García, con Carnet No. 2007-14839, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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





Guatemala, 23 de julio de 2015
Ref.EPS.D.346.07.15

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 LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO ASUNCIÓN MANZANALES DEL MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Manuel Neftalí Tun García, carné 200714839**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora – Supervisora de EPS, en mi calidad de 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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Christa del Rosario Classon de Pinto y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Manuel Neftalí Tun García, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO ASUNCIÓN MANZANALES DEL MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, septiembre 2015.

/bbdeb.

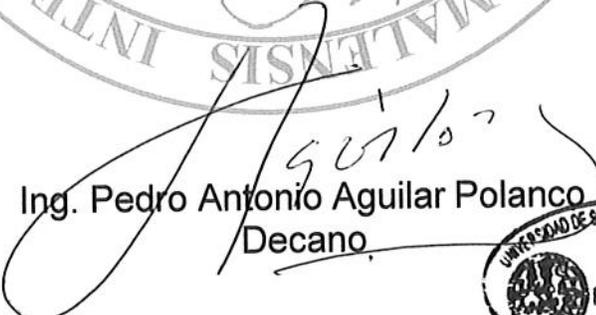
Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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 LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL BARRIO ASUNCIÓN MANZANALES DEL MUNICIPIO DE TECPÁN GUATEMALA, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Manuel Neftalí Tun García**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, agosto de 2015

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Él es fiel, justo y misericordioso, sin Él nada soy, toda la gloria sea para Jehová.
Mis padres	Manuel Tun y Victoria García de Tun. Dos seres que se unieron en amor y soy el fruto de ambos, y serán siempre mi inspiración.
Mis hermanos	Magda, Maximiliano, Natalia, Luis, Elías, Sara, Sofía y Evelyn Tun García. Hermanos de carne y del alma.
Mi novia	Leslie Azucena Yoc Marroquín, por su amor, apoyo, paciencia y comprensión.
Mi tía	Adela Tocar, por su cuidado, sus consejos, cariño y su preocupación.
Mi prima	Catalina GüiGüi Tocar, por sus consejos y palabras de aliento.
Señor	Juan Morales, por permitirme trabajar en su comunidad para la realización de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser el creador de la vida, por acompañarme y guiado a lo largo de mi carrera, y darme la oportunidad de alcanzar este triunfo.
Mis padres	Por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años, gracias a ustedes he logrado culminar mi carrera, un privilegio ser su hijo.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el centro de enseñanza que inculcó en mí la responsabilidad, el trabajo y la dedicación.
Facultad de Ingeniería	Por haberme permitido pasar dentro de sus aulas viviendo buenos y difíciles momentos que la carrera conlleva y por crear en mí el amor a mi carrera.
Mis amigos de la Facultad	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
División de Mantenimiento (IGSS) del	Por darme la oportunidad de laborar, darme la experiencia de poner en práctica lo aprendido en clase y permitirme estudiar.
Municipalidad de Tecpán Guatemala	Por concederme el privilegio de realizar el EPS en el municipio.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ASPECTOS MONOGRÁFICOS	1
1.1. Antecedentes históricos.....	1
1.2. Características geográficas	3
1.2.1. Límites	4
1.2.2. Clima	5
1.2.3. Vías de acceso	6
1.3. Características económicas.....	6
1.3.1. Actividad comercial.....	6
1.4. Características socioculturales	7
1.4.1. Población.....	7
1.4.2. Servicios	8
1.4.3. Educación.....	8
2. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO ASUNCIÓN MANZANALES	11
2.1. Preliminares.....	11
2.1.1. Investigación preliminar	11
2.1.2. Investigación de campo	11

2.1.3.	Personal a cargo de la visita	12
2.2.	Información a ser recolectada en campo	12
2.2.1.	Sobre la localidad.....	13
2.2.2.	Accesos.....	13
2.2.3.	Vivienda y población	13
2.2.4.	Abastecimientos de agua actual.....	13
2.2.5.	Servicios existentes.....	13
2.2.6.	Fuentes propuestas.....	14
2.2.7.	Organizaciones y consejos comunitarios de desarrollo.....	14
2.3.	Descripción del proyecto	14
2.4.	Levantamiento topográfico	15
2.4.1.	Altimetría	15
2.4.2.	Planimetría	15
2.5.	Evaluación del sistema actual	16
2.6.	Descripción del sistema a utilizar	16
2.7.	Aforos.....	16
2.8.	Exámenes de laboratorio de calidad del agua	17
2.9.	Normas de diseño	17
2.10.	Parámetros de diseño	18
2.10.1.	Período de diseño	18
2.10.2.	Cálculo de población	19
2.10.3.	Consumos de agua potable.....	20
2.10.4.	Consumo medio	21
2.10.5.	Consumo máximo diario (CMD)	21
2.10.6.	Consumo máximo horario (CMH).....	22
2.10.7.	Caudal simultáneo (Qs).....	22
2.10.8.	Caudal unitario (Qu)	23

3.	COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE	25
3.1.	Fuente y captación	25
3.2.	Tanque de almacenamientos y distribución.....	25
3.3.	Línea de conducción	26
3.4.	Colocación de la tubería	26
3.5.	Red de distribución	26
3.6.	Presiones.....	27
3.7.	Cajas rompe presión	27
3.8.	Caja distribuidora de caudales	27
3.9.	Tipo de conexión	28
3.10.	Válvulas	28
3.11.	Tratamiento del agua.....	29
3.12.	Desinfección de agua potable en tanques de distribución.....	29
3.12.1.	Limpieza de los tanques	29
4.	CÁLCULO HIDRÁULICO	31
4.1.	Diseño de la línea de conducción	31
4.2.	Cálculo de un tramo de distribución	36
4.3.	Operación y mantenimiento.....	42
4.4.	Propuesta de tarifa	43
4.5.	Costo de operación	43
4.6.	Costo de mantenimiento.....	44
4.7.	Costo de tratamiento	44
4.8.	Gastos administrativos	45
4.9.	Costo de reserva	45
4.10.	Cálculo de tarifa.....	46
4.11.	Evaluación de impacto ambiental	47
4.11.1.	Impacto ambiental de construcción	47
4.11.2.	En operación.....	48

4.12.	Evaluación socioeconómica	48
4.12.1.	Valor presente neto	49
4.12.2.	Tasa interna de retorno	51
CONCLUSIONES		53
RECOMENDACIONES		55
BIBLIOGRAFÍA.....		57
APÉNDICES.....		59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del departamento de Chimaltenango	2
2.	Mapa del municipio de Tecpán Guatemala	3
3.	Mapa del municipio de Tecpán Guatemala	4
4.	Esquema de los circuitos	37
5.	Esquema de ingresos y egresos durante el período de diseño.....	50

TABLAS

I.	Clima.....	5
II.	Dotaciones indicadas según normas de diseño	20
III.	Datos requeridos para la aplicación del método de Cross	37

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Caudal
Qs	Caudal simultáneo
Qu	Caudal unitario
PVC	Cloruro de polivinilo
CMD	Consumo máximo diario o caudal de conducción
CMH	Consumo máximo horario o caudal de distribución
CT	Cota de terreno
CP	Cota piezométrica
E-	Indica estación en el aspecto topográfico
mca	Metros columna de agua
Hf	Pérdida localizada en metros columna de agua
Pd	Presión dinámica
PSI	Presión en libras sobre pulgada cuadrada

GLOSARIO

Aforo	Medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo.
Agua potable	Es el agua que se puede consumir o beber sin que exista peligro para la salud.
Análisis de agua	Es el conjunto de parámetros que tiene por objetivo definir la calidad de agua al relacionarlos con las normas, las cuales establecen los valores de las concentraciones máximas aceptables, para el uso benéfico al cual se destine.
Caudal	Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluya de un manantial o fuente, que pasa por cierto lugar durante un período de tiempo.
Cloración	Desinfección del agua por medio de cloro.
Demanda de agua	Cantidad de agua que la población requiere para satisfacer sus necesidades básicas.
Dotación	Cantidad de agua en litros asignada a un servicio o habitante en un día.

Fuente	Lugar de donde se obtendrá el agua para un acueducto, esta puede ser superficial o de nacimiento.
Hipoclorador	Instrumento que sirve para la dosificación de pequeñas cantidades de hipoclorito de calcio en la entrada de un tanque de distribución de agua potable.
Planimetría	Es la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario, que es la superficie media de la tierra y que toma un punto de referencia para su orientación.
Topografía	Técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno.

RESUMEN

En el barrio de Asunción Manzanales, que se ubica en el municipio de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango. De acuerdo a la investigación realizada se determinó que la necesidad más urgente para el barrio Asunción Manzanales es el del agua potable, el cual no toda la población goza de este servicio, por lo anterior, es necesario construir un sistema de abastecimiento de agua potable que tome en cuenta factores como el crecimiento poblacional y el estudio topográfico. Con el estudio topográfico se obtienen los datos planimétricos que sirven para localizar en planta las líneas de conducción y distribución, para obtener los niveles del terreno se utilizó el método de altimetría.

Para el desarrollo del presente proyecto se requirió la captación de 3 fuentes con aforo total de 1,72 litros/segundo, la fuente es superficial captando tres nacimientos ubicados en la aldea Xetzac, conduciéndolos a una caja reunidora de caudales, conduciéndolo hacia una caja rompe presión de un metro cúbico, para luego conducirlo al tanque de almacenamiento y distribución que en este caso será el mismo, dicho tanque tendrá una capacidad de 32,00 m³, el sistema a utilizar será por gravedad, durante el recorrido se instalarán dos válvulas de aire y tres válvulas de limpieza. La tubería a utilizar será de PVC.

El proyecto de agua potable cuenta con todos los elementos necesarios para su buen funcionamiento, desde la captación del agua, línea de conducción, caja rompe presión, tanque de distribución, red de forma abierta y cerrada y obras de arte, como conexiones prediales. Por lo que se puede decir que el

objetivo por el cual se realiza el Ejercicio Profesional Supervisado ha sido alcanzado.

OBJETIVOS

General

Diseñar la línea de conducción y distribución del sistema de agua potable para el barrio Asunción Manzanales del municipio de Tecpán Guatemala y departamento de Chimaltenango.

Específicos

1. Completar el abastecimiento del agua potable en el barrio Asunción Manzanales.
2. Elevar el nivel de vida de los habitantes del barrio mediante el diseño del sistema de agua potable que permitirá llevar el servicio a las 115 viviendas de la comunidad en mención.
3. Dar una captación a todos los beneficiarios de dicho proyecto y a los líderes de la comunidad sobre las características del proyecto, el mantenimiento y el cuidado que deben de tener para preservar el vital líquido.

INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) da la oportunidad de vivir de cerca las necesidades de los habitantes de las comunidades y el trabajo en conjunto con los consejos comunitarios de desarrollo y la municipalidad; aplicando los conocimientos adquiridos durante la formación académica en trabajo de campo. De la misma manera se colabora con el desarrollo del país, atendiendo y resolviendo las necesidades de las comunidades y de las personas que en ellas habitan. Además, con dicho proyecto se espera cubrir una mínima necesidad que la población guatemalteca padece y como estudiante es algo que se le devuelve al país en mínima parte.

En conjunto con la Dirección Municipal de Planificación de Tecpán Guatemala y la oficina de EPS, se efectuó el diagnóstico para determinar las necesidades más urgentes en cuanto a servicios básicos e infraestructura, donde sobresalieron varios proyectos, pero se tomó la decisión de realizar el siguiente proyecto: Diseño del sistema de la línea de conducción y distribución de agua potable para el barrio Asunción Manzanales del municipio de Tecpán Guatemala departamento de Chimaltenango, el cual va a ayudar a elevar en cierta manera el nivel de vida de los habitantes de dicho barrio.

Con este proyecto se pretende atender una de las necesidades de la comunidad en mención, para así disminuir los factores negativos que no le permiten su desarrollo, y la importancia de este proyecto se nota cuando se piensa que el agua potable es sin duda el servicio más importante en cualquier comunidad, ya sea en área rural o urbana.

1. ASPECTOS MONOGRÁFICOS

1.1. Antecedentes históricos

El barrio Asunción Manzanales pertenece al municipio de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango, revela la historia de los cakchiqueles en dicho espacio geográfico antes de 1470, los cakchiqueles vivían en alianza con los quichés. Por desacuerdos políticos, los cakchiqueles se separaron con los quichés, emigraron en el territorio actual Tecpán, estableciéndose en el monte Ratzamut, fundando la ciudad de Iximché donde radicaron menos de un siglo. Los cakchiqueles, quichés y otros grupos sociales se cree que emigraron del actual territorio mexicano.

Los cakchiqueles, sin duda fue el origen de un modelo económico, político, social y cultural que los caracterizó poco antes de la llegada de los españoles, el poder político era superior a los quichés y grupos aledaños, fue el mecanismo de dominio sobre otros grupos sociales menos poderosos, aumentando en forma acelerada su territorio y dominio político sobre ellos. A principios del siglo XVI, el territorio cakchiquel se extendía en todo el territorio de Chimaltenango, el departamento de Guatemala, el extremo norte de Escuintla, la parte nororiental de Suchitepéquez y la parte situada al norte del lago de Atitlán en el departamento de Sololá.

