



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD
Y BOMBEO, PARA EL CASERÍO XEABAJ II, ALDEA CHIQUISIS, Y POR
GRAVEDAD, PARA LA ALDEA TZAMJUYUB DEL MUNICIPIO DE SANTA
CATARINA IXTAHUACÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

Lester Adalid Aragón Matamoros

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD
Y BOMBEO, PARA EL CASERÍO XEABAJ II, ALDEA CHIQUISIS, Y POR
GRAVEDAD, PARA LA ALDEA TZAMJUYUB DEL MUNICIPIO DE SANTA
CATARINA IXTAHUACÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LESTER ADALID ARAGÓN MATAMOROS

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRIGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Ing. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Milton De León Bran
VOCAL V:	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR:	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR:	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo 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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD Y BOMBEO, PARA EL CASERÍO XEABAJ II, ALDEA CHIQUISIS, Y POR GRAVEDAD, PARA LA ALDEA TZAMJUYUB DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA IXTAHUACÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 13 de febrero de 2008.

Lester Adalid Aragón Matamoros



Guatemala, 23 de octubre de 2008.
REF.EPS.D.948.10.08.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **LESTER ADALID ARAGÓN MATAMOROS** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200380035**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD Y BOMBEO PARA EL CASERIO XEABAJ II ALDEA CHIQUISIS Y POR GRAVEDAD PARA LA ALDEA TZAMJUYUB DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA IXTAHUACÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"**.

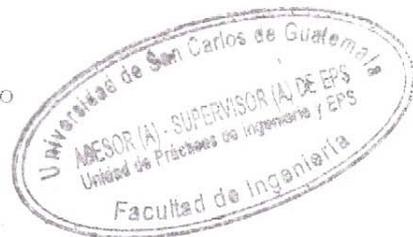
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
SJRS/ra



Guatemala, 23 de octubre de 2008.
REF.EPS.D.948.10.08.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD Y BOMBEO PARA EL CASERIO XEABAJ II ALDEA CHIQUISIS Y POR GRAVEDAD PARA LA ALDEA TZAMJUYUB DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA IXTAHUACÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **LESTER ADALID ARAGÓN MATAMOROS**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ingeniero Silvio José Rodríguez Serrano**.

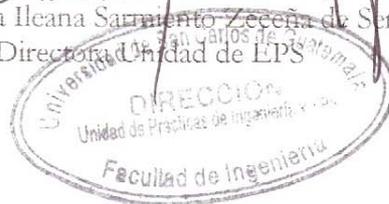
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todas"

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



NISZ/ra



Guatemala,
4 de noviembre de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD Y BOMBEO PARA EL CASERÍO XEABAJ II, ALDEA CHIQUISIS Y POR GRAVEDAD PARA LA ALDEA TZAMJUYUB DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA IXTAHUACÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Lester Adalid Aragón Matamoros, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS
ESUELA
INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

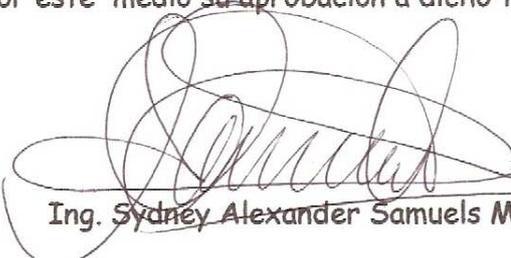
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Lester Adalid Aragón Matamoros, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD Y BOMBEO PARA EL CASERÍO XEABAJ II, ALDEA CHIQUISIS Y POR GRAVEDAD PARA LA ALDEA TZAMJUYUB DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA IXTAHUACÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



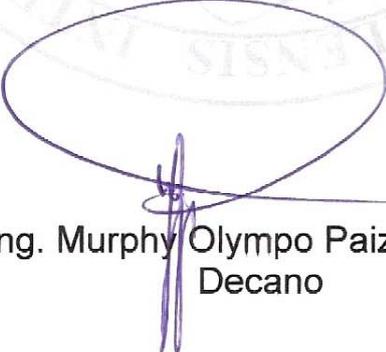
Guatemala, noviembre 2008.

/bbdeb.



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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POR GRAVEDAD Y BOMBEO, PARA EL CASERÍO XEABAJ II, ALDEA CHIQUISIS, Y POR GRAVEDAD, PARA LA ALDEA TZAMJUYUB DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA IXTAHUACÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, presentado por el estudiante universitario, **Lester Adalid Aragón Matamoras** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Decano



Guatemala, noviembre de 2008

/cc
cc. archivo

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

María de Jesús Matamoros Pérez y Abel Escobar Rivera, con mucho cariño en recompensa por todos sus esfuerzos

MIS HERMANOS

Levin Abel Escobar Matamoros y Andrea Desire Escobar Matamoros, por su apoyo y ayuda incondicional

MI HIJO

Cristopher Alessandro Aragón Pérez, con mucho amor por ser el motor de mis esfuerzos

MI NOVIA

Rocío Fabiola Pérez Carvajal, con todo mi amor

MI FAMILIA

Abuelitos, tíos, tías, primos y primas, de manera muy especial, ya que creyeron en mí y me dieron ese empuje que necesitaba en el momento justo; espero recompensar su gratitud, con mi esfuerzo y dedicación.

MIS AMIGOS

Con todo cariño

AGRADECIMIENTO A:

DIOS

Por darme la vida, por iluminarme y sobre todo, por darme la fortaleza para luchar, por alcanzar todas las metas que he trazado en mi vida.

MIS PADRES

Maria de Jesús Matamoros Pérez y Abel Escobar Rivera, gracias por confiar en mí y por el apoyo incondicional hasta este momento.

MI NOVIA

Por su apoyo incondicional y su comprensión en todo momento.

MIS AMIGOS:

Alejandra, Ana Lucia, Marco Tulio, Harry Ochaeta, William Estuardo, Claudia, Pedro Javier, Ronald Pivaral, Analy Pineda, Manuel Aguilar, Jorge Zelada, Luzelly Zeledón, Mariela Medrano, William Xol, Richard Blandford, Omar Bernal, José Letona, Mercedes Alvarado, Rossana Maldonado, Julio Campos y Selvin Hidalgo, por su amistad y generosidad al compartir sus conocimientos y consejos durante la carrera y después de ella.

LA MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA IXTAHUACÀN

Por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado, enfocado en el diseño de proyectos de desarrollo para las comunidades de este municipio.

MI ASESOR

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, por su gran apoyo y consejos en la elaboración de mi trabajo de graduación.

**UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA.**

Especialmente a la Facultad de Ingeniería, por darme la formación académica.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1 MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA IXTAHUACÁN DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.....	1
1.1 Antecedentes históricos.....	1
1.2 Aspectos físicos.....	4
1.2.1 Ubicación geográfica y extensión territorial.....	4
1.2.2 Límites y colindancias.....	5
1.2.3 Datos demográficos.....	7
1.2.4 Clima.....	7
1.2.5 Actividades productivas.....	8
1.2.6 Idioma.....	9
1.2.7 División político-administrativo.....	9
1.2.8 Situación socioeconómica.....	9
1.2.9 Indicadores de desarrollo.....	10
1.2.10 Servicios públicos.....	10
1.2.10.1 Educación.....	10
1.2.10.2 Comunicación.....	11
1.2.10.3 Salud.....	12
1.2.10.4 Agua potable.....	12

1.2.10.5	Drenaje	13
1.2.10.6	Energía eléctrica.....	13
2.	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO XEABAJ II.....	15
2.1	Descripción del sistema actual.....	15
2.2	Levantamiento topográfico.....	16
2.2.1	Planimetría.....	17
2.2.2	Altimetría.....	18
2.3	Calidad del agua.....	20
2.3.1	Exámenes físico-químicos.....	20
2.3.2	Exámenes bacteriológicos.....	22
2.4	Fuente.....	24
2.4.1	Caudal de aforo.....	25
2.5	Parámetros de diseño.....	25
2.5.1	Período de diseño.....	25
2.5.2	Estimación de la población de diseño.....	26
2.5.3	Dotación.....	27
2.5.4	Tipo de sistema.....	28
2.5.5	Tipo de distribución.....	28
2.5.6	Tipo de conexión.....	28
2.6	Determinación de caudales.....	29
2.6.1	Caudal medio diario.....	29
2.6.2	Caudal máximo diario.....	30
2.6.3	Caudal máximo horario.....	31
2.6.4	Caudal por vivienda.....	31
2.6.5	Caudal instantáneo.....	32
2.6.6	Caudal de bombeo.....	33
2.7	Captación.....	33
2.7.1	Tipo de captaciones.....	34

	2.7.2	Diseño de captaciones.....	34
2.8		Diseño de las líneas de conducción.....	36
	2.8.1	Diseño de la línea de conducción por gravedad.....	36
		2.8.1.1 Presión estática.....	42
		2.8.1.2 Presión dinámica.....	42
		2.8.1.3 Obras de arte.....	43
		2.8.1.4 Válvulas.....	44
	2.8.2	Diseño de la línea de impulsión.....	45
		2.8.2.1 Diámetro económico de tubería.....	48
		2.8.2.2 Carga dinámica total.....	51
		2.8.2.3 Potencia de la bomba.....	53
		2.8.2.4 Sobre presión o golpe de ariete.....	53
		2.8.2.5 Cálculo de sistema de bombeo.....	55
		2.8.2.6 Verificación de cavitación.....	55
		2.8.2.7 Especificaciones del equipo de bombeo.....	56
2.9		Diseño de la red de distribución.....	57
	2.9.1	Diseño de la red de distribución.....	57
	2.9.2	Estimación de los diámetros de tubería.....	58
2.10		Desinfección.....	60
2.11		Programa de operación y mantenimiento.....	61
2.12		Propuesta de tarifa.....	76
2.13		Evaluación socio-económica.....	81
		2.13.1 Valor presente neto.....	82
		2.13.2 Tasa interna de retorno.....	83
2.14		Evaluación de impacto ambiental.....	86
2.15		Presupuesto.....	92
3		SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA ALDEA TZAMJUYUB.....	107
	3.1	Descripción del sistema actual.....	107

3.2	Fuente.....	108
	3.2.1 Caudal de aforo.....	108
3.3	Parámetros de diseño.....	109
	3.3.1 Período de diseño.....	109
	3.3.2 Estimación de la población de diseño.....	109
	3.3.3 Dotación.....	110
	3.3.4 Tipo de sistema.....	110
	3.3.5 Tipo de distribución.....	110
	3.3.6 Tipo de conexión.....	110
3.4	Determinación de Caudales.....	111
	3.4.1 Caudal medio diario.....	111
	3.4.2 Caudal máximo diario.....	111
	3.4.3 Caudal máximo horario.....	111
	3.4.4 Caudal por vivienda.....	112
	3.4.5 Caudal instantáneo.....	113
3.5	Captación.....	113
	3.5.1 Tipo de captación.....	113
	3.5.2 Diseño de captación.....	113
3.6	Diseño de la línea de conducción.....	113
	3.6.1 Diseño de la línea de conducción por gravedad.....	113
	3.6.1.1 Presión estática.....	115
	3.6.1.2 Presión dinámica.....	115
	3.6.1.3 Obras de arte.....	116
	3.6.1.4 Válvulas.....	117
3.7	Diseño de la red de distribución.....	118
	3.7.1 Diseño de la red de distribución.....	118
	3.7.2 Estimación de los diámetros de tubería.....	119
3.8	Diseño del tanque de almacenamiento.....	121
	3.8.1 Volumen de tanque de almacenamiento.....	122

3.8.2	Diseño de tanque de almacenamiento.....	123
3.8.2.1	Diseño de losa.....	123
3.8.2.2	Diseño de muro.....	126
3.9	Desinfección.....	128
3.10	Programa de operación y mantenimiento.....	129
3.11	Propuesta de tarifa.....	144
3.12	Evaluación socio-económica.....	150
3.12.1	Valor presente neto.....	151
3.12.2	Tasa interna de retorno.....	152
3.13	Evaluación de impacto ambiental.....	155
3.14	Presupuesto.....	161
 CONCLUSIONES.....		 173
RECOMENDACIONES.....		175
BIBLIOGRAFÍA.....		177
APÉNDICE 1: LISTADO DE BENEFICIARIOS.....		179
APÉNDICE 2: DISEÑO HIDRÁULICO.....		183
APÉNDICE 3: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO.....		185
APÉNDICE 4: PLANOS.....		193

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Fotografía aérea de Chwi'patan, donde se encuentra asentada la actual cabecera municipal de Santa Catarina Ixtahuacán.	3
2	Localización del departamento de Sololá	4
3	Localización del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán	5
4	Municipio de Santa Catarina Ixtahuacán y sus colindancias	6
5	Climas del departamento de Sololá	8
6	Principales vías de acceso al departamento de Sololá	11
7	Dimensiones de losa	123
8	Geometría y diagrama de presiones del muro	126

TABLAS

I	Características físicas. Límite máximo aceptable y límite máximo permisible que debe tener el agua potable	21
II	Substancias químicas con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles	22
III	Datos de aforos en fuentes de Xeabaj II	25
IV	Cálculo del costo mensual	51
V	Tarifa actual propuesta	80
VI	Análisis económico – social	84
VII	Cálculo de la Tasa Interna de Retorno	85
VIII	Medidas de mitigación	91
IX	Presupuesto de sistema de agua potable Xeabaj II	92
X	Datos de aforo en fuentes de Tzamjuyub	108
XI	Momento estabilizante en el muro	127
XII	Tarifa actual propuesta	149
XIII	Análisis económico – social	153
XIV	Cálculo de la Tasa Interna de Retorno	154
XV	Medidas de mitigación	160
XVI	Presupuesto de sistema de agua potable Tzamjuyub	161
XVII	Listado de beneficiarios del sistema de agua caserío Xeabaj II	175
XVIII	Listado de beneficiarios del sistema de agua aldea Tzamjuyub	177

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
PVC.	Cloruro de polivinilo
P.S.I.	Libras por pulgada cuadra
Q_m.	Caudal medio
Q_{md}	Caudal máximo diario
Q_{mh}	Caudal máximo horario
Q_v	Caudal por vivienda
Q_B	Caudal de bombeo
D.H.	Distancia horizontal
Pf	Población futura en un tiempo (t _n)
i	Tasa de crecimiento en la población
L/s	Litros por segundo
Hf	Pérdidas por fricción en la tubería
Hs	Pérdidas menores en la tubería
C	Coefficiente de fricción
Q	Caudal en litros por segundo
m.c.a.	Metro columna de agua
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
V²/2g	Carga de velocidad, en metros
L/Hab./día	Litros por habitante al día

HG	Hierro galvanizado
UNEPAR	Unidad Ejecutora de Proyecto para Acueducto Rural
ASTM	American Standard for Testing of Materials.
CS	California Standard.
NSF	National Sanitation Foundation.
ASPT	American Standard for Piping Test.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.
COMUDE	Consejo Municipal de Desarrollo.
CONRED	Comisión Nacional para la Reducción de Desastres

GLOSARIO

Aforo	Operación que consiste en medir un caudal de agua; es la producción de una fuente.
Agua potable	Agua que es sanitariamente segura, que debe ser además, inodora, insípida, incolora y agradable a los sentidos.
Bases de diseño	Bases técnicas adoptadas para el diseño del proyecto.
Captación	Estructura que permite recolectar las aguas de la fuente abastecedora.
Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo; su simbología es litros por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto.
Consumo	Cantidad de agua real que utiliza una persona, es igual a la dotación.
Cota de terreno	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
Cota piezométrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, es decir, la que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro.

Medidas de mitigación	Serie de medidas, que una vez identificadas las amenazas y los posibles daños en el sistema, se utilizan para moderar y preparar la respuesta frente a la emergencia.
Presión	Fuerza ejercida sobre un área determinada.
Acueducto	Conducto artificial para conducir agua, que tiene por objeto suministrarla a una o varias poblaciones.
Aldea	Pueblo pequeño de escaso vecindario, que por lo general no tiene autoridad para gobernar y juzgar.
Azimut	Es el ángulo formado por la dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado astronómicamente. El azimut se mide en el plano horizontal en el sentido de las agujas del reloj.
Bacteria	Organismo microscópico sin clorofila, de varias especies y algunas patógenas.
Presión estática	Es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento a la caja rompe presión o tanque de distribución; el punto de descarga libre se mide en metros-columna de agua (m.c.a.).
Presión dinámica	Es la altura que alcanzaría en agua un tubo piezométrico a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.

Caserío	Cantidad de viviendas menor a una aldea, y que por lo general no tiene autoridad para gobernar y juzgar.
Comunidad	Conjunto de personas que viven bajo ciertas reglas y que tienen algo en común.
Clima	Conjunto de condiciones atmosféricas consideradas durante tiempos muy prolongados, que definen a una región.
Dotación	Es el volumen de agua consumido por una persona en un día.
Nivelación	Término general que se aplica a cualquiera de los diversos procedimientos altimétricos, por medio de los cuales, se determinan elevaciones o niveles de puntos determinados.
Salud	Es el estado de bienestar físico, mental y social.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación, consta de tres capítulos distribuidos de la siguiente manera:

En el capítulo uno se presenta una breve monografía del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, debido a que el conocimiento sobre los aspectos socio-culturales y económicos de los beneficiarios, son fundamentales para el desarrollo del proyecto.

En el capítulo dos se desarrolla el diseño del sistema de agua para el caserío Xeabaj II, el cual es un sistema mixto, bombeo y gravedad. Para llevar el vital líquido a los consumidores, se captaron tres nacimientos, dos de los cuales son conducidos al tanque de distribución por gravedad y uno que es conducido por gravedad a un tanque de succión donde luego es bombeado al tanque de distribución.

En el capítulo tres se desarrolla el diseño del sistema de agua para la aldea Tzamjuyub, el cual es un sistema por gravedad. Para llevar el vital líquido a los consumidores, se captaron dos nacimientos, los cuales son conducidos al tanque de distribución por gravedad.

En ambos sistemas, el diseño de la red de distribución se realizó como redes abiertas y la conexión domiciliar es tipo predial. Para establecer si el agua es apta para consumo humano se realizaron los exámenes físico-químicos y bacteriológicos, los cuales indican que es apta para consumo humano y sólo requiere una simple desinfección que se realizará por medio de cloración. Al final de este trabajo, se presentan planos y presupuestos correspondientes.

OBJETIVOS

- **GENERAL**

Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua por gravedad y bombeo, para el caserío Xeabaj II, aldea Chiquisis, y por gravedad, para la aldea Tzamjuyub, del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, departamento de Sololá.

- **ESPECÍFICOS:**

1. Realizar una investigación de tipo monográfica y diagnóstico de las necesidades básicas y los servicios existentes que posee el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán y las comunidades en estudio.
2. Capacitar a los miembros del consejo comunitario de desarrollo (COCODE) y a los miembros de los comités de agua del caserío Xeabaj II y de la aldea Tzamjuyub, sobre la correcta operación, administración y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable de su comunidad.
3. Proveer del juego de plano y presupuestos necesarios para la construcción de los proyectos de agua potable

INTRODUCCIÓN

La Universidad de San Carlos de Guatemala y la Facultad de Ingeniería, mediante sus programas de desarrollo social, educativos y profesionales se proyecta a las comunidades más necesitadas a través del Ejercicio Profesional Supervisado (E. P. S.), el cual permite poner en práctica los conocimientos académicos adquiridos en las aulas, mediante la elaboración de proyectos sociales que satisfagan las necesidades derivadas de la falta de servicios básicos en la población objeto de estudio, contribuyendo así al desarrollo social del municipio en los aspectos de diseño, planificación y supervisión de obras civiles.

Estos proyectos fueron elegidos en base a la investigación realizada en el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, departamento de Sololá, lo cual permitió determinar que es necesario darle prioridad a los diseños del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Xeabaj II y para la aldea Tzamjuyub.

Con ambos proyectos se pretende mejorar tanto la calidad como el nivel de vida de los habitantes y lograr así el crecimiento y desarrollo del municipio y sus comunidades.

En la primera parte de este trabajo de graduación se presenta la monografía del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán; en la segunda y tercera parte, se describe la fase de servicio técnico profesional, la cual se realizó con base en las necesidades prioritarias del municipio. Esta fase de servicio técnico cuenta con el diseño, planos y presupuesto del proyecto.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA IXTAHUACÁN DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

Antecedentes históricos

Alrededor del año 1300, antes de la venida de los españoles toda la población era maya. Los primeros habitantes en el año 1600 y después de varios intentos de fundar su ciudad en otros lugares, llegaron a Chwipala donde pidieron permiso al encomendero David Cavie para fundar su pueblo al llegar a este lugar sembraron una mata de cañaveral para ver si retoñaba, porque les habían dicho que si el cañaveral retoñaba debían fundar el pueblo en ese lugar. Al ver que el cañaveral crecía y retoñaba, iniciaron la fundación del pueblo, al cual le pusieron el nombre de Santa Catarina Ixtahuacán en honor a la Virgen Santa Catalina de Alejandría, Patrona del Pueblo.

Etimológicamente, Ixtahuacán, quiere decir: **Ixtl o Ixtla:** *vista*; **hua:** *paraje* y **can:** *Planicie, llanura para cultivar*.

Tomando en cuenta el nombre del municipio y algunos documentos históricos SIJA RAXK'IM, es la etimología mas aceptada, proviene de los términos k'iche': **Si'j:** *Flor*; **ja':** *agua*; **rax:** *verde* y **k'im:** *pajonal*, lo que da origen a *Flor de agua y pajonales verdes*.

El traslado del pueblo: Como efectos del huracán Mitch, el día 2 de noviembre de 1998, a eso de las 6:00 horas, empezaron a caer fuertes lluvias. Empezaron a caer grandes derrumbes en la carretera de terracería y en otros lados. Muchas casas empezaron a agrietarse y a derrumbarse. Durante 3 días consecutivos el pueblo quedó totalmente incomunicado sin luz y sin ninguna vía de acceso, hasta que CONRED, se hizo presente para evaluar la situación y el peligro que en ese momento vivían los habitantes de la cabecera municipal. Las noticias informaban que el Huracán Mitch estaba causando grandes estragos en distintos puntos del territorio. Con el desastre en

Ixtahuacán, la gente se reunió y se organizó por barrios para ver qué decisiones se iban a tomar, pues, el huracán vino a agravar las grietas en edificios públicos y privados, así como en muchas viviendas.

El día 13 de noviembre del mismo año, llega el ingeniero geólogo Manuel Antonio Motha Echeverría del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH-. Esta institución asumió la responsabilidad de realizar el análisis para determinar si en realidad la población corría riesgos de hundimiento.

Como resultado de la evaluación, se determinó que el pueblo se localizaba sobre fallas geológicas, por lo que, en ese momento, se declaró lugar de alto riesgo. La mayoría de la gente decidió buscar otro lugar más seguro donde trasladar su vivienda y su familia. Después de visitar y evaluar algunos terrenos, la gente escogió el lugar llamado Chwipatan o Cumbre de Alaska, puesto que, histórica y legalmente, este terreno le pertenece al antiguo pueblo de Santa Catarina Ixtahuacán. Sin embargo, esto creó problemas con los pobladores de Nahualá, ya que ellos han sido poseedores de los terrenos. Como resultado de las negociaciones entre Nahualá e Ixtahuacán, se estableció que Nahualá concedería inicialmente 1.3 caballerías, de un total de 4.5 caballerías de lo acordado. Esto sucedió el día 6 de julio de 1999. A partir de esta fecha dieron inicio los trabajos de diseño y trazo urbanístico.

Después de un largo proceso, en un cabildo abierto en el mes de diciembre del año 1999, las autoridades municipales informaron que el traslado hacia Chwipatan, lo efectuarían el 11 de enero del año 2002.

En la víspera del día 11, la gente realizó la última procesión con la Patrona del Pueblo, la Virgen de Santa Catalina de Alejandría, que fue motivo de tristeza al dejar la tierra que los vio nacer, pero también, motivo de alegría al saber que tendrían un lugar más seguro para sus hijos.

Al llegar el día tan esperado, la gente se concentró en el mercado. Eran como las 11:00 de la mañana. Con tambores, chirimías, bombas y cohettillos se dio inicio el éxodo hacia Chwipatan, lugar del asentamiento de la nueva cabecera municipal. La mayoría de la gente estuvo caminando a pie con su Patrona al frente como guía hacia el nuevo lugar.

Figura 1. Fotografía aérea de Chwi'patan, donde se encuentra asentada la actual cabecera municipal de Santa Catarina Ixtahuacán.



1.2. Aspectos físicos

1.2.1. Ubicación geográfica y extensión territorial

El municipio de Santa Catarina Ixtahuacán está situado en el occidente de la República, en el departamento de Sololá, a una distancia de la ciudad capital de 171 kilómetros. Tiene una extensión territorial de 189.77 kilómetros cuadrados. Se encuentra a una altura aproximada entre 700-3000 metros sobre el nivel del mar. A una latitud de 14° 47' 50" N y su longitud es de 91° 21' 31" W con respecto al meridiano de Greenwich.

Figura 2. Localización del departamento de Sololá

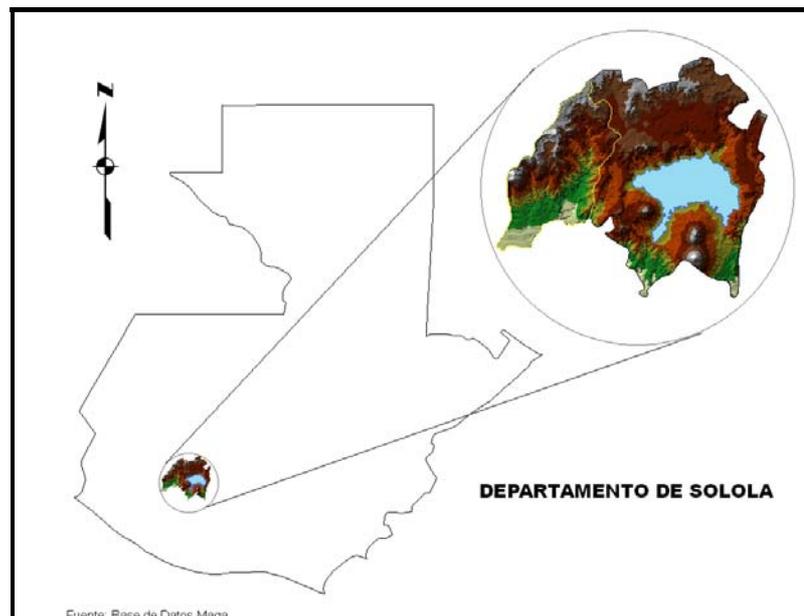


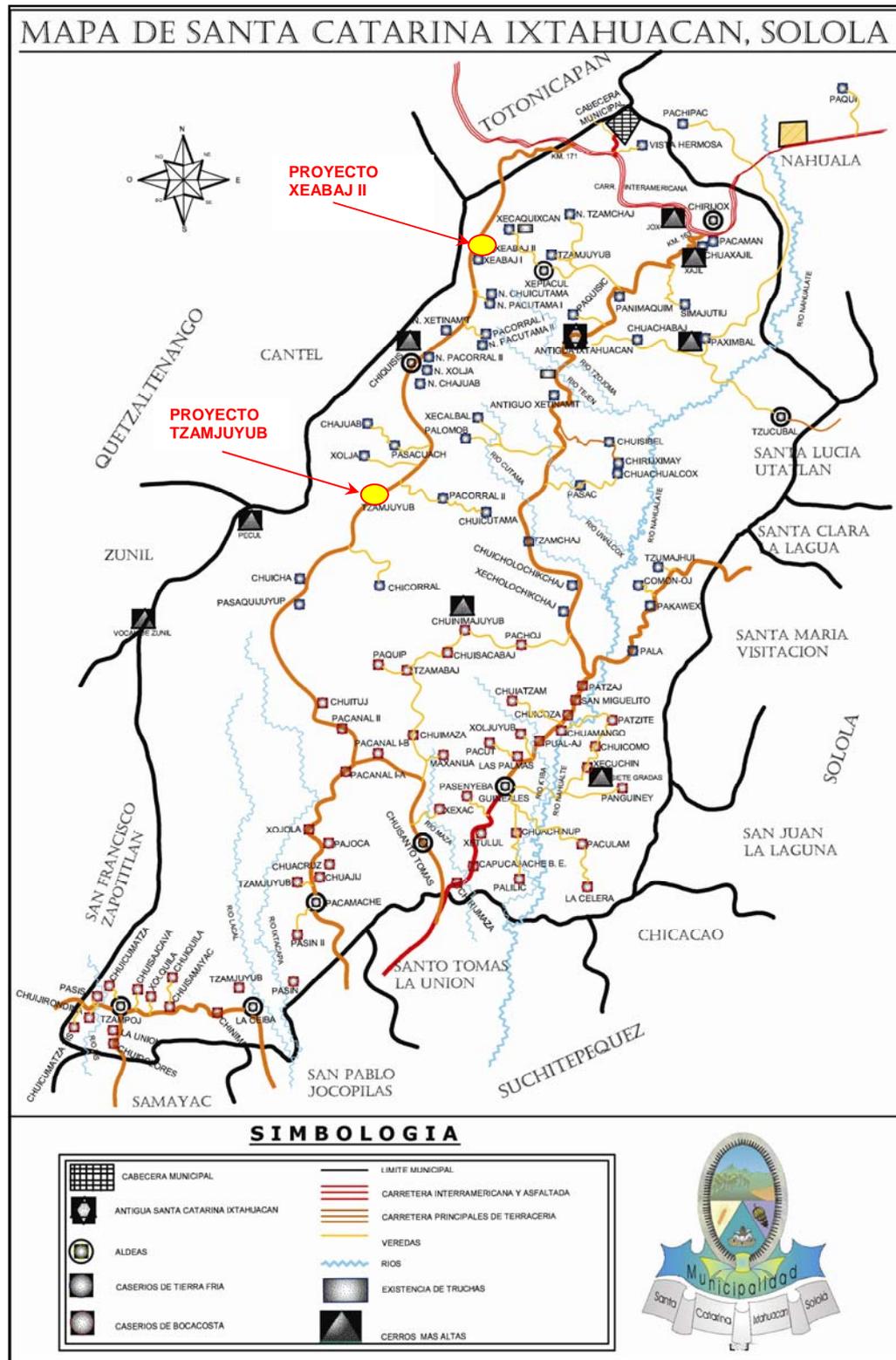
Figura 3. Localización del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán



1.2.2. Límites y colindancias

El municipio de Santa Catarina Ixtahuacán limita al norte con el municipio de Nahualá y Totonicapán; al sur, con el municipio de Chicacao, Santo Tomás la Unión, San Pablo Jocopilas, Samayac y San Francisco Zapotitlan; al este, con el municipio de Santa Lucía Utatlan, Santa Clara la Laguna, Santa María Visitación y San Juan La Laguna, y al oeste, con el municipio de Cantel, Zunil y Totonicapán.

Figura 4. Municipio de Santa Catarina Ixtahuacán y sus colindancias



1.2.3. Datos demográficos

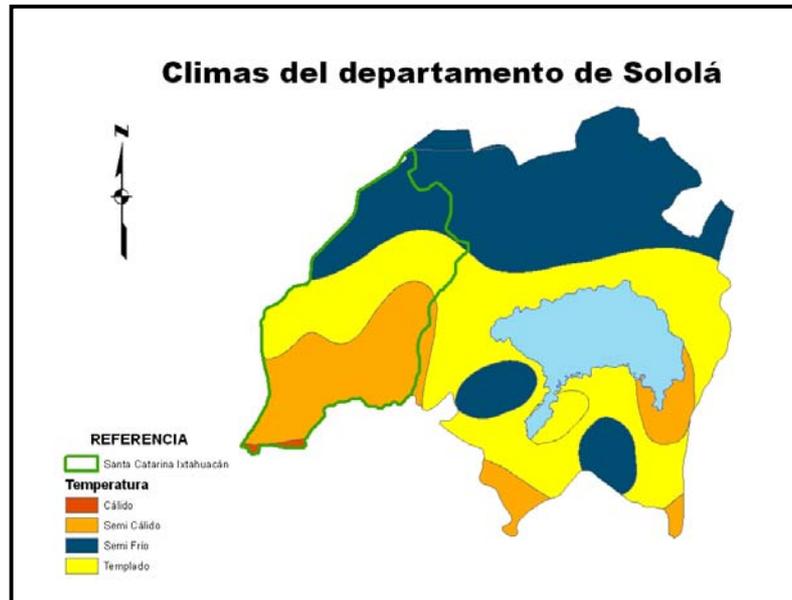
Según censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística, el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, en el año 2002 tenía 47,772 habitantes. La densidad de población era entonces de 251.74 habitantes por kilómetro cuadrado, o sea una densidad por debajo del promedio departamental (290 hab/Km²) pero superior a la media nacional (103 hab/Km²). El 50.27 % de la población está constituida por hombres y el 49.73 % por mujeres. La población esta dividida de la manera siguiente: el 77 % de los habitantes viven en el área rural, mientras que un 23 % habita en el área urbana. Según registro en el año 2006 habían 15,075 empadronados vigentes, de los cuales el 60.91 % son empadronados hombres y el 39.09 % son empadronadas mujeres.

1.2.4. Clima

En el municipio existe la unidad bioclimática Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (BMHMBS), que corresponde a un clima frío, ya que por lo general afecta a alturas que van desde los 1,800 a 3,000 metros sobre el nivel del mar. Las temperaturas oscilan entre los 10 a 20 grados centígrados y la precipitación pluvial varía entre los 1,400 a 4,000 milímetros al año. Los suelos son profundos, de textura liviana, moderadamente bien drenados, de color pardo o café.

La estación meteorológica más cerca se encuentra ubicada en la ciudad de Quetzaltenango a una Longitud de 91° 30' 45" W y una Latitud de 14° 52' 27" N.

Figura 5. Climas del departamento de Sololá



1.2.5. Actividades productivas

- Producción agrícola

Dentro de la producción agrícola en tierra fría se dedican a la siembra del: maíz, frijol, trigo habas y pequeñas hortalizas y en Boca Costa: café, banano y árboles tropicales, estos son destinados, en su mayoría para el autoconsumo, comercio local y poco para el comercio externo o exportación.

- Producción pecuaria

La producción de ovejas, porcinos, mismo que se destaca ya en la actualidad, se dan en pequeña escala tanto en tierra fría como en boca costa, y el destino para autoconsumo y comercio local.

- Producción artesanal

La actividad artesanal que más se practica en el municipio, es la confección de prendas típicas para la vestimenta tanto del hombre como de la mujer, generalmente se produce para toda la familia. Solamente un pequeño número de familias se dedica a tiempo completo a las actividades artesanales, principalmente en la elaboración de jaspeados, bordados, güipiles y mostacillas. Dichos productos son para venderlos en la misma comunidad, en otras comunidades o bien en la ciudad de Sololá.

- Otras actividades

En el municipio existen algunos maestros de educación, Bachilleres y Peritos en diferentes ramos y algunos fleteros, quienes se desenvuelven dentro del municipio o algunas veces en municipios cercanos.

1.2.6. Idioma

En el municipio el idioma predominante es el Kiché en un 100 %, del 100 % un 30 % hablan Kiché y Español.

1.2.7. División político-administrativo

El total de comunidades que componen el municipio es de 106 divididos de la siguiente manera: 1 pueblo (cabecera municipal), 10 aldeas, 92 caseríos, 1 cantón, 2 parajes.

1.2.8. Situación socioeconómica

Las principales actividades productivas son:

Agricultura, dedicándose a la siembra de: maíz, frijol, trigo habas, pequeñas hortalizas, café, banano y árboles tropicales, estos son destinados en su mayoría para el autoconsumo, comercio local y poco para el comercio externo. Producción pecuaria, dedicándose a la crianza de ovejas y porcinos, mismo que se da en pequeña escala tanto en tierra fría como en boca costa, el destino es para autoconsumo y comercio local. La producción artesanal, esta compuesta por carpinteros y tejedores que también se da en pequeña escala. Otras actividades son, maestros de educación, bachilleres, Peritos en diferentes ramos y algunos fleteros.

El rendimiento anual de granos básicos es: el maíz, entre 1½ a 3 quintales por cuerda y el frijol, 1 a 2 quintales por cuerda.

1.2.9. Indicadores de desarrollo

El índice de desarrollo humano se encuentra en un 47.3 %, el porcentaje de analfabetismo en un 38.08 %, el porcentaje de pobreza extrema general en un 77.5 % y el porcentaje de pobreza extrema en un 29.5 %.

1.2.10. Servicios públicos

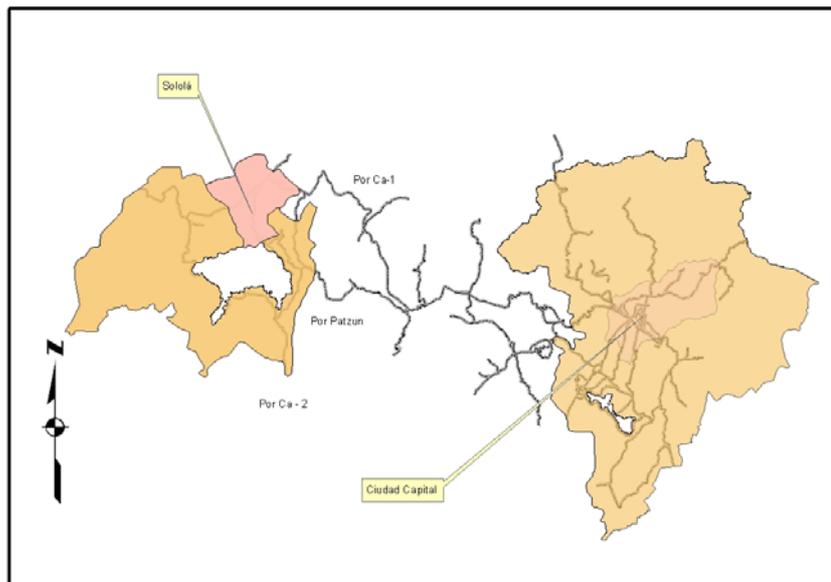
1.2.10.1. Educación

El municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, cuenta con 85 centros de educación primaria, siendo algunos de la organización PRONADE. Además cuenta con 8 centros de educación Básica, algunos por cooperativa y tele secundaria con el gobierno. Y se cuenta con 5 centros para impartir diversificado.

1.2.10.2. Comunicación

El acceso al municipio de Santa Catarina Ixtahuacán se hace por medio de la carretera Interamericana CA1 y para ingresar a la cabecera municipal; en el kilómetro 171 de la carretera Interamericana CA1, se encuentra la entrada donde luego se debe recorrer 1 kilómetro en camino asfaltado. Para ingresar a las comunidades de tierra fría se hace a través de 2 caminos; 1 ubicado en el kilómetro 163, el cual también lleva a la antigua cabecera municipal y el otro en el kilómetro 171, siendo ambos de terracería. Y para llegar a las comunidades de la boca costa existen varias alternativas, dependiendo a que comunidad se desea llegar; para la aldea Tzampoj se debe ingresar por el municipio de San Francisco Zapotitlan o por el municipio de Samayac, para la aldea La Ceiba se debe ingresar por el municipio de San Pablo Jocopilas, para las aldeas Pacamache, Chui Santo Tomas y Guineales se ingresa por el municipio de Santo Tomas la Unión, todos los caminos hacia las comunidades son de terracería a excepción de la aldea Guineales que esta asfaltado.

Figura 6. Principales vías de acceso al departamento de Sololá



1.2.10.3. Salud

En las personas adultas comúnmente se manifiestan las siguientes enfermedades: calentura, tos ferina, reumatismo, dolor de cuerpo, calambres, y dolor de estomago. En tanto que los niños se enferman de tos ferina, calentura, diarrea, pulmonía, y de sarampión.

Los adultos fallecen a causa del reumatismo, en otros casos por vejez o por accidente. En el caso de los niños fallecen por enfermedades como el sarampión y/o enfermedades infectocontagiosas.

En el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, existen; 1 Centro de Salud ubicado en la aldea Guineales, 2 puestos de salud; 1 ubicado en la cabecera municipal y el otro en la aldea Chirijox, 19 centros de convergencia; en los caseríos: Comon-oj, Bacanal I-B, Chirijmazá, Patzité y aldea Tzamjuyub entre otras, además hay 163 comadronas y 1 clínica parroquial. Estas entidades y personas se encargan de la salud de los comunitarios y los habitantes acuden a ellos cuando se enferman, para buscar orientación y curación.

No existe Hospital en el municipio y en los casos en que se requiere de sus servicios, se dirigen al Hospital Nacional de Sololá, Quetzaltenango, Huehuetenango o Totonicapán; afirman que el servicio en cualquiera de estos Hospitales no es satisfactorio, debido a que el personal no habla el Kiché para un buen entendimiento.

1.2.10.4. Agua potable

En el municipio el 90 % de la población cuenta con el servicio de agua potable, de los cuales en su mayoría la distribución se realiza por conexiones prediales, pero hay comunidades que solo cuentan con llenacántaros o pilas públicas para su distribución.

En muchas comunidades el servicio de agua potable es ineficiente debido a muchos factores; el sistema a superado su período de diseño, los sistemas no cuentan con un mantenimiento adecuado o necesitan reparaciones y muchas veces la comunidad al no contar con un estudio del sistema de abastecimiento de agua, ellos mismo realizan sus captaciones, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución

1.2.10.5. Drenaje

Referente al sistema de disposición de excretas, se constató que el 60 % de familias poseen letrinas de tipo tradicional, es decir pozo ciego con plancha y taza de cemento. El 40 % de la población evacua sus necesidades fisiológicas al aire libre entre los cultivos o en los barrancos.

La mayoría de las familias no cuentan con sistema de drenaje, debido a ello, las aguas servidas, producto del lavado de ropa y de otros enseres del hogar, corren a flor de tierra y son dirigidas hacia los barrancos.

1.2.10.6. Energía eléctrica

En el municipio solo la cabecera cuenta con alumbrado público, y se estima que el 90% de las viviendas cuentan con energía eléctrica.

2. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERÍO XEABAJ II

2.1. Descripción del sistema actual

Actualmente Xeabaj II se abastece del servicio de agua mediante un único sistema de agua, contando con un comité de agua para la administración, operación y mantenimiento del mismo.

Se trata de un sistema por gravedad, distribuido mediante 7 llena cántaros, además existen 2 pozos artesianos los cuales benefician solamente a 2 familias de la comunidad. El agua es utilizada para consumo familiar, higiene personal y actividades domésticas.

Con respecto al tratamiento del agua para consumo humano, no se tiene implementado un sistema de cloración.

El sistema es abastecido por 3 fuentes de agua de brote definido, las cuales en total proporcionan un caudal de 0.06 l/s, se encuentran ubicadas en las proximidades de la comunidad de Paraxquim (Nahualá), y los terrenos donde se ubican las fuentes están en disputa de la propiedad con esta misma comunidad.

Actualmente la comunidad tiene localizadas 3 nuevas fuentes de agua de brote definido, 2 de las cuales se encuentran a 1,600 metros del tanque de distribución, y a una altura superior a la del tanque, por lo tanto pueden llegar al mismo mediante una línea de conducción por gravedad, estas fuentes tiene de caudal total de 1.01 l/s. La otra fuente se encuentra a una distancia aproximada de 370 mts del tanque de distribución y a una altura inferior a la del tanque, por lo tanto puede llegar al mismo mediante un sistema de bombeo.

Además, la comunidad cuenta con un tanque de distribución de 56 mts³ y un tanque de succión de 66 mts³, los cuales fueron construidos hace un año con apoyo de una ONG'S quien proporcionó los materiales, el diseño y la mano de obra calificada, estos tanque se encuentra en perfectas condiciones estructurales para ser utilizados, cuentas con todos sus elementos adecuados (rebalse, drenaje, tubo de ventilación, tapadera, etc.), además tienen un período de diseño superior a los 21 años.

Por lo tanto, estas 3 nuevas fuentes de agua y estos tanques de distribución y succión ya construidos y en buen estado son la base del diseño del sistema de abastecimiento de agua por gravedad y bombeo para el caserío Xeabaj II.

2.2. Levantamiento topográfico

La topografía para un proyecto de agua potable define el diseño del sistema, ya que tiene por objeto medir las extensiones de terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie del terreno. Estos levantamiento son parte de la llamada topografía plana, que es aquella que para realizar trabajos de campo, desprecia la curvatura de la tierra o sea que la considera plana. Es decir, que los levantamientos topográficos son aplicados en áreas relativamente reducidas y su objetivo principal consiste en representar las características del terreno en un plano o en un mapa.

Las notas realizadas en la libreta de campo deben ser lo más claras posibles, especificando los problemas que se puedan suscitar en el trayecto de la tubería. Es necesario realizar inspecciones preliminares para formarse un criterio sobre los elementos que serán determinantes en el diseño hidráulico del sistema.

Para el levantamiento topográfico se utilizó el método taquimétrico, con poligonales abiertas. Para ello se utilizaron los siguientes procedimientos: medición de

distancias horizontales: con estadía; ángulos y direcciones: por conservación de azimut con el método de orientación de 180 grados o vuelta de campana obteniendo los resultados mostrados en los planos que se presentan en el apéndice.

2.2.1. Planimetría

Es la proyección del terreno sobre un plano horizontal, el levantamiento se hizo como una poligonal abierta por el método de conservación de azimut, para lo cual se consideró el norte magnético, a partir de éste se midieron los diferentes ángulos horizontales. El terreno que se trabajó era de tipo montañoso.

Para determinar la distancia horizontal entre dos puntos se aplicó la siguiente fórmula:

$$D.H. = 100 * \Delta h * \text{Cos}^2 \alpha$$

Donde:

D.H. = distancia horizontal, en metros, entre dos puntos.

α = ángulo vertical.

Δh = diferencia, en metros, de lectura de hilo superior con el hilo inferior.

Ejemplo de cálculo de planimetría:

$$D.H.(E-1 \text{ a } E-2) = 100 \times (1.79 - 1.63) \times \text{Cos}^2(91.73^\circ) = 15.99 \text{ m}$$

$$D.H. (E-2 \text{ a } E-3) = 100 \times (1.39 - 1.00) \times \text{Cos}^2(94.59^\circ) = 39.25 \text{ m}$$

...Se utilizó una hoja electrónica para calcular estos valores.

En los planos se muestra la información y los cálculos obtenidos del levantamiento topográfico.

Se utilizó el siguiente equipo:

- ❖ Un teodolito FOIF DT205CL
- ❖ Una cinta métrica de 50 metros
- ❖ Una plomada de 1 libra
- ❖ Una estadía
- ❖ Dos libras de clavo de 4"
- ❖ Marcadores de diferentes colores
- ❖ Estacas de madera

2.2.2. Altimetría

La altimetría toma en cuenta las diferencias de nivel existente entre puntos de un terreno o construcción. Para conocer estas diferencias de nivel, hay que medir distancias verticales, directa o indirectamente. A estas operaciones se les denomina nivelación. El método que se utilizó fue el taquimétrico.

La taquimetría es una técnica topográfica que se emplea para determinar rápidamente la distancia, dirección y diferencia de elevación de un punto, por medio de una sola observación hecha desde una misma estación de instrumento. El método taquimétrico que más se utiliza es el de estadía

Para determinar la diferencia de nivel entre dos puntos se utilizará la siguiente fórmula:

$$D.N. = hi + \frac{Dh}{\tan\beta} - R$$

Donde:

D.N. = diferencia de nivel entre dos puntos

Hi = altura del instrumento

Dh = distancia horizontal

β = ángulo vertical

R = hilo medio

Se utilizó el siguiente equipo:

- ❖ Un teodolito FOIF DT205CL
- ❖ Una cinta métrica de 50 metros
- ❖ Una plomadas de 1 libra
- ❖ Una estadía
- ❖ Dos libras de clavo de 4"
- ❖ Marcadores de diferentes colores
- ❖ Estacas de madera

Ejemplo de cálculo de altimetría:

$$D.H.(E - 1aE - 2) = 1.55 + 174.16 / \tan(102^\circ) - 1.4 = -36.87m$$

$$D.H.(E - 2aE - 3) = 1.54 + 29.97 / \tan(87^\circ) - 1.5 = 1.61m$$

...Se utilizó una hoja electrónica para calcular de estos valores.

Un plano topográfico está conformado por las dos partes anteriores, que determinan la posición y elevación de cada punto, y muestran puntos de interés en el diseño a realizar.

2.3. Calidad del agua

La calidad natural del agua varía de un lugar a otro, con la estación del año, uso de la tierra, el clima y con las clases de rocas del suelo que el agua remueve. Tiene una relación estrecha con las características físicas, químicas y bacteriológicas, por medio de las cuales se puede evaluar si el agua es apta o no para el consumo humano, es decir, que sea potable, libre de concentraciones excesivas de sustancias minerales y orgánicas; libres de tóxicos, que no transmita enfermedades y que sea agradable a los sentidos.

Para determinar la calidad sanitaria es necesario realizar análisis físico-químico y bacteriológico, los que deben cumplir con los requerimientos mínimos establecidos por la norma COGUANOR NGO 29001.

2.3.1. Exámenes físico-químicos

El principal propósito de este examen es el de medir y registrar aquellas propiedades que pueden ser observadas por los sentidos tales como: olor, color, sabor, temperatura; y determinar las cantidades de minerales que hay en el agua y que pueden afectar su calidad.

Las sustancias minerales que están contenidas en el agua deben quedar bajo los límites máximos aceptables o máximos permisibles para el consumo humano, los cuales en su mayor parte han sido fijados por normas.

El límite máximo aceptable es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor; el límite máximo permisible es el valor de la concentración de

cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual, el agua no es adecuada al consumo humano.

Tabla I. Características físicas. Límite máximo aceptable y límite máximo permisible que debe tener el agua potable

Características	*LMA	**LMP
Color	5.0 u	35.0 u (1)
Olor	No rechazable	No rechazable
Potencial e hidrógeno	7.0 - 7.5 (2)	6.5 - 8.5 (2)
Sólidos totales	500.0 mg/L	1000.00 mg/L
Temperatura	15.0 – 25.0 °C	34.0 °C
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT o UJT	15.0 UNT o UJT
(1) Unidades de color en la escala de Platino - Cobalto (2) En unidades de Ph (3) Unidades de turbiedad, sea en unidades Jackson (UJT) o unidades nefelométricas (UNT). Estas siglas deben considerarse en la expresión de los resultados.		

*LMA: Limite máximo aceptable

**LMP: Limite máximo permisible

Conductividad eléctrica: el agua deberá tener una conductividad de 100 a 750 mho/cm a 25 °C.

Características químicas del agua potable: de preferencia, los resultados de los análisis deben expresarse en miligramos por litro (mg/L).

Tabla II. Sustancias químicas con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles

Características	LMA en miligramos/litro	LMP en miligramos/litro
Detergentes aniónicos	0.2000	1.000
Aluminio (Al)	0.050	0.100
Amoníaco	---	1.500
Bario (Ba)	---	1.000
Calcio	75.000	150.000
Cinc (Zn)	3.000	7.000
Cloruro (Cl)	10.000	250.000
Cobre (Cu)	0.050	1.500
Dureza total (CaCO ₃)	100.000	500.000
Hierro total (Fe)	0.100	1.000
Magnesio (Mg)	50.000	100.000
Manganeso (Mn)	0.050	0.500
Níquel (Ni)	0.010	0.020
Nitrato	---	45.000
Nitrito	---	0.010
Substancias fenólicas	0.001	0.002
Sulfato (SO ₄)	100.000	250.000

*LMA: Límite máximo aceptable

**LMP: Límite máximo permisible

2.3.2. Exámenes Bacteriológicos

El examen bacteriológico tiene como principal propósito, indicar el nivel de contaminación bacteriana y principalmente con materia fecal, que presenta la fuente de agua.

El agua debe estar exenta, de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario. La determinación de organismos entéricos normales, mostrarán el nivel de contaminación fecal del suministro de agua.

Los indicadores más utilizados para determinar el nivel de contaminación, son los organismos coliformes totales o simplemente “coliformes”. Por experimentos se ha comprobado, que estos presentan ciertas limitaciones, para considerarlos indicadores de

organismos exclusivamente de origen fecal, ya que en países con altas temperaturas, los de origen no fecal pueden abundar.

El grupo coliforme lo forma los bacilos *Escherichia Coli* de los animales de sangre caliente. El *Aerobacter Aerógenos* además de encontrarse en las heces, es frecuente encontrarlo en raíces de vegetales y algunas semillas.

Por razones de simplicidad, la metodología microbiológica para el agua de pequeñas comunidades, se ha limitado al grupo coliforme solamente, dado que este grupo es mejor conocido y además relativamente fácil de identificar.

Las características para agua potable estipulan el número permisible de microorganismos coliformes, en términos de las porciones normales de volumen y del número de porciones que se examina, con esta finalidad se establecen las opciones siguientes.

Método de los tubos múltiples de fermentación: para nuevas introducciones de agua potable, se aplica la prueba de 15 tubos, se examinan 5 tubos con porciones de 10 cm³, 5 tubos con porciones de 1 cm³, y 5 tubos con porciones de 0.1 cm³, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 2.0 coliformes en 100 cm³ de agua, lo que se interpreta como que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para el consumo humano.

Prueba de presencia ausencia (P-A de coliformes): es una simplificación del procedimiento de los tubos múltiples. La información que se obtiene es cualitativa en relación con la presencia o ausencia de coliformes. Consiste en analizar un volumen o porción de 100 ml de agua para cultivo simple en una botella con el medio de cultivo P-A. Una prueba presuntiva de la presencia da un color de púrpura a amarillo. Como en el método de los tubos de fermentación múltiple una prueba presuntiva positiva debe ser confirmada con las pruebas complementarias de coliformes totales y/o fecales.

El agua se considera adecuada para consumo humano cuando hay ausencia de coliformes en 100 ml de agua.

2.4. Fuente

Se define como fuente de agua, al lugar capaz de suministrar un caudal mínimo, igual o mayor al consumo máximo diario, en cualquier época del año. La fuente será adecuada para el consumo humano, siempre que el agua sea de calidad aceptable y en las cantidades requeridas. Las fuentes de aguas naturales disponibles en el medio ambiente, pueden clasificarse en:

a) Aguas meteóricas:

Proceden directamente de la atmósfera, en forma de lluvia. Se captan al llegar a la superficie terrestre, por medio de áreas expuestas a la precipitación pluvial, para luego almacenarlas en cisternas apropiadas.

b) Aguas superficiales:

Están constituidas por ríos, riachuelos, lagos, lagunas, embalses, etc.

c) Aguas subterráneas:

Son las que se infiltran en el terreno y afloran en forma de manantiales. Se localizan en una zona de cavidades conectadas entre sí. Esta zona comprende zona de saturación y zona de aireación, que quedan separados por el nivel freático.

La fuente de abastecimiento del sistema de agua potable está constituida por tres manantiales definidos; dos de los cuales se unirán mediante una caja unificadora de caudales cercana a los mismos y luego conducidos hasta el tanque de almacenamiento por gravedad, el otro manantial será captado y llevado por gravedad hasta un tanque de succión donde luego el agua se bombeara hacia el tanque de almacenamiento.

2.4.1. Caudal de aforo

El aforo en los nacimientos de agua se realizó en el mes de febrero del año 2008, entrando a la época seca del año. Para el efecto se utilizó un recipiente de 9 litros y se tomó el tiempo en que la fuente llenó el recipiente; este procedimiento se realizó 3 veces en cada nacimiento para sacar un promedio de tiempo, con lo que se obtuvo un aforo de; 1.01 litros por segundo, para el sistema por gravedad y 0.64 litros por segundo, para el sistema por bombeo.