La ciudad de Tecpán Guatemala, Chimaltenango fue fundada por el conquistador Pedro de Alvarado, el 25 de julio de 1524 con el nombre de Villa de Santiago en el lugar que los cakchiqueles llamaban Iximché, y los indígenas mexicanos dieron el nombre de Tecpán Quauhtemalan, de donde se derivó el

nombre que hoy conlleva la ciudad, Tecpán Guatemala. En esta misma fecha se realizó la celebración de la primera misa por el Padre Juan Godínez. Fue la primera capital de Guatemala. A tres kilómetros de la ciudad de Tecpán Guatemala, se encuentra el Centro Arqueológico, Ruinas de Iximché, que en 1524 fue escenario de importantes acontecimientos, Iximché viene de las voces: Ixim-maíz, Che-palo, entonces dice Palo de Maíz, siendo este lugar capital y corte de los cakchiqueles.

Figura 1. Mapa del departamento de Chimaltenango

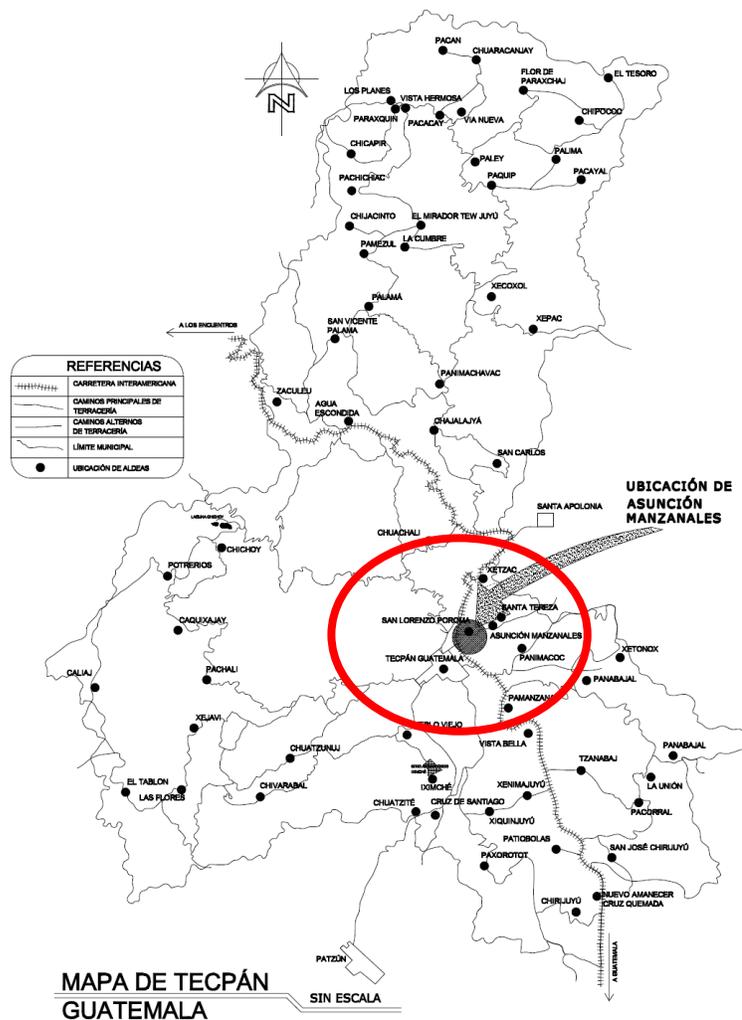


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

1.2. Características geográficas

Tecpán Guatemala, municipio del departamento de Chimaltenango se encuentra situada dentro del Altiplano Central de la República, con una extensión territorial de 201 kilómetros cuadrados, a una altura de 2 252 metros sobre el nivel del mar.

Figura 2. Mapa del municipio de Tecpán Guatemala

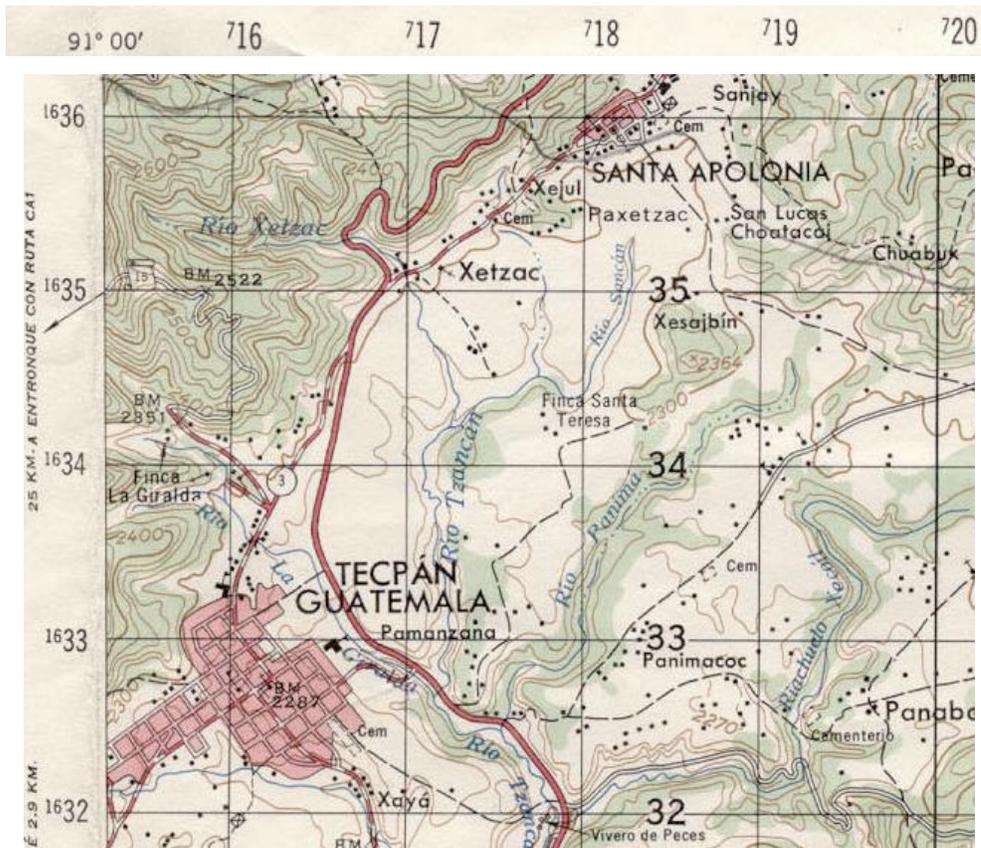


Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

1.2.1. Límites

El barrio Asunción Manzanales colinda al este con la aldea Panimacoc, al oeste con el centro de Tecpán Guatemala, al norte con el municipio de Santa Apolonia y al sur con el centro de Tecpán Guatemala. El municipio de Tecpán Guatemala colinda al norte con el departamento del Quiché; al sur, con los municipios de Patzún y Patzucá; al este con los municipios de Santa Apolonia, San Juan Comalapa y Santa Cruz Balanyá; al oeste con el departamento de Sololá.

Figura 3. Mapa del municipio de Tecpán Guatemala



Fuente: Mapa 1:5000 del Instituto Geográfico Nacional.

1.2.2. Clima

Para el clima se toma como base la estación situada en el municipio de Santa Cruz Balanyá, Chimaltenango, que se encuentra a 4 km del barrio de Asunción Manzanales.

Estación Balanyá ubicada en la latitud 144112, longitud 905455, a una altitud de 2 080 metros sobre el nivel de mar.

Tabla I. Clima

Descripción	Unidad	Promedio 2014
Temperatura Media	°C	16,50
Temperatura Máxima	°C	23,3
Temperatura Mínima	°C	10,6
Temperatura Máxima absoluta	°C	28,5
Temperatura Mínima absoluta	°C	1,2
Humedad	%	78
Lluvia	mm	1 131,60
Lluvia	Días	121
Nubosidad	Octas	5
Viento	K/HRA	2,6
Dirección	Dirección del Viento	S

Fuente: Insivumeh, estación Santa Cruz Balanyá.

1.2.3. Vías de acceso

Se puede acceder a la comunidad desde varios puntos, el principal se encuentra sobre el kilómetro 88 de la ruta Interamericana, el cual queda a 2 kilómetros del parque central de Tecpán Guatemala, el 2do punto de acceso alternativo queda en el kilómetro 89 de la ruta Interamericana, en ambos puntos el acceso es de terracería y un ancho de 7,00 metros y que conducen hacia el barrio de Asunción Manzanales, existe un acceso que viene de Santa Apolonia y otro acceso de Panimacoc ambos de terracería, los caminos se encuentran balastrados por lo que son transitables.

1.3. Características económicas

La economía del barrio de Asunción Manzanales y del municipio de Tecpán Guatemala, se basa en la pecuaria, con animales domésticos como gallinas, patos, chompipes, conejos, perros, gatos, además de vacuno y ovino, el ovino lo utilizan para carne y la industria (lana) y porcino lo utilizan para alimento (carne, embutidos, chicharrones y manteca).

La mayoría de la población tecpaneca vive en una economía de subsistencia, pocas fuentes de trabajo y alto costo de vida. Entre los habitantes es la población infantil la más afectada, pues existe alto grado de desnutrición dando margen a otras enfermedades.

1.3.1. Actividad comercial

En Asunción Manzanales la actividad comercial que sobresale es la industria por medio de los viveros que existen y los textiles, en la cual se elaboran tejidos típicos y suéteres de muy vistosos colores y preciadas labores.

Además, por la cercanía a la plaza central del municipio de Tecpán, el día jueves de cada semana se celebra el día de mercado, en el cual se llevan acabo las principales transacciones comerciales, llegando al municipio productos agrícolas y tejidos especialmente de sus diferentes aldeas y pueblos vecinos. La mayor parte de la comercialización está a cargo del grupo étnico indígena.

1.4. Características socioculturales

Tecpán Guatemala es un municipio con diversidad étnica, social e histórica, eso hace a un municipio en crecimiento y en constantes cambios.

1.4.1. Población

La distribución étnica del municipio se da de la siguiente manera: población maya kaqchiquel y mayoritariamente la ladina. La población mayoritaria se encuentra básicamente concentrada en el área rural y mantiene su identidad y tradiciones milenarias del pueblo desde la época prehispánica.

La interpretación de la pirámide poblacional para el municipio de Tecpán, es de tipo progresivo, lo cual indica que el municipio está conformado en su mayoría por una población de niños y jóvenes. Demuestra un crecimiento rápido, en donde los altos índices de natalidad superan los de mortalidad, poniendo en tensión la demanda de necesidades básicos como son: la educación, salud, vivienda, seguridad alimentaria, fuentes de empleo, entre otros.

1.4.2. Servicios

El municipio de Tecpán Guatemala cuenta con varios servicios públicos entre ellos Bomberos Municipales, que cuentan con una subestación en la cabecera municipal, integrada por ciudadanos tecpanecos, cuentan con unidades de rescate e incendios y algún equipo especial. La limpieza del pueblo está a cargo de varios vecinos, pero no se cuenta con un servicio fijo, el servicio extraurbano es todos los días, también existe transporte urbano que recorren todo el municipio de Tecpán, asimismo en el barrio de Asunción Manzanales cuentan con servicio de transporte urbano.

En la comunicación, la población cuenta con una oficina de Correos y Telégrafos, también de teléfonos públicos, comunales y particulares.

Así también, en el barrio Asunción Manzanales cuentan con energía eléctrica, parte de la población cuentan con drenajes sanitarios, el agua potable es parcial, y parte de sus calles están adoquinadas, dichos servicios son de vital importancia, ya que apuntalan la sobrevivencia de la sociedad, la demanda de dichos servicios crece directamente proporcional al crecimiento de la economía.

1.4.3. Educación

La educación formal del municipio de Tecpán Guatemala está constituida por establecimientos públicos y privados. Se cuenta con los niveles de preprimaria, primaria, básicos diversificados y superior.

La mayoría de los establecimientos se encuentran en el casco urbano del municipio de Tecpán Guatemala. Pero todas las aldeas cuentan con escuelas primarias y en el barrio de Asunción Manzanales también tiene una escuela

pública para preprimaria, primaria y básicos, pero para el nivel diversificado y superior los pobladores de Asunción Manzanales tienen que viajar para continuar sus estudios.

El Instituto Tecpaneco de Educación Media: imparte carreras de perito contador, secretariado comercial y bilingüe. Además, cuenta con básico y bachillerato por madurez, los sábados. El establecimiento se unió al programa de la Universidad Galileo para impartir carreras universitarias.

Conalfa es otra institución que contribuye en la educación del municipio, tiene una oficina y personal que enseña a leer y escribir a grupos de la cabecera y de las aldeas, también el municipio de Tecpán cuenta con una Biblioteca Municipal, esta es un complemento para todas las instituciones educativas. El municipio de Tecpán cuenta también con café internet, academias de computación y mecanografía.

El ausentismo escolar y la deserción se deben a circunstancias económicas y culturales. El niño no es inscrito en las escuelas debido a que representa un costo por lo que la familia opta por involucrarlo en las labores cotidianas.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, BARRIO ASUNCIÓN MANZANALES

2.1. Preliminares

Para realizar el diseño del sistema de agua potable se efectúan los siguientes trabajos de investigación.

2.1.1. Investigación preliminar

El objetivo primordial de la investigación preliminar es obtener y clasificar la información básica de la comunidad donde se ejecutará el proyecto de sistema de agua potable. Esta será necesaria también cuando el trabajo sea la ampliación de un sistema de agua o del mejoramiento del mismo.

Las dos partes importantes que se tomarán en cuenta en la investigación preliminar, son: la investigación de campo y el trabajo de gabinete.

2.1.2. Investigación de campo

Se realizará una visita a la comunidad para recolectar la información básica, y así de alguna manera, determinar de una forma preliminar la factibilidad técnica del proyecto y la necesidad que se tiene en el lugar del mismo. La información que se debe obtener en esta visita consta de los siguientes aspectos:

- Información monográfica de la comunidad y localidad
- Accesos

- Vivienda
- Población
- Abastecimiento actual del agua potable
- Servicios existentes
- Disposición de excretas
- Fuentes de agua propuestas
- Organizaciones y consejos comunitarios
- Recursos materiales y humanos de la comunidad

Si fuera necesario en esta primera visita a la que se le denomina visita preliminar se extenderá a comunidades vecinas.

Uno de los aspectos más importantes que se debe realizar antes de efectuar lo que es la visita preliminar es el reconocimiento de la documentación del lugar, es decir estudiar los documentos como mapas a nivel de país, a nivel departamental y municipal, y otros que ayuden a tener una información teórica del lugar.

2.1.3. Personal a cargo de la visita

Es importante que la visita preliminar sea realizada por una o varias personas que tengan conocimientos básicos y adecuados, en lo que se refiere a aspectos técnicos relacionados con el abastecimiento de agua y lo que es la disposición de las aguas negras.

2.2. Información a ser recolectada en campo

A continuación se presenta la información a ser recolectada en campo para realizar el proyecto.

2.2.1. Sobre la localidad

Tipo y clasificación de la localidad, es decir, si es un caserío, barrio, aldea, finca, entre otros, y la jurisdicción municipal y departamental que esta tenga.

2.2.2. Accesos

Es importante que se registre de forma descriptiva los diferentes tipos de accesos que tenga la comunidad, el tipo de material de las calles de los accesos y describir que acceso es el más importante.

2.2.3. Vivienda y población

La mayoría de veces este tipo de información no procede en campo, ya que para datos de población y vivienda es necesario estudiar el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), a veces los mismos vecinos de la comunidad logran organizarse para obtener estos datos de una forma mas actual, en este caso esta información si procede en campo.

2.2.4. Abastecimientos de agua actual

Se debe apreciar y registrar si existe algún sistema para abastecimientos de agua y si no lo hubiera, de que forma se abastecen los vecinos esos momentos.

2.2.5. Servicios existentes

Consiste en enumerar los diferentes servicios que existan en la comunidad, como por ejemplo: escuelas, energía eléctrica, puestos de salud,

drenajes, entre otros.

2.2.6. Fuentes propuestas

Investigar los problemas de agua que servirán para el abastecimiento, no solo para el proyecto actual sino que también para proyectos futuros, esta información consiste en observar si existe algún registro de aforos anteriores, o se procede a realizarlos, los resultados y los métodos utilizados.

2.2.7. Organizaciones y consejos comunitarios de desarrollo

Investigar y realizar un esquema de la organización comunitaria si la hubiese, será muy importante determinar el grado de organización, interés y participación que esta tenga, de esta manera se puede determinar el grado de colaboración de los vecinos, tanto en el sentido material como de recurso humano, para el proyecto de abastecimiento de agua.

Lo descrito anteriormente es de forma general, a continuación se describe de una forma más específica, cada uno de estos aspectos de lo que es el proyecto del sistema de agua potable del barrio Asunción Manzanales, Tecpán Guatemala.

2.3. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en captar el agua de forma superficial en el lugar conocido como Xetzac, en este lugar se encuentran los nacimientos de agua, de aquí el agua se conduce por gravedad pasando por una caja rompe presión hasta un tanque de distribución de treinta y dos metros cúbicos (32,00 m³), es aquí donde comienza lo que es la red de distribución para el barrio Asunción

Manzanales, la cual se hace mediante una red abierta, es decir, una línea central de la cual se desprenden ramales para la distribución del agua en todas las viviendas en el inicio de la distribución, en el centro del barrio de Asunción Manzanales es red de circuito cerrado, es decir por una red que cubre todo el centro del barrio.

2.4. Levantamiento topográfico

El desarrollo del presente estudio requirió de un levantamiento topográfico para conocer el perfil del terreno, asimismo para determinar las elevaciones y pendientes del mismo.

2.4.1. Altimetría

El levantamiento altimétrico se realizó por medio de nivelación taquimétrica, utilizando para la altimetría el mismo equipo que se utilizó para la planimetría. Con los datos del levantamiento altimétrico se calculan las distancias y las cotas del terreno, las cuales son de gran importancia para proyectos de acueductos.

2.4.2. Planimetría

El levantamiento planimétrico se realizó utilizando el método de conservación de azimut. Dentro de lo que es la red de distribución se hizo necesario radiar las viviendas para conocer la ubicación exacta, así como la elevación de estas de los distintos puntos importantes dentro del proyecto.

2.5. Evaluación del sistema actual

Actualmente el barrio Asunción Manzanales se abastece de agua con el “Proyecto de agua potable de 5 comunidades”, dicho proyecto viene de un río que se llama Agua Escondida donde es captada, se conduce por gravedad y distribuye a 5 comunidades diferentes por medio de tanques de distribución, entre ellas al barrio Asunción Manzanales, pero dicho proyecto no cubre a toda la comunidad en mención ya que el crecimiento de la población ha provocado que el sistema actual ya no alcance para todos. El tanque que abastece al barrio de Asunción Manzanales es el mismo que abastece a la aldea Panimacoc, por lo que ya no se puede dotar de más servicios.

2.6. Descripción del sistema a utilizar

Para este proyecto se adoptará un sistema por gravedad, ya que la topografía que se presenta hace ideal el empleo de este tipo de sistema desde la captación, la conducción del agua y la distribución de la misma, en el barrio Asunción Manzanales de Tecpán Guatemala.

2.7. Aforos

El aforo de la fuente se hizo con una cubeta de 5 galones (18,92 litros) llenándola en cinco ocasiones para tomar un tiempo promedio el cual fue de 11,00 segundos, por lo que se tiene:

$Q = \text{volumen}/\text{tiempo}$

Volumen = 18,92 litros

Tiempo = 11 segundos

$Q = 18,92 \text{ litros}/11 \text{ segundos} = 1,72 \text{ litros}/\text{segundos} = \text{caudal de aforo}$

Es importante mencionar que el aforo se realizó en noviembre, lo aconsejable al realizar un aforo es que este sea en época de estiaje o verano, por lo que se recomienda que al aforo realizado en una época de invierno se le aplique un porcentaje de reducción, en este caso por el clima que impera en el lugar se calculó que restándole el 10 % al caudal aforado, este seguían siendo capaz de cubrir la demanda.

2.8. Exámenes de laboratorio de calidad del agua

Son básicamente dos exámenes los que se le realizan a las diferentes muestras que son tomadas de la fuente propuesta, siendo el examen bacteriológico y el examen fisicoquímico. Para el examen bacteriológico se requiere un envase esterilizado con capacidad de 100 mililitros y para el fisicoquímico la muestra debe ser de 1 galón. Este envase puede ser de vidrio o de plástico. Es importante mencionar que las muestras tomadas deben permanecer en refrigeración antes de ser llevadas al laboratorio, pero este período no debe exceder de 24 horas.

Para el proyecto del barrio Asunción Manzanales, de Tecpán Guatemala, se utilizaron recipientes como los descritos anteriormente, y los exámenes fueron realizados en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ingeniería.

2.9. Normas de diseño

El diseño de estos sistemas en el área rural involucra el diseño funcional del diseño hidráulico de sus diferentes componentes y el diseño estructural de

aquellos elementos que así lo requieran, no obstante, en aquellos casos que así lo ameriten, el diseño estructural deberá basarse en la aplicación de las prácticas reconocidas de ingeniería para el análisis y diseño de estructuras.

Para hacer el diseño funcional e hidráulico de un sistema de abastecimiento de agua potable, se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

2.10. Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño permiten establecer los requisitos mínimos para orientar y lograr evaluar o valorar el diseño de agua potable.

2.10.1. Período de diseño

Se considera como tal el tiempo durante el cual, la obra dará servicio satisfactoriamente para la población de diseño. Para fijarlo se tomará en cuenta la vida útil de los materiales, costos, población, comportamiento de la obra en sus primeros años y la posibilidad de ampliaciones, este último dependerá mucho de la fuente de agua.

Lo que se recomienda para un proyecto de obra civil, un sistema que sea por gravedad, es de 20 años, más dos años de trámites, es decir el período de diseño (n) va a ser de 22 años, este es el período de diseño para el proyecto del barrio de Asunción Manzanales.

2.10.2. Cálculo de población

El cálculo de la población deberá hacerse con el período de diseño correspondiente y otros elementos propios del lugar del proyecto. Se tomará información básica del Instituto Nacional de Estadística (INE), registros municipales, censos escolares, levantamientos locales de densidad habitacional ya sea que estén hechos por instituciones gubernamentales o puede ser también por iniciativa propia, siempre se va hacer necesario que el encargado del diseño verifique y evalúe la información.

Para este caso el método elegido para el cálculo de la población futura es el método geométrico, este es uno de los más utilizados por la confiabilidad de su resultado, este método utiliza parámetros de diseño de población actual, tasa de crecimiento anual local y el período de diseño.

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

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual

r = tasa de crecimiento anual (en decimales)

n = período de diseño

El cálculo para el barrio Asunción Manzanales, se calcula de la siguiente manera:

La población actual (Po) del barrio Asunción Manzanales es de 805 habitantes para este proyecto, para la tasa de crecimiento anual (r) del municipio de Tecpán Guatemala se utilizó con la que cuenta el departamento de

Chimaltenango la cual es de 0,0282 (2,82) y el período de diseño (n) es de 22 años, por lo que la población futura se calcula de la siguiente manera:

$$Pf = 805(1 + 0,0282)^{22}$$

La población futura es aproximadamente de 1 490 habitantes.

2.10.3. Consumos de agua potable

Se debe de tener presentes las siguientes definiciones:

Dotación: es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario, se expresa en litros por habitantes por día (l/hab/día), es muy importante considerar los factores: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, administración y presiones del sistema.

Para fijar la dotación se tomarán en cuenta los siguientes valores dados por las instituciones encargadas del abastecimiento, si no existieran estudios de demanda de población:

Tabla II. **Dotaciones indicadas según normas de diseño**

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (LT/HAB/DÍA)
Llenacántaros	15-40
Conexiones prediales	60-90
Conexiones domiciliarias en el área rural	90-150
Conexiones domiciliarias en el área urbana	150-250

Fuente: apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1.

Para el barrio Asunción Manzanales se adoptó un servicio de conexiones domiciliarias en el área rural, este servicio es el más aconsejable para acueductos en áreas rurales y la dotación es de 90 lt/hab/día.

2.10.4. Consumo medio

El consumo medio diario será el producto de la dotación adoptada, por el número de habitantes que se estimen al final del período de diseño, para este caso la población a los 22 años.

$$Q_m = \frac{\text{Dotación} \times P_f}{86\,400} \text{ (Se divide entre 86 400 para que el caudal sea en lt/s)}$$

$$Q_{mx} = \frac{90 \text{ lt/hab/día} \times 1\,490 \text{ hab}}{86\,400 \text{ segundos}} = 1,55 \text{ lt/s}$$

Este es el valor del caudal medio para el barrio Asunción Manzanales.

2.10.5. Consumo máximo diario (CMD)

Este será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor que oscile entre 1,2 y 1,5 se recomienda:

1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000

1,2 para poblaciones futuras mayores de 1 000

Para el proyecto del barrio Asunción Manzanales el CDM es de 1,2, por lo que se tiene:

$$CMD = Q_{mx} \times 1,2$$

$$CDM = 1,72 \text{ lt/s} \times 1,2 = 1,86 \text{ lt/s}$$

Este es el caudal de conducción para el proyecto, y el diseño de la línea de conducción parte básicamente con este valor de caudal.