Tabla III. Datos de aforos en fuentes de Xeabaj II

Tiempos (s)	Gravedad		Bombeo
	Fuente 1	Fuente 2	Fuente 3
t1	9,22	147,91	13,79
t2	9,5	147,88	14,37
t3	9,72	147,44	14,34
t promedio (s)	9,48	147,74	14,17
Caudal (l/s)	0,95	0,06	0,64
Caudal total (l/s)	1,01		0,64

2.5. Parámetros de diseño

2.5.1. Período de diseño

El período de diseño de un sistema de abastecimiento de agua o de sus componentes, es el tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en el que su uso sobrepase las condiciones establecidas en el diseño, por falta de capacidad del sistema para prestar un buen servicio.

El periodo de diseño adoptado para este proyecto es de 20 años, más un año de gracia para gestionar la papelería para su ejecución, teniendo un total de 21 años como periodo de diseño.

2.5.2. Estimación de la población de diseño

La población de diseño depende del comportamiento del crecimiento de la población y puede ser lineal o exponencial, para el presente caso los cálculos utilizan el crecimiento geométrico, por ser el que más se acerca a los datos reales de la población estudiada según los expertos en estadística.

Método de crecimiento geométrico: consiste en calcular el cambio promedio de la tasa de población para el área en estudio o por cada década en el pasado y, así proyectar su tasa promedio o porcentaje de cambio hacia el futuro.

La tasa de crecimiento poblacional es de 2.4% anual, obtenida de los datos registrados en el Instituto Nacional de Estadística, para el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán. La población actual del caserío es de 450 habitantes, para un total de 83 familias.

La fórmula empleada para este método es:

$$P_n = P_0 * (1 + r)^n$$

De donde:

P_n = población futura para “n” años

P_0 = población actual

r = tasa de incremento geométrico

n = período de diseño

$$P_n = 450 * (1 + 0.024)^{21}$$

$$P_n = 740 \text{ HABITANTES}$$

2.5.3. Dotación

Es la cantidad de agua que se le asigna a una persona o usuario en un día, esta cantidad se expresa en litros por habitante por día (L/hab/día).

Para fijar la dotación se tomaron en cuenta los siguientes factores: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, factibilidad de drenaje, calidad del agua, medición, administración del sistema y presiones del mismo.

Además del consumo humano, existen otros usos del vital líquido que aumentan en menor grado; siempre es recomendable considerarlos. Los usos adicionales más comunes del agua son:

- a. Aseo personal
- b. Lavado de sanitarios
- c. Lavado de ropa
- d. Limpieza de la casa
- e. Bebida para animales

De acuerdo con las especificaciones de UNEPAR, se determinó que el diseño tendrá una dotación de 90 lts/hab/día para el sistema por gravedad, debido a que el clima de la comunidad es frío y se encuentra en el área rural, además considerando que la fuente propuesta posee la capacidad para producir el caudal requerido y para el sistema por bombeo se tendrá una dotación de 60 lts/hab/día, debido a que la fuente propuesta para este sistema no posee la capacidad para aportar una dotación mayor en todo el período de diseño.

2.5.4. Tipo de sistema

El tipo de sistema esta determinado por el diseño de la línea de conducción, ya que puede ser; por gravedad, bombeo o mixta. En general, la conducción es la tubería que transporta el caudal de día máximo desde la captación hasta el tanque de distribución. Puede suceder también que el caudal transportado sea el total que proporciona la fuente, aún cuando sea un poco mayor que el caudal de día máximo; la decisión de transportar todo el caudal está regida por razones económicas.

El sistema para este diseño será mixto, eso significa que contara con dos líneas de conducción; una por gravedad y la otra por bombeo, llegando ambas a un mismo tanque de almacenamiento, donde luego el agua se distribuirá a la comunidad por una sola red de distribución.

2.5.5. Tipo de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías utilizado para hacer llegar el agua proveniente del tanque de distribución, al consumidor. Desde el punto de vista hidráulico, pueden distinguirse tres tipos de redes de distribución; por ramales abiertos, circuitos cerrados y una combinación de los dos anteriores.

En los sistemas rurales de agua potable la red de distribución está constituida por ramales abiertos, debido a lo disperso de las casas y a lo quebrado de la topografía, por tal razón para nuestro diseño la distribución estará constituida por ramales abiertos.

2.5.6. Tipo de conexión

La conexión esta compuesta por las tuberías y accesorios destinados a llevar el servicio de agua de la red de distribución al interior de la vivienda. El tipo de conexión

para este proyecto es predial, lo cual consiste en que en cada vivienda se instalará un chorro.

2.6. Determinación de caudales

2.6.1. Caudal medio diario

Es un promedio de consumos medios diarios registrados durante un periodo de un año, el cual se puede obtener mediante un registro estadístico, en su defecto se puede establecer como: el producto de multiplicar la dotación adoptada por el número de habitantes que se haya estimado para el final del periodo de diseño.

$$Q_m = \frac{P_f * Dotación}{86,400}$$

Donde:

Q_m = Caudal medio en l/s

P_f = Población futura (740 habitantes)

86,400 = Representa la cantidad de segundo en un día

$$Q_m = \frac{740 \text{ hab} * 90 \text{ l/hab/dia}}{86,400 \text{ seg/dia}} = 0.77 \text{ l/s (Gravedad)}$$

$$Q_m = \frac{740 \text{ hab} * 60 \text{ l/hab/dia}}{86,400 \text{ seg/dia}} = 0.51 \text{ l/s (Bombeo)}$$

2.6.2. Caudal máximo diario

Es conocido como caudal de conducción, es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 horas, observado durante un año y regularmente sucede cuando hay actividades en las cuales participa la mayor parte de la población. No incluye gastos causados por incendios.

Cuando no se cuenta con información de consumo diario, éste se puede calcular a través de un porcentaje denominado factor de día máximo (Fdm.). Este factor en área rural está comprendido dentro los valores siguientes: 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, a 1.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes.

Tomando en cuenta el clima, el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes, se determina que el factor de día máximo es de 1.25.

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

Donde:

Q_{md} = Caudal máximo diario

FDM = Factor de día máximo

Q_m = Caudal medio

$$Q_{md} = 1.25 * 0.77l / s = 0.96 l / s(\text{Gravedad})$$

$$Q_{md} = 1.25 * 0.51l / s = 0.64 l / s(\text{Bombeo})$$

2.6.3. Caudal máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, es el consumo máximo en una hora del día, el cual se obtiene de la observación del consumo durante un período equivalente a un año. Si no se tienen registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima.

El factor de hora máxima (Fhm) esta comprendido en el área rural entre 2.0 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, a 3.0 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes. Este es un factor de seguridad, porque el consumo de agua presentará variaciones hora a hora, mostrando horas de consumo máximo y horas de consumo mínimo. Este factor se originó de un diagrama de consumo (Q) contra tiempo (hora). Tomando en cuenta el clima, el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes, se determina que el factor de hora máxima es de 2.5.

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

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario

FHM = Factor de hora máximo

Q_m = Caudal medio

$$Q_{mh} = 2.5 * 0.77 \text{ l/s} = 1.92 \text{ l/s}(\text{Gravedad})$$

$$Q_{mh} = 2.5 * 0.51 \text{ l/s} = 1.28 \text{ l/s}(\text{Bombeo})$$

2.6.4. Caudal por vivienda

Es el consumo de agua por vivienda. Con base a este factor, el caudal de hora máxima, podrá distribuirse en los tramos de tuberías que componen la línea de

distribución, en base al número de viviendas comprendidas en dichos tramos. Se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$Q_v = \frac{Q_{mh}}{No.viviendas}$$

Donde:

Q_v = Caudal por vivienda

Q_{mh} = Caudal máximo horario

$$Q_v = \frac{1.92 \text{ l/s}}{137} = 0.014 \text{ l/s (Gravedad)}$$

$$Q_v = \frac{1.28 \text{ l/s}}{137} = 0.009 \text{ l/s (Bombeo)}$$

2.6.5. Caudal instantáneo

Este caudal está basado en la probabilidad de que se haga uso al mismo tiempo del servicio del caudal en un ramal, usualmente también se le conoce con el nombre de caudal de uso simultáneo, se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$Q_i = k(n - 1)^{1/2}$$

Donde:

Q_i = Caudal instantáneo no menor de 0.20 l/s

K = Coeficiente que varía según:

$K = 0.15$ para uso predial

$K = 0.25$ para llena cántaros

n = Número de viviendas

El caudal instantáneo fue calculado para cada ramal, ver distribución de caudales, en apéndice 2.

2.6.6. Caudal de bombeo

Es el volumen de agua por unidad de tiempo que será bombeado durante el periodo de bombeo, para satisfacer la demanda del consumidor durante el día. Para determinar el caudal de bombeo es importante definir antes el período de bombeo, dicho período afecta directamente el diámetro de la tubería de descarga, la potencia de la bomba y las dimensiones del tanque de alimentación. Se recomienda que el período de bombeo sea de 8 a 12 hrs.

$$Q_B = \frac{Q_{md} * 24}{HB}$$

Donde:

Q_B = Caudal de bombeo

Q_{md} = Caudal máximo diario

HB = Horas de bombeo, para este caso usaremos 8 horas

$$Q_B = \frac{0.64 \text{ l/s} * 24 \text{ horas}}{8 \text{ horas}} = 1.92 \text{ l/s}$$

2.7. Captación

Es toda estructura, que se construye con fines de coleccionar el agua de las fuentes proveniente de uno o varios manantiales (nacimientos), de brotes definidos o difusos, que salen de las montañas.

El fin básico, es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año, la captación de la cantidad de agua necesaria, para el suministro de la población. El tipo de obra a emplear, será en función de las características de la fuente, de la calidad físico-química y bacteriológica del agua. Esta obra es la más crítica, ya que de ella depende el éxito o fracaso del proyecto, para su diseño se debe tener información a detalle para lograr el objetivo final.

Toda captación debe llenar las siguientes condiciones sanitarias:

- a) Impedir el acceso de aguas superficiales, tierra, hojas e insectos.
- b) Impedir el encharcamiento alrededor de la captación.
- c) Estar provista de ventilación y rebalse.
- d) Tener una abertura de acceso para permitir reparaciones, la cual debe estar provista de tapadera con candado.
- e) Si es necesario, rodear el sitio con malla de alambre.

2.7.1. Tipo de captaciones

La captación puede ser de dos tipos: Captaciones de brotes definidos o captación de brotes difusos.

Las fuentes a captar son del tipo subterránea con afloramiento horizontal del agua, en un punto definido; por lo tanto la obra de infraestructura adecuada a construir es una captación de manantial de ladera concentrado.

2.7.2. Diseño de captaciones

El tipo de captación utilizada en todas las fuentes tiene los siguientes componentes (ver planos en apéndice):

- Filtro de piedra y sello sanitario
- Caja de captación
- Dispositivo de desagüe y rebalse
- Contra cuneta
- Obras de protección
- Muro

Filtro de piedra

Se construye de piedra bola, grava y arena. Los muros se construyen de mampostería de piedra, la losa es de concreto reforzado, con tapadera para inspección, limpieza y respiraderos. A esto hay que agregarle la tubería de PVC de salida y rebalse.

Caja de captación

Es la que recibe el agua proveniente del brote, por medio de un tubo de PVC y se construye para una capacidad de 1 m³.

Dispositivo de desagüe y rebalse

Estos dispositivos se hacen con tubería y accesorios de PVC de 2 pulgadas de diámetro, tanto el rebalse como el desagüe drenan por la misma tubería.

El desagüe es el drenaje para la limpieza de la caja de captación, se compone de un codo de PVC de 2" x 90°, para evitar la entrada de animales (roedores e insectos), más un tubo de 2". El rebalse es el drenaje para los excedentes de agua y es un tubo de PVC de 2" que se adapte al codo del desagüe sin pegar, este tubo es movable.

Contra cuneta

Ésta se construye alrededor del brote de la captación, el cual es un canal que intercepta el agua de lluvia proveniente de las laderas aledañas, con el fin de evitar la contaminación del manantial.

Requisitos y especificaciones de construcción

Para la construcción de los elementos antes mencionados se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Se deberá utilizar piedra bola y concreto, de manera que no se altere la calidad del agua.
- Se captará la mayor cantidad de agua del nacimiento.
- Debe tener rebalse para la salida del exceso de agua en invierno.
- Deberá protegerse el lugar de la entrada de animales.
- Construir tapadera de visita para inspección y limpieza.
- La proporción de la mezcla debe ser 1:2:3 cemento, arena, pedrín.
- La mampostería de piedra debe hacerse de la siguiente manera: piedra bola 67% y arena 33%.

2.8 Diseño de las líneas de conducción

Es un conjunto de tuberías forzadas o a presión, que viene desde las obras de captación al tanque de almacenamiento. De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, las conducciones pueden ser por bombeo o por gravedad.

2.8.1 Diseño de la línea de conducción por gravedad

Una línea de conducción debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, por lo cual, en la mayoría de los casos, conducirá el diámetro económico que satisfaga las razones técnicas que permitan soportar presiones menores que, no dañen el material de conducción que se esté utilizando, ésta en su mayoría será de policloruro de vinilo (PVC) diámetro indicado, con un coeficiente de capacidad hidráulica de $C = 150$ y velocidades dentro del rango de 0.40 a 3 metros/segundo; dejándolo en la zanja a 0.80 metros de profundidad y 0.40 metros de ancho. (Ver planos en apéndice 4).

El diseño de una línea de conducción por gravedad, deberá tener en cuenta lo siguiente:

- a) Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de distribución.
- b) La capacidad deberá ser suficiente para transportar el caudal máximo diario de diseño.
- c) La selección de la clase y diámetro de la tubería a emplear, deberá ajustarse a la máxima economía.
- d) La línea de conducción deberá dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para la tubería, a su protección y mantenimiento.
- e) Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.

Para el diseño de la línea de conducción se utilizó la fórmula de **Hazen-Williams**, ya que sus límites de aplicación son los más amplios, en el uso de tuberías de agua, la cual es:

$$H_f = \frac{1743.811141 * L * Q_{md}^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

Donde:

- H_f = Pérdida de carga por fricción (m)
- Q_{md} = Caudal máximo diario (l/s)
- L = Longitud de la tubería más un factor de longitud del 5% por la topografía del terreno (m)
- D = Diámetro interno de la tubería (pl)
- C = Coeficiente de capacidad hidráulica se usará C = 150 para PVC y C = 100 para H.G.

Si en algún tramo existente de la línea de conducción es necesario el uso de dos distintos diámetros de tubería, se puede calcular su longitud a través de las siguientes fórmulas, definiendo cuidadosamente cada uno de los diámetros, la pérdida de carga que existe o que se desea obtener entre los dos puntos que definen el uso de los dos diámetros, que será llamada H y la longitud total entre los dos puntos que será llamada L_T :

$$H = Cota_2 - Cota_1$$

Luego se calcula a través de las siguientes fórmulas las pérdidas que generarían, tanto el D_1 como D_2 , si se utilizaran en la longitud total del tramo L_T :

$$hf_1 = \frac{1743.811141 * L_T * Q_{md}^{1.852}}{C^{1.852} * D_1^{4.87}}$$

$$hf_2 = \frac{1743.811141 * L_T * Q_{md}^{1.852}}{C^{1.852} * D_2^{4.87}}$$

Se establece la longitud necesaria de cada uno de los diámetros para obtener la pérdida deseada en este tramo:

$$L_2 = \frac{H - hf_1}{hf_2 - hf_1} L_T$$

$$L_1 = L_T - L_2$$

Por último, se calcula la velocidad, la cual debe cumplir con el parámetro de velocidad para PVC de $0.4 \text{ m/s} \leq V \leq 3.0 \text{ m/s}$ y se obtiene con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{1.974 * Q_{md}}{D^2}$$

Donde:

- V = Velocidad (m/s)
Q_{md} = Caudal máximo diario (l/s)
D = Diámetro de la tubería (pl)

Luego se procede a calcular la cota piezométrica y las presiones dinámicas y estáticas para el tramo;

$$CP_{Entrada} = CT_{Inicio}$$
$$CP_{Salida} = CP_{Entrada} - hf_1$$

A continuación se presenta el diseño de la línea de conducción; los resultados de los siguientes tramos, se obtienen de la misma forma que el procedimiento que a continuación se presenta.

Tramo E-B.1 a E-55

En la E-B.1 se construirá una caja de reunión, y continúa la línea de conducción a E-55 donde se construirá el tanque de almacenamiento:

$$H_{Disponible} = CT_{Inicio} - CT_{Final}$$
$$H_{Disponible} = 3066.36 - 3031.52$$
$$H_{Disponible} = 34.84mts$$
$$H_{Total} = 34.84 - 5 \text{ (factor de seguridad)}$$
$$H_{Total} = 29.84 mts$$

Despejando D (diámetro) de la fórmula de Hazen-Williams y sustituyendo los valores, con longitud L de 1522.107 metros y un caudal de diseño (Q) de 0.96 L/s, se obtiene:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 * 1522.107 * 1.05 * 0.96^{1.852}}{150^{1.852} * 29.84}}$$

Realizando la operación matemática se obtienen el diámetro equivalente (D_{eq}):

$$D_{eq} = 1.54''$$

Comparando el diámetro obtenido con los diámetros internos existentes, resulta:

$$D_{interior 1} < 1.54'' < D_{interior 2}$$

$$1 \frac{1}{4}'' = 1.532'' < 1.54'' < 1.754'' = 1 \frac{1}{2}''$$

Por tanto, se utilizarán los dos diámetros y sus correspondientes diámetros internos. Al establecer los diámetros comerciales, se procede a calcular las pérdidas que generan según las fórmulas establecidas:

$$hf_{1 \frac{1}{2}''} = \frac{1743.811141 * 1522.107 * 1.05 * 0.96^{1.852}}{150^{1.852} * 1.754^{4.87}} = 15.62 \text{ mts}$$

$$hf_{1 \frac{1}{4}''} = \frac{1743.811141 * 1522.107 * 1.05 * 0.96^{1.852}}{150^{1.852} * 1.532^{4.87}} = 30.19 \text{ mts}$$

Ahora se establece la longitud necesaria de cada uno de los diámetros para obtener la pérdida deseada en este tramo:

$$L_2 = \frac{29.84 - 15.62}{30.19 - 15.62} (1522.107 * 1.05) = 1559.82 \text{ mts}$$

$$L_1 = (1522.107 * 1.05) - 1559.82 = 38.39 \text{ mts}$$

Ahora calculamos las perdidas reales con las longitudes de cada diámetro:

$$hf_{1\frac{1}{2}"} = \frac{1743.811141 * 38.39 * 0.96^{1.852}}{150^{1.852} * 1.754^{4.87}} = 0.37 \text{ mts}$$

$$hf_{1\frac{1}{4}"} = \frac{1743.811141 * 1559.82 * 0.96^{1.852}}{150^{1.852} * 1.532^{4.87}} = 29.47 \text{ mts}$$

$$29.84 \text{ mts}$$

A continuación, se utilizan la fórmula para el cálculo de la velocidad, a la que viajará el agua por la línea de conducción y establecer si la misma se encuentra dentro de los parámetros de velocidad permisibles establecidos.

$$V_{1\frac{1}{2}"} = \frac{1.974 * 0.96}{1.754^2} = 0.62 \text{ m/s}$$

$$V_{1\frac{1}{4}"} = \frac{1.974 * 0.96}{1.532^2} = 0.81 \text{ m/s}$$

Las velocidades se encuentran dentro de los parámetros establecidos, por tanto las tuberías con diámetro $D_{1\frac{1}{2}"}$ y $D_{1\frac{1}{4}"}$, cumplen con los requisitos de diseño.

Luego se procede a calcular las cotas piezométricas y las presiones dinámicas y estáticas para el tramo:

$$CP_{Entrada\ 1\frac{1}{2}"} = 3066.36 \text{ mts}$$

$$CP_{Salida\ 1\frac{1}{2}"} = 3066.36 - 0.37 = 3065.99 \text{ mts}$$

$$CP_{Entrada\ 1\frac{1}{4}"} = 3065.99 \text{ mts}$$

$$CP_{Salida\ 1\frac{1}{4}"} = 3065.99 - 29.47 = 3036.52 \text{ mts}$$

2.8.2.1. Presión estática

Corresponde a la presión que ejerce el agua dentro de la tubería, cuando se acumula el agua y no circula debido al cierre de llaves o cuando no existe ningún consumo dentro de la población; esta presión para el sistema de conducción no debe ser mayor de 90 m.c.a. y para el sistema de distribución no debe ser mayor de 60 m.c.a.

$$P_{Estática} = CT_{Inicio} - CT_{Final}$$

Tramo E-1 a E-55

$$P_{Estática} = 3066.36 - 3031.52 = 34.84 \text{ mts}$$

Para las $P_{Estática}$ de los siguientes tramos, la CT_{Inicio} será la misma, mientras que la CT_{Final} , cambiará según sea el tramo, hasta llegar a una caja rompe presión o el tanque de distribución.

2.8.2.2. Presión dinámica

Se produce cuando hay movimiento de agua. La presión estática modifica su valor disminuyéndose, debido a la fricción que causan las paredes de la tubería. La presión dinámica en un punto es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno. Esta presión para el sistema de conducción no debe ser menor de 40 m.c.a. y para el sistema de distribución no debe ser menor de 10 m.c.a.

$$P_{Dinámica} = CP_{Salida} - CT_{Final}$$

Tramo E-1 a E-55

$$P_{Dinámica 1\frac{1}{2}"} = 3065.99 - 3031.52 = 34.47 \text{ mts}$$

$$P_{Dinámica 1\frac{1}{4}"} = 3036.52 - 3031.52 = 5 \text{ mts}$$

2.8.1.3. Obras de arte

Dentro de las partes de un sistema de abastecimiento de agua, se encuentran ciertas estructuras a las cuales comúnmente se les llama obras de arte y tienen diversas funciones dentro de estos sistemas. Estas obras de arte no son más que estructuras auxiliares de las partes constituyentes del sistema ya mencionados. Estas estructuras dependiendo de la finalidad de la misma, serán de diversas formas y tamaños.

Dentro de las obras de arte que usaremos en este sistema de abastecimiento de agua tenemos:

- **Captaciones**

La finalidad básica de las obras de captación es asegurar, bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año, la captación de las cantidades de agua prevista. El tipo de obra a emplearse va estar en función de las características de la fuente y su calidad. Las fuentes más comunes son: fuentes subterráneas y fuentes superficiales.

- **Caja unificadora**

Es la caja que se construye para reunir dos o más caudales previamente captados de brote definido independiente. Su capacidad será de acuerdo al número de fuentes que se reúnan, esta caja está implementada con las tuberías de entrada, tubería de rebalse, tubería de drenaje con su respectiva válvula, pichacha para tubería de salida y su caja con válvula de compuerta para la salida, su sección generalmente es cuadrada, con estructura de mampostería de ladrillo o concreto dependiendo de las cargas; con

tapadera removible y diseñada de tal manera que no permita el acceso a animales, insectos o agua lluvia que puedan contaminar el agua en su interior.

- **Cajas para válvulas**

Estas cajas servirán de protección para las válvulas en las cajas de captación y tanques. Se construirán con paredes de mampostería de piedra y tapadera de concreto reforzado con su respectivo sistema de seguridad como lo muestran los planos, en anexos.

2.8.1.4. Válvulas

Estos mecanismos brindan una protección a las líneas de conducción y líneas de distribución, ya que cada una de ellas posee una función esencial dentro de las mismas. A continuación se presenta una breve descripción de las más importantes de ellas:

- **Válvulas de compuerta**

Son válvulas que funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta, que regula el paso del agua. Este tipo de válvulas deben estar completamente abiertas o completamente cerradas.

- **Válvulas de paso**

Funcionan mediante un cono horadado, que al girar permite o cierra el paso del agua. Las válvulas de paso se instalarán, al inicio de cada conexión predial o llena cántaros, en el lugar que se indique en planos.

- **Válvulas liberadoras de aire**

Son válvulas cuya función es permitir el escape del aire, que se acumula en las tuberías. Si en un sistema no se permite la liberación del aire acumulado, creará una obstrucción al libre flujo del caudal.

- **Válvulas de limpieza**

Sirven para extraer los sedimentos, que se pudieran depositar en las partes bajas de las tuberías. Estos sedimentos pueden representar un factor de importancia en el funcionamiento eficiente del sistema, ya que estos sedimentos obstruyen con el correr del tiempo de forma permanente, por lo que la apertura de estas válvulas debe ser periódica.

2.8.2. Diseño de la línea de impulsión

En esta parte del proyecto la línea de conducción es por bombeo. Por bombeo; implica vencer la carga por la diferencia de elevación, que se verá incrementada en función de la selección de diámetros menores o mayores según sea los requerimientos de diseño. Para diseñar la línea de impulsión, que es un conjunto de tuberías forzadas o a presión que viene desde la fuente de captación hasta el tanque de distribución; se tiene que tomar en cuenta varios factores, como caudal, diámetros, y altimetría.

La tubería de impulsión se compone de tubería de succión y tubería de descarga, las cuales se estudiarán detenidamente a continuación:

Tubería de succión: se llama así a la tubería que va conectada directamente a la entrada de la bomba, uniéndola a la misma con el volumen de agua a elevarse.

Para minimizar la resistencia al paso del agua y evitar entradas de aire en esta tubería, se recomienda tomar en cuenta en el diseño e instalación los siguientes aspectos:

- a) Se debe tender con una pendiente de elevación continua hacia la bomba, sin puntos altos, para evitar la formación de burbujas de aire.
- b) Debe ser tan corta y tan directa como sea posible.
- c) Su diámetro debe ser igual o mayor al diámetro de la tubería de descarga. Si se requiere una línea de succión larga, el diámetro de la tubería debe aumentarse para reducir la resistencia al paso de agua.
- d) Los reductores a utilizarse deben ser excéntricos, con el lado recto hacia arriba para evitar también la formación de burbujas de aire.
- e) Los codos instalados en la misma generalmente se prefieren de radio largo, porque ofrecen menos fricción y proveen una distribución más uniforme del flujo que los codos normales.
- f) En la entrada de esta tubería se recomienda utilizar una coladera con válvula de pie, debido a que disminuye el riesgo de entrada de materia indeseable al tubo de succión; y, al mismo tiempo, tiene la particularidad de retener el agua que ha entrado a la tubería, evitando la necesidad de cebar la bomba después de que ha dejado de operar.

También se acostumbra colocar en la entrada de esta tubería, una campana de succión, que puede construirse con o sin válvula de pie y es útil para minimizar la resistencia al paso del agua.

Tubería de descarga: La tubería de descarga es la que se coloca inmediatamente después de la bomba. Esta tubería descarga el líquido a un tanque de almacenamiento, aunque se podría conectar directamente a la tubería de distribución.

La velocidad del caudal requerido en la tubería de descarga debe ser como máximo de 2 m/seg.

Para minimizar la resistencia al paso del agua y eliminar formaciones de aire, es conveniente considerar en el diseño e instalaciones de la tubería de descarga las reglas siguientes:

- a) Esta tubería debe colocarse en la ruta más directa posible, desde la bomba hasta el punto de descarga, lo que aminora la resistencia al paso del agua.
- b) Cuando se usen vueltas o dobleces, su tipo deben ser de radio grande; lo que mantendrá al mínimo la resistencia al paso del agua.
- c) El número de cambios de dirección, válvulas y accesorios deben ser los mínimos necesarios, sin embargo, en lugares bajos deben instalarse válvulas de limpieza y si es requerido en los picos de la línea deberá colocarse válvulas de aire.
- d) Cuando se contemple la conexión de más de una bomba a una misma tubería de descarga, se recomienda el uso de accesorios que conduzcan el fluido por la ruta más directa; usando, por ejemplo, yee o codos de mínimo ángulo. En este mismo caso, conforme se vaya sumando caudales, el diámetro de la tubería debe ser el inmediato superior. El tipo de la tubería de descarga está íntimamente ligado a la máxima presión que se presenta en ésta, pudiendo ser clasificada según su presión de trabajo en ligera, mediana o de alta presión para tubería de hierro galvanizado.