2.10.6. Consumo máximo horario (CMH)

Se determina de la multiplicación del consumo medio diario por un coeficiente entre 2 y 3. Se recomienda:

2,5 para poblaciones futuras menores de 1 000

2,2 para poblaciones futuras mayores de 1 000

Para el proyecto del barrio Asunción Manzanales es de 2,5, por lo que se tiene que:

$$CMH = Qmx \times 2,5$$

$$CMH = 1,86 \text{ lt/s} \times 2,5 = 4,65 \text{ lt/s}$$

Este va a ser el caudal de distribución para el barrio Asunción Manzanales. Se recomienda que el diseño hidráulico de la línea de distribución en los diferentes ramales, se debe realizar tomando en cuenta criterios de uso simultáneo versus caudales unitarios, seleccionando siempre el valor más alto obtenido de ambos cálculos, y con este valor escogido es con el que se procede al diseño. Para el efecto se utilizarán las expresiones siguientes:

2.10.7. Caudal simultáneo (Qs)

$$Qs = k\sqrt{n} - 1$$

Q_s = caudal de diseño simultáneo el cual no debe de ser menor de 0,20 lt/s

$k = 0,15$ (conexiones prediales)

n = número de conexiones prediales del ramal o tramo

2.10.8. Caudal unitario (Q_u)

$$Q_u = \frac{\text{Consumo máximo horario}}{\text{Número total de conexiones}}$$

$$Q_u = \frac{4,65 \text{ lt. s}}{115 \text{ conexiones}} = 0,04 \text{ lt. s. conexión}$$

Ahora se procede con el cálculo del caudal de diseño para el tramo.

$$Q_d = Q_u \times n$$

Q_d = caudal de diseño

Q_u = caudal unitario

N = número de conexiones prediales del ramal o tramo

Para un ramal o cualquier otro tramo de diseño en la red de distribución, se realiza los dos cálculos anteriores, tomando el mayor de ambos y con ese valor seleccionado va a ser el caudal de diseño para ese ramal o tramo.

3. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE

3.1. Fuente y captación

Las fuentes deberán garantizar el caudal de día máximo de forma continua. El diseñador tiene que evaluar el registro de aforo y la información hidrológica disponibles, existen básicamente dos formas de captar el agua, una es de forma superficial (ríos) y la otra es en manantiales (nacimientos). Para este proyecto la forma de captación es de manantiales, es decir que este se hace a través de los nacimientos de la aldea Xetzac de Tecpán Guatemala.

Las estructuras garantizarán seguridad, estabilidad y funcionamiento en todos los casos y para cualquier condición de la fuente, se debe garantizar la protección contra la contaminación, entrada y proliferación de raíces, algas y otros organismos indeseables. Además de facilidad de inspección y operación. La captación en el barrio Asunción Manzanales se ubicó de tal manera que la corriente no amenace la seguridad de la estructura, impida el acceso de personas o animales, además de evitar que se formen bancos de arena, estos tres aspectos son importantes de observar al momento de decidir la ubicación de la captación.

3.2. Tanque de almacenamientos y distribución

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución se calculará de acuerdo a la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, en sistemas por gravedad se puede tomar un valor entre 25 a 35 del consumo medio diario. El tanque de distribución ubicado

en el barrio Asunción Manzanales es de forma semienterrado y cuenta con un volumen de 32,00 m³, es importante mencionar que cuando un tanque sea de concreto ciclópeo (como este caso) deberá cubrirse con losa de concreto reforzado.

3.3. Línea de conducción

Se va a entender por línea de conducción el tramo que comprende desde la fuente hasta el tanque de distribución y almacenamiento, para el proyecto en el barrio Asunción Manzanales, la línea de conducción va desde la estación 3 (E-3), que es la fuente superficial hasta la estación 56 (E-56), que es el tanque de distribución de 32 m³.

3.4. Colocación de la tubería

La tubería deberá enterrarse a una profundidad mínima de 0,80 metros sobre el nivel superior del tubo. Cuando los terrenos son dedicados a la agricultura, y de 0,60 metros cuando son en caminos.

3.5. Red de distribución

El tipo de red utilizada en este proyecto es de forma mixta, esta es la más recomendable para el barrio de Asunción Manzanales, se dice que una red de distribución es un conjunto de tuberías cuya función es la de suministrar el agua potable a los consumidores locales, la red de distribución está conformada por tuberías principales y secundarias, la red de tuberías principales es la encargada de distribuir el agua en las diferentes zonas de la población de Asunción Manzanales, mientras que las tuberías secundarias son las encargadas de hacer las conexiones domiciliarias.

3.6. Presiones

En general debe buscarse que la cota piezométrica sea paralela a la superficie del terreno; y la presión será igual a la diferencia de cotas piezométricas y del terreno.

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

- Presión dinámica (de servicio) mínima 10 metros
- Presión dinámica (de servicio) máxima 40 metros
- Presión hidrostática máxima de 90 metros

3.7. Cajas rompe presión

Deberán colocarse a presiones estáticas de 40 a 60 metros columna de agua (mca), dependiendo de las válvulas de flotador con que cuenten estas, cuando estas son de media pulgada se recomienda no dejar presiones mayores de 40 mca. Las dimensiones mínimas serán las que permitan la maniobra del flotador y demás accesorios y en ningún caso estas deberán ser menores de 0,65 x 0,50 x 0,80 metros, todas la medidas libres y estarán provistas de válvulas de compuerta en la entrada, para el proyecto se utilizaron 1 caja rompe presión de 1,00 m³, ubicada en la línea de conducción.

3.8. Caja distribuidora de caudales

La caja distribuidora de caudales se utiliza para dividir el caudal en uno, dos o más partes, dependiendo del número de comunidades o sectores a las que se les vaya a brindar el servicio, estas cajas poseen cámaras, divididas por

una pantalla en la que se instalan los vertederos que son los que distribuyen el agua. La caja de distribución de caudales puede realizar otras funciones como lo es servir de tanque de distribución.

En este caso se construirá solo una caja, que será como distribuidor de caudales y como de almacenamiento, esto será porque solo tendrá un ramal que abastecer, que es la que alimentará a las viviendas de Asunción Manzanales.

3.9. Tipo de conexión

En el barrio Asunción Manzanales el tipo de conexión es de forma predial, que consiste en un solo chorro dentro del predio y o lote del propietario, es la más utilizada y recomendada desde el punto de vista de higiene y salud, además de tomar en cuenta los factores económicos para acueductos en áreas rurales, la ubicación de este chorro debe de ser visible y accesible para los usuarios, se recomienda para comunidades rurales semidispersas con nivel socioeconómico regular.

3.10. Válvulas

Las válvulas de control de la red para reparaciones y mantenimiento, se localizarán en lo posible, en forma tal que permita aislar un tramo sin dejar fuera de servicio de forma parcial o total la red, se instalarán válvulas de aire y de limpieza en puntos convenientes, en los picos bajos se instalarán las válvulas de limpieza y en los picos altos se instalarán las válvulas de aire.

3.11. Tratamiento del agua

Todas aquellas aguas que no llenen los requisitos de potabilidad establecidos, deberán tratarse mediante procesos adecuados para poder ser empleadas como fuentes de abasto para poblaciones. El tipo de tratamiento deberá fijarse de acuerdo a los resultados de los análisis realizados por el centro a donde hayan sido llevadas las muestras para su estudio.

En un tanque de distribución el compuesto de cloro más práctico utilizado para la desinfección del agua es la solución de hipoclorito.

3.12. Desinfección de agua potable en tanques de distribución

El agua potable es un líquido vital para el ser humano, por eso es importante desinfectarlo para prevenir problemas en la salud del consumidor.

3.12.1. Limpieza de los tanques

Determinar el volumen de agua. La cantidad de desinfectante se determinará por la siguiente recomendación, tomando en cuenta que cuando se piense en desinfección al 5 por ciento se debe agregar 50 gr de cloro por cada litro, y cuando sea al 10 por ciento van a ser 100 gr de cloro por cada litro de agua aproximadamente. Lo que resta mencionar es el procedimiento para lograr la desinfección del agua, utilizando el hipoclorito.

- Introducir la solución de cloro en los depósitos de agua potable.
- Inmediatamente después, llenar completamente de agua el depósito.
- Abrir grifos hasta que aparezca agua clorada.

- Debe dejarse que el agua clorada permanezca en el tanque durante al menos 4 horas.
- Posteriormente, el tanque y tuberías deben vaciarse y lavarse con agua potable hasta que el agua ya no tenga sabor a cloro.

4. CÁLCULO HIDRÁULICO

4.1. Diseño de la línea de conducción

La conducción en un proyecto de agua potable utilizando un sistema por gravedad, es la que comprende desde la fuente hasta un tanque de distribución. En este proyecto para el barrio Asunción Manzanales, la conducción va desde la estación E-1(nacimientos) hasta la estación E-56 (tanque de distribución de 32,00 m³).

Se debe de evitar presiones estáticas no mayores de noventa metros columna de agua, lo cual no se cumple cuando se llega a la estación E-3, ya que la elevación de la caja reunidora de caudales es de 2 420 y la elevación de la estación E-41es de 2 290, por lo que la diferencia entre ambas es de 130 metros columna de agua, por lo que se hace necesario colocar una obra de arte, en este caso una caja rompe presión para solventar el problema, lo que se debe tener claro es que esta debe ser colocada antes de la estación E-41 con cota 2 330, ya que si se coloca precisamente en ese punto ya no es funcional. Lo que se aptó es colocar esta caja rompe presión de un metro cúbico en la estación seis (E-8), de esta forma se soluciona el aspecto de la presión estática y se gana altura para lo que es el resto de la línea de conducción, que en los proyectos de agua potable el manejo de alturas es fundamental, por lo que el primer tramo a diseñar será de la estación E-3 (caja reunidora de caudales) a la estación E-8.

Estación E-3

Cota de terreno 2 420 m

Estación 8

Cota de terreno 2 380 m

La carga real disponible es la diferencia de sus cotas, es decir 2 420 – 2 380, lo que resulta 40 mca, un dato muy importante va a ser que a esta carga real disponible se le resta un número de metros columna de agua, porque al final este número que se le resta va a ser lo que marque la presión dinámica de llegada, la cual se sabe que se debe mantener entre 10 y 40 metros columna de agua, para este caso se le va a restar 15 mca (se observará más adelante que la presión dinámica de llegada a este punto es un valor igual o similar a este), por lo que la hf disponible es de 40 – 15 mca = 25 mca y la longitud del tramo es de 341,97 metros.

Básicamente para el diseño se utiliza la ecuación de Hazen Williams, con la cual se puede encontrar un diámetro teórico, los parámetros que utiliza esta ecuación son: longitud del tramo (L), carga y o pérdida disponible (hf) del tramo, el coeficiente de rugosidad (C) de la tubería, el caudal (Q) que en este caso es el caudal de conducción y el diámetro (D) de a tubería.

Ecuación de Hazen Williams

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

Despejando para encontrar D:

$$D = \left(\frac{1\,743,811 \times L \times Q^{1,85}}{150^{1,85} \times hf} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

Teniendo $L = 341,97$ m $Q = 1,86$ l/s como es diseño de la línea de conducción, el caudal que se utiliza es el consumo máximo diario (CMD) y o caudal de conducción, $C = 150$ (para tubería pvc) y $hf = 25,00$ m, se sustituyen datos y se obtiene un diámetro teórico:

$$D = \left(\frac{1\,743,811 \times 224,26 \times 1,86^{1,85}}{150^{1,85} \times 18} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 1,49''$$

$$D = 1,49''$$

Este dato, como se dijo anteriormente es un diámetro teórico, por lo que ahora se van a tomar dos diámetros comerciales, uno superior y otro inferior, para lo que es el cálculo hidráulico, es importante recordar que estos dos datos que se utilicen, van a ser los diámetros internos. Se utilizará tubería de;

Diámetro de $1\frac{1}{4}''$

Diámetro de $1\frac{1}{2}''$

Se procede a calcular pérdida con cada uno de estos diámetros.

$$hf1 = \frac{1\,743,811 \times 224,26 \times 1,86^{1,85}}{150^{1,85} \times 1,5^{4,87}}$$

$$hf2 = \frac{1\,743,811 \times 224,26 \times 1,86^{1,85}}{150^{1,85} \times 1,25^{4,87}}$$

Longitud del tramo (L) de E-3 (n) a E-8 (donde se colocará caja rompe presión) = 341,97 m

Caudal de conducción (Q) o consumo máximo diario (CMD) = 1,86 lt.s

Coefficiente de tubería pvc © = 150

Y diámetro interno 1½ y 1¼

Sustituyendo datos se tiene que la hf1 = 24,59 m

Sustituyendo datos se tiene que la hf2 = 59,75 m

Para el cálculo de la pérdida con el diámetro dos, se tienen los mismos datos y lo que cambia es el valor de hf1 debe de ser menor que la carga disponible, y el valor de la hf2 debe de ser mayor que la carga disponible, por lo que se ve que esto se cumple.

Se procede al cálculo de la longitud 2, es decir, que longitud se necesita para la tubería de diámetro de 1¼ pulgada conociendo la pérdida que esta tiene. Se parte de la siguiente ecuación:

$$L2 = \frac{L (hf - hf1)}{hf2 - hf1}$$

$$L2 = \frac{341,97 (25 - 24,58)}{59,75 - 24,58} = 3,99$$

Longitud 1 = longitud del tramo total – longitud 2

Longitud 1 = 341,97 m – 3,99 m = 337,98 metros

Ya calculadas las longitudes para cada una de las tuberías, se procede a calcular el número de tubos de cada uno de los diámetros, esto se realiza dividiendo la longitud dentro de 6,00 metros que es la longitud de un tubo.

$$\text{Núm. De tubos de } \varnothing 1\frac{1}{2}'' = \frac{\text{longitud 1}}{\text{longitud de tubo}} = \frac{337,98}{6,00 \text{ m}} = 57 \text{ tubos}$$

El valor encontrado se aproxima al entero más próximo y se le va a sumar una unidad, por lo que la cantidad de tubos es de, 58 tubos de Ø 1½.

$$\text{Núm. de tubos de } \varnothing 1\frac{1}{4}'' = \frac{\text{longitud 2}}{\text{longitud de tubo}} = \frac{3,99}{6,00 \text{ m}} = 1 \text{ tubos}$$

Se aproxima de la misma manera que se aproximó el diámetro anterior, por lo que la cantidad de tubos de \varnothing es de 2.

Al conocer las longitudes reales de cada tramo de tubería, se procede a calcular las pérdidas reales de cada tramo. Utilizando siempre la ecuación de Hazen Williams, se obtienen las siguientes pérdidas:

$$hf1 = \frac{1\,743,811 \times 337,98 \times 1,86^{1,85}}{150^{1,85} \times 1,5^{4,87}} = 24,30 \text{ metros}$$

$$hf2 = \frac{1\,743,811 \times 3,99 \times 1,86^{1,85}}{150^{1,85} \times 1,25^{4,87}} = 0,70 \text{ metros}$$

Hay que observar que la sumatoria de las pérdidas debe de ser igual a la carga disponible total del tramo, la cual es de 25 mca, y $hf1 + hf2 = 25$ mca, este es un parámetro que indica que el cálculo ha sido realizado de una manera correcta.

Luego del cálculo de la pérdida de carga se procede a calcular las cotas piezométricas, estas se calculan con las siguientes ecuaciones.

$$\text{Cota piezométrica 1} = \text{cota inicial del terreno} - hf1$$

$$\text{Cota piezométrica 1} = 2\,420 - 24,30 = 2\,395,70 \text{ m}$$

$$\text{Cota piezométrica 2} = \text{cota inicial del terreno} - (hf1+hf2)$$

$$\text{Cota piezométrica 2} = 2\,420 - 25 = 2\,395,00 \text{ m}$$

Se debe chequear las velocidades de diseño, las cuales deben mantenerse entre 0,60 y 3,00 m/s, en casos donde la topografía no lo permita, la velocidad podrá tomar valores hasta 4,00 m/s.

Para calcular la velocidad se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Velocidad (V)} = \frac{1,974 \times Q \text{ de distribución } \frac{y}{o} \text{ consumo máximo diario (CMD)}}{\text{Diámetro interno}^2}$$

$$\text{Velocidad (V1)} = \frac{1,974 \times 1,86}{1,5^2} = 1,63 \text{ m/s} \quad \text{si chequea}$$

$$\text{Velocidad (V2)} = \frac{1,974 \times 1,86}{1,25^2} = 2,35 \text{ m/s} \quad \text{si chequea}$$

Por último se cheque la presión dinámica de llegada, recordando que esta debe mantenerse entre 10 y 40 mca.

Presión dinámica de llegada = cota piezométrica 2 – cota de terreno final

Presión dinámica de llegada = 2 395 – 2 380 = 15 mca.

Así se termina el cálculo del primer tramo en lo que es la línea de conducción, el segundo tramo es el que va de la caja rompe presión, hasta el tanque de distribución que se diseñó de la misma manera como se hizo el cálculo anterior.

4.2. Cálculo de un tramo de distribución

En el cálculo del tramo de distribución se utilizó el método de Cross, por ser un circuito cerrado, este método es mediante iteraciones, compensa los caudales que circularán en las tuberías.

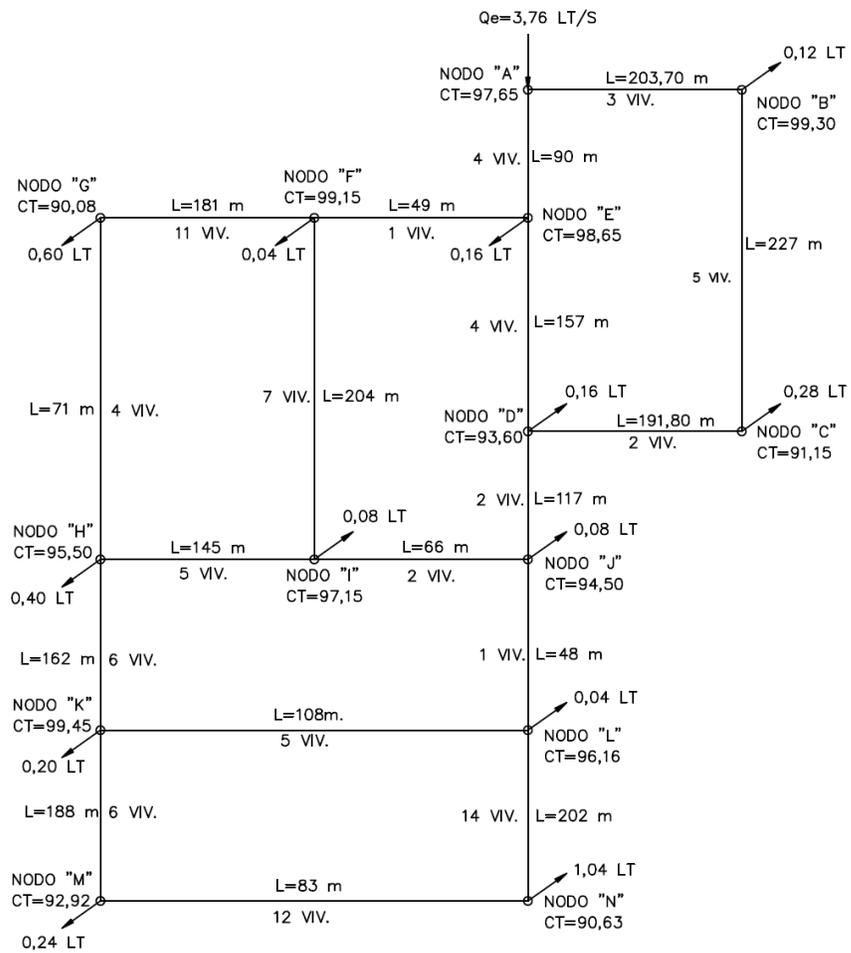
En este método se realizó la siguiente tabla:

Tabla III. **Datos requeridos para la aplicación del método de Cross**

CIRCUITO	TRAMO	DIÁMETRO (D)	LONGITUD (L)	C (PVC)	CAUDAL (Q)	PÉRDIDA DE CARGA (Hf)	Hf/Q	DELTA Δ	Qt Q+ Δ
----------	-------	--------------	--------------	---------	------------	-----------------------	------	----------------	----------------

Fuente: apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1.

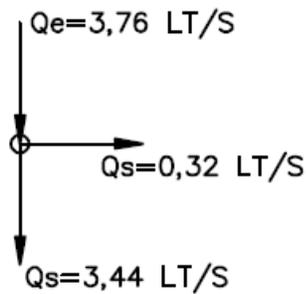
Figura 4. **Esquema de los circuitos**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Se distribuyen los caudales, tomando en consideración que en cada nodo la sumatoria de caudales de entrada debe ser igual a la sumatoria de caudales de salida; y que es conveniente que la dirección del caudal siga la pendiente del terreno.

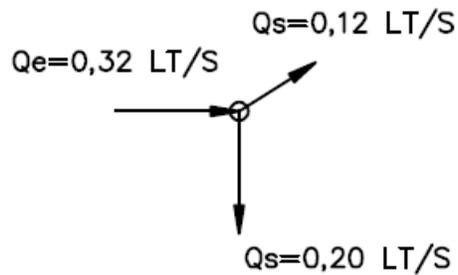
Nodo A:



$$Q_e = 3,76$$

$$Q_s = 0,32 + 3,44 = 3,76$$

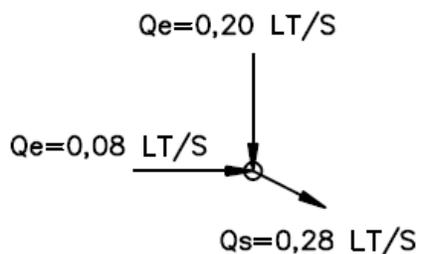
Nodo B:



$$Q_e = 0,32$$

$$Q_s = 0,12 + 0,20 = 0,32$$

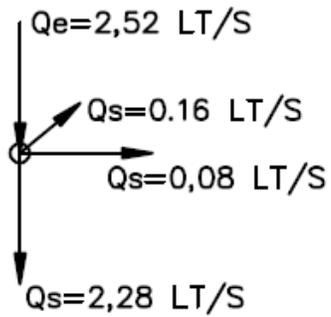
Nodo C:



$$Q_e = 0,20 + 0,08 = 0,28$$

$$Q_s = 0,28$$

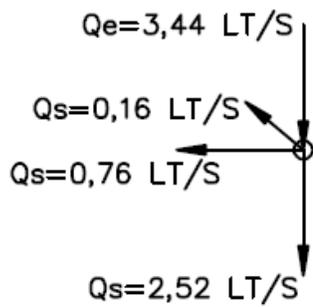
Nodo D:



$$Q_e = 2,52$$

$$Q_s = 0,16 + 0,08 + 2,28 = 2,52$$

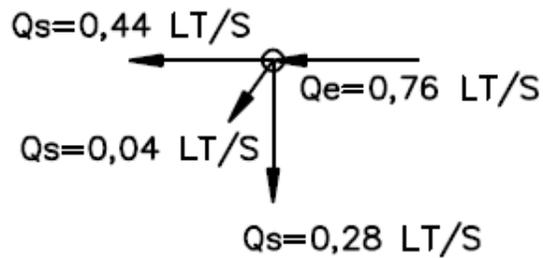
Nodo E:



$$Q_e = 3,44$$

$$Q_s = 0,16 + 0,76 + 2,52 = 3,44$$

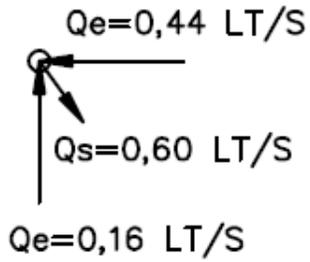
Nodo F:



$$Q_e = 0,76$$

$$Q_s = 0,04 + 0,44 + 0,28 = 0,76$$

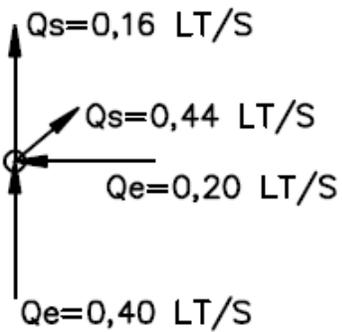
Nodo G:



$$Q_e = 0,44 + 0,16 = 0,60$$

$$Q_s = 0,60$$

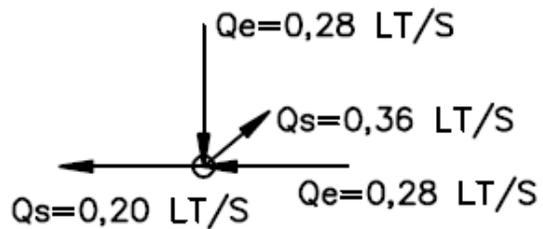
Nodo H:



$$Q_e = 0,40 + 0,20 = 0,60$$

$$Q_s = 0,16 + 0,44 = 0,60$$

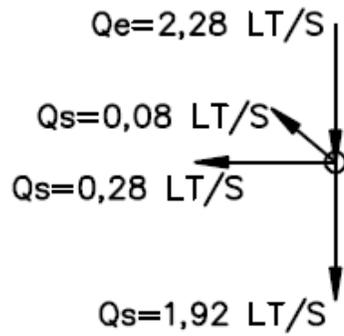
Nodo I:



$$Q_e = 0,28 + 0,28 = 0,56$$

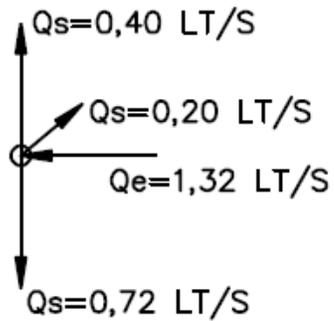
$$Q_s = 0,36 + 0,20 = 0,56$$

Nodo J:



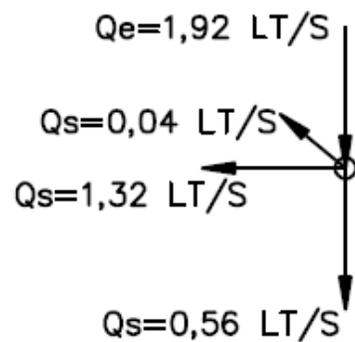
$$Q_e = 2,28$$
$$Q_s = 0,08 + 0,28 + 1,92 = 2,28$$

Nodo K:



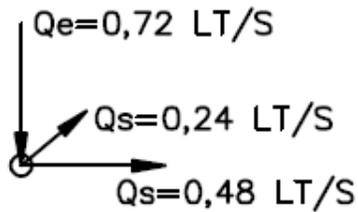
$$Q_e = 1,32$$
$$Q_s = 0,20 + 0,40 + 0,72 = 1,32$$

Nodo L:



$$Q_e = 1,92$$
$$Q_s = 0,04 + 1,32 + 0,56 = 1,92$$

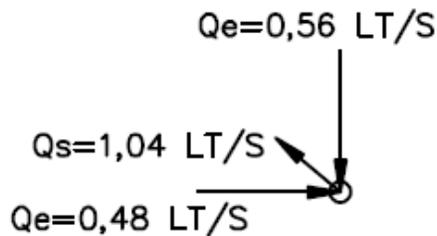
Nodo M:



$$Q_e=0,72$$

$$Q_s=0,24+0,48=0,72$$

Nodo N:



$$Q_e=0,56+0,48 = 1,04$$

$$Q_s=1,04$$

4.3. Operación y mantenimiento

El encarado del funcionamiento debe ser preferiblemente un fontanero que perciba un salario, quién realizará inspecciones periódicas a todos los componentes físicos del sistema para garantizar su adecuado funcionamiento.