Los datos para el diseño de la línea de impulsión son los siguientes:

- Tiempo de bombeo = 8 horas
- Caudal de bombeo = 1.92 l/s
- Longitud del tramo = 368.04 m

- Cota de salida = 2972.06 m
- Cota de llegada = 3031.52 m
- Diferencia de altura (h) = 59.46 m

2.8.2.1. Diámetro económico de tubería (De)

a) Determinación de los diámetros económicos con la siguiente formula:

$$D = \sqrt{\frac{1.974 * Q_B}{V}}$$

Donde:

- D = Diámetro de tubería (plg)
- Q_B = Caudal de bombeo (l/s)
- V = Velocidad (m/s)

$$V_{0.6} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{1.974 * 1.92}{0.6}} = 2.51''$$

$$V_2 \Rightarrow D = \sqrt{\frac{1.974 * 1.92}{2}} = 1.38''$$

Según tabla de diámetros nominales las tuberías que entran en este rango son de 1½'', 2'' y 2½''.

b) Cálculo de pérdidas de carga:

$$hf_{1\frac{1}{2}''} = \frac{1743.811141 * 360.12 * 1.05 * 1.92^{1.852}}{150^{1.852} * 1\frac{1}{2}^{4.87}} = 28.58 \text{ mts}$$

$$hf_{2''} = \frac{1743.811141 * 360.12 * 1.05 * 1.92^{1.852}}{150^{1.852} * 2^{4.87}} = 7.04 \text{ mts}$$

$$hf_{2\frac{1}{2}"} = \frac{1743.811141 * 360.12 * 1.05 * 1.92^{1.852}}{150^{1.852} * 2\frac{1}{2}^{4.87}} = 2.38 \text{ mts}$$

c) Cálculo de la potencia

$$Pot = \frac{hf * Q}{76 * e}$$

Donde:

Pot = Potencia de la Bomba (H.P.)

Hf = Perdidas (mts)

Q = Caudal (l/s)

E = Eficiencia (%)

$$Pot_{1\frac{1}{2}"} = \frac{28.58 * 1.92}{76 * 0.6} = 1.20 H.P.$$

$$Pot_{2"} = \frac{7.04 * 1.92}{76 * 0.6} = 0.3 H.P.$$

$$Pot_{2\frac{1}{2}"} = \frac{2.38 * 1.92}{76 * 0.6} = 0.10 H.P.$$

d) Transformando la potencia a KW.

$$1 H.P. = 0.746 \text{ Kw.}$$

$$Pot_{1\frac{1}{2}"} = 1.20 * 0.746 = 0.895 \text{ Kw.}$$

$$Pot_{2"} = 0.3 * 0.746 = 0.22 \text{ Kw.}$$

$$Pot_{2\frac{1}{2}"} = 0.10 * 0.746 = 0.075 \text{ Kw.}$$

e) **Cálculo de las horas de bombeo al mes:**

$$t_B = 8 \text{ horas}$$

$$8 \text{ horas/día} * 30 \text{ días/mes} = 240 \text{ horas/mes}$$

f) **Cálculo del costo de la energía al mes:**

$$1 \frac{1}{2}'' = 0.895 \text{ Kw} * 240 \text{ horas/mes} = 214.8 \text{ Kw*hora/mes} * 2 \text{ ¢/Kw*hora} = 429.6 \text{ ¢/mes}$$

$$2'' = 0.22 \text{ Kw} * 240 \text{ horas/mes} = 52.8 \text{ Kw*hora/mes} * 2 \text{ ¢/Kw*hora} = 105.6 \text{ ¢/mes}$$

$$2 \frac{1}{2}'' = 0.075 \text{ Kw} * 240 \text{ horas/mes} = 18 \text{ Kw*hora/mes} * 2 \text{ ¢/Kw*hora} = 36 \text{ ¢/mes}$$

g) **Cálculo de la amortización mensual:**

$$A = \frac{r * (r + 1)^n}{(r + 1)^{n-1}}$$

Donde:

$$r = 15 \% \text{ anual} = 15/12 = 0.0125$$

$$n = 10 \text{ años} * 12 \text{ meses} = 120 \text{ meses}$$

$$A = \frac{0.0125 * (0.0125 + 1)^{120}}{(0.0125 + 1)^{120-1}} = 0.01265$$

h) **Precio de tubería para 360 metros = 63 tubos**

$$1 \frac{1}{2}'' = 63 * 67.33 \text{ ¢/unidad} * 0.01265 = 53.66 \text{ ¢/mes}$$

$$2'' = 63 * 105.21 \text{ ¢/unidad} * 0.01265 = 83.85 \text{ ¢/mes}$$

$$2 \frac{1}{2}'' = 63 * 122.99 \frac{Q}{unidad} * 0.01265 = 98 \frac{Q}{mes}$$

i) Cálculo del costo mensual:

Tabla IV. Cálculo del costo mensual

Φ Tubería	Energía	Tubería	Total
1 1/2"	Q 429.6	Q 53,66	Q 483.26
2"	Q 105.6	Q 83,85	Q 189.45
2 1/2"	Q 36.0	Q 98	Q 134.00

Tomando en cuenta el resultado se ocupara el diámetro de 2 1/2''

2.8.2.2. Carga dinámica total

La carga dinámica total, CDT, es la presión real expresada en metros columna de agua contra la cual debe operar una bomba para elevar el caudal de agua hasta el nivel requerido. Su cálculo para bombas centrífugas depende de la dirección del eje de la rotación, por lo que la CDT en bombeo horizontal, será diferente en la CDT en bombeo vertical.

Carga dinámica total en bombeo horizontal: se llama así porque el eje de rotación de la bomba es horizontal.

Carga dinámica total en bombeo vertical: ésta se presenta en dos formas: cuando se utiliza una bomba vertical de turbina o una bomba sumergible. En bombas verticales de turbina se utiliza el termino hfs, que representa las perdidas por fricción en la columna de la bomba, cuyo valor puede ser proporcionado por el fabricante a través de tablas.

En este caso se utilizará la de bomba sumergible la cual viene dada de la siguiente forma:

$$CDT = \frac{V^2}{2g} + Hf + Hm + Hd$$

Donde:

- CDT = Carga dinámica total en metros
- V = Velocidad en m/s
- g = Fuerza de la gravedad (9.81 m/s²)
- Hf = Pérdidas por fricción en tubería
- Hm = Pérdidas menores (en accesorios) dado en metros
- Hd = Altura de impulsión (diferencia de niveles entre el tanque de alimentación y el tanque de distribución)

$$\frac{V^2}{2g} = \text{Carga de Velocidad}$$

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{(0.54 \text{ m/s})^2}{2 * (9.81 \text{ m/s}^2)} = 0.015 \text{ m}$$

$$Hf = \frac{1743.811141 * L * Q_{md}^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

$$Hf = \frac{1743.811141 * (368.04 * 1.05) * 1.92^{1.852}}{150^{1.852} * 2.655^{4.87}} = 1.81 \text{ m}$$

$Hm =$ Se estima en un 25% de las perdidas en la linea de impulsión + la carga de velocidad

$$Hm = 25\% \text{ de } (Hf + V^2/2g) = 0.25 * (1.81 + 0.015) = 0.456 \text{ m}$$

Al sumar todas las pérdidas, la carga dinámica total queda de la siguiente forma:

$$CDT = 0.015 + 1.81 + 0.456 + 59.46 = 61.74 \text{ m}$$

2.8.2.3. Potencia de la bomba

Para conocer la potencia de la bomba se utiliza la siguiente fórmula:

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

Donde:

- POT = Potencia de la bomba en Hp
- CDT = Carga dinámica total
- Q_B = Caudal de Bombeo en l/s
- e = Eficiencia de la bomba = 70%

$$POT = \frac{61.74m * 1.92l / s}{76 * 0.7} = 2.23Hp$$

Por no existir en el mercado una bomba con esta potencia se opta por una de 3 HP tipo sumergible.

2.8.2.4. Sobre presión o golpe de ariete

Para la protección del equipo de bombeo y de la tubería de conducción, se deben considerar los efectos producidos por el fenómeno denominado golpe de ariete.

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

arranque de las bombas. Este fenómeno puede provocar ruptura de la presión (presión positiva) o aplastamiento (presión negativa).

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

$$\alpha = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{K}{E} * \frac{Di}{e}}}$$

Donde:

- α = Celeridad (velocidad de la onda de presión)
- K = Módulo de elasticidad volumétrica del agua ($2.07 * 10^4$ Kg/cm²)
- E = Módulo de elasticidad del material de la tubería ($3 * 10^4$ Kg/cm²)
- Di = Diámetro interno de la tubería (mm)
- e = Espesor de la pared de la tubería en (mm)

$$\alpha = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{2.07 * 10^4}{3 * 10^4} * \frac{67.45}{2.79}}} = 337.70 \text{ m/s}$$

La sobrepresión expresada en metros columna de agua (m.c.a.), se determinará con la siguiente expresión:

$$\Delta P = \frac{\alpha * V}{g}$$

Donde:

- ΔP = Sobre presión (m.c.a.)
- g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s^2)
- V = Velocidad del flujo en la tubería (m/s)

$$\Delta P = \frac{337.7 * 0.54}{9.81} = 18.59 \text{ m.c.a.}$$

2.8.2.5. Cálculo de sistema de bombeo

Todos los cálculos para determinar el funcionamiento del sistema de bombeo fueron desarrollados en los puntos 2.8.2.1 al 2.8.2.4.

2.8.2.6. Verificación de cavitación

La cavitación es un fenómeno que se produce siempre que la presión en algún punto o zona de la corriente de un líquido desciende por debajo de un cierto valor mínimo admisible. El fenómeno puede producirse lo mismo en estructuras hidráulicas estáticas (tuberías, Venturis, etc.), que en máquinas hidráulicas (bombas, hélices, turbinas).

Las partículas de agua pierden su presión atmosférica inicial a medida que se acercan a la bomba; al entrar en los álabes del rodete se produce en el mismo una nueva caída de presión. Si la presión resultante en algún punto es inferior a la presión de vapor del líquido se forman bolsas de vapor. Estas burbujas son arrastradas por el flujo y llegan a zonas donde la presión aumenta; allí se juntan bruscamente y el vapor se vuelve a condensar. Teniendo en cuenta que al vaporizarse el agua aumenta de volumen 1.700 veces, al condensarse disminuye de volumen en la misma proporción; en los espacios vacíos se precipita el agua que fluye a continuación golpeando contra la superficie de los álabes. De este modo se ocasionan presiones locales que pueden alcanzar los 1,000 k_p/cm^2 . El fenómeno, conocido como "aspiración en vacío" o "cavitación" produce el deterioro de la bomba.

Centrándonos ahora en la instalación se trata de averiguar qué presión atmosférica ha de quedar en el proceso íntegro de la aspiración para que no se produzca cavitación, entonces deducimos que:

$$P_{atm} - H_p(a) - NSPH - p^0_v > H_g(a)$$

Donde:

P_{atm} = presión atmosférica del lugar (a 3000 m.s.n.m. = 7.20 m)

H_p = pérdidas de carga desde la toma hasta el eje de la bomba (0.014 m)

$NSPH$ = valor del parámetro en la posición de la bomba considerada (punto de la curva Q-H = 1.8 m)

p^0_v = presión de vapor del líquido a la temperatura ambiente (a 10° = 0.125 m.c.a.)

H_g = altura máxima de aspiración (2.95 m)

$$7.20 \text{ m} - 0.014 \text{ m} - 1.8 \text{ m} - 0.125 \text{ m} = 5.261 > 2.95 \text{ m}$$

Así pues $H_g(a)$ cumple sobradamente, sin peligro de cavitación

2.8.2.7. Especificaciones del equipo de bombeo

De lo anterior se puede concluir que para conducir el caudal desde el tanque de succión hasta el tanque de distribución se necesita una bomba con las siguientes características:

- Tipo de bomba: Sumergible
- Potencia: 3 Hp
- RPM: 3,600
- Tipo de energía: Eléctrica
- Tensión: 230 VAC monofasico
- Corriente: 13.6 Amperios

Para el presente proyecto, después de ver lo que ofrece el mercado, se propuso una bomba sumergible marca STA-RITE de acero inoxidable de 3 HP acoplada a un motor FRANKLIN de 3 HP.

2.9. Diseño de la red de distribución

2.9.1. Diseño de la red de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías unidas entre si, que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta el punto de consumo (conexión predial). La función principal es brindar un servicio eficiente en forma continua, en cantidad suficiente y desde luego con calidad sanitariamente aceptable. Para el diseño de la red de distribución se deben considerar los siguientes criterios:

- Garantizar el período de diseño para el buen funcionamiento, de acuerdo con el máximo consumo horario.
- La distribución de caudales debe hacerse mediante criterios que estén acordes con el consumo real de la localidad.
- Se debe dotar de accesorios y de obras de arte, necesarias para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, de acuerdo con las normas establecidas y para facilitar así su mantenimiento.
- Se debe tomar en cuenta la carga disponible o diferencia de presiones.
- Considerar el tipo de tubería para soportar las presiones hidrostáticas.
- Considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto.

Para el diseño de las redes de distribución, se utilizó el método de redes abiertas, debido a que las viviendas están dispersas, se mostrará a continuación el cálculo de un tramo, luego se presentará el resumen hidráulico de la distribución completa.

2.9.2. Estimación de los diámetros de tubería

Tramo E-56 a E-57.3

En la E-56 se encuentra la salida del tanque de almacenamiento, y continúa la red de distribución a E-57.3 de donde se desprende el ramal A y el ramal B:

$$H_{Disponible} = CT_{Inicio} - CT_{Final}$$

$$H_{Disponible} = 3029.59 - 3013.34$$

$$H_{Disponible} = 16.25 \text{ mts}$$

Despejando D (diámetro) de la fórmula de Hazen-Williams y sustituyendo los valores, con longitud L de 75.47 metros y un caudal de diseño (Q) de 1.92 L/s, se obtiene:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 * 75.47 * 1.05 * 1.92^{1.852}}{150^{1.852} * 16.25}}$$

Realizando la operación matemática se obtienen el diámetro equivalente (D_{eq}):

$$D_{eq} = 1.22''$$

Comparando el diámetro obtenido con los diámetros internos existentes, resulta:

$$D_{interior 1} < 1.22'' < D_{interior 2}$$
$$1'' = 1.195'' < 1.22'' < 1.532'' = 1\frac{1}{4}''$$

Al establecer los diámetros comerciales, se procede a calcular las pérdidas reales que generan según las fórmulas establecidas:

$$hf_{1''} = \frac{1743.811141 * 75.47 * 1.05 * 1.92^{1.852}}{150^{1.852} * 1.195^{4.87}} = 18.12 \text{ mts}$$

$$hf_{1\frac{1}{4}"} = \frac{1743.811141 * 75.47 * 1.05 * 1.92^{1.852}}{150^{1.852} * 1.532^{4.87}} = 5.41 \text{ mts}$$

Al comparar las pérdidas podemos, podemos observar que con la tubería de 1" la pérdida es mayor a la altura disponible, por lo tanto concluimos que el diámetro a utilizar en este tramo será el de 1 ¼". Podemos definir que para los demás tramos utilizaremos el diámetro inmediato superior, que resulte del cálculo del diámetro equivalente, ya que este será el que produzca menos pérdidas en la tubería.

A continuación, se utilizan la fórmula para el cálculo de la velocidad, a la que viajará el agua por la línea de conducción y establecer si la misma se encuentra dentro de los parámetros de velocidad permisibles establecidos.

$$V_{1\frac{1}{4}"} = \frac{1.974 * 1.92}{1.532^2} = 1.61 \text{ m/s}$$

La velocidad se encuentra dentro de los parámetros establecidos, por tanto la tubería con diámetro 1 ¼", cumplen con los requisitos de diseño.

Luego se procede a calcular la cota piezométrica, las presiones dinámicas y estáticas para el tramo:

$$CP_{Salida} = CP_{Entrada} - hf_1$$

$$CP_{Salida} = 3029.59 - 5.41 = 3024.18 \text{ mts}$$

$$P_{Estática} = CT_{Inicio} - CT_{Final}$$

$$P_{Estática} = 3029.59 - 3013.34 = 16.25 \text{ mts}$$

$$P_{Dinámica} = CP_{Salida} - CT_{Final}$$

$$P_{Dinámica} = 3024.18 - 3013.34 = 10.84 \text{ mts}$$

De la misma forma se calcularon todos los demás tramos, ver diseño hidráulico en apéndice 2.

2.10. Desinfección

Para asegurar la calidad del agua, debe someterse a tratamiento de desinfección, preferiblemente a base de cloro o compuestos clorados. El punto de aplicación del compuesto clorado deberá seleccionarse en forma tal que se garantice una mezcla efectiva con el agua, la desinfección deber ser tal que asegure un residual de 0.2 a 0.5 mg/L en el punto más lejano de la red.

Con base a los resultados obtenidos en las pruebas físico-químicas y bacteriológicas, se determino que el agua es apta para consumo humano, la cual no exige más que un simple tratamiento de desinfección, según Norma Internacional de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

El sistema de cloración deberá tener las siguientes características:

Alimentación de cloro: se hará con tabletas de hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ al 90% de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta:
Diámetro: 3 1/8", altura: 1 1/4", masa: 300 gramos.

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

Ubicación del hipoclorador: el ejecutor deberá instalar el hipoclorador en una caja instalada a la entrada del tanque de distribución y deberá graduar el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución, esté entre 0.2 a 0.5 mg/L.

Caja para hipoclorador: tiene como finalidad proteger al clorador. En lo posible deberá construirse con materiales locales, y tener una tapadera de registro con pasador y candado. Como referencia tómense como dimensiones interiores 1.00 x 1.00 metros en planta por 1.00 metros de altura.

2.11. Programa de operación y mantenimiento

1) Organización para la administración del sistema de agua potable y saneamiento básico

Formación del comité y sus responsabilidades:

Para formar un comité, se debe cumplir con el “reglamento para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas rurales de agua potable” establecido en el acuerdo gubernativo 293-82.

Las responsabilidades del comité de agua son las siguientes:

- Administrar el sistema de agua potable
- Mantener en funcionamiento el sistema
- Recaudar y manejar fondos

Un comité de agua potable, está formado por cinco o más miembros:

- Presidente: dirige las acciones del comité.
- Secretario: levanta actas, responde la correspondencia y lleva el control de jornales.
- Tesorero: cobra a los usuarios la tarifa establecida, extiende recibos, paga por trabajos y lleva el control de ingresos y gastos en el libro de caja.
- Vocales: sustituyen temporalmente a los miembros del comité cuando están ausentes y ayudan en todas las actividades.

Antes de la construcción de un acueducto, el comité debe obtener todos los documentos legales que sean necesarios:

- Escritura de fuente
- Derechos de paso de tubería
- Escritura del predio para el tanque.
- Otros que pidan las instituciones financieras.

Durante la construcción del acueducto el comité organiza a la comunidad par que participe en:

- Los trabajos de construcción, aportando la mano de obra no calificada
- Acarreo de materiales y en cualquier otro trabajo que sea necesario.

Después de la construcción el comité debe:

- Mantener el buen funcionamiento del sistema.
- Administrar el dinero recaudado del pago de la tarifa mensual.
- Vigilar el buen uso del agua.
- Realizar nuevas conexiones.
- Control los ingresos y egresos.

El comité debe reunirse por lo menos una vez al mes para discutir problemas y soluciones, serán responsabilidades de los diferentes miembros del comité:

- Formar de grupos de trabajo.
- Controlar los jornales.
- Solicitar el aporte de materiales locales.
- Controlar la bodega de materiales.

Debe también hacerse reuniones de información con comunidad, procurando la asistencia de todos los vecinos.

De todo lo tratado en la “Reunión del comité” y en las reuniones de asamblea general, el secretario debe tener constancia de un libro de actas.

El comité debe llevar control del número de jornales que cada vecino haya realizado durante la ejecución del proyecto y de los materiales que entran y salen de la bodega.

Una de las principales tareas del tesorero, es cobrar la cuota mensual por servicio de agua potable, extendiendo un recibo legal.

El tesorero, además, debe llevar el control general de las cuotas que se llaman INGRESOS y el control de todos los gastos que se hagan para la administración, operación y mantenimiento del acueducto, algunos de estos gastos son:

- ❖ Pago del fontanero.
- ❖ Compras de cemento o tubería para reparaciones.
- ❖ Pasajes o viáticos cuando se deba ir a la Municipalidad o a las instituciones relacionadas con el financiamiento de agua y saneamiento.

El control de gastos deberá llevarse en un libro de caja.

Trimestralmente se rendirán cuentas a la gobernación departamental, para lo cual se debe llevar los documentos: recibos y facturas debidamente legalizadas y el libro de caja.

El comité deberá abrir una cuenta bancaria para guardar el dinero recaudado del pago de tarifas y la cuenta deberá estar su nombre y con dos firmas para poder hacer retiros bancarios. Por lo regular estas firmas pueden ser las del presidente y tesorero.

2) Operación del sistema de agua potable y saneamiento básico

El sistema de agua potable, tiene las siguientes partes:

1. Captación de brote definido
2. Tanque de distribución
3. Sistema de desinfección
4. Línea de distribución
5. Conexiones domiciliarias

Captación de brote difuso:

Son captaciones realizadas de muros de mampostería y sello sanitario de concreto con el fin de aislar el nacimiento de la intemperie. Están integradas por un sello sanitario y una caja de reunión, con su respectivo rebalse y drenaje. El sello sanitario está formado por piedra bola de 4 a 6 pulgadas de diámetro.

Tanque de distribución:

El tanque de distribución sirve para almacenar y distribuir el agua a una comunidad, su tamaño varía según el número de habitantes, cuenta con las siguientes características:

- ❖ Caja de válvula de entrada
- ❖ Tubería de entrada
- ❖ Tapadera, entrada al tanque
- ❖ Drenaje
- ❖ Ventilación
- ❖ Rebalse
- ❖ Pichacha y tubería de salida

- ❖ Caja de válvula de salida
- ❖ Cerco perimetral

Sistema de desinfección:

Los cuidados que se deben tener al manejar cloro son los siguientes:

- El cloro es una sustancia tóxica y por lo tanto presenta un riesgo potencial para la salud si éste no se usa en forma adecuada.
- El cloro es un agente irritante del sistema respiratorio detectado en concentraciones de 3 a 5 mg/litro.
- En altas concentraciones el cloro gas irrita los ojos, las membranas mucosas y la piel, provocando vómitos, picazón, tos y salivación copiosa.
- En casos extremos puede llegar a dificultar la respiración y causar la muerte.
- Cuando un ambiente está saturado de cloro se detecta por su olor penetrante y su apariencia de color amarillo verdoso y en este caso se deben tomar medidas de seguridad. Pueden localizarse las fugas de cloro manteniendo un frasco de amoníaco cerca de ellas, ya que su reacción produce un humo blanco.
- Por lo anterior se debe garantizar que la caseta tenga buena ventilación.
- Los envases con cloro deben almacenarse en lugares secos y frescos para evitar riesgos de explosión y alejados de materiales volátiles para evitar incendios.
- Los compuestos clorados en presencia de humedad son corrosivos de igual manera que las soluciones cloradas, por lo que deben almacenarse en depósitos plásticos o de vidrio.

Programa de seguridad del fontanero:

Es importante mantener un programa permanente de capacitación al operador del sistema para mantener un alto nivel de capacidad, estos programas deben considerar los siguientes campos:

➤ Acciones para prevenir accidentes, por la aplicación del cloro:

- Uso de extinguidores, cerrado rápido de llaves y ubicación adecuada de envases de cloro
- Uso de máscaras protectoras
- Uso de botas y guantes de hule
- Mantenimiento de un sistema de ventilación permanente.

Línea de distribución:

La línea que está colocada entre el tanque de distribución y una comunidad, se llama línea de distribución; sirve para conducir el agua a presión desde el tanque, hasta cada una de las viviendas. En esta red se colocan válvulas de compuerta en cada ramal las cuales sirven para aislar y realizar conexiones futuras o reparaciones en dicho tramo.

Conexión domiciliar:

Es la instalación que se coloca dentro del predio de cada casa, para que cada familia pueda abastecerse del agua.

Una conexión domiciliar consta de las siguientes partes:

1. Tee reductora por 1/2"
2. Tubería PVC de 1/2"
3. Llave de paso de 1/2" de bronce
4. Contador o medidor de chorro múltiple de 1/2" bronce
5. Válvula de compuerta de 1/2" de bronce
6. Llave de cheque o de retención de 1/2" de bronce
7. Mortero, tubo PVC de 2" y tapadera
8. Tubería H.G. de 3/4"
9. Vástago, (niple HG de 1.50m por 3/4")

10. Macizo par soporte del vástago
11. Llave de chorro lisa de 1/2"

La tee reductora es de PVC y reduce el diámetro de la línea principal, al diámetro de la conexión domiciliar 1/2".

La llave de paso, es un accesorio de bronce, que permite regular o cerrar el paso del agua, se coloca cortando la tubería PVC de 1/2" y usando dos adaptadores hembra PVC de 1/2".

El mortero es una protección para la llave de paso, se construye con un pedazo de tubo de PVC de 2" y una tapadera de concreto.

El vástago consta de:

1. Tubería de HG 3/4"
2. Llave de chorro lisa, 1/2"
3. Reductor bushing de 3/4" x 1/2".
4. Niple de HG de 3/4"
5. Codo HG de 90° x 3/4 de pulgada

Para eliminar los criaderos de zancudos y mosquitos, debe evitarse que el agua sobrante de los chorros y pilas, corra sobre la tierra. Esto se logra canalizando adecuadamente las aguas grises o aguas servidas hacia pozos o zanjas de absorción de profundidad variable, dependiendo de la capacidad de infiltración del suelo.

3) Mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento básico

Mantenimiento preventivo:

Es la acción de protección de las partes de un sistema de agua potable, con la finalidad de:

- Evitar daños
- Disminuir los efectos dañinos
- Asegurar la continuidad del servicio de agua potable

Mantenimiento correctivo:

Es la acción de reparación de daños de las partes de un sistema de agua potable, los que pueden suceder por:

- Accidentes naturales. (Crecidas de ríos, derrumbes, etc.)
- Deterioro. (Mal uso)
- Desgaste, (daño de accesorios)

Mantenimiento del área de la captación:

Dos veces por mes:

- Inspeccionar alrededor de la captación para:
 - Verificar si hay fuentes de contaminación. (aguas negras, animales, basuras, desperdicios)
 - Observar si hay deforestación (tala de árboles, incendios).

Cada mes:

- Limpiar el área de plantas y piedras.

Cada tres meses:

- Revisar el cerco de protección y repararlo, de ser necesario.

Lecho filtrante:

Dos veces por mes:

- Revisar la capa del sello, para verificar si no hay taponamiento.
- Verificar si hay raíces de árboles y éstas no se han introducido al sello sanitario.

Muro y caja de reunión:

Cada seis meses:

- Revisar las estructuras, para verificar si hay filtraciones, grietas, roturas.
- Observar si hay derrumbes sobre sellos, muros o cajas.
- Reparar las partes dañadas.
- Retirar derrumbes.
- Drenar el agua estancada.

Durante el invierno cada mes, se debe:

- Verificar el funcionamiento de la tubería de desagüe.
- Limpiar el sello sanitario y contracuneta (piedras, arena, hojas)
- Limpiar y lavar caja de captación.
- Verificar funcionamiento de la tubería de desagüe de la caja de captación.

Mantenimiento de válvulas:

La buena operación de un sistema de agua potable, requiere el mantenimiento de los diferentes mecanismos o accesorios que forman parte del acueducto.

1) Válvulas de compuerta

Cada tres meses:

- Revisar si hay roturas fugas o faltan piezas.
- Verificar el funcionamiento abriéndolas y cerrándolas lentamente, para ver si hay fugas o si no cierran completamente.
- En ambos casos se debe reparar o cambiar la válvula defectuosa.

2) Válvula de paso:

Esta válvula queda regulada al dejarse el sistema de operación. No debe operarse, a no ser que sea necesario una nueva regulación del caudal domiciliar o que se proceda a cerrar o cortar un servicio domiciliar.

Para regular o cerrar la válvula de paso:

- Se quita la tapadera del mortero.
- Se introduce la llave en el mortero.
- Se hace girar la llave lentamente.
- Se verifica el aumento o disminución del caudal en la válvula de chorro.
- Graduado el caudal o cerrado el flujo, se coloca nuevamente la tapadera.

3) Válvula de chorro

Esta válvula debe funcionar sin goteo, porque ellos significan un desperdicio de agua.

Para reparar una válvula de chorro:

1. Cerrar el flujo con llave de paso.
2. Desenroscar la corona superior con auxilio de un cangrejo.
3. Revisar el empaque al final del vástago.
4. Si está gastado o roto, proceder a cambiarlo quitando el tornillo que lo sujeta.
5. Instalar nuevo empaque.
6. Colocar y ajustar la corona con el vástago.
7. Verificar el funcionamiento abriendo la llave de paso.

Cajas de válvulas:

Cada tres meses:

1. Revisar las paredes de la caja, tapaderas, aldabones para candados, las roturas y si hay agua empozada.
2. Reparar las roturas y los aldabones.
3. Limpiar los candados con gas y engrasarlos.
4. Limpiar el piso y drenar el agua empozada.

Contador o medidor de caudales:

1. Realizar lecturas mensuales.
2. Verificar si opera adecuadamente.
3. Verificar si no hay sufrido manipulación por parte de vecinos.

Tanque de distribución:

Cada tres meses:

- Revisar estructuras y válvulas, como ya se explicó anteriormente.
- Lavar el interior del tanque, de la forma siguiente:
- Cerrar la válvula de hipoclorador.
- Abrir válvula del by-pass.
- Cerrar válvula de entrada.
- Abrir válvula de desagüe.
- Lavar el piso y pared con agua y cepillo de raíz o plástico.
- Aplicar suficiente agua al piso y paredes después de pasar el cepillo.
- Abrir válvula de entrada.
- Cerrar válvula de desagüe.
- Abrir válvula de hipoclorador.
- Abrir válvula de salida.

Mantenimiento de la línea de distribución:

Cada mes:

Revisar recorriendo completamente las líneas, para:

- Verificar la limpieza del caminamiento.
- Verificar si hay roturas y fugas.
- Verificar el estado de:
 - Pasos de zanjón.
 - Puentes colgantes.
 - Anclajes y recubrimientos.
- Verificar la correcta operación de:

- Cajas rompe-presión.
- Válvulas de limpieza.
- Válvulas de aire.

Proceder a:

- Chapear y limpiar las líneas.
- Reparar roturas y fugas.
- Reparar posibles daños en pasos, puentes, anclajes y recubrimiento.
- Aplicar medidas correctivas en donde sea necesario.

Reparación de daños en tubería PVC:

Para reparar daños en tubos PVC, se necesita lo siguiente:

- Sierra
- Niple PVC
- Brocha.
- Solvente o pegamento.

Se procede así:

1. Desenterrar el tubo uno o dos metros a ambos lados de la fuga.
2. Cortar un pedazo de treinta centímetros.

Preparar la manga:

1. Cortar un niple de unos treinta y ocho centímetros
2. Preparar fuego.
3. Calentar cada extremo del niple sobre el calor del carbón (no en llama).
4. Cuando el tubo se encuentre blando, meterlo en el extremo de otro tubo para hacerle campana.
5. Hacer lo mismo con el otro extremo.

Empalme de tubería:

1. Habiendo preparado el niple con la campanas, se procede así:
2. Eliminar rebabas de los cortes.
3. Limpiar los extremos con un trapo.
4. Aplicar solvente alrededor de los extremos de la tubería.
5. Aplicar solvente dentro de la campana.
6. Mantener la presión y dejar secar.

Mantenimiento del hipoclorador:

Cada día:

1. Revisar la dosificación del hipoclorito en el tanque de distribución.
2. Verificar que no existan fugas
3. Verificar el nivel de la solución en el depósito.

Cada tres días:

1. Preparar la dosificación correspondiente.
2. Limpiar el residuo existente en el fondo del hipoclorador.
3. Enterrar el residuo resultante de la preparación de desechos.
4. Verificar la concentración de cloro libre residual, la cual no deberá ser inferior a 0.30 miligramos por litro en la parte más lejana del proyecto.

Cada mes:

Verificar la existencia de cloro para todo el mes próximo de operación. Si el sistema de cloración se realiza por medio de pastillas, verificar la concentración del cloro durante los primeros días para calibrar la cantidad de agua que debe ingresar al dispositivo, de

tal manera que tenga la concentración de cloro libre residual no menor de 0.30 miligramos por litro en el punto mas lejano de la red de distribución.

4) Equipo de mantenimiento

- 1) Pala
- 2) Piocha
- 3) Azadón
- 4) Cubeta
- 5) Cuchara de albañil
- 6) Martillo
- 7) Tenaza
- 8) Rastrillo metálico

Plomería:

- 1) Sierra.
- 2) Llaves stilson o de tubo. (No. 18 a No. 36 según diámetro de tubería HG del sistema)
- 3) Alicates
- 4) Destornilladores.
- 5) Lima.
- 6) Cepillo de raíz o plástico.
- 7) Prensa.
- 8) Tarraja (según diámetros de tubería HG del sistema)
- 9) Manguera plástica para regar agua en la arena
- 10) Kit de comparímetro de cloro libre residual.

2.12. Propuesta de tarifa

Básicamente, existe tres tipos de sistema de tarifas de agua, denominados: sistema uniforme, sistema unitario y sistema diferencial.

Sistema uniforme

En el sistema uniforme, el volumen de agua consumida se cobrará mensualmente por cuota general a la población, debido a que no se instalarán medidores de volumen de consumo, y el cobro mensual se calcula dividiendo el total de gasto entre el total de servicios.

Sistema unitario

En el sistema unitario, toda el agua se cobra a una tarifa uniforme y el cobro mensual se calcula multiplicando tal unidad por el número de metros cúbicos de agua consumida.

Sistema diferencial

Prevalecen dos conceptos con relación a las tarifas diferenciales de agua.: el primero consiste en que la tarifa disminuya conforme el consumo de agua aumenta, sistema inverso. El segundo concepto consiste en que las tarifas aumenten conforme aumenta el consumo, sistema directo; el cual predomina en casi todos los países latinoamericanos. Se propone utilizar este sistema de tarifa.

- **Gastos de administración**

Esta función dependerá del comité oficial local, cuyos integrantes serán los responsables de brindar una adecuada y eficiente operación y mantenimiento del sistema.

Debe velar por el buen desarrollo de las actividades administrativas, las cuales incluyen gastos de papelería, mobiliario y equipo de oficina. Deben realizarse pagos por concepto de viáticos, para los miembros del comité o de alguna otra persona que tenga que realizar trámites relacionados con el sistema.

El comité será el encargado de recolectar el pago por tarifa en forma mensual, por medio de un tesorero, quien tendrá derecho por ley a una comisión del 10% de lo recaudado. Con respecto a los gastos de oficina y gastos de visitas a las oficinas de la dependencia encargada del acueducto, tendrán un gasto adicional del 5% de lo recaudado mensual lo que se calculará de la siguiente forma:

$$Qa = 15\% * \text{Total recaudado por la tarifa}$$

$$Qa = \text{Gastos por administración}$$

- **Gastos de operación**

Para la operación del sistema de agua es indispensable la contratación de los servicios de un fontanero, ya que será él, quien brinde una adecuada operación al sistema; se estima un día a la semana (52 días al año) para mantenimiento preventivo y correctivo con un salario de Q 80.00 por día contratado por servicio personales, por lo que no se aplican prestaciones laborales, el salario anual es de Q 4,160.00 y el salario mensual es de 346.67.

- **Gastos por mantenimiento**

Para los gastos por mantenimiento se debe considerar el mantenimiento preventivo, ya que esto servirá para cubrir gastos de reparaciones pequeñas, evitando daños mayores en el sistema. El mantenimiento correctivo se le realiza por daños al sistema, debiendo adquirir materiales y accesorios en el menor tiempo posible; es importante que se tenga en bodega materiales y accesorios para cubrir fallas inmediatas en el sistema.

El mantenimiento incluye compra de herramienta y equipo necesario para realizar reparaciones al sistema.

Para determinar el costo por mantenimiento se debe considerar el período de vida útil del sistema, ya que se ha estimado que mensualmente se requerirá un 0.75% del total del proyecto.

$$Q_{m.m} = (0.0075 * C.T.P.)/12$$

$$Q_{m.m} = \text{Gasto por mantenimiento mensual}$$

$$C.T.P. = \text{Costo total del proyecto}$$

- **Gastos de tratamiento**

Consiste en el tratamiento que se le da al agua en la entrada del tanque de distribución, para que ésta sea potable al consumo humano.

Para los sistemas de agua potable se utiliza hipoclorito de calcio, la concentración de éste depende del grado de contaminación del agua, por lo que el gasto estará en relación directa con el gasto de este químico. Este tratamiento es aplicable a los diferentes tipos

de sistemas. Ésta actividad la realiza un fontanero, quien es el que le brinda servicio a todo el sistema, por lo que está incluido en los gastos de operación y mantenimiento.

El tratamiento está en función del valor actual del hipoclorito de calcio, del caudal de éste y del que entra al tanque.

Cálculo del costo del hipoclorito de calcio:

$$QTm = (\text{Caudal} * 86400 \text{ seg/día}) * (30 \text{ días}) * (\text{peso del hipoclorito}) * (\text{Costo de un gramo de hipoclorito en polvo})$$

$$QTm = (Qdm * 86.4 * 30 * 0.022 * Ch) / PC$$

QTm = Tratamiento mensual

Qdm = Caudal de día máximo

Ch = Costo de hipoclorito por gramo

PC = Porcentaje de concentración (0.10%)

▪ **Inflación**

La inflación está determinada por el aumento de los precios de todos los materiales, accesorios y otros elementos utilizados para darle un buen servicio al sistema. La inflación ha fluctuado un 10%; esto irá variando con el tiempo y como se analiza actualmente, se ha observado un alza desmedida de los precios por lo que se puede considerar la aplicación de un porcentaje del costo total de proyecto.

La inflación influye directamente en el cobro de la tarifa porque se debe dar una operación y mantenimiento al sistema y esto ocasiona la compra de materiales y el pago de mano de obra.

El Comité de Agua deberá considerar cómo deberá absorber un alza fuera de los parámetros establecidos anteriormente. La reserva servirá para sufragar los gastos de inflación hasta que el comité actualice la tarifa nuevamente.

El cálculo de inflación se determina de la siguiente manera:

$Q_r = \% \text{ inflación} * \text{total de ingresos percibidos por el cobro de tarifa.}$

$Q_r =$ Es el costo de reserva para inflación.

▪ **Tarifa propuesta**

En el cálculo de la tarifa se suman los gastos ocasionados en el sistema, y se divide por el número de conexiones domiciliarias.

Tabla V. Tarifa actual propuesta

Gastos de administración	Q98,54
Gastos de operación	Q346,67
Gastos por mantenimiento	Q239,75
Gastos de tratamiento	Q10,81
Inflación	Q59,72
Total	Q755,49

No. Conexiones	83,00
Total/No. De conexiones	Q9,10
Tarifa mínima	Q10,00

Se establece que la tarifa mensual por concepto de consumo de agua hasta 22,000 litros debe ser de diez 00/100 quetzales (Q10.00) y un quetzal más por cada mil litros consumidos en exceso.

- **Tarifa de una nueva conexión domiciliaria**

Una nueva conexión al sistema de agua, producirá gastos de instalación en pagos de:

- a. Fontanero
- b. Administración

La cuota por una nueva instalación será de mil quetzales (Q 1,000.00) que será recaudada por el Comité de Agua; con la salvedad de que el nuevo beneficiario del sistema desarrollará los trabajos previos a la conexión en: excavación y compra de materiales desde la línea de tubería más cercana a su casa y automáticamente efectuará el pago mensual de la tarifa establecida.

- **Reinstalación de servicio**

Los beneficiarios del servicio del sistema de agua potable que no efectúen sus pagos mensuales de la tarifa durante 6 meses se les cortará el servicio; con previo aviso verbal y escrito antes del corte. Al momento de la reinstalación del servicio se pagará una cuota de trescientos quetzales (Q 300.00) por concepto de corte e instalación, más los meses no pagados.

2.13. Evaluación socio-económica

La evaluación del proyecto tiene como propósito principal identificar los beneficios y luego valorizarlos adecuadamente, para elaborar indicadores de su rentabilidad social a través del análisis de beneficio costo. La definición de los beneficios o “productos del proyecto” se verifica a partir de los aspectos físicos del mismo, ya que el flujo de beneficios es una función directa de la capacidad instalada del proyecto, tomando en cuenta su utilización para todo el año.

Para hacer la evaluación del proyecto, el flujo de beneficios se elaborará de acuerdo con la naturaleza de los beneficios establecidos. En todo caso deben definirse y medirse los beneficios incrementados, ciclo con ciclo, los cuales deben ser atribuidos exclusivamente al proyecto; es decir, aquellos que sean resultado de la presencia del proyecto en la comunidad.

Con relación a los costos, éstos se distinguen básicamente en: costos de inversión, que son aquellos en los que se debe incurrir para instalar el proyecto, es decir los que se ejecutan entre el primer desembolso y el momento en que se pone a funcionar el proyecto; los costos de reposición, serán aquellos que se deben hacer para reponer los elementos que se vayan desgastando o cayendo en obsolescencia, como consecuencia del uso del proyecto durante su vida útil; los costos por reposición también denominados costos de mantenimiento; y por último los costos de funcionamiento que son aquellos que necesariamente deben ocurrir para la operación del proyecto, para que éste siga aportando los beneficios previstos en la evaluación.

2.13.1. Valor presente neto

Para determinar el valor presente neto se seguirán los siguientes pasos:

- Determinación de los costos económicos (inversión) del proyecto y los costos de mantenimiento anual, durante el periodo de diseño determinado.
- Valorización de los beneficios esperados por el usuario
- Traslado a valor presente de los costos y beneficios, con una tasa social de descuento del 12%. Para el caso de los beneficios se debe de tomar en

cuenta que éstos inician con una cantidad fija y van en aumento progresivamente con la población, mediante la siguiente ecuación:

$$Vp = \frac{\text{Valor futuro}}{(1 + r)^n}$$

Donde:

Vp = Valor presente
r = Tasa de descuento
n = años

- Obtención del valor presente neto, restando los costos actualizados de los beneficios actualizados.

El valor presente neto, para ser aceptable, debe ser *positivo*

2.13.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno es aquella para la cual los costos y los beneficios son iguales y se determina con la siguiente ecuación:

$$Tir = (IP+) \pm \frac{(VAN+)}{(VAN+) + (VAN-)}$$

La tasa interna de retorno, para ser aceptable, debe ser mayor a la tasa de descuento (12%). A continuación se muestra el cálculo del valor presente neto y la tasa interna de retorno:

Tabla VI. Análisis económico – social

ANALISIS ECONÓMICO - SOCIAL		
Familias Beneficiarias		83
Costo de Operación y Mantenimiento		
Costo del Proyecto		383593,49
Tarifa mensual		Q10,00
Tarifa anual		Q120,00
Beneficios Económicos		
Ingresos por trabajador al mes	Q910,00	
Ingresos por trabajador por hora	Q3,79	
Beneficios Directos	horas	beneficio anual
<i>Disponer de más tiempo</i>		
Ahorro de tiempo en almacenaje	0,5	Q682,50
Ahorro de tiempo en potabilizar (hervir o clorar)	0,5	Q682,50
<i>Sub-total Beneficios directos por familia beneficiada</i>		
<i>Beneficios Indirectos</i>		
Plusvalía Terreno (5%)		Q500,00
Ahorro en gastos, médicos y medicinas		Q192,00
Ahorro en el trabajo al no enfermarse (4 veces al año)		Q121,33
<i>Sub-total Beneficios indirectos por familia beneficiada</i>		
TOTAL BENEFICIOS POR FAMILIA BENEFICIADA		Q813,33
<i>Total de beneficios anuales</i>		Q67.506,67

Tabla VII. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno

Años	Costo Económico	Mantenimiento	Vp Mantenimiento	Beneficios	Vp Beneficios	VAN(+)	VAN(-)
0	-Q383.593,49					11,00%	13,00%
1		Q9.960,00	-Q8.892,86	Q67.506,67	Q60.273,81	Q60.816,82	Q59.740,41
2		Q9.960,00	-Q7.940,05	Q67.506,67	Q53.815,90	Q54.789,93	Q52.867,62
3		Q9.960,00	-Q7.089,33	Q67.506,67	Q48.049,91	Q49.360,29	Q46.785,51
4		Q9.960,00	-Q6.329,76	Q67.506,67	Q42.901,71	Q44.468,73	Q41.403,10
5		Q9.960,00	-Q5.651,57	Q67.506,67	Q38.305,10	Q40.061,92	Q36.639,91
6		Q9.960,00	-Q5.046,05	Q67.506,67	Q34.200,98	Q36.091,82	Q32.424,70
7		Q9.960,00	-Q4.505,40	Q67.506,67	Q30.536,59	Q32.515,15	Q28.694,43
8		Q9.960,00	-Q4.022,68	Q67.506,67	Q27.264,81	Q29.292,93	Q25.393,30
9		Q9.960,00	-Q3.591,68	Q67.506,67	Q24.343,58	Q26.390,03	Q22.471,95
10		Q9.960,00	-Q3.206,85	Q67.506,67	Q21.735,34	Q23.774,80	Q19.886,68
11		Q9.960,00	-Q2.863,26	Q67.506,67	Q19.406,55	Q21.418,74	Q17.598,83
12		Q9.960,00	-Q2.556,48	Q67.506,67	Q17.327,28	Q19.296,16	Q15.574,19
13		Q9.960,00	-Q2.282,57	Q67.506,67	Q15.470,79	Q17.383,93	Q13.782,47
14		Q9.960,00	-Q2.038,01	Q67.506,67	Q13.813,20	Q15.661,20	Q12.196,87
15		Q9.960,00	-Q1.819,65	Q67.506,67	Q12.333,22	Q14.109,19	Q10.793,69
16		Q9.960,00	-Q1.624,69	Q67.506,67	Q11.011,80	Q12.710,98	Q9.551,94
17		Q9.960,00	-Q1.450,62	Q67.506,67	Q9.831,96	Q11.451,33	Q8.453,04
18		Q9.960,00	-Q1.295,19	Q67.506,67	Q8.778,54	Q10.316,52	Q7.480,57
19		Q9.960,00	-Q1.156,42	Q67.506,67	Q7.837,98	Q9.294,16	Q6.619,97
20		Q9.960,00	-Q1.032,52	Q67.506,67	Q6.998,20	Q8.373,12	Q5.858,38
21		Q9.960,00	-Q921,89	Q67.506,67	Q6.248,39	Q7.543,35	Q5.184,41
22		Q9.960,00	-Q823,12	Q67.506,67	Q5.578,92	Q6.795,81	Q4.587,97
	-Q383.593,49		-Q76.140,67		Q516.064,55	92.182,73	24.255,79

Resultados Económicos		
Valor Actual neto	Q56.330,39	<i>Positivo, se acepta</i>
Tasa Interna de retorno	13,71%	<i>Mayor que la tasa de descuento (12%), se acepta</i>
Relación Beneficio-Costo	1,12	<i>Mayor que 1, se acepta</i>

2.14. Evaluación de impacto ambiental

Impacto ambiental en sistemas de agua potable

Un estudio o evaluación de impacto ambiental es un documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutara para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos

Para el diseño y construcción se deben identificar los factores que puedan causar impacto en el ambiente en el cual se rodeará. Además se deben identificar por separado qué partes del ambiente está afectando.

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto serán:

El agua: debido a que el proyecto consiste en tomar un caudal de agua de una fuente subterránea, ya iniciados los trabajos de construcción puede existir un impacto negativo en la calidad y sanidad del agua. Esto debido a movimientos de suelo y materiales a utilizar para la construcción de la captación; además el movimiento de suelo para el zanjeado puede llegar impactar pequeñas quebradas de agua que se formen en el trayecto del proyecto.

El suelo: impactarán negativamente el mismo si no se verifica la etapa del zanjeo, esto se debe a que habrán movimientos de tierra por el mismo, solamente se dará en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente prevenibles.

Salud: hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción que debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto y que pueden afectar principalmente a los trabajadores que construyan el proyecto.

Impactos negativos

Los impactos negativos analizados se presentan principalmente en la etapa de construcción. En la etapa de operación podrá tener impactos negativos sobre el ambiente si existen daños a la tubería que transporte el agua, ya que el líquido podrá entrar en contacto con los elementos y contaminarse. En conclusión los elementos con mayor impacto negativo son:

- El suelo
- El agua
- La Salud

Medidas de mitigación

- Para evitar las polvaredas y voladuras de partículas de suelo, será necesario programar y ejecutar adecuadamente las labores de zanjeo, compactando adecuadamente las mismas para evitar el arrastre de partículas por el viento. Es recomendable utilizar equipo de protección personal; las gafas de seguridad protegen los ojos de partículas de polvo y voladuras de suelo, las mascarillas respiratorias evitan que el polvo ingrese al organismo de los trabajadores.
- Deberá capacitarse al personal encargado del mantenimiento del sistema, referente al manejo de sistemas de agua potable y reparaciones menores para el sistema.

- Capacitar a la población sobre el adecuado uso del agua y el sistema para evitar desperdicio, uso innecesario o inadecuado del mismo.

Plan de contingencia

En áreas planas, ríos y riachuelos cercanos, es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar el proyecto.

- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones, asolvamiento o derrumbes que puedan afectar cualquier parte del sistema de agua potable del cual se beneficie la comunidad; además deben velar por que los lugares en donde se ubican las obras civiles se encuentran lo más despejado de materiales o vegetación.
- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
- Capacitar a los trabajadores que se encargara de darle mantenimiento al sistema especialmente sobre aspectos de limpieza de cajas rompe presión, válvulas de limpieza, válvulas de aire, tanques de almacenamiento y captaciones.
- Capacitar al personal que laborará en el proyecto en el momento de entrar en operación para su mantenimiento y limpieza, y evitar así que el sistema colapse.

Programa de monitoreo ambiental

- Supervisar periódicamente si están siendo ejecutadas las medidas de supervisión y mantenimiento del sistema.
- Monitorear si el personal utiliza el equipo necesario para la prevención de accidentes y cuidado de la salud.
- Monitorear si está organizada la comunidad de acuerdo en lo propuesto en las medidas o plan de contingencia.

Plan de seguridad humana

- El personal que trabajará en la ejecución del proyecto debe contar con el equipo adecuado, tal como mascarillas, guantes, overoles, botas, casco y gafas de seguridad, que minimicen los riesgos de accidentes en perjuicio de su salud.
- Plan de capacitación al personal que laborará en la ejecución del proyecto sobre aspectos de salud y manejo del sistema, y del equipo adecuado a utilizar.
- Mantener en un lugar de fácil acceso un botiquín con medicamentos de primeros auxilios.

Plan de seguridad ambiental

- En el análisis de los impactos se observa que el proyecto tiene aspectos negativos al ambiente, solamente en la etapa de construcción, pero éstos son

fácilmente manejables mediante la implementación de las medidas de mitigación que se explicaron en los apartados anteriores.

Impactos positivos

Cabe resaltar que uno de los impactos positivos que tendrá el proyecto en el ambiente es el evitar la proliferación de enfermedades gastrointestinales, pues el objetivo del proyecto es mejorar la calidad de vida de los miembros de la comunidad. Además al implementar este proyecto el ambiente socioeconómico de la comunidad mejorará, debido al desarrollo sustentable de los mismos.

Factores que puedan causar impacto ambiental y sus medidas de mitigación

A continuación se presenta una tabla resumen de los impactos sobre cada uno de los componentes que tendrán influencia al ejecutar el proyecto y las correspondientes medidas de mitigación.

Tabla VIII. Medidas de mitigación

Medidas de mitigación de impactos ambientales

Componente	Impacto	Medida de mitigación
Suelos	Deslaves de material	Prevención durante la construcción
	Erosión de cortes	Prevención de erosión usando estabilización física
Recurso Hídrico	Alteración de fuente de abastecimiento de agua potable	Construcción durante estación seca, para evitar que el manto acuífero sea modificado o resulte en un cambio de curso del caudal durante la construcción de la captación
	Contaminación de fuente de abastecimiento por causa de los insumos utilizados durante la construcción	Depositar los desechos de insumos en un lugar fuera de la zona de brote de fuente de abastecimiento y darles el tratamiento adecuado luego de retirarlos del sitio de trabajo
Calidad del aire	Contaminación del aire por polvo generado en la construcción	Uso adecuado de agua para minimizar la cantidad de partículas sueltas que generen polvo y afecte la salud de los trabajadores
Salud Humana	Riesgos para la salud de los trabajadores	Desarrollar un plan de higiene y seguridad del sitio
	Generación de desechos sólidos derivados de las actividades de los trabajadores de la obra	Establecer y construir un servicio sanitario provisional; colocar toneles para la basura y para posterior disposición en una zona adecuada
Vegetación y fauna	Remoción y afectación de cobertura vegetal	Utilizar la infraestructura existente para la instalación de los trabajadores
		Separar la capa de material orgánico de la del material inerte
		Disponer adecuadamente el material orgánico para su posible reutilización
		Evitar el paso de maquinaria sobre el suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra
		Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar
Población	Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas	Evitar la interferencia entre el tráfico peatonal y/o vehicular y los frentes de trabajo
		Mantener una adecuada señalización en el área de la obra, en etapa de ejecución y operación instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajos
		Controlar la velocidad de los vehículos y que estos cuenten con alarma de reversa
Paisaje	Impacto visual	Recuperar y restaurar el espacio público afectado una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas
Patrimonio cultural	Daño al patrimonio cultural	Suspender la obra, delimitar el área e informar a quién corresponda para una correcta evaluación, en eventualidad de encontrar hallazgos históricos y arqueológicos; una vez realizadas estas actividades se puede continuar el trabajo

2.15. Presupuesto

Se elaboró un presupuesto con los precios unitarios, un cuadro de resumen de las actividades del proyecto, con su cantidad y su unidad, determinando el costo total de cada renglón de trabajo.

Tabla IX. Presupuesto de sistema de agua potable Xeabaj II

RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO				
COMPONENTE	MATERIALES PRESUPUESTADOS	M.O. CALIFICADA	M.O. NO CALIFICADA	COSTO
CAPTACIONES NUEVAS COMPLETAS	Q8.114,54	Q2.250,00	Q1.800,00	Q12.164,54
CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	Q1.654,72	Q900,00	Q720,00	Q3.274,72
MEJORAS EN TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	Q12.566,37	Q4.720,00	Q3.776,00	Q21.062,37
MEJORAS EN TANQUE DE SUCCION	Q12.980,93	Q4.770,00	Q3.816,00	Q21.566,93
VALVULA DE AIRE	Q2.439,47	Q1.200,00	Q720,00	Q4.359,47
VALVULA DE LIMPIEZA	Q1.839,05	Q1.200,00	Q720,00	Q3.759,05
VÁLVULA DE COMPUERTA	Q1.939,43	Q1.800,00	Q1.080,00	Q4.819,43
DOSIFICADOR AUTOMATICO DE CLORO	Q2.811,27	Q900,00	Q720,00	Q4.431,27
RED DE DISTRIBUCION DE 1000 METROS	Q14.391,49	Q2.715,00	Q2.172,00	Q19.278,49
LÍNEA DE CONDUCCIÓN 1600 METROS	Q20.940,77	Q7.200,00	Q5.760,00	Q33.900,77
LÍNEA DE IMPULSIÓN 370 METROS	Q14.818,91	Q1.800,00	Q1.440,00	Q18.058,91
CASETA DE BOMBEO	Q5.089,00	Q3.750,00	Q3.600,00	Q12.439,00
ACOMETIDA ELÉCTRICA	Q37.382,90	Q5.600,00		Q42.982,90
EQUIPO DE BOMBEO	Q20.080,04	Q1.500,00		Q21.580,04
CONEXIONES DOMICILIARES (83)	Q48.869,50	Q3.150,00	Q2.520,00	Q54.539,50
COSTES DIRECTOS				Q278.217,40
ADMINISTRACION				Q27.821,74
DIRECCION TECNICA				Q27.821,74
UTILIDAD				Q27.821,74
IMPREVISTOS				Q13.910,87
TOTAL EJECUCIÓN				Q375.593,49
CAPACITACIÓN EN ADMINISTRACIÓN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y EDUCACIÓN SANITARIA				Q6.000,00
EQUIPO Y HERRAMIENTAS				Q2.000,00
GRAN TOTAL				Q383.593,49

Continúa....