Las actividades más comunes que tendrá que realizar el fontanero son: detectar posibles fugas que puedan existir tanto en la línea de conducción, distribución y conexiones, cuando se registre insuficiencia de agua en el servicio, efectuar las reparaciones necesarias, dar mantenimiento a las obras de arte con la limpieza retirando la maleza y velar por el buen funcionamiento de todas las obras complementarias. Sin en dado caso no se contara con un

fontanero designado para estas actividades, el consejo comunitario del barrio Asunción Manzanales serán los encargados de realizar dichas actividades.

4.4. Propuesta de tarifa

El sistema de agua potable para el barrio de Asunción Manzanales debe contar con un programa de operación y mantenimiento adecuado, para garantizar la sostenibilidad del mismo durante el período para el que ha sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con los recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo y cuando así lo amerite también correctivo, dichos recursos pueden obtenerse a través del pago de una tarifa mensual por parte de los beneficiarios, la cual se puede calcular con un horizonte no mayor de cinco años, ya que en el área rural es muy difícil que acepten incrementos constantes por el servicio. Se calculará la tarifa contemplado los costos siguientes:

4.5. Costo de operación

El costo de operación (CO) contempla el pago mensual del fontanero que efectuará revisiones constantes al sistema y operar la cloración del agua potable. El cálculo del costo de operación se efectúa considerando que un fontanero revisa con cuidado 20 conexiones y 3 km de línea al día, por lo que se procede de la siguiente manera:

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

L = longitud de línea de tubería = 5,47 km

NC = número de conexiones = 115

Pj = pago a jornalero por día = Q 65,00

Fp = factor que incluye prestaciones, para este caso = 1,66

$$CO = \left(\frac{5,47}{3} + \frac{115}{20} \right) \times 65,00 \times 1,66 = 817,13$$

4.6. Costo de mantenimiento

Para determinar el costo de mantenimiento (CM), se estima el tres por millar del costo de los materiales no locales presupuestados para el período de diseño y que servirá básicamente para la compra de materiales cuando haya necesidad de mejorar o cambiar las existentes.

$$CM = \left(\frac{3}{1\ 000} \right) \times \left(\frac{Mnl}{n} \right)$$

Mnl = costo de materiales no locales = Q 384 337,83

n = período de diseño = 22 años

$$CM = \left(\frac{3}{1\ 000} \right) \times \left(\frac{384\ 337,83}{22} \right) = Q52,41$$

4.7. Costo de tratamiento

El costo del tratamiento (CT) es específicamente para la compra del hipoclorito de calcio y se calcula de la siguiente manera:

$$CT = \left(\frac{\text{Días en un mes} \times Ch \times CMH \times Rac \times \text{Núm. de segundos en un día}}{\text{Núm. de gramos de hipoclorito} \times Cc} \right)$$

Días en un mes = 30 días

Ch = costo de hipoclorito de calcio (100 libras) = Q 1 950,00

CMH = consumo máximo horario o caudal de distribución = 4,65

Rac = relación de agua cloro en una parte por millar = 1,00 (lt/s) = 0,001

Cc = concentración de cloro al 65 % = 0,65

Segundos por día = 86 400 s/día

En una solución al 10 % y con una cantidad de hipoclorito al 65 %, se necesitan 61 538,40 gramos.

$$CT = \left(\frac{30 \times 1\,950,00 \times 4,65 \times 0,001 \times 86,400}{61\,538,40 \times 0,65} \right) = Q\,587,57$$

4.8. Gastos administrativos

Estos gastos servirán para mantener un fondo para gastos que puedan surgir en papelería, viáticos, sellos, otros. Estos gastos administrativos (GA) se calcularán estimando un porcentaje de la suma de costos de operación (CO), mantenimiento (CM) y tratamiento (CT), para este caso se consideró un porcentaje igual al 10 %.

$$GA = 0,10 (CO + CM + CT)$$

$$GA = 0,10 (817,30 + 52,41 + 587,57) = Q\,145,73$$

4.9. Costo de reserva

Este costo de reserva tiene como objetivo cubrir eventualidades que puedan surgir como por ejemplo sabotajes y desastres naturales, se calcula igual que el gasto administrativo, se considera un porcentaje de la suma de

costos de operación (CO), costo de mantenimiento (CM) y costo de tratamiento (CT), al igual que en el caso anterior se adoptó el 10 %.

$$GA = 0,10 (CO + CM + CT)$$

$$GA = 0,10 (817,30 + 52,41 + 587,57) = Q 145,72$$

4.10. Cálculo de tarifa

Esta se calcula sumando todos los gastos y costos anteriores y se divide dentro del número total de conexiones, el número de conexiones totales del barrio Asunción Manzanales es de 115.

$$Tarifa\ mensual = \frac{\sum\ gastos\ y\ costos}{total\ de\ conexiones}$$

Costo de operación	=	Q 817,30
Costo de mantenimiento	=	Q 52,41
Costo de tratamiento	=	Q 587,57
Gastos administrativos	=	Q 145,72
Costo de reserva	=	<u>Q 145,72</u>
		Q 1 748,72

El total encontrado se dividirá dentro de las 115 viviendas, para calcular la tarifa de cada una de ellas para que se puedan cubrir estos gastos.

$$\text{Tarifa mensual} = \frac{Q\ 1\ 748,72}{115\ \text{viviendas}} = Q\ 15,20$$

La tarifa mensual propuesta para el sistema de agua potable del barrio de Asunción Manzanales es de Q 17,00 por usuario del servicio.

4.11. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación del impacto ambiental valorará los efectos directos e indirectos de cada propuesta de actuación sobre la población humana, la fauna, la flora, el suelo, el aire, el agua, el clima, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas previsiblemente afectados.

4.11.1. Impacto ambiental de construcción

En el proceso de construcción del proyecto de agua potable para el barrio de Asunción Manzanales, Tecpán Guatemala, uno de los aspectos a tomar en cuenta para el impacto ambiental que este puede tener, es la remoción de vegetación, es decir lo que comúnmente se conoce en el campo como abrir brecha, que se hace para darle lugar a la colocación de tubería, tanto en la línea de conducción como en la distribución del agua, para este proyecto en particular se tuvo el cuidado de que este aspecto fuese lo más mínimo posible, ya que buen porcentaje de la tubería se colocará, con el derecho de paso respectivo, en áreas que los habitantes de la comunidad utilizan para la agricultura.

Otros de los aspectos a tomar en cuenta es la excavación del suelo para la instalación de la tubería, después de este paso se procedió a la compactación necesaria para no afectar el suelo, que como ya se mencionó, los derechos de paso obtenidos se encuentran en terrenos cultivables.

4.11.2. En operación

En el proceso de operación del proyecto uno de los aspectos en el tema del ambiente, es el de estudiar y registrar la disminución del caudal superficial de donde se está captando el agua, en este caso de la quebrada de la aldea Xetzac que es donde se encuentran los nacimientos.

Es necesario decir que la captación se diseñó de tal manera que capte el agua necesaria para la población en el período de diseño establecido, y la colocación y ubicación de la misma fuera lo menos nociva posible, dejando que el agua superficial a no ser captada siga su curso normal, además que esta no utiliza algún tipo de agente químico que pueda llegar a afectar el agua.

Es importante mencionar que la comunidad obtuvo el compromiso de mantener un tipo de vigilancia en el sentido ambiental, ya que ese es un requisito fundamental tanto en la construcción como en la operación del proyecto para el impacto ambiental que pueda llegar a tener el mismo.

4.12. Evaluación socioeconómica

Los proyectos de sistemas de abastecimientos de agua potable tienen un gran componente social, el cual da al proyecto un enfoque para el análisis de su evaluación en este sentido; deben entonces considerarse los efectos indirectos y de valorización social, de beneficio y costo que conlleva su instalación y manejo. A pesar de esto, una evaluación económica del proyecto ofrece indicadores de viabilidad para su realización.

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros es de utilidad para conocer la rentabilidad que generarán. Para el

presente proyecto se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno, que se describen a continuación.

4.12.1. Valor presente neto

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 permitirá determinar si la inversión del proyecto de agua potable para el barrio de Asunción Manzanales cumple con el objetivo básico financiero. Es importante recordar que el valor presente neto depende de las siguientes variables: La inversión inicial previa, las inversiones durante la operación, los flujos netos de efectivo, la tasa de descuento y el período de diseño del proyecto.

Para el presente proyecto se determinó el VPN con una tasa de interés igual a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es del 11 %. El procedimiento a realizar será:

Costo de ejecución = Q 695 713,57, debido a la característica del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser proporcionada por alguna institución, sea o no gubernamental. Para el análisis de VPN, este rubro no se considerará debido a que se analiza si el proyecto es autosostenible.

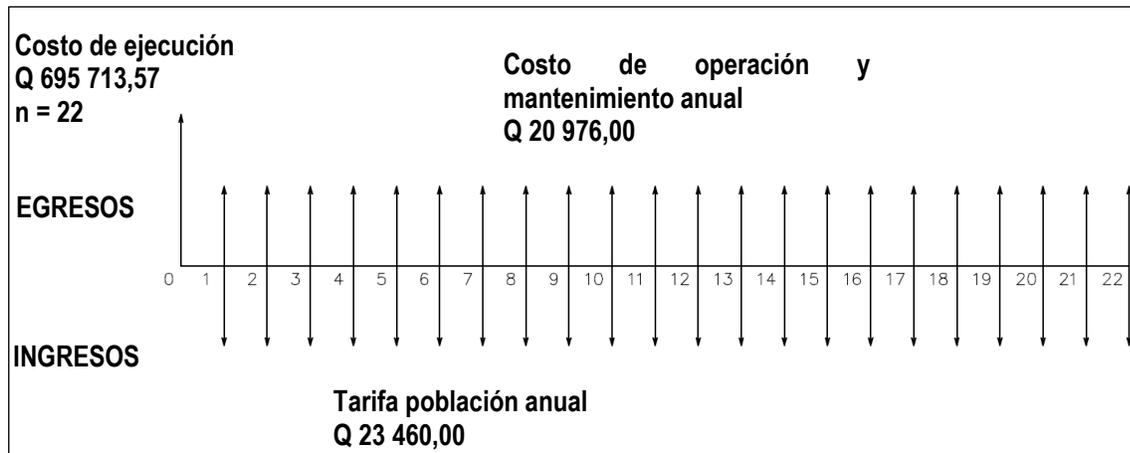
Costo de operación y mantenimiento anual (CA); del análisis de tarifa se tiene:

$$CA=(CO+CM+CT+GA+CR)*12=(Q 1 722,75)*12 \text{ meses}=Q 20 673,00$$

Tarifa poblacional anual (IA)

$$IA=Q15/\text{vivienda}*115*12 \text{ meses} = Q 20 700,00$$

Figura 5. Esquema de ingresos y egresos durante el período de diseño



Fuente: elaboración propia.

Costo de operación y mantenimiento

$$VP = CA * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = 20\,976,00 * \left[\frac{(1+0,11)^{22} - 1}{0,11 * (1+0,11)^{22}} \right] = Q\,171\,494,31$$

Tarifa poblacional

$$VP = IA * \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = 23\,460,00 * \left[\frac{(1+0,11)^{22} - 1}{0,11 * (1+0,11)^{22}} \right] = Q\,191\,802,85$$

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

VPN = ingresos – egresos

VPN = Q 191 802,85-Q 171 494,31

VPN = Q 20 308,54

Con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el período de funcionamiento. Además, se dispondrá de una cantidad adicional para otros proyectos pequeños de carácter social para el barrio Asunción Manzanales.