CAPTACIONES DE BROTE DEFINIDO (3)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo 2" PVC 160 PSI	Unidad	3,00	Q128,44	Q385,32
Codo 2" 90 PVC	Unidad	6,00	Q14,37	Q86,22
Subtotal				Q471,54
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	sacos	36,00	Q55,00	Q1.980,00
Arena de río	m3	3,00	Q240,00	Q720,00
Piedrin	m3	1,00	Q250,00	Q250,00
Piedra bola de 2" a 4"	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Piedra bola de 6" a 10"	m3	3,00	Q200,00	Q600,00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	7,00	Q32,00	Q224,00
Alambre de amarre cal 16.	lb	2,00	Q5,00	Q10,00
Tabla de pino rústica 1" * 12" * 8'	UNIDAD	83,00	Q30,00	Q2.490,00
Clavo de 3"	lb	5,00	Q5,00	Q25,00
Alambre espigado.	Rollo	1,00	Q200,00	Q200,00
Grapa.	Libra	3,00	Q6,00	Q18,00
Poste brotón	Unidad	8,00	Q22,00	Q176,00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	6,00	Q125,00	Q750,00
Subtotal				Q7.643,00
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	15,00	Q150,00	Q2.250,00
No Calificada	jornal	30,00	Q60,00	Q1.800,00
Subtotal				Q4.050,00
TOTAL				Q12.164,54

Continúa...

CAJA REUNIDORA DE CAUDALES (1)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo 2" PVC 160 PSI	Unidad	1,00	Q141,28	Q141,28
Adaptador macho 1 1/2"	Unidad	2,00	Q6,97	Q13,94
Pichacha 1 1/2"	Unidad	1,00	Q20,00	Q20,00
Válvula de compuerta 1 1/2" Br	Unidad	1,00	Q188,63	Q188,63
Codo 2" 90 PVC	Unidad	1,00	Q14,37	Q14,37
Subtotal				Q378,22
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	saco	5,00	Q55,00	Q275,00
Arena de río	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Piedrin	m4	1,00	Q250,00	Q250,00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	1,00	Q32,00	Q32,00
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	1,00	Q5,00	Q5,00
Parales de madera de 3" *3" * 8'	UNIDAD	3,00	Q31,50	Q94,50
Tabla de pino rústica 1" * 12" * 10'	UNIDAD	3,00	Q30,00	Q90,00
Clavo de 3"	Lb.	1,00	Q5,00	Q5,00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	1,00	Q125,00	Q125,00
Subtotal				Q1.276,50
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	6,00	Q150,00	Q900,00
No Calificada	jornal	12,00	Q60,00	Q720,00
Subtotal				Q1.620,00
TOTAL				Q3.274,72

Continúa...

VALVULA DE AIRE (2)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Adaptador Hembra de 1/2"	Unidad	2,00	Q2,50	Q5,00
Niple PVC 1/2" x 0.15 m	Unidad	2,00	Q2,49	Q4,97
Tee 1 1/4" PVC	Unidad	2,00	Q10,34	Q20,68
Reducidor PVC bushing liso 1 1/4" x 1/2"	unidad	2,00	Q6,41	Q12,82
Válvula de Aire de 1/2" Br.	Unidad	2,00	Q448,00	Q896,00
Rollo de teflón de 1 1/4	unidad	2,00	Q6,00	Q12,00
Subtotal				Q951,47
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	saco	6,00	Q55,00	Q330,00
Arena de río	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Piedrin	m3	1,00	Q250,00	Q250,00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	1,00	Q32,00	Q32,00
Alambre de amarre cal 16.	lb	1,00	Q6,00	Q6,00
Parales de madera de 3" *3" * 8'	UNIDAD	3,00	Q30,00	Q90,00
Tabla de pino rústica 1" * 12" * 10'	UNIDAD	4,00	Q30,00	Q120,00
Clavo de 3"	lb	2,00	Q5,00	Q10,00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	2,00	Q125,00	Q250,00
Subtotal				Q1.488,00
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	8,00	Q150,00	Q1.200,00
No Calificada	jornal	12,00	Q60,00	Q720,00
Subtotal				Q1.920,00
TOTAL				Q4.359,47

Continúa...

VALVULA DE LIMPIEZA (2)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Adaptador macho de 1 1/4"	Unidad	4,00	Q5,26	Q21,04
Tee 1 1/4" PVC	Unidad	2,00	Q10,34	Q20,68
Tubo 1 1/4" PVC 160 PSI	Unidad	1,00	Q69,41	Q69,41
Válvula de compuerta de 1 1/4" Br	Unidad	2,00	Q159,46	Q318,92
Rollo de teflón de 1 1/4	unidad	2,00	Q6,00	Q12,00
Subtotal				Q442,05
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	saco	6,00	Q55,00	Q330,00
Arena de río	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Piedrin	m3	1,00	Q250,00	Q250,00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	1,00	Q32,00	Q32,00
Alambre de amarre cal 16.	lb	1,00	Q5,00	Q5,00
Tabla de pino rústica 1" * 12" * 10'	UNIDAD	4,00	Q30,00	Q120,00
Clavo de 3"	lb	2,00	Q5,00	Q10,00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	2,00	Q125,00	Q250,00
Subtotal				Q1.397,00
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	8,00	Q150,00	Q1.200,00
No Calificada	jornal	12,00	Q60,00	Q720,00
Subtotal				Q1.920,00
TOTAL				Q3.759,05

Continúa...

VÁLVULA DE COMPUERTA (3)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Válvula de compuerta bronce de 3/4"	Unidad	1,00	Q59,84	Q59,84
Válvula de compuerta bronce de 1"	Unidad	1,00	Q97,89	Q97,89
Válvula de compuerta bronce de 1 1/4"	Unidad	1,00	Q134,40	Q134,40
Adaptador macho PVC 3/4"	Unidad	2,00	Q2,50	Q5,00
Adaptador macho PVC 1"	Unidad	2,00	Q5,14	Q10,28
Adaptador macho PVC 1 1/4"	Unidad	2,00	Q5,26	Q10,52
Rollo de teflón de 1 1/4	unidad	5,00	Q6,00	Q30,00
Subtotal				Q347,93
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	saco	8,00	Q55,00	Q440,00
Arena de río	m3	0,60	Q200,00	Q120,00
Piedrin	m3	0,10	Q250,00	Q25,00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	2,00	Q32,00	Q64,00
Alambre de amarre cal 16.	lb	2,00	Q5,00	Q10,00
Parales de madera de 3" *3"* 8'	UNIDAD	5,00	Q31,50	Q157,50
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	UNIDAD	6,00	Q30,00	Q180,00
Clavo de 3"	lb	4,00	Q5,00	Q20,00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	3,00	Q125,00	Q375,00
Subtotal				Q1.591,50
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	12,00	Q150,00	Q1.800,00
No Calificada	jornal	18,00	Q60,00	Q1.080,00
Subtotal				Q2.880,00
TOTAL				Q4.819,43

Continúa...

MEJORAS EN TANQUE DE DISTRIBUCIÓN				
CERCO PERIMETRAL			20	ML
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)
Block 15x20x40	block	250,00	Q3,50	Q875,00
Hierro de 1/4	varilla	33,00	Q15,00	Q495,00
Hierro de 3/8	varilla	32,00	Q32,00	Q1.024,00
Alambre de amarre	Lbs	15,00	Q5,00	Q75,00
Clavo 3"	Lbs	4,00	Q5,00	Q20,00
Cemento	Saco	21,00	Q55,00	Q1.155,00
Arena de río	m³	1,00	Q200,00	Q200,00
Piedrín	m³	2,00	Q250,00	Q500,00
Cal	Bolsa	1,00	Q25,00	Q25,00
Paral 1x2x8	Paral	5,00	Q7,00	Q35,00
Perfil Hierro redondo de 3/4"	Perfil	1,00	Q24,00	Q24,00
Perfil Hierro plano de 1/8" x 3/4"	Perfil	4,00	Q137,00	Q548,00
Pintura corona esmalte	Galón	1,00	Q120,00	Q120,00
Tubo galvanizado 1 1/2"	Tubo	8,00	Q293,96	Q2.351,68
Tubo soldados 35º	Tubo	14,00	Q40,00	Q560,00
alambre espigado	Rollo	1,00	Q200,00	Q200,00
tornillos 1/4 x 2	tornillo	6,00	Q2,00	Q12,00
malla calibre 13	Rollo	2,00	Q500,00	Q1.000,00
alambre galvanizado	Lbs	5,00	Q15,00	Q75,00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	1,00	Q125,00	Q125,00
Subtotal				Q9.444,68
CAJAS PARA VALVULAS DE SALIDA, ENTRADA Y REBALSE			3	Unidades
Cemento gris	saco	7	Q55,00	Q385,00
Arena de río	m³	0,45	Q200,00	Q90,00
Piedrín	m³	0,05	Q250,00	Q12,50
Piedra bola de 6" - 10"	m³	0,78	Q200,00	Q156,00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	2	Q32,00	Q64,00
Alambre de amarre cal 16.	lb	2	Q5,00	Q10,00
Parales de madera de 3" *3" * 8'	UNIDAD	7	Q31,50	Q220,50
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	UNIDAD	6	Q30,00	Q180,00
Clavo de 3"	lb	3	Q5,00	Q15,00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	3	Q125,00	Q375,00
Subtotal				Q1.508,00
VALVULERÍA				
Válvula de compuerta de bronce de 1 1/4"	Unidad	1	Q134,40	Q134,40
Válvula de compuerta de bronce de 1 1/2"	Unidad	1	Q188,63	Q188,63
Válvula de compuerta de bronce de 2"	Unidad	1	Q241,59	Q241,59
Adaptador macho de 1 1/4"	Unidad	2	Q5,26	Q10,52
Adaptador macho de 1 1/2"	Unidad	2	Q6,97	Q13,94
Adaptador macho de 2"	Unidad	2	Q10,23	Q20,46
Rollo de teflón de 1 1/4"	Unidad	3	Q6,00	Q18,00
Subtotal				Q627,54
RESANAR TANQUE DE DISTRIBUCIÓN			44	M²
Cemento	saco	9	Q55,00	Q495,00
Cal viva	Bolsa	4	Q25,00	Q100,00
Arena de río	m³	1	Q200,00	Q200,00
Impermeabilizante	Galón	0,5	Q90,00	Q45,00
Subtotal				Q840,00
RESPIRADERO			1	Unidades
Niple HG liviano 2"	ML	0,5	Q26,11	Q13,05
Codo HG a 45º de 2"	UNIDAD	1	Q25,60	Q25,60
Cedazo tamiz 40	yarda	0,5	Q15,00	Q7,50
Cemento	Saco	1	Q55,00	Q55,00
Arena	m³	0,1	Q200,00	Q20,00
Piedrín	m³	0,1	Q250,00	Q25,00
Subtotal				Q146,15
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	31,47	Q150,00	Q4.720,00
No Calificada	jornal	62,93	Q60,00	Q3.776,00
Subtotal				Q8.496,00
TOTAL MATERIALES				Q12.566,37
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q4.720,00
TOTAL MANO DE OBRA NO CALIFICADA				Q3.776,00
TOTAL				Q21.062,37

Continúa...

MEJORAS EN TANQUE DE SUCCIÓN				
CERCO PERIMETRAL			20	ML
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)
Block 15x20x40	block	250,00	Q3,50	Q875,00
Hierro de 1/4	varilla	33,00	Q15,00	Q495,00
Hierro de 3/8	varilla	32,00	Q32,00	Q1.024,00
Alambre de amarre	Lbs	15,00	Q5,00	Q75,00
Clavo 3"	Lbs	4,00	Q5,00	Q20,00
Cemento	Saco	21,00	Q55,00	Q1.155,00
Arena de río	m ³	1,00	Q200,00	Q200,00
Piedrín	m ³	2,00	Q250,00	Q500,00
Cal	Bolsa	1,00	Q25,00	Q25,00
Paral 1x2x8	Paral	5,00	Q7,00	Q35,00
Perfil Hierro redondo de 3/4"	Perfil	1,00	Q24,00	Q24,00
Perfil Hierro plano de 1/8" x 3/4"	Perfil	4,00	Q137,00	Q548,00
Pintura corona esmalte	Galón	1,00	Q120,00	Q120,00
Tubo galvanizado 1 1/2"	Tubo	8,00	Q293,96	Q2.351,68
alambre espigado	Rollo	1,00	Q200,00	Q200,00
tornillos 1/4 x 2	tornillo	6,00	Q2,00	Q12,00
malla calibre 13	Rollo	2,00	Q500,00	Q1.000,00
alambre galvanizado	Lbs	5,00	Q15,00	Q75,00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	1,00	Q125,00	Q125,00
Subtotal				Q9.444,68
CAJAS PARA VALVULAS DE SALIDA, ENTRADA Y REBALSE			3	Unidades
Cemento gris	saco	7	Q55,00	Q385,00
Arena de río	m ³	0,45	Q200,00	Q90,00
Piedrín	m ³	0,05	Q250,00	Q12,50
Piedra bola de 6" - 10"	m ³	0,78	Q200,00	Q156,00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	2	Q32,00	Q64,00
Alambre de amarre cal 16.	lb	2	Q5,00	Q10,00
Parales de madera de 3" *3** 8'	UNIDAD	7	Q31,50	Q220,50
Tabla de pino rústica1**12**10'	UNIDAD	6	Q30,00	Q180,00
Clavo de 3"	lb	3	Q5,00	Q15,00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	3	Q125,00	Q375,00
Subtotal				Q1.508,00
VALVULERÍA				
Válvula de compuerta de bronce de 1"	Unidad	1	Q97,89	Q97,89
Válvula de compuerta de bronce de 2"	Unidad	1	Q241,59	Q241,59
Válvula de compuerta de bronce de 2 1/2"	Unidad	1	Q455,90	Q455,90
Adaptador macho de 1"	Unidad	2	Q5,14	Q10,28
Adaptador macho de 2"	Unidad	2	Q10,23	Q20,46
Adaptador macho de 2 1/2"	Unidad	2	Q26,99	Q53,98
Rollo de teflón de 1 1/4	Unidad	3	Q6,00	Q18,00
Subtotal				Q898,10
RESANAR TANQUE DE SUCCIÓN			54	M ²
Cemento	saco	11	Q55,00	Q605,00
Cal viva	Bolsa	5	Q25,00	Q125,00
Arena de río	m ³	1	Q200,00	Q200,00
Impermeabilizante	Galón	0,6	Q90,00	Q54,00
Subtotal				Q984,00
RESPIRADERO			1	Unidades
Niple HG liviano 2"	ML	0,5	Q26,11	Q13,05
Codo HG a 45° de 2"	UNIDAD	1	Q25,60	Q25,60
Cedazo tamiz 40	yarda	0,5	Q15,00	Q7,50
Cemento	Saco	1	Q55,00	Q55,00
Arena	m ³	0,1	Q200,00	Q20,00
Piedrín	m ³	0,1	Q250,00	Q25,00
Subtotal				Q146,15
OTRAS REPARACIONES LAS AGREGAN				Unidades
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	31,80	Q150,00	Q4.770,00
No Calificada	jornal	63,60	Q60,00	Q3.816,00
Subtotal				Q8.586,00
TOTAL MATERIALES				Q12.980,93
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q4.770,00
TOTAL MANO DE OBRA NO CALIFICADA				Q3.816,00
TOTAL				Q21.566,93

Continúa...

DOSIFICADOR AUTOMÁTICO DE CLORO (1)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Dosificador automático stanair 320	Unidad	0	Q600,00	Q0,00
Comparimetro	UNIDAD	0	Q75,00	Q0,00
cubeta 20 tabletas tricloro	UNIDAD	2	Q160,00	Q320,00
adaptador macho PVC de 1/2"	UNIDAD	0	Q1,33	Q0,00
Codo PVC liso 90° de 1/2"	UNIDAD	0	Q1,72	Q0,00
Válvula de aire de bronce de 1/2"	UNIDAD	0	Q448,00	Q0,00
Subtotal				Q320,00
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	saco	6,00	Q55,00	Q330,00
Arena de río	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Piedrin	m3	1,00	Q250,00	Q250,00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	2,00	Q32,00	Q64,00
Alambre de amarre cal 16.	lb	1,00	Q5,00	Q5,00
Parales de madera de 3" *3* 8'	UNIDAD	3,00	Q31,50	Q94,50
Tabla de pino rústica1"*12"*10'	UNIDAD	3,00	Q30,00	Q90,00
Clavo de 3"	lb	1,00	Q5,00	Q5,00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	1,00	Q125,00	Q125,00
Subtotal				Q1.363,50
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	6,00	Q150,00	Q900,00
No Calificada	jornal	12,00	Q60,00	Q720,00
Subtotal				Q1.620,00
TOTAL				Q3.303,50

Continúa...

RED DE DISTRIBUCIÓN DE 1000 METROS				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Tubo PVC 160 P.S.I de 1 1/2"	Unidad	13	Q90,67	Q1.178,71
Tubo PVC 160 P.S.I de 1 1/4"	Unidad	55	Q69,41	Q3.817,55
Tubo PVC 160 P.S.I. de 1"	Unidad	92	Q51,16	Q4.706,72
Reductor PVC bushing liso 1 1/2" x 1 1/4"	Unidad	1	Q6,56	Q6,56
Reductor PVC bushing liso 1 1/4" x 1"	Unidad	8	Q6,41	Q51,28
Subtotal				Q9.760,82
CAJAS PARA VALVULAS DE COMPUERTA			6	Unidades
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	saco	11,00	Q55,00	Q605,00
Arena de río	m³	1,00	Q200,00	Q200,00
Piedrin	m³	1,00	Q250,00	Q250,00
Piedra bola de 6" - 10"	m³	2,00	Q200,00	Q400,00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	3,00	Q32,00	Q96,00
Alambre de amarre cal 16.	lb	6,00	Q5,00	Q30,00
Parales de madera de 3" *3" * 8'	UNIDAD	21,00	Q31,50	Q661,50
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	UNIDAD	9,00	Q30,00	Q270,00
Clavo de 3"	lb	11,00	Q5,00	Q55,00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	6,00	Q125,00	Q750,00
Subtotal				Q3.317,50
VALVULERÍA				
Válvula de compuerta de bronce de 1 1/4"	Unidad	5	Q134,40	Q672,00
Válvula de compuerta de bronce de 1 1/2"	Unidad	1	Q188,63	Q188,63
Adaptador macho de 1 1/4"	Unidad	10	Q5,26	Q52,60
Adaptador macho de 1 1/2"	Unidad	2	Q6,97	Q13,94
Rollo de teflón de 1 1/4"	Unidad	3	Q6,00	Q18,00
Subtotal				Q945,17
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento Solvente 1/4 de galón	Unidad	2	Q125,00	Q250,00
Thiner	Galón	2	Q35,00	Q70,00
Wipe	Libra	4	Q12,00	Q48,00
Subtotal				Q368,00
MANO DE OBRA				
Calificada.	Jornal	18,1	Q150,00	Q2.715,00
No Calificada.	Jornal	36,2	Q60,00	Q2.172,00
Subtotal				Q4.887,00
TOTAL				Q19.278,49

Continúa...

LÍNEA DE CONDUCCIÓN 1600 METROS				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Tubo PVC 160 P.S.I de 1 1/2"	unidad	7	Q90,67	Q634,69
Tubo PVC 160 P.S.I de 1 1/4"	unidad	273	Q69,41	Q18.948,93
Tubo PVC 250 P.S.I. de 3/4"	unidad	4	Q41,63	Q166,52
Reductor PVC bushing liso 1 1/2" x 1 1/4"	Unidad	1	Q10,63	Q10,63
Subtotal				Q19.760,77
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento Solvente 1/4 de galón	Galón	3	Q125,00	Q375,00
Thiner	Galón	7	Q35,00	Q245,00
Wipe	Libra	14	Q40,00	Q560,00
Subtotal				Q1.180,00
MANO DE OBRA				
Calificada.	Jornal	48	Q150,00	Q7.200,00
No Calificada.	Jornal	96	Q60,00	Q5.760,00
Subtotal				Q12.960,00
TOTAL				Q33.900,77

LÍNEA DE IMPULSIÓN 370 METROS				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Tubo PVC 160 P.S.I. de 1"	unidad	9	Q64,79	Q583,11
Tubo PVC 160 P.S.I. de 2 1/2"	unidad	65	Q207,06	Q13.458,90
Valvula de cheque de 2 1/2"	Unidad	1	Q455,90	Q455,90
Subtotal				Q14.497,91
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento Solvente 1/4 de galón	Galón	1	Q125,00	Q125,00
rollo de teflon 1 1/4"	Unidad	1	Q6,00	Q6,00
Thiner	Galón	2	Q35,00	Q70,00
Wipe	Libra	3	Q40,00	Q120,00
Subtotal				Q321,00
MANO DE OBRA				
Calificada.	Jornal	12	Q150,00	Q1.800,00
No Calificada.	Jornal	24	Q60,00	Q1.440,00
Subtotal				Q3.240,00
TOTAL				Q18.058,91

Continúa...

CASETA DE BOMBEO				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	saco	33,00	Q55,00	Q1.815,00
Arena de río	m3	3,00	Q200,00	Q600,00
Arena amarilla	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Arena blanca	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Piedrin	m3	2,00	Q250,00	Q500,00
Hierro corrugado de 1/2" Grado 40	Varilla	2,00	Q55,00	Q110,00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	Varilla	47,00	Q32,00	Q1.504,00
Hierro de 1/4" liso Grado 40	Varilla	17,00	Q15,00	Q255,00
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	15,00	Q4,50	Q67,50
Parales de madera de 3" *3"* 10'	Pt.	84,00	Q4,50	Q378,00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pt.	120,00	Q4,50	Q540,00
Clavo de 3"	Lb.	6,00	Q4,50	Q27,00
Block de 15*20*40	UNIDAD	365,00	Q3,50	Q1.277,50
Block U de 15*20*40	unidad	40,00	Q3,50	Q140,00
Cal Hidratada	bola	4,00	Q28,00	Q112,00
Puerta metálica	UNIDAD	1,00	Q970,00	Q970,00
Subtotal				Q3.512,00
INSTALACION ELECTRICA				
Alambre 12THW	Unidad	14,00	Q4,80	Q67,20
Arrancador magnético	Unidad	1,00	Q486,00	Q486,00
Bombilla de 60W	Unidad	1,00	Q5,80	Q5,80
Botonera	Unidad	1,00	Q84,00	Q84,00
Caja octagonal	Unidad	1,00	Q5,00	Q5,00
Caja rectangular para empotrar	Unidad	2,00	Q5,00	Q10,00
Caja socket	Unidad	1,00	Q210,00	Q210,00
Codo 1/2"* 90 HG para acometida	Unidad	1,00	Q17,80	Q17,80
Contador	Unidad	1,00	Q375,00	Q375,00
Interruptor de cuchillas con seguros de cartucho	Unidad	1,00	Q96,00	Q96,00
Interruptor rectangular	Unidad	1,00	Q4,50	Q4,50
Niple HG 1/2" * 1.5 m para acometida	Unidad	1,00	Q32,00	Q32,00
Plafonera	Unidad	1,00	Q5,50	Q5,50
Tablero de flipones	Unidad	1,00	Q79,00	Q79,00
Tomacorriente rectangular	Unidad	1,00	Q6,00	Q6,00
Tubo conduit galvanizado 1-1/4"	Unidad	1,00	Q8,00	Q8,00
Tubo poliducto de 1/2"	m	7,00	Q6,60	Q46,20
Tubo poliducto de 1-1/4"	m	5,00	Q7,80	Q39,00
Subtotal				Q1.577,00
MANO DE OBRA				
Calificada	Jornal	25,00	Q150,00	Q3.750,00
No Calificada	Jornal	60,00	Q60,00	Q3.600,00
Subtotal				Q7.350,00
TOTAL				Q12.439,00

Continúa...

ACOMETIDA ELÉCTRICA				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
MATERIALES Y ACCESORIOS				
Mts. de alambre suave de aluminio # 6 AWG.	Unidad	4	Q2,60	Q10,40
Espiga para punta de poste p/aislador 56-3	Unidad	2	Q136,00	Q272,00
Aislador de espiga clase 56-3 ANSI	Unidad	2	Q129,00	Q258,00
Arandelas con agujeros de 5/8	Unidad	35	Q3,20	Q112,00
Pernos de maquina de 5/8 x 10	Unidad	6	Q8,70	Q52,20
Pernos de maquina de 5/8 x 12	Unidad	15	Q9,80	Q147,00
Mts. de cinta protectora de aluminio	Unidad	10	Q6,10	Q61,00
Aislador de suspensión clase 52-4 ANSI	Unidad	18	Q158,00	Q2.844,00
Conector de compresión universal 1/0	Unidad	3	Q42,30	Q126,90
Grillete para aislador de suspensión	Unidad	6	Q31,00	Q186,00
Grapa terminal para 12,000 lbs	Unidad	6	Q98,00	Q588,00
Perno con ojo de 5/8 x 10	Unidad	6	Q31,00	Q186,00
Tuerca con ojo	Unidad	4	Q19,00	Q76,00
Grapas de remate p/linea neutro 5,000 lbs	Unidad	4	Q98,00	Q392,00
Estribos para aislador de carrete	Unidad	2	Q17,00	Q34,00
Remates preformados p/cable acero 3/8	Unidad	30	Q23,00	Q690,00
Varillas de anclaje sencillo 5/8 x 7'	Unidad	1	Q68,00	Q68,00
Varillas de anclaje doble 5/8 x 7'	Unidad	7	Q69,00	Q483,00
Anclas de Polipropileno 115 pulg.	Unidad	8	Q59,00	Q472,00
Fijador de ángulo	Unidad	15	Q29,00	Q435,00
Mts. de conductor cobre # 2, 7 hilos desnudo	Unidad	40	Q19,00	Q760,00
Hebillas de acero para cinta galvanizada	Unidad	20	Q3,00	Q60,00
Mts. de cinta galvanizada de acero de 3/8	Unidad	10	Q8,25	Q82,50
Varilla para tierra de cobre 5/8 x 8'	Unidad	4	Q49,00	Q196,00
Protector de madera de 8'	Unidad	2	Q31,00	Q62,00
Mts. de cable aéreo triplex # 1/0	Unidad	30	Q26,00	Q780,00
Remate preformado para # 1/0 AWG	Unidad	4	Q17,50	Q70,00
Tubo Galvanizado de Ø 3" x 6 mts	Unidad	1	Q246,00	Q246,00
Caja clase 200, Polifásica	Unidad	1	Q589,00	Q589,00
Abrazadera de acero galvanizado una via	Unidad	2	Q72,00	Q144,00
Conector fargo para linea viva 1/0	Unidad	2	Q86,00	Q172,00
Estribo para conector fargo	Unidad	2	Q36,00	Q72,00
Perno de maquina de 5/8 x 14"	Unidad	1	Q10,00	Q10,00
Perno de maquina de 1/2 x 12"	Unidad	1	Q10,00	Q10,00
Perno de carruaje de 3/8 x 5"	Unidad	1	Q9,00	Q9,00
Puntal de pletina de 28"	Unidad	1	Q16,50	Q16,50
Pararrayos de distribucion de 27Kv.	Unidad	1	Q863,00	Q863,00
Cortacircuito de distribucion de 27 Kv.	Unidad	1	Q746,00	Q746,00
Fusibles tipo T alimentador de 1 amps	Unidad	1	Q29,00	Q29,00
Transformador de distribución de 15 Kva. c.s.p. 19,920/34,500Y-120/240v. con taps de regulacion 2+/- 2½% en baño de aceite para ser instalado a la interperie de 125Kv/bill 60Hz.	Unidad	1	Q8.400,00	Q8.400,00
Cruceta de pino tratado de 3½x4½x30"	Unidad	1	Q88,00	Q88,00
Mts. conductor ACSR No. 1/0	Unidad	695	Q7,86	Q5.462,70
Mts. cable de acero galvanizado de 3/8	Unidad	225	Q7,00	Q1.575,00
Mts. conductor ACSR No. 2	Unidad	695	Q4,10	Q2.849,50
Postes concreto centrifugado cl. 500 ASA de 35'	Unidad	3	Q2.100,00	Q6.300,00
Casquete de Entrada de Ø 3"	Unidad	1	Q190,00	Q190,00
Subtotal				Q37.382,90
MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA				
Mano de Obra Directa é Indirecta	GLOBAL	1	Q5.600,00	Q5.600,00
Subtotal				
TOTAL				Q42.982,90

Continúa...

EQUIPO DE BOMBEO				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q)	TOTAL (Q)
MATERIALES				
Bomba sumergible STA-RITE, 3 HP, 28 etapas	Unidad	1	Q4.781,26	Q4.781,26
Motor FRANKLIN, 3 HP, 3600 RPM, 230 Hz, monofásico	Unidad	1	Q6.798,00	Q6.798,00
Panel de control	Unidad	1	Q2.723,32	Q2.723,32
Cable sumergible	feet	14	Q13,39	Q187,46
Accesorios eléctricos	Unidad	1	Q3.200,00	Q3.200,00
Accesorios de plomería	Unidad	1	Q2.200,00	Q2.200,00
Casquete de Entrada de Ø 3"	Unidad	1	Q190,00	Q190,00
Subtotal				Q20.080,04
MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA				
Instalación y conexión	GLOBAL	1	Q1.500,00	Q1.500,00
Subtotal				
TOTAL				Q21.580,04

Continúa...

CONEXIONES DOMICILIARES (83)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Tubo de 1/2" PVC	Unidad	83,00	Q32,80	Q2.722,40
Tee de 1 1/4" PVC	Unidad	22,00	Q10,34	Q227,48
Tee de 1" PVC	Unidad	61,00	Q6,56	Q400,16
Reducidor Bushing 1 1/4" a 1/2" PVC	Unidad	22,00	Q6,41	Q141,02
Reducidor Bushing 1" a 1/2" PVC	Unidad	61,00	Q3,80	Q231,80
Llave de paso de 1/2" Br	Unidad	83,00	Q33,63	Q2.791,29
Adaptador Macho de 1/2" PVC	Unidad	332,00	Q2,50	Q830,00
Válvula de compuerta de 1/2" Br.	Unidad	83,00	Q43,45	Q3.606,35
Valvula de cheque	Unidad	83,00	Q15,00	Q1.245,00
Adaptador hembra 1/2"	Unidad	166,00	Q2,50	Q415,00
Contador domiciliario	Unidad	83,00	Q175,00	Q14.525,00
Subtotal				Q27.135,50
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Caja prefabricada para válvula compuerta y contador de 50*20*30 cm	Unidad	83,00	Q78,00	Q6.474,00
Caja para válvula de paso	Unidad	83,00	Q78,00	Q6.474,00
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	83,00	Q100,00	Q8.300,00
Cemento Solvente 1/4 de galón	Unidad	2,00	Q125,00	Q250,00
Thiner	Galón	4,00	Q35,00	Q140,00
Wipe	Libra	8,00	Q12,00	Q96,00
Subtotal				Q21.734,00
MANO DE OBRA				
Calificada.	Jornal	21,00	Q150,00	Q3.150,00
No Calificada.	Jornal	42,00	Q60,00	Q2.520,00
Subtotal				Q5.670,00
TOTAL				Q54.539,50

3 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA ALDEA TZAMJUYUB

3.1. Descripción del sistema actual

Actualmente Tzamjuyub se abastece del servicio de agua mediante un único sistema de agua, contando con un comité de agua para la administración, operación y mantenimiento del mismo.

Se trata de un sistema por gravedad, distribuido mediante conexiones prediales a 20 familias de la comunidad. El agua es utilizada para consumo familiar, higiene personal y actividades domésticas. Con respecto al tratamiento del agua para consumo humano, no se tiene implementado un sistema de cloración.

El sistema es abastecido por 1 fuente de agua de brote definido, la cual proporciona un caudal de 0.10 l/s, se encuentra ubicada en las proximidades de la comunidad.

El problema radica en que el sistema tiene aproximadamente 28 años de funcionamiento, eso significa que ya habría superado su período de diseño, a esto le sumamos que no tiene estudio técnico y que debido al crecimiento poblacional la fuente ya no tiene el caudal suficiente para abastecer a la comunidad en el presente ni en el futuro, su ejecución estuvo a cargo de una organización no gubernamental con apoyo de la comunidad.

Actualmente la comunidad tiene localizadas 2 nuevas fuentes de agua de brote definido, las cuales se encuentran en las proximidades de la comunidad, estas fuentes tienen un caudal total de 0.19 l/s, aforado en época de estiaje. Este caudal es suficiente para abastecer a la comunidad en un período superior a los 20 años.

3.2. Fuente

La fuente de abastecimiento del sistema de agua potable está constituida por dos manantiales definidos; los cuales se unirán mediante una caja unificadora de caudales cercana a los mismos y luego conducidos hasta el tanque de almacenamiento por gravedad.

3.2.1. Caudal de aforo

El aforo en los nacimientos de agua se realizó en el mes de febrero del año 2008, entrando a la época seca del año. Para el efecto se utilizó un recipiente de 9 litros y se tomó el tiempo en que la fuente llenó el recipiente; este procedimiento se realizó 3 veces en cada nacimiento para sacar un promedio de tiempo, con lo que se obtuvo un aforo total de; 0.19 litros por segundo

Tabla X. Datos de aforo en fuentes de Tzamjuyub

Tiempos (s)	Fuente 1	Fuente 2
t1	60,76	213,62
t2	59,6	212,46
t3	59,46	213,11
t promedio (s)	59,94	213,06
Caudal (l/s)	0,15	0,04
Caudal Total (l/s)	0,19	

3.3. Parámetros de diseño

3.3.1. Período de diseño

El periodo de diseño adoptado para este proyecto es de 20 años, más un año de gracia para gestionar la papelería para su ejecución, teniendo un total de 21 años como periodo de diseño.

3.3.2. Estimación de la población de diseño

La tasa de crecimiento poblacional es de 2.4% anual, obtenida de los datos registrados en el Instituto Nacional de Estadística, para el municipio de Santa Catarina Ixtahuacán. La población actual de la aldea es de 130 habitantes, para un total de 24 familias.

La fórmula empleada para este método es:

$$P_n = P_0 * (1 + r)^n$$

De donde:

P_n = población futura para “n” años

P_0 = población actual

r = tasa de incremento geométrico

n = período de diseño

$$P_n = 130 * (1 + 0.024)^{21}$$

$$P_n = 214 \text{ HABITANTES}$$

3.3.3. Dotación

De acuerdo con las especificaciones de UNEPAR, se determinó que el diseño tendrá una dotación de 60 lts/hab/día, debido a que el clima de la comunidad es frío y se encuentra en el área rural, además considerando que la fuente propuesta no posee la capacidad para producir un caudal mayor y por consiguiente una dotación mayor a la propuesta.

3.3.4. Tipo de sistema

El sistema para este diseño será por gravedad, llegando a un tanque de almacenamiento, donde luego el agua se distribuirá a la comunidad por una red de distribución.

3.3.5. Tipo de distribución

En los sistemas rurales de agua potable la red de distribución está constituida por ramales abiertos, debido a lo disperso de las casas y a lo quebrado de la topografía, por tal razón para nuestro diseño la distribución estará constituida por un solo ramal principal.

3.3.6. Tipo de conexión

La conexión esta compuesta por las tuberías y accesorios destinados a llevar el servicio de agua de la red de distribución al interior de la vivienda. El tipo de conexión para este proyecto es predial, lo cual consiste en que en cada vivienda se instalará un chorro.

3.4. Determinación de caudales

3.4.1. Caudal medio diario

$$Q_m = \frac{P_f * Dotación}{86,400}$$

Donde:

Q_m = Caudal medio en l/s

P_f = Población futura (740 habitantes)

86,400 = Representa la cantidad de segundo en un día

$$Q_m = \frac{214 \text{ hab} * 60 \text{ l/hab/dia}}{86,400 \text{ seg/dia}} = 0.15 \text{ l/s}$$

3.4.2. Caudal máximo diario

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

Donde:

Q_{md} = Caudal máximo diario

FDM = Factor de día máximo

Q_m = Caudal medio

$$Q_{md} = 1.25 * 0.15 \text{ l/s} = 0.187 \text{ l/s}$$

3.4.3. Caudal máximo horario

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

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario

FHM = Factor de hora máximo

Q_m = Caudal medio

$$Q_{mh} = 2.5 * 0.15 \text{ l/s} = 0.375 \text{ l/s}$$

3.4.4. Caudal por vivienda

$$Q_v = \frac{Q_{mh}}{\text{No.viviendas}}$$

Donde:

Q_v = Caudal por vivienda

Q_{mh} = Caudal máximo horario

$$Q_v = \frac{0.375 \text{ l/s}}{40} = 0.009375 \text{ l/s}$$

3.4.5. Caudal instantáneo

$$Q_i = k(n - 1)^{1/2}$$

Donde:

Q_i = Caudal instantáneo no menor de 0.20 l/s

K = Coeficiente que varía según:

K = 0.15 para uso predial

K = 0.25 para llena cántaros

n = Número de viviendas

El caudal instantáneo fue calculado para cada ramal, ver distribución de caudales, en apéndice 2.

3.5. Captación

3.5.1. Tipo de captaciones

Las fuentes a captar son del tipo subterránea con afloramiento horizontal del agua, en un punto definido; por lo tanto la obra de infraestructura adecuada a construir es una captación de manantial de ladera concentrado.

3.5.2. Diseño de captaciones

El tipo de captación utilizada en todas las fuentes tiene los siguientes componentes (ver planos en apéndice):

- Filtro de piedra y sello sanitario
- Caja de captación
- Dispositivo de desagüe y rebalse
- Contra cuneta
- Obras de protección
- Muro

3.6. Diseño de la línea de conducción

3.6.1 Diseño de la línea de conducción por gravedad

Tramo E-2.2 a E-11

En la E-2.2 se construirá una caja de reunión, y continúa la línea de conducción a E-11 donde se construirá el tanque de almacenamiento:

$$H_{Disponible} = CT_{Inicio} - CT_{Final}$$

$$H_{Disponible} = 2834.51 - 2812.508$$

$$H_{Disponible} = 22 \text{ mts}$$

$$H_{Total} = 22 - 5 \text{ (factor de seguridad)}$$

$$H_{Total} = 17 \text{ mts}$$

Despejando D (diámetro) de la fórmula de Hazen-Williams y sustituyendo los valores, con longitud L de 358.012 metros y un caudal de diseño (Q) de 0.19 L/s, se obtiene:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 * 338.34 * 1.05 * 0.19^{1.852}}{150^{1.852} * 17}}$$

Realizando la operación matemática se obtienen el diámetro equivalente (D_{eq}):

$$D_{eq} = 0.684''$$

Comparando el diámetro obtenido con los diámetros internos existentes, resulta:

$$0.684'' < D_{interior 1}$$

$$0.684'' < 0.926'' = 3/4''$$

Por tanto se utilizará el diámetro inmediato superior y su correspondiente diámetro interno. Al establecer el diámetro comercial, se procede a calcular la pérdida que genera según la fórmula establecida:

$$hf_{3/4''} = \frac{1743.811141 * 338.34 * 1.05 * 0.19^{1.852}}{150^{1.852} * 0.926^{4.87}} = 3.88 \text{ mts}$$

A continuación, se utilizan la fórmula para el cálculo de la velocidad, a la que viajará el agua por la línea de conducción y establecer si la misma se encuentra dentro de los parámetros de velocidad permisibles establecidos.

$$V_{3/4"} = \frac{1.974 * 0.19}{0.926^2} = 0.44 \text{ m/s}$$

La velocidad se encuentra dentro de los parámetros establecidos, por tanto la tubería con diámetro $D_{3/4"}$ cumple con los requisitos de diseño.

Luego se procede a calcular la cota piezométrica y la presión dinámica y estática para el tramo:

$$CP_{Entrada 1\frac{1}{2}"} = 2834.51 \text{ mts}$$

$$CP_{Salida 1\frac{1}{2}"} = 2834.51 - 3.88 = 2830.63 \text{ mts}$$

3.6.1.1. Presión estática

$$P_{Estática} = CT_{Inicio} - CT_{Final}$$

Tramo E-2.2 a E-11

$$P_{Estática} = 2834.51 - 2812.508 = 22 \text{ mts}$$

3.6.1.2. Presión dinámica

$$P_{Dinámica} = CP_{Salida} - CT_{Final}$$

Tramo E-2.2 a E-11

$$P_{Dinámica 1\frac{1}{2}"} = 2830.63 - 2812.508 = 18.12 \text{ mts}$$

3.6.1.3. Obras de arte

Dentro de las partes de un sistema de abastecimiento de agua, se encuentran ciertas estructuras a las cuales comúnmente se les llama obras de arte y tienen diversas funciones dentro de estos sistemas. Estas obras de arte no son más que estructuras auxiliares de las partes constituyentes del sistema ya mencionados. Estas estructuras dependiendo de la finalidad de la misma, serán de diversas formas y tamaños.

Dentro de las obras de arte que usaremos en este sistema de abastecimiento de agua tenemos:

- **Captaciones**

La finalidad básica de las obras de captación es asegurar, bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año, la captación de las cantidades de agua prevista. El tipo de obra a emplearse va estar en función de las características de la fuente y su calidad. Las fuentes más comunes son: fuentes subterráneas y fuentes superficiales.

- **Caja unificadora**

Es la caja que se construye para reunir dos o más caudales previamente captados de brote definido independiente. Su capacidad será de acuerdo al número de fuentes que se reúnan, esta caja está implementada con las tuberías de entrada, tubería de rebalse, tubería de drenaje con su respectiva válvula, pichacha para tubería de salida y su caja con válvula de compuerta para la salida, su sección generalmente es cuadrada, con estructura de mampostería de ladrillo o concreto dependiendo de las cargas; con tapadera removible y diseñada de tal manera que no permita el acceso a animales, insectos o agua lluvia que puedan contaminar el agua en su interior.

- **Caja rompe-presión**

Su función principal es la de romper la presión del agua, para evitar así el rompimiento de la tubería. Deben estar provistas de sus respectivas válvulas de entrada y salida. La salida del agua deberá estar por lo menos a 10 cm sobre el fondo de la caja.

Estas cajas se recomienda colocarlas en puntos de la línea de conducción donde la presión estática sea mayor de 90 m.c.a.; y en puntos de la línea de distribución donde la presión estática sea mayor de 60 m.c.a.

- **Cajas para válvulas**

Estas cajas servirán de protección para las válvulas en las cajas de captación y tanques. Se construirán con paredes de mampostería de piedra y tapadera de concreto reforzado con su respectivo sistema de seguridad como lo muestran los planos, en anexos.

3.6.1.4. Válvulas

Estos mecanismos brindan una protección a las líneas de conducción y líneas de distribución, ya que cada una de ellas posee una función esencial dentro de las mismas. A continuación se presenta una breve descripción de las más importantes de ellas:

- **Válvulas de compuerta**

Son válvulas que funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta, que regula el paso del agua. Este tipo de válvulas deben estar completamente abiertas o completamente cerradas.

- **Válvulas de paso**

Funcionan mediante un cono horadado, que al girar permite o cierra el paso del agua. Las válvulas de paso se instalarán, al inicio de cada conexión predial o llena cántaros, en el lugar que se indique en planos.

- **Válvulas liberadoras de aire**

Son válvulas cuya función es permitir el escape del aire, que se acumula en las tuberías. Si en un sistema no se permite la liberación del aire acumulado, creará una obstrucción al libre flujo del caudal.

- **Válvulas de limpieza**

Sirven para extraer los sedimentos, que se pudieran depositar en las partes bajas de las tuberías. Estos sedimentos pueden representar un factor de importancia en el funcionamiento eficiente del sistema, ya que estos sedimentos obstruyen con el correr del tiempo de forma permanente, por lo que la apertura de estas válvulas debe ser periódica.

3.7. Diseño de la red de distribución

3.7.1. Diseño de la red de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías unidas entre si, que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta el punto de consumo (conexión predial). La función principal es brindar un servicio eficiente en forma continua, en cantidad suficiente y desde luego con calidad sanitariamente aceptable. Para el diseño de la red de distribución se deben considerar los siguientes criterios:

- Garantizar el período de diseño para el buen funcionamiento, de acuerdo con el máximo consumo horario.
- La distribución de caudales debe hacerse mediante criterios que estén acordes con el consumo real de la localidad.
- Se debe dotar de accesorios y de obras de arte, necesarias para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, de acuerdo con las normas establecidas y para facilitar así su mantenimiento.
- Se debe tomar en cuenta la carga disponible o diferencia de presiones.
- Considerar el tipo de tubería para soportar las presiones hidrostáticas.
- Considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto.

Para el diseño de las redes de distribución, se utilizó el método de redes abiertas, debido a que las viviendas están dispersas, se mostrará a continuación el cálculo de un tramo, luego se presentará el resumen hidráulico de la distribución completa.

3.7.2. Estimación de diámetros de tubería

Tramo E-11 a E-12

En la E-11 se encuentra la salida del tanque de almacenamiento, y continúa la red de distribución a E-12 de donde se desprende el ramal A:

$$H_{Disponible} = CT_{Inicio} - CT_{Final}$$

$$H_{Disponible} = 2812.51 - 2803.90$$

$$H_{Disponible} = 8.61 \text{ mts}$$

Despejando D (diámetro) de la fórmula de Hazen-Williams y sustituyendo los valores, con longitud L de 119.45 metros y un caudal de diseño (Q) de 0.92 L/s, se obtiene:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.811141 * 119.45 * 1.05 * 0.92^{1.852}}{150^{1.852} * 8.61}}$$

Realizando la operación matemática se obtiene el diámetro equivalente (D_{eq}):

$$D_{eq} = 1.156''$$

Ya se había definido que para el diseño de la red de distribución usaremos el diámetro inmediato superior, que resulte del cálculo del diámetro equivalente, ya que este será el que produzca menos pérdidas en la tubería.

Comparando el diámetro obtenido con los diámetros internos existentes, resulta:

$$1.156'' < D_{interior}$$

$$1.156'' < 1.754'' = 1\frac{1}{2}''$$

Al establecer el diámetro comercial, se procede a calcular la pérdida real que genera según las fórmulas establecidas:

$$hf_{1\frac{1}{2}''} = \frac{1743.811141 * 119.45 * 1.05 * 0.92^{1.852}}{150^{1.852} * 1.754^{4.87}} = 1.13 \text{ mts}$$

A continuación, se utilizan la fórmula para el cálculo de la velocidad, a la que viajará el agua por la línea de conducción y establecer si la misma se encuentra dentro de los parámetros de velocidad permisibles establecidos.

$$V_{1\frac{1}{4}''} = \frac{1.974 * 1.92}{1.754^2} = 0.59 \text{ m/s}$$

La velocidad se encuentra dentro de los parámetros establecidos, por tanto la tubería con diámetro 1 ½”, cumplen con los requisitos de diseño.

Luego se procede a calcular la cota piezométrica, las presiones dinámicas y estáticas para el tramo:

$$\begin{aligned}CP_{Salida} &= CP_{Entrada} - hf_1 \\CP_{Salida} &= 2812.51 - 1.13 = 2811.37 \text{ mts} \\P_{Estática} &= CT_{Inicio} - CT_{Final} \\P_{Estática} &= 2812.51 - 2803.9 = 8.61 \text{ mts} \\P_{Dinámica} &= CP_{Salida} - CT_{Final} \\P_{Dinámica} &= 2811.37 - 2803.9 = 7.47 \text{ mts}\end{aligned}$$

De la misma forma se calcularon todos los demás tramos, ver diseño hidráulico en apéndice 2.

3.8. Diseño del tanque de almacenamiento

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

- Depósito principal
- Caja de válvula de entrada y de salida
- Tapaderas para entrada

- Dispositivo de desagüe y rebalse
- Respiraderos
- Clorador
- Circulación para protección del mismo

3.8.1. Volumen del tanque de almacenamiento

El volumen de los tanques de distribución, se calculará de acuerdo a la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas se tomará en cuenta el siguiente criterio que propone UNEPAR, en sistemas por gravedad se adoptará del 25% al 40% del consumo medio diario estimado de la población y en sistemas por bombeo del 40% al 60% del consumo medio diario. Para el presente caso se tomará el 40% del consumo medio diario.

$$Vol = \frac{40\% * Dot * Pf}{1000 \text{ lts}/m^3}$$

Donde:

- Vol = Volumen del tanque en m³
- Dot = Dotación (60 lts/hab/día)
- Pf = Población futura

$$Vol = \frac{0.4 * 60 * 214}{1000} = 5.14 m^3$$

Aproximando el valor del volumen, y tomando en cuenta que este valor corresponde a un período de vida útil de 20 años, se propone un volumen de tanque de 10 m³ de volumen con el fin de que el tanque sea útil después del período de 20 años.

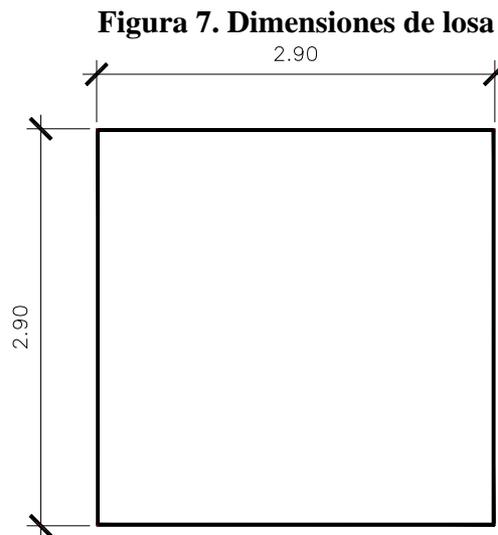
Las dimensiones del nuevo tanque serán de:

Altura: 1.6 (metros)
Largo: 2.5 (metros)
Ancho: 2.5 (metros)

3.8.2. Diseño del tanque de almacenamiento

3.8.2.1. Diseño de losa

Para la cubierta se deberá usar una losa de concreto reforzado con las dimensiones siguientes:



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

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

$$m = \frac{2.90m}{2.90m} = 1 \quad \text{Como } 1 > 0.50, \text{ entonces se diseña en dos sentidos}$$

➤ Espesor de losa (t):

$$t = \frac{2 * (2.90 + 2.90)}{180} = 0.064mts \quad \text{Usaremos, } t = 10 \text{ cms}$$

➤ Integración de cargas:

$$\begin{aligned} \text{Carga Muerta: } W_{losa} &= (2400 \text{ kg/m}^3) * (0.10 \text{ m}) * (1 \text{ m}) = 240 \text{ kg/m} \\ \text{Sobrecarga} &= 60 \text{ kg/m} \\ \hline \text{C.M.} &= 300 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Carga Viva: La componen las fuerzas externas que actúan en la estructura

$$\text{C.V.} = 100 \text{ kg/m}$$

CargaÚltima Total:

$$C.U.T. = 1.4 * C.M. + 1.7 * C.V.$$

$$C.U.T. = 1.4 * 300 \text{ kg/m} + 1.7 * 100 \text{ kg/m} = 590 \text{ kg/m}$$

➤ Cálculo de momentos (caso uno):

$$M_{A(+)} = A^2 (C_{ACM} * C.M.u. + C_{ALL} * C.V.u.)$$

$$M_{A(+)} = 2.9^2 (0.036 * 420 + 0.036 * 170) = 178.63kg - m$$

$$M_{B(+)} = B^2 (C_{BCM} * C.M.u. + C_{BLL} * C.V.u.)$$

$$M_{B(+)} = 2.9^2 (0.036 * 420 + 0.036 * 170) = 178.63kg - m$$

$$M_{A(-)} = \frac{1}{3} M_{A(+)} = \frac{1}{3} * 178.63 = 59.54kg - m$$

$$M_{B(-)} = \frac{1}{3} M_{B(+)} = \frac{1}{3} * 178.63 = 59.54kg - m$$

- Cálculo del peralte (d):

$$d = t - r - \phi / 2 \quad \phi_{3/8"} = 0.95 \text{ cms}$$

$$d = 10 - 2.5 - 0.475 = 7.03 \text{ cms}$$

- Cálculo del área de acero mínima:

$$A_{s_{\min}} = (0.40) * \left(\frac{14.1}{2810} \right) * (100 \text{ cms}) * (7.03 \text{ cms}) = 1.41 \text{ cms}^2$$

Espaciamiento:

$$1.41 \text{ cms}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cms}$$

$$0.71 \text{ cms}^2 \text{ ----- } S \quad \rightarrow \quad S = \frac{0.71 \text{ cms}^2 * 100 \text{ cms}}{1.41 \text{ cms}^2} = 50.35 \text{ cms}$$

Pero como $S_{\max} = 3*t \rightarrow S_{\max} = 3*10 \text{ cms} = 30 \text{ cms}$

Como $S > S_{\max}$, Se debe calcular el área de acero para S_{\max}

$$A_s \text{ ----- } 100 \text{ cms}$$

$$0.71 \text{ cms}^2 \text{ ----- } 30 \text{ cms} \quad \rightarrow \quad A_s = 2.37 \text{ cms}^2$$

- Momento resistente del $A_{s_{\min}}$:

$$Mu = 0.9 * (2.37 * 2810 * \left(7.03 - \frac{2.37 * 2810}{1.7 * 210 * 100} \right)) = 410.18 \text{ kg} - m$$

Como $Mu > M_{AyB}$. Usar No. 3 @ 30 cms, en ambos sentidos.

3.8.2.2. Diseño de muro

El muro se puede construir de concreto reforzado, mampostería reforzada, concreto ciclópeo incluso de acero, en este caso se optó utilizar el material de mayor acceso y económico a la comunidad que es la piedra, por lo que se construirá de mampostería de piedra.