4.12.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) es un método de valoración de la inversión que mide la rentabilidad de los cobros y los pagos actualizados, generados por una inversión, en términos de porcentaje, con la tasa interna de retorno se medirá la rentabilidad del presente proyecto. 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.

Cuando se desconoce el valor de la tasa de descuento, se establece que el valor presente neto es igual a cero ya que cuando ocurre, es indiferente aceptar o no la inversión. La tasa interna de retorno de una inversión es la tasa de rendimiento requerida, que produce como resultado un valor presente neto de cero, cuando se le utiliza como tasa de descuento.

Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es costo/beneficio, este se determina de la siguiente manera:

Costo = inversión inicial-VPN=695 713,57-20 308,54=Q 675 405,03

Beneficio = Núm. de habitantes beneficiados (a futuro)

Costo/Beneficio=Q 695 713,57/1 490 habitantes =Q 466,92/hab.

Las instituciones de inversión social toman las decisiones con base en el valor anteriormente obtenido, y las disposiciones económicas que posean. Según las expectativas de las entidades que colaboran con la municipalidad de Tecpán Guatemala, se tiene un rango aproximado de Q 1 000,00 por habitante.

De lo anterior, se concluye que el proyecto podrá ser considerado favorablemente por cualquiera de las instituciones que trabajan actualmente con la municipalidad.

CONCLUSIONES

1. En el barrio de Asunción Manzanales ya existe agua potable pero es compartida con otras 4 comunidades cercanas, por lo que el agua potable actual es insuficiente para el crecimiento poblacional que ha tenido la comunidad en mención, por lo que este proyecto ayudará a abastecer de agua potable a los pobladores que aun no cuentan con este servicio público.
2. La fuente de agua propuesta por la comunidad es de un brote superficial y si tiene capacidad de abastecer de agua a la comunidad durante un período de 20 años.
3. En el agua de la fuente propuesta para el proyecto la contaminación bacteriológica según examen realizado por el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, es bajo pero por precaución ya que el agua captada es de un brote superficial, se implementará un hipoclorador en el tanque de distribución para desinfectar el agua.
4. Para este proyecto en su línea de conducción se colocó una caja rompe presión, para así mantener estable las presiones en el sistema y prevenir rupturas en la tubería.
5. En la mayoría de casos de acueductos realizados en áreas rurales se diseña la red de distribución abierta, pero en este caso por estar

cercano al centro del municipio, la densidad de viviendas es alta, por lo que el presente diseño de distribución es circuito cerrado.

6. La tarifa mensual calculada y la propuesta para este proyecto dio como resultado que cada vivienda debe cancelar la cantidad de Q 17,00, esta tarifa no está comprendida dentro del rango que la dirección integral de comunidades rurales (Dicor) recomienda para el área rural debe de estar comprendido entre Q 7,00 y Q 15,00, pero esta tarifa es antigua, por lo que la tarifa propuesta para el presente proyecto está bien.

7. El costo del proyecto del diseño del sistema de la línea de conducción y distribución de agua potable para el barrio de Asunción Manzanales es Q 695 713,57 por 3 132,01 metros lineales de línea de conducción y 5 469,00, haciendo un total de 8 601,01, lo que representa un costo de Q 80,88 por metro lineal, este valor comparado con los registros del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) en todo el país, dentro del cual se registra un valor mínimo de Q 76,00 y un máximo de Q 93,30, se puede observar que el valor de este proyecto se encuentra dentro del rango.

RECOMENDACIONES

1. Cuidar los brotes definidos para la captación de agua potable, para evitar contaminación, la deforestación y el avance de la agricultura para no afectar el caudal del agua potable.
2. Al Consejo Comunitario de Desarrollo (Cocode) del barrio Asunción Manzanales velar para que se cumpla con el pago de la tarifa, así darle mantenimiento y vigilar por la operación de forma mensual al sistema de agua potable, para que en la comunidad se pueda cumplir con su período de diseño a satisfacción.
3. Realizar mediante acciones legales y por escrito la legalización del terreno en donde se encuentra los nacimientos y de los derechos de paso de la tubería, para que no exista algún tipo de problema posteriormente, tanto en el momento de ejecución con el la fase de operación del proyecto.
4. A la entidad encargada de la ejecución del proyecto, cumplir con los requerimientos establecidos en los planos, cumpliendo con las especificaciones plasmadas en los mismos, haciendo la salvedad que si fuera necesario algún cambio se deberá justificar y dejar constancia por escrito de los cambios realizados.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el Curso de Ingeniería Sanitaria*
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 170 p.
2. GASPAR DIÉGUEZ, Eduardo. *Estudio y diseño del sistema de agua potable para la aldea Tepalapa del municipio de San Carlos Alzatate, Jalapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. 89 p.
3. Instituto de Fomento Municipal, Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales UNEPAR. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, 1997. 85 p.

APÉNDICES

Presupuesto.

Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE BARRIO ASUNCIÓN MANZANALES TECPÁN GUATEMALA CHIMALTENANGO		
		MARZO 2015
Características del Proyecto:	Inicio de trabajos en nacimiento ubicado en aldea Xetzac, 3 132,01 metros de línea de conducción hacia Asunción Mazanales en donde se ubica el tanque de Distribución.	
Longitud total = 3 132,01 metros	Por medio de gravedad	
Longitud total = 5 469 metros	Inicio de trabajos en tanque de distribución ubicado en el barrio Asunción Manzanales, 5 469,00 metros de línea de distribución, hacia toda la comunidad.	
	Por medio de gravedad	
RESUMEN GENERAL		
Materiales	Q 384 337,83	
Mano de Obra Calificada	Q 157 000,96	
Mano de Obra No Calificada	Q 91 128,10	
COSTO DIRECTO	Q 632 466,89	
COSTO INDIRECTO	Q 63 246,69	
COSTO TOTAL DE LA PLANIFICACIÓN	Q 695 713,57	

Proyecto:

DISEÑO DEL SISTEMA DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y
DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

BARRIO ASUNCIÓN MANZANALES

TECPÁN GUATEMALA

CHIMALTENANGO

MARZO 2015



CUADRO RENGLONES UNITARIOS

Núm.	Renglón	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	SUBTOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES LÍNEA DE CONDUCCIÓN	3 132,01	mI	Q 11,24	Q 35 211,11
2	LÍNEA DE CONDUCCIÓN TUBERÍA PVC DE 160 psi	3 132,01	mI	Q 66,31	Q 207 693,38
3	CAJAS DE CAPTACIÓN PARA UN BROTE DEFINIDO	5,00	U	Q 9 080,06	Q 45 400,30
4	TANQUE ROMPE PRESIÓN	1,00	U	Q 5 193,82	Q 5 193,82
5	LLAVES DE LIMPIEZA	3,00	U	Q 1 576,82	Q 4 730,47
6	LLAVES DE AIRE	2,00	U	Q 2 021,77	Q 4 043,55
7	TANQUE DISTRIBUCIÓN	1,00	U	Q 34 143,56	Q 34 143,56
8	TRABAJOS PRELIMINARES LINEA DE DISTRIBUCIÓN	5 469,00	mI	Q 11,25	Q 61 545,00
9	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN TUBERÍA	5 469,00	mI	Q 51,16	Q 279 789,40
10	CONEXIONES DOMICILIARES	115,00	U	Q 156,20	Q 17 963,00
COSTO TOTAL DE LA PLANIFICACIÓN					Q 695 713,57

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN
Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE



UBICACIÓN: BARRIO ASUNCIÓN MANZANALES
MUNICIPIO: TECPÁN GUATEMALA
DEPARTAMENTO: CHIMALTENANGO
FECHA: MARZO 2015

PRESUPUESTO

1	RENGLÓN:		PROYECTO: Diseño del sistema de la línea de conducción y distribución de agua potable
	TRABAJOS PRELIMINARES LÍNEA DE CONDUCCIÓN	PRESUPUESTO	UBICACIÓN: Barrio Asunción Manzanales
	DESCRIPCIÓN		
	MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD
	Cal	15,00	Sacos
	Estacas	40,00	UNIDAD
			Total materiales
			Q 690,00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA		
	Limpieza y chapeo	3 132,01	ml
			Subtotal
			Q 12 528,04
	MANO DE OBRA CALIFICADA		
	Trazo	3 132,01	ml
			Subtotal mano obra
			Q 18 792,06
			Total mano de obra
			Q 31 320,10
			Total de materiales + Mano de obra
			Q 32 010,10
			Gastos indirectos
			Q 3 201,01
	COSTO TOTAL DEL RENGLÓN		
			Q 35 211,11

3	REGLÓN:	PRESUPUESTO	PROYECTO: Diseño del sistema de la línea de conducción y distribución de agua potable	
	CAJAS DE CAPTACIÓN PARA UN BROTE DEFINIDO		UBICACIÓN: Barrio Asunción Manzanales	
DESCRIPCIÓN				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Grava de 1/2"	1,00	m3	Q 225,00	Q 225,00
Grava de 3"	1,00	m3	Q 230,00	Q 230,00
Piedra bola de 6" a 10"	1,00	m3	Q 200,00	Q 200,00
Piedra de canto rodado	5,00	m3	Q 24,70	Q 123,50
Cemento gris 4 000 psi	25,00	sacos	Q 75,00	Q 1 875,00
Arena de río	2,50	m3	Q 115,00	Q 287,50
Piedrin 1/2"	2,50	m3	Q 225,00	Q 562,50
Hierro de 3/8"	13,00	U	Q 27,00	Q 351,00
Hierro de 1/2"	1,00	U	Q 55,00	Q 55,00
Codo a 90º de 4"	3,00	U	Q 8,50	Q 25,50
Codo a 90º de 1 1/2"	3,00	U	Q 7,50	Q 22,50
Válvula de compuerta 3/4"	1,00	U	Q 60,00	Q 60,00
Tubo H.G. de 1"	0,25	U	Q 200,00	Q 50,00
Tubo PVC de 4"	0,50	U	Q 250,00	Q 125,00
Tubo PVC de 1 1/2" SDR 41	2,00	U	Q 91,00	Q 182,00
Accesorios para tubería 1 1/2"	1,00	global	Q 100,00	Q 100,00
Válvula de compuerta de 1 1/2"	1,00	U	Q 188,70	Q 188,70
Válvula de compuerta de 4"	1,00	U	Q 885,40	Q 885,40
Tabla de madera rústica de pino 1" x 12"	14,00	PT	Q 8,00	Q 112,00
Paral de 3"x3"x12'	10,00	U	Q 28,00	Q 280,00
Clavo de 3"	5,00	Lbs	Q 7,50	Q 37,50
Alambre de amarre	5,00	Lbs	Q 6,00	Q 30,00
Candado con cadena de 60 mm	3,00	U	Q 160,00	Q 480,00
			Total materiales	Q 6 488,10
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Excavación para tanque captación	3,00	m3	Q 75,00	Q 225,00
			Subtotal mano obra	Q 225,00
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Trazo y nivelación	1,00	U	Q 150,00	Q 150,00
Armado de hierro de tapaderas y fundición de concreto	1,00	U	Q 250,00	Q 250,00
Fundición de concreto ciclopeo	3,50	m3	Q 85,00	Q 297,50
Encofrado y desencofrado	22,00	m2	Q 15,00	Q 330,00
Instalación de accesorios	1,00	U	Q 250,00	Q 250,00
Aplicación de cernido gris	22,00	m2	Q 12,00	Q 264,00
			Subtotal mano obra	Q 1 541,50
			Total mano de obra	Q 1 766,50
			Total de materiales + Mano de obra	Q 8 254,60
			Gastos indirectos	Q 825,46
COSTO TOTAL DEL REGLÓN				Q 9 080,06

4	REGLÓN:	PRESUPUESTO	PROYECTO: Diseño del sistema de la línea de conducción y distribución de agua potable		
	TANQUE ROMPE PRESIÓN		UBICACIÓN: Barrio Asunción Manzanales		
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
	MATERIALES				
	Hierro Núm. 4	1,00	Varilla	Q 62,90	Q 62,90
	Hierro Núm. 3	18,00	Varilla	Q 24,70	Q 444,60
	Cemento gris 4 000 psi	18,00	sacos	Q 70,30	Q 1 265,40
	Arena de río	1,25	M3	Q 115,00	Q 143,75
	Piedrín 1/2"	1,25	M3	Q 300,00	Q 375,00
	Adaptador macho PVC	2,00	U	Q 8,50	Q 17,00
	Valvula de compuerta (Br) de 3/4"	1,00	U	Q 60,00	Q 60,00
	Codos de 90º PVC de 3/4"	3,00	U	Q 4,00	Q 12,00
	Píchacha de Br para 1 1/2"	1,00	U	Q 5,00	Q 5,00
	Adaptadores macho PVC de 1 1/2"	1,00	U	Q 3,00	Q 3,00
	Tee PVC de 2"	1,00	U	Q 3,00	Q 3,00
	Codos de 90º PVC de 2"	3,00	U	Q 5,00	Q 15,00
	Válvula de pila de bronce de 2"	1,00	U	Q 75,00	Q 75,00
	Tabla de madera rústica de pino 1"x12"x10'	60,00	PT	Q 8,00	Q 480,00
	Paral de 3"x3"x10'	38,00	PT	Q 8,00	Q 304,00
	Clavo de 3"	2,00	Lbs	Q 7,50	Q 15,00
	Alambre de amarre	5,00	Lbs	Q 6,00	Q 30,00
	Candado con cadena de 60 mm	1,00	U	Q 160,00	Q 160,00
				Total materiales	Q 3 470,65
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
	Excavación de tanque rompe presión	2,64	m3	Q 75,00	Q 198,00
				Subtotal mano obra	Q 198,00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				
	Trazo y nivelación	1,00	U	Q 125,00	Q 125,00
	Armado de hierro de caja rompe presión y fundición de concreto	1,00	U	Q 300,00	Q 300,00
	Encofrado y desencofrado	14,00	m2	Q 15,00	Q 210,00
	Instalación de accesorios	1,00	U	Q 250,00	Q 250,00
	Aplicación de cernido gris	14,00	m2	Q 12,00	Q 168,00
				Subtotal mano obra	Q 1 053,00
				Total mano de obra	Q 1 251,00
				Total de materiales + Mano de obra	Q 4 721,65
				Gastos indirectos	Q 472,17
	COSTO TOTAL DEL REGLÓN				Q 5 193,82