Para el presente cálculo se utilizarán los siguientes datos:

Peso concreto ciclópeo W_{cc}	= 2,700 kg/m ³
Peso concreto armado W_c	= 2,400 kg/m ³
Peso del suelo W_s	= 1,700 kg/m ³
Ángulo de fricción	= 28°
Capacidad de soporte del suelo V_s	= 20,000 kg/m ²

Figura 8. Geometría y diagrama de presiones del muro

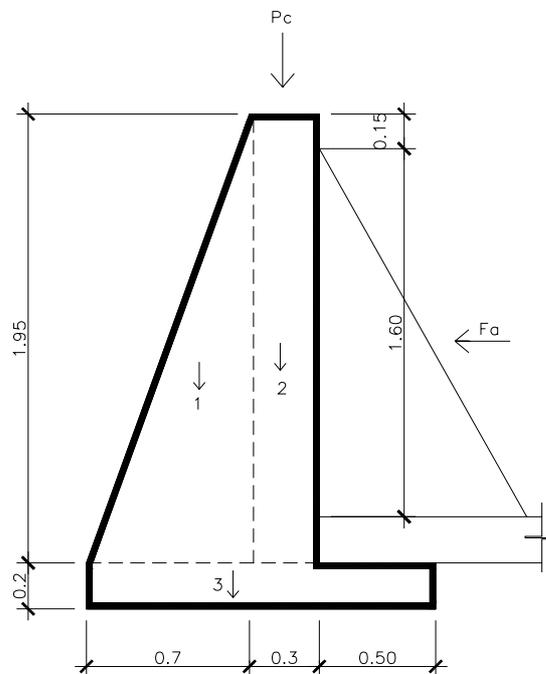


Tabla XI. Momento estabilizante en el muro

Sección	Dimensiones (m)	Area (m ²)	Peso Vol. (kg/m ³)	Peso W _R (kg/m)	B.P. (m)	Momento M _R (kg-m)
1	1,95 0,7	0,68	2700	1842,75	0,47	866,09
2	1,95 0,3	0,59	2700	1579,50	0,85	1342,58
3	0,2 1,5	0,30	2700	810	0,75	607,50
				4232,25		2816,17

- Carga de la losa y la viga hacia el muro:

$$W_{\text{losa}} + \text{viga de carga} = 427.75 \text{ kg/m} + 72 \text{ kg/m} = 499.75 \text{ kg/m}$$

Considerando W como carga puntual (P_c):

$$P_c = 499.75 \text{ kg/m} * 1 \text{ m} = 499.75 \text{ kg}$$

Entonces el momento que ejerce la carga puntual (M_c) es:

$$M_c = 499.75 * (0.30 / 2 + 0.70) = 424.79 \text{ kg-m}$$

- Carga total (W_T):

$$W_T = W + W_R = 499.75 \text{ kg} + 4232.25 \text{ kg} = 4732 \text{ kg/m}$$

- Fuerza activa:

$$F_a = \text{agua} * H^2$$

$$F_a = 1000 \text{ kg/m}^3 (1.60 \text{ m})^2 / 2 = 1280 \text{ kg/m}$$

- Momento de veteo respecto a "O":

$$M_{act} = F_a * H / 3$$

$$M_{act} = 1280 \text{ kg/m} * (1.6 / 3 + 0.4) \text{ m} = 1194.67 \text{ kg-m}$$

- Verificación de la estabilidad contra volteo (F_{sv}) > 1.5:

$$F_{sv} = (M_R + M_C) / M_{act} = (2816.17 + 424.79) / 1194.67 = 2.71 > 1.5$$

- Verificación contra la estabilidad contra deslizamiento (F_{sd}) > 1.5

$$F_d = W_T * \text{Coef. de fricción} = 4732 * 0.9 * \tan 28^\circ = 2264.44 \text{ kg}$$

$$F_{sd} = F_d / F_a = 2264.44 / 1280 = 1.76 > 1.5$$

- Verificación de la presión máxima bajo la base del muro $P_{max} < V_s$:

$$a = (M_R + M_c - M_{act}) / W_T = (2816.17 + 424.79 - 1194.67) / 4732 = 0.43 \text{ m}$$
 donde la excentricidad $(ex) = \text{Base}/2 - a = 1.5 \text{ m} / 2 - 0.43 \text{ m} = 0.32 \text{ m}$
- Módulo de sección (S_x):

$$S_x = (1/6) (\text{base})^2 (\text{long}) = (1 / 6) (1.5 \text{ m})^2 (1 \text{ m}) = 0.375 \text{ m}^2$$
- Presión máxima (P_{max}):

$$P_{max} = (W_T/A + W_T * ex/S_x)$$

$$P_{max} = (4732 \text{ kg} / 1.50 \text{ m} * 1 \text{ m}) + (4732 \text{ kg} * 0.32 \text{ m} / 0.375 \text{ m}^2) =$$

$$P_{max} = 7,192.64 \text{ kg/m}^2 < 20,000 \text{ kg/m}^2$$

3.9. Desinfección

Para asegurar la calidad del agua, debe someterse a tratamiento de desinfección, preferiblemente a base de cloro o compuestos clorados. El punto de aplicación del compuesto clorado deberá seleccionarse en forma tal que se garantice una mezcla efectiva con el agua, la desinfección deber ser tal que asegure un residual de 0.2 a 0.5 mg/L en el punto más lejano de la red.

Con base a los resultados obtenidos en las pruebas físico-químicas y bacteriológicas, se determino que el agua es apta para consumo humano, la cual no exige más que un simple tratamiento de desinfección, según Norma Internacional de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

El sistema de cloración deberá tener las siguientes características:

Alimentación de cloro: se hará con tabletas de hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ al 90% de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta:

Diámetro: 3 1/8", altura: 1 1/4", masa: 300 gramos.

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

Ubicación del hipoclorador: el ejecutor deberá instalar el hipoclorador en una caja instalada a la entrada del tanque de distribución y deberá graduar el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución, esté entre 0.2 a 0.5 mg/L.

Caja para hipoclorador: tiene como finalidad proteger al clorador. En lo posible deberá construirse con materiales locales, y tener una tapadera de registro con pasador y candado. Como referencia tórnense como dimensiones interiores 1.00 x 1.00 metros en planta por 1.00 metros de altura.

3.10. Programa de operación y mantenimiento

1) Organización para la administración del sistema de agua potable y saneamiento básico

Formación del comité y sus responsabilidades:

Para formar un comité, se debe cumplir con el "reglamento para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas rurales de agua potable" establecido en el acuerdo gubernativo 293-82.

Las responsabilidades del comité de agua son las siguientes:

- Administrar el sistema de agua potable
- Mantener en funcionamiento el sistema
- Recaudar y manejar fondos

Un comité de agua potable, está formado por cinco o más miembros:

- Presidente: dirige las acciones del comité.
- Secretario: levanta actas, responde la correspondencia y lleva el control de jornales.
- Tesorero: cobra a los usuarios la tarifa establecida, extiende recibos, paga por trabajos y lleva el control de ingresos y gastos en el libro de caja.
- Vocales: sustituyen temporalmente a los miembros del comité cuando están ausentes y ayudan en todas las actividades.

Antes de la construcción de un acueducto, el comité debe obtener todos los documentos legales que sean necesarios:

- Escritura de fuente
- Derechos de paso de tubería
- Escritura del predio para el tanque.
- Otros que pidan las instituciones financieras.

Durante la construcción del acueducto el comité organiza a la comunidad para que participe en:

- Los trabajos de construcción, aportando la mano de obra no calificada
- Acarreo de materiales y en cualquier otro trabajo que sea necesario.

Después de la construcción el comité debe:

- Mantener el buen funcionamiento del sistema.
- Administrar el dinero recaudado del pago de la tarifa mensual.
- Vigilar el buen uso del agua.

- Realizar nuevas conexiones.
- Control los ingresos y egresos.

El comité debe reunirse por lo menos una vez al mes para discutir problemas y soluciones, serán responsabilidades de los diferentes miembros del comité:

- Formar de grupos de trabajo.
- Controlar los jornales.
- Solicitar el aporte de materiales locales.
- Controlar la bodega de materiales.

Debe también hacerse reuniones de información con comunidad, procurando la asistencia de todos los vecinos.

De todo lo tratado en la “Reunión del comité” y en las reuniones de asamblea general, el secretario debe tener constancia de un libro de actas.

El comité debe llevar control del número de jornales que cada vecino haya realizado durante la ejecución del proyecto y de los materiales que entran y salen de la bodega.

Una de las principales tareas del tesorero, es cobrar la cuota mensual por servicio de agua potable, extendiendo un recibo legal.

El tesorero, además, debe llevar el control general de las cuotas que se llaman INGRESOS y el control de todos los gastos que se hagan para la administración, operación y mantenimiento del acueducto, algunos de estos gastos son:

- ❖ Pago del fontanero.
- ❖ Compras de cemento o tubería para reparaciones.
- ❖ Pasajes o viáticos cuando se deba ir a la Municipalidad o a las instituciones relacionadas con el financiamiento de agua y saneamiento.

El control de gastos deberá llevarse en un libro de caja.

Trimestralmente se rendirán cuentas a la gobernación departamental, para lo cual se debe llevar los documentos: recibos y facturas debidamente legalizadas y el libro de caja.

El comité deberá abrir una cuenta bancaria para guardar el dinero recaudado del pago de tarifas y la cuenta deberá estar su nombre y con dos firmas para poder hacer retiros bancarios. Por lo regular estas firmas pueden ser las del presidente y tesorero.

2) Operación del sistema de agua potable y saneamiento básico

El sistema de agua potable, tiene las siguientes partes:

1. Captación de brote definido
2. Tanque de distribución
3. Sistema de desinfección
4. Línea de distribución
5. Conexiones domiciliarias

Captación de brote difuso:

Son captaciones realizadas de muros de mampostería y sello sanitario de concreto con el fin de aislar el nacimiento de la intemperie. Están integradas por un sello sanitario y una caja de reunión, con su respectivo rebalse y drenaje. El sello sanitario está formado por piedra bola de 4 a 6 pulgadas de diámetro.

Tanque de distribución:

El tanque de distribución sirve para almacenar y distribuir el agua a una comunidad, su tamaño varía según el número de habitantes, cuenta con las siguientes características:

- ❖ Caja de válvula de entrada
- ❖ Tubería de entrada
- ❖ Tapadera, entrada al tanque
- ❖ Drenaje
- ❖ Ventilación
- ❖ Rebalse
- ❖ Pichacha y tubería de salida
- ❖ Caja de válvula de salida
- ❖ Cerco perimetral

Sistema de desinfección:

Los cuidados que se deben tener al manejar cloro son los siguientes:

- El cloro es una sustancia tóxica y por lo tanto presenta un riesgo potencial para la salud si éste no se usa en forma adecuada.
- El cloro es un agente irritante del sistema respiratorio detectado en concentraciones de 3 a 5 mg/litro.
- En altas concentraciones el cloro gas irrita los ojos, las membranas mucosas y la piel, provocando vómitos, picazón, tos y salivación copiosa.
- En casos extremos puede llegar a dificultar la respiración y causar la muerte.
- Cuando un ambiente está saturado de cloro se detecta por su olor penetrante y su apariencia de color amarillo verdoso y en este caso se deben tomar medidas de

seguridad. Pueden localizarse las fugas de cloro manteniendo un frasco de amoníaco cerca de ellas, ya que su reacción produce un humo blanco.

- Por lo anterior se debe garantizar que la caseta tenga buena ventilación.
- Los envases con cloro deben almacenarse en lugares secos y frescos para evitar riesgos de explosión y alejados de materiales volátiles para evitar incendios.
- Los compuestos clorados en presencia de humedad son corrosivos de igual manera que las soluciones cloradas, por lo que deben almacenarse en depósitos plásticos o de vidrio.

Programa de seguridad del fontanero:

Es importante mantener un programa permanente de capacitación al operador del sistema para mantener un alto nivel de capacidad, estos programas deben considerar los siguientes campos:

➤ Acciones para prevenir accidentes, por la aplicación del cloro:

- Uso de extinguidores, cerrado rápido de llaves y ubicación adecuada de envases de cloro
- Uso de máscaras protectoras
- Uso de botas y guantes de hule
- Mantenimiento de un sistema de ventilación permanente.

Línea de distribución:

La línea que está colocada entre el tanque de distribución y una comunidad, se llama línea de distribución; sirve para conducir el agua a presión desde el tanque, hasta cada una de las viviendas. En esta red se colocan válvulas de compuerta en cada ramal las cuales sirven para aislar y realizar conexiones futuras o reparaciones en dicho tramo.

Conexión domiciliar:

Es la instalación que se coloca dentro del predio de cada casa, para que cada familia pueda abastecerse del agua.

Una conexión domiciliar consta de las siguientes partes:

1. Tee reductora por ½"
2. Tubería PVC de ½"
3. Llave de paso de ½" de bronce
4. Contador o medidor de chorro múltiple de ½" bronce
5. Válvula de compuerta de ½" de bronce
6. Llave de cheque o de retención de ½" de bronce
7. Mortero, tubo PVC de 2" y tapadera
8. Tubería H.G. de ¾"
9. Vástago, (niple HG de 1.50m por ¾")
10. Macizo par soporte del vástago
11. Llave de chorro lisa de ½"

La tee reductora es de PVC y reduce el diámetro de la línea principal, al diámetro de la conexión domiciliar 1/2".

La llave de paso, es un accesorio de bronce, que permite regular o cerrar el paso del agua, se coloca cortando la tubería PVC de ½" y usando dos adaptadores hembra PVC de ½".

El mortero es una protección para la llave de paso, se construye con un pedazo de tubo de PVC de 2" y una tapadera de concreto.

El vástago consta de:

1. Tubería de HG $\frac{3}{4}$ "
2. Llave de chorro lisa, $\frac{1}{2}$ "
3. Reductor bushing de $\frac{3}{4}$ " x $\frac{1}{2}$ ".
4. Niple de HG de $\frac{3}{4}$ "
5. Codo HG de 90° x $\frac{3}{4}$ de pulgada

Para eliminar los criaderos de zancudos y mosquitos, debe evitarse que el agua sobrante de los chorros y pilas, corra sobre la tierra. Esto se logra canalizando adecuadamente las aguas grises o aguas servidas hacia pozos o zanjas de absorción de profundidad variable, dependiendo de la capacidad de infiltración del suelo.

3) Mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento básico

Mantenimiento preventivo:

Es la acción de protección de las partes de un sistema de agua potable, con la finalidad de:

- Evitar daños
- Disminuir los efectos dañinos
- Asegurar la continuidad del servicio de agua potable

Mantenimiento correctivo:

Es la acción de reparación de daños de las partes de un sistema de agua potable, los que pueden suceder por:

- Accidentes naturales. (Crecidas de ríos, derrumbes, etc.)
- Deterioro. (Mal uso)
- Desgaste, (daño de accesorios)

Mantenimiento del área de la captación:

Dos veces por mes:

- Inspeccionar alrededor de la captación para:
 - Verificar si hay fuentes de contaminación. (aguas negras, animales, basuras, desperdicios)
 - Observar si hay deforestación (tala de árboles, incendios).

Cada mes:

- Limpiar el área de plantas y piedras.

Cada tres meses:

- Revisar el cerco de protección y repararlo, de ser necesario.

Lecho filtrante:

Dos veces por mes:

Revisar la capa del sello, para verificar si no hay taponamiento.

Verificar si hay raíces de árboles y éstas no se han introducido al sello sanitario.

Muro y caja de reunión:

Cada seis meses:

- Revisar las estructuras, para verificar si hay filtraciones, grietas, roturas.

- Observar si hay derrumbes sobre sellos, muros o cajas.
- Reparar las partes dañadas.
- Retirar derrumbes.
- Drenar el agua estancada.

Durante el invierno cada mes, se debe:

- Verificar el funcionamiento de la tubería de desagüe.
- Limpiar el sello sanitario y contracuneta (piedras, arena, hojas)
- Limpiar y lavar caja de captación.
- Verificar funcionamiento de la tubería de desagüe de la caja de captación.

Mantenimiento de válvulas:

La buena operación de un sistema de agua potable, requiere el mantenimiento de los diferentes mecanismos o accesorios que forman parte del acueducto.

1) Válvulas de compuerta

Cada tres meses:

- Revisar si hay roturas fugas o faltan piezas.
- Verificar el funcionamiento abriéndolas y cerrándolas lentamente, para ver si hay fugas o si no cierran completamente.
- En ambos casos se debe reparar o cambiar la válvula defectuosa.

2) Válvula de paso:

Esta válvula queda regulada al dejarse el sistema de operación. No debe operarse, a no ser que sea necesario una nueva regulación del caudal domiciliar o que se proceda a cerrar o cortar un servicio domiciliar.

Para regular o cerrar la válvula de paso:

- Se quita la tapadera del mortero.
- Se introduce la llave en el mortero.
- Se hace girar la llave lentamente.
- Se verifica el aumento o disminución del caudal en la válvula de chorro.
- Graduado el caudal o cerrado el flujo, se coloca nuevamente la tapadera.

3) Válvula de chorro

Esta válvula debe funcionar sin goteo, porque ellos significan un desperdicio de agua.

Para reparar una válvula de chorro:

1. Cerrar el flujo con llave de paso.
2. Desenroscar la corona superior con auxilio de un cangrejo.
3. Revisar el empaque al final del vástago.
4. Si está gastado o roto, proceder a cambiarlo quitando el tornillo que lo sujeta.
5. Instalar nuevo empaque.
6. Colocar y ajustar la corona con el vástago.
7. Verificar el funcionamiento abriendo la llave de paso.

Cajas de válvulas:

Cada tres meses:

1. Revisar las paredes de la caja, tapaderas, aldabones para candados, las roturas y si hay agua empozada.
2. Reparar las roturas y los aldabones.
3. Limpiar los candados con gas y engrasarlos.
4. Limpiar el piso y drenar el agua empozada.

Contador o medidor de caudales:

1. Realizar lecturas mensuras.
2. Verificar si opera adecuadamente.
3. Verificar si no hay sufrido manipulación por parte de vecinos.

Tanque de distribución:

Cada tres meses:

- Revisar estructuras y válvulas, como ya se explicó anteriormente.
- Lavar el interior del tanque, de la forma siguiente:
- Cerrar la válvula de hipoclorador.
- Abrir válvula del by-pass.
- Cerrar válvula de entrada.
- Abrir válvula de desagüe.
- Lavar el piso y pared con agua y cepillo de raíz o plástico.
- Aplicar suficiente agua al piso y paredes después de pasar el cepillo.

- Abrir válvula de entrada.
- Cerrar válvula de desagüe.
- Abrir válvula de hipoclorador.
- Abrir válvula de salida.

Mantenimiento de la línea de distribución:

Cada mes:

Revisar recorriendo completamente las líneas, para:

- Verificar la limpieza del caminamiento.
- Verificar si hay roturas y fugas.
- Verificar el estado de:
 - Pasos de zanjón.
 - Puentes colgantes.
 - Anclajes y recubrimientos.
- Verificar la correcta operación de:
 - Cajas rompe-presión.
 - Válvulas de limpieza.
 - Válvulas de aire.

Proceder a:

- Chapear y limpiar las líneas.
- Reparar roturas y fugas.
- Reparar posibles daños en pasos, puentes, anclajes y recubrimiento.
- Aplicar medidas correctivas en donde sea necesario.

Reparación de daños en tubería PVC:

Para reparar daños en tubos PVC, se necesita lo siguiente:

- Sierra
- Niple PVC
- Brocha.
- Solvente o pegamento.

Se procede así:

1. Desenterrar el tubo uno o dos metros a ambos lados de la fuga.
2. Cortar un pedazo de treinta centímetros.

Preparar la manga:

1. Cortar un niple de unos treinta y ocho centímetros
2. Preparar fuego.
3. Calentar cada extremo del niple sobre el calor del carbón (no en llama).
4. Cuando el tubo se encuentre blando, meterlo en el extremo de otro tubo para hacerle campana.
5. Hacer lo mismo con el otro extremo.

Empalme de tubería:

1. Habiendo preparado el niple con la campanas, se procede así:
2. Eliminar rebabas de los cortes.
3. Limpiar los extremos con un trapo.
4. Aplicar solvente alrededor de los extremos de la tubería.
5. Aplicar solvente dentro de la campana.
6. Mantener la presión y dejar secar.

Mantenimiento del hipoclorador:

Cada día:

1. Revisar la dosificación del hipoclorito en el tanque de distribución.
2. Verificar que no existan fugas
3. Verificar el nivel de la solución en el depósito.

Cada tres días:

1. Preparar la dosificación correspondiente.
2. Limpiar el residuo existente en el fondo del hipoclorador.
3. Enterrar el residuo resultante de la preparación de desechos.
4. Verificar la concentración de cloro libre residual, la cual no deberá ser inferior a 0.30 miligramos por litro en la parte más lejana del proyecto.

Cada mes:

Verificar la existencia de cloro para todo el mes próximo de operación. Si el sistema de cloración se realiza por medio de pastillas, verificar la concentración del cloro durante los primeros días para calibrar la cantidad de agua que debe ingresar al dispositivo, de tal manera que tenga la concentración de cloro libre residual no menor de 0.30 miligramos por litro en el punto mas lejano de la red de distribución.

4) Equipo de mantenimiento

- 1) Pala
- 2) Piocha
- 3) Azadón

- 4) Cubeta
- 5) Cuchara de albañil
- 6) Martillo
- 7) Tenaza
- 8) Rastrillo metálico

Plomería:

- 1) Sierra.
- 2) Llaves stilson o de tubo. (No. 18 a No. 36 según diámetro de tubería HG del sistema)
- 3) Alicata
- 4) Destornilladores.
- 5) Lima.
- 6) Cepillo de raíz o plástico.
- 7) Prensa.
- 8) Tarraja (según diámetros de tubería HG del sistema)
- 9) Manguera plástica para regar agua en la arena
- 10) Kit de comparímetro de cloro libre residual.

3.11. Propuesta de tarifa

Básicamente, existe tres tipos de sistema de tarifas de agua, denominados: sistema uniforme, sistema unitario y sistema diferencial.

Sistema uniforme

En el sistema uniforme, el volumen de agua consumida se cobrará mensualmente por cuota general a la población, debido a que no se instalarán medidores de volumen

de consumo, y el cobro mensual se calcula dividiendo el total de gasto entre el total de servicios.

Sistema unitario

En el sistema unitario, toda el agua se cobra a una tarifa uniforme y el cobro mensual se calcula multiplicando tal unidad por el número de metros cúbicos de agua consumida.

Sistema diferencial

Prevalecen dos conceptos con relación a las tarifas diferenciales de agua.: el primero consiste en que la tarifa disminuya conforme el consumo de agua aumenta, sistema inverso. El segundo concepto consiste en que las tarifas aumenten conforme aumenta el consumo, sistema directo; el cual predomina en casi todos los países latinoamericanos. Se propone utilizar este sistema de tarifa.

▪ Gastos de administración

Esta función dependerá del comité oficial local, cuyos integrantes serán los responsables de brindar una adecuada y eficiente operación y mantenimiento del sistema.

Debe velar por el buen desarrollo de las actividades administrativas, las cuales incluyen gastos de papelería, mobiliario y equipo de oficina. Deben realizarse pagos por concepto de viáticos, para los miembros del comité o de alguna otra persona que tenga que realizar trámites relacionados con el sistema.

El comité será el encargado de recolectar el pago por tarifa en forma mensual, por medio de un tesorero, quien tendrá derecho por ley a una comisión del 10% de lo recaudado. Con respecto a los gastos de oficina y gastos de visitas a las oficinas de la dependencia encargada del acueducto, tendrán un gasto adicional del 5% de lo recaudado mensual lo que se calculará de la siguiente forma:

$$Qa = 15\% * \text{Total recaudado por la tarifa}$$

$$Qa = \text{Gastos por administración}$$

▪ **Gastos de operación**

Para la operación del sistema de agua es indispensable la contratación de los servicios de un fontanero, ya que será él, quien brinde una adecuada operación al sistema; se estima un día a la semana (52 días al año) para mantenimiento preventivo y correctivo con un salario de Q 50.00 por día contratado por servicio personales, por lo que no se aplican prestaciones laborales, se recomienda este salario debido a lo pequeño del sistema y a la poca cantidad de beneficiarios, el salario anual es de Q 2,600.00 y el salario mensual es de Q 216.67.

▪ **Gastos por mantenimiento**

Para los gastos por mantenimiento se debe considerar el mantenimiento preventivo, ya que esto servirá para cubrir gastos de reparaciones pequeñas, evitando daños mayores en el sistema. El mantenimiento correctivo se le realiza por daños al sistema, debiendo adquirir materiales y accesorios en el menor tiempo posible; es importante que se tenga en bodega materiales y accesorios para cubrir fallas inmediatas en el sistema.

El mantenimiento incluye compra de herramienta y equipo necesario para realizar reparaciones al sistema.

Para determinar el costo por mantenimiento se debe considerar el período de vida útil del sistema, ya que se ha estimado que mensualmente se requerirá un 0.75% del total del proyecto.

$$Q_{m.m} = (0.0075 * C.T.P.) / 12$$

$Q_{m.m}$ = Gasto por mantenimiento mensual

C.T.P. = Costo total del proyecto

▪ **Gastos de tratamiento**

Consiste en el tratamiento que se le da al agua en la entrada del tanque de distribución, para que ésta sea potable al consumo humano.

Para los sistemas de agua potable se utiliza hipoclorito de calcio, la concentración de éste depende del grado de contaminación del agua, por lo que el gasto estará en relación directa con el gasto de este químico. Este tratamiento es aplicable a los diferentes tipos de sistemas. Ésta actividad la realiza un fontanero, quien es el que le brinda servicio a todo el sistema, por lo que está incluido en los gastos de operación y mantenimiento.

El tratamiento está en función del valor actual del hipoclorito de calcio, del caudal de éste y del que entra al tanque.

Cálculo del costo del hipoclorito de calcio:

$$Q_{Tm} = (\text{Caudal} * 86400 \text{ seg/día}) * (30 \text{ días}) * (\text{peso del hipoclorito}) * \\ (\text{Costo de un gramo de hipoclorito en polvo})$$

$$QTm = (Qdm * 86.4 * 30 * 0.022 * Ch) / PC$$

QTm = Tratamiento mensual

Qdm = Caudal de día máximo

Ch = Costo de hipoclorito por gramo

PC = Porcentaje de concentración (0.10%)

▪ **Inflación**

La inflación está determinada por el aumento de los precios de todos los materiales, accesorios y otros elementos utilizados para darle un buen servicio al sistema. La inflación ha fluctuado un 10%; esto irá variando con el tiempo y como se analiza actualmente, se ha observado un alza desmedida de los precios por lo que se puede considerar la aplicación de un porcentaje del costo total de proyecto.

La inflación influye directamente en el cobro de la tarifa porque se debe dar una operación y mantenimiento al sistema y esto ocasiona la compra de materiales y el pago de mano de obra.

El Comité de Agua deberá considerar cómo deberá absorber un alza fuera de los parámetros establecidos anteriormente. La reserva servirá para sufragar los gastos de inflación hasta que el comité actualice la tarifa nuevamente.

El cálculo de inflación se determina de la siguiente manera:

$Qr = \% \text{ inflación} * \text{total de ingresos percibidos por el cobro de tarifa.}$

Qr = Es el costo de reserva para inflación.

▪ **Tarifa propuesta**

En el cálculo de la tarifa se suman los gastos ocasionados en el sistema, y se divide por el número de conexiones domiciliarias.

Tabla XII. Tarifa actual propuesta

Gastos de administración	Q49.41
Gastos de operación	Q216.67
Gastos por mantenimiento	Q80.69
Gastos de tratamiento	Q2.11
Inflación	Q29.95
Total	Q378.83

No. Conexiones	24
Total/No. De conexiones	Q15.78
Tarifa mínima	Q15.00

Se establece que la tarifa mensual por concepto de consumo de agua hasta 22,000 litros debe ser de quince 00/100 quetzales (Q15.00) y un quetzal más por cada mil litros consumidos en exceso.

▪ **Tarifa de una nueva conexión domiciliaria**

Una nueva conexión al sistema de agua, producirá gastos de instalación en pagos de:

- a. Fontanero
- b. Administración

La cuota por una nueva instalación será de 500 quetzales (Q 500.00) que será recaudada por el Comité de Agua; con la salvedad de que el nuevo beneficiario del sistema desarrollará los trabajos previos a la conexión en: excavación y compra de

materiales desde la línea de tubería más cercana a su casa y automáticamente efectuará el pago mensual de la tarifa establecida.

- **Reinstalación de servicio**

Los beneficiarios del servicio del sistema de agua potable que no efectúen sus pagos mensuales de la tarifa durante 6 meses se les cortará el servicio; con previo aviso verbal y escrito antes del corte. Al momento de la reinstalación del servicio se pagará una cuota de trescientos quetzales (Q 200.00) por concepto de corte e instalación, más los meses no pagados.

3.12. Evaluación socio-económica

La evaluación del proyecto tiene como propósito principal identificar los beneficios y luego valorizarlos adecuadamente, para elaborar indicadores de su rentabilidad social a través del análisis de beneficio costo. La definición de los beneficios o “productos del proyecto” se verifica a partir de los aspectos físicos del mismo, ya que el flujo de beneficios es una función directa de la capacidad instalada del proyecto, tomando en cuenta su utilización para todo el año.

Para hacer la evaluación del proyecto, el flujo de beneficios se elaborará de acuerdo con la naturaleza de los beneficios establecidos. En todo caso deben definirse y medirse