5	RENLÓN:	PRESUPUESTO	PROYECTO: Diseño del sistema de la línea de conducción y distribución de agua potable	
	LLAVES DE LIMPIEZA		UBICACIÓN: Barrio Asunción Manzanales	
DESCRIPCIÓN				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Hierro Núm. 4	0,25	Varrillas	Q 62,90	Q 15,73
Hierro Núm. 3	8,00	Varrillas	Q 24,70	Q 197,60
Cemento gris 4 000 psi	3,00	sacos	Q 70,30	Q 210,90
Arena de río	0,25	M3	Q 115,00	Q 28,75
Piedrín 1/2"	0,25	M3	Q 300,00	Q 75,00
Válvula de compuerta 1"	1,00	U	Q 100,00	Q 100,00
Macho de PVC de 1"	1,00	U	Q 8,00	Q 8,00
Tubo PVC de 1"	0,50	U	Q 175,00	Q 87,50
Tabla de madera rústica de pino 1" x 12"	6,00	PT	Q 8,00	Q 48,00
Paral de 3"x3"x12'	4,00	PT	Q 8,00	Q 32,00
Clavo de 3"	2,00	Lbs	Q 7,50	Q 15,00
Alambre de amarre	2,00	Lbs	Q 6,00	Q 12,00
Candado con cadena de 60 mm	1,00	U	Q 125,00	Q 125,00
			Total materiales	Q 955,48
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Excavación para caja de limpieza	0,60	m3	Q 75,00	Q 45,00
			Subtotal mano obra	Q 45,00
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Trazo y nivelación	1,00	U	Q 50,00	Q 50,00
Armado de hierro y fundición de concreto de caja de limpieza	1,00	U	Q 200,00	Q 200,00
Encofrado y desencofrado	4,00	m2	Q 15,00	Q 60,00
Instalación de accesorios	1,00	U	Q 75,00	Q 75,00
Aplicación de cernido gris	4,00	m2	Q 12,00	Q 48,00
			Subtotal mano obra	Q 433,00
			Total mano de obra	Q 478,00
			Total de materiales + Mano de obra	Q 1 433,48
			Gastos indirectos	Q 143,35
COSTO TOTAL DEL RENLÓN				Q 1 576,82

6	REGLÓN:	PRESUPUESTO	PROYECTO: Diseño del sistema de la línea de conducción y distribución de agua potable	
	LLAVES DE AIRE		UBICACIÓN: Barrio Asunción Manzanales	
DESCRIPCIÓN				
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Hierro Núm. 4	0,25	Varrillas	Q 62,90	Q 15,73
Hierro Núm. 3	8,00	Varrillas	Q 24,70	Q 197,60
Cemento gris 4 000 psi	3,00	sacos	Q 70,30	Q 210,90
Arena de río	0,25	M3	Q 115,00	Q 28,75
Piedrín 1/2"	0,25	M3	Q 300,00	Q 75,00
Válvula de AIRE de 1"	1,00	U	Q 500,00	Q 500,00
Accesorios de Instalación de llave	1,00	U	Q 100,00	Q 100,00
Tabla de madera rústica de pino 1" x 12"	6,00	PT	Q 8,00	Q 48,00
Paral de 3"x3"x12'	4,00	PT	Q 8,00	Q 32,00
Clavo de 3"	2,00	Lbs	Q 7,50	Q 15,00
Alambre de amarre	2,00	Lbs	Q 6,00	Q 12,00
Candado con cadena de 60 mm	1,00	U	Q 125,00	Q 125,00
			Total materiales	Q 1 359,98
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Excavación para caja de aire	0,60	m3	Q 75,00	Q 45,00
			Subtotal mano obra	Q 45,00
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Trazo y nivelación	1,00	U	Q 50,00	Q 50,00
Armado de hierro y fundición de concreto de caja de aire	1,00	U	Q 200,00	Q 200,00
Encofrado y desencofrado	4,00	m2	Q 15,00	Q 60,00
Instalación de accesorios	1,00	U	Q 75,00	Q 75,00
Aplicación de cernido gris	4,00	m2	Q 12,00	Q 48,00
			Subtotal mano obra	Q 433,00
			Total mano de obra	Q 478,00
			Total de materiales + Mano de obra	Q 1 837,98
			Gastos indirectos	Q 183,80
COSTO TOTAL DEL REGLÓN				Q 2 021,77

7	RENLÓN:	PRESUPUESTO	PROYECTO: Diseño del sistema de la línea de conducción y distribución de agua potable	
	TANQUE DISTRIBUCIÓN		UBICACIÓN: Barrio Asunción Manzanales	
DESCRIPCIÓN				
MATERIALES				
	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
Tubo PVC Ø 3"	1,00	U	Q 230,00	Q 230,00
Hierro Núm. 2	23,00	Varrillas	Q 11,50	Q 264,50
Hierro Núm. 4	4,00	Varrillas	Q 62,90	Q 251,60
Hierro Núm. 3	86,00	Varrillas	Q 24,70	Q 2 124,20
Hierro Núm. 5	2,00	Varillas	Q 170,00	Q 340,00
Piedra de canto rodado	35,00	M3	Q 275,00	Q 9 625,00
Cemento gris 4000 psi	95,00	sacos	Q 70,30	Q 6 678,50
Arena de río	6,50	M3	Q 115,00	Q 747,50
Piedrín 1/2"	6,00	M3	Q 300,00	Q 1 800,00
Codo 1 1/4" x 45 liso	2,00	U	Q 8,50	Q 17,00
Válvula de compuerta 1"	1,00	U	Q 100,00	Q 100,00
Tabla de madera rústica de pino 1" x 12"	14,00	PT	Q 8,00	Q 112,00
Paral de 3"x3"x12'	40,00	U	Q 28,00	Q 1 120,00
Clavo de 3"	20,00	Lbs	Q 7,50	Q 150,00
Alambre de amarre	20,00	Lbs	Q 6,00	Q 120,00
Candado con cadena de 60 mm	1,00	U	Q 160,00	Q 160,00
			Total materiales	Q 23 840,30
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Excavación para tanque de distribución	20,00	m3	Q 75,00	Q 1 500,00
			Subtotal mano obra	Q 1 500,00
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Trazo y nivelación	1,00	U	Q 350,00	Q 350,00
Armado de hierro de losa y fundición	1,00	U	Q 850,00	Q 850,00
Fundición de concreto ciclopeo	33,18	m3	Q 85,00	Q 2 820,30
Encofrado y desencofrado	19,80	m2	Q 15,00	Q 297,00
Instalación de accesorios	1,00	U	Q 350,00	Q 350,00
Aplicación de cernido gris	86,00	m2	Q 12,00	Q 1 032,00
			Subtotal mano obra	Q 5 699,30
			Total mano de obra	Q 7 199,30
			Total de materiales + Mano de obra	Q 31 039,60
			Gastos indirectos	Q 3 103,96
COSTO TOTAL DEL RENLÓN				Q 34 143,56

8	REGLÓN:				PROYECTO: Diseño del sistema de la línea de conducción y distribución de agua potable
	TRABAJOS PRELIMINARES LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	PRESUPUESTO			UBICACIÓN: Barrio Asunción Manzanales
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
	MATERIALES				
	Cal	30,00	Sacos	Q 30,00	Q 900,00
	Estacas	60,00	UNIDAD	Q 6,00	Q 360,00
				Total materiales	Q 1 260,00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
	Limpieza y chapeo	5 469,00	ml	Q 4,00	Q 21 876,00
				Subtotal	Q 21 876,00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				
	Trazo	5 469,00	ml	Q 6,00	Q 32 814,00
				Subtotal mano obra	Q 32 814,00
				Total mano de obra	Q 54 690,00
				Total de materiales + Mano de obra	Q 55 950,00
				Gastos indirectos	Q 5 595,00
	COSTO TOTAL DEL REGLÓN				Q 61 545,00

10	REGLÓN:	PRESUPUESTO	PROYECTO: Diseño del sistema de la línea de conducción y distribución de agua potable		
	CONEXIONES DOMICILIARES		UBICACIÓN: Barrio Asunción Manzanales		
DESCRIPCIÓN					
	MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
	Tubo de \varnothing 1/2" PVC 125 psi, SDR 32.5	1,00	U	Q 30,00	Q 30,00
	Accesorios de PVC	1,00	Global	Q 50,00	Q 50,00
	Llave de Globo de \varnothing 1/2"	1,00	U	Q 50,00	Q 50,00
				Total materiales	Q 100,00
	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
	Excavación para tubería	3,00	ml	Q 6,00	Q 18,00
				Subtotal	Q 18,00
	MANO DE OBRA CALIFICADA				
	Instalación de tubería	3,00	ml	Q 8,00	Q 24,00
				Subtotal mano obra	Q 24,00
				Total mano de obra	Q 42,00
				Total de materiales + Mano de obra	Q 142,00
				Gastos indirectos	Q 14,20
	COSTO TOTAL DEL REGLÓN				Q 156,20

Fuente: elaboración propia.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN FÍSICA Y FINANCIERA

		CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																				
		MES 1			MES 2			MES 3			MES 4			MES 5			MES 6					
No.	Concepto	S.1	S.2	S.3	S.4	S.1	S.2	S.3	S.4	S.1	S.2	S.3	S.4	S.1	S.2	S.3	S.4	S.1	S.2	S.3	S.4	
1	TANQUE RESERVAIRES LINEA DE CONDUCCIÓN																					
2	LINEA DE CONDUCCIÓN TUBERIA PVC DE 160 psi																					
3	CAJAS DE ALIVIA PARA UN BROTE DEBIDO																					
4	TANQUE BOMBE PRESION																					
5	LLAVES DE LIMPIEZA																					
6	LLAVES DE AIRE																					
7	TANQUE DISTRIBUCION																					
8	TRABAJOS PRELIMINARES LINEA DE DISTRIBUCION																					
9	LINEA DE DISTRIBUCION TUBERIA																					
10	CONEXIONES DOMICILIARES																					

No.	Concepto	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6					
		S.1	S.2	S.3	S.4	S.1	S.2	S.3	S.4	S.1	S.2	S.3	S.4	S.1	S.2	S.3	S.4	S.1	S.2	S.3	S.4	S.1	S.2	S.3	S.4		
1	TRABAJOS PRELIMINARES LINEA DE CONDUCCION	8.802,78	8.802,78	8.802,78	8.802,78																					Q.35.211,11	
2	LINEA DE CONDUCCION TUBERIA PVC DE 160 psi		20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	20.769,34	Q.207.693,38
3	CAJAS DE CAPTACION PARA UN BROTE DEFINIDO		11.350,06	11.350,06	11.350,06																					Q.45.400,30	
4	TANQUE ROMPE PRESION		5.193,82																							Q.5.193,82	
5	LLAVES DE EMPREZA			1.576,82					1.576,82																	Q.4.730,47	
6	LLAVES DE AIRE			2.061,77					2.061,77																	Q.4.043,55	
7	TANQUE DISTRIBUCION			8.535,89					8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	8.535,89	Q.34.143,56	
8	TRAMAS RESERVANES LINEA DE DISTRIBUCION													8.792,14	8.792,14	8.792,14	8.792,14	8.792,14	8.792,14	8.792,14	8.792,14	8.792,14	8.792,14	8.792,14	8.792,14	8.792,14	Q.61.545,00
9	LINEA DE DISTRIBUCION TUBERIA													27.976,34	27.976,34	27.976,34	27.976,34	27.976,34	27.976,34	27.976,34	27.976,34	27.976,34	27.976,34	27.976,34	27.976,34	27.976,34	Q.270.789,40
10	CONEXIONES DOMICILIARES																									Q.17.965,00	
	INVERSION MENSUAL			Q.138.339,99				Q.98.026,02					Q.100.050,17			Q.91.126,45									Q.111.915,76	Q.695.713,57	

Fuente: elaboración propia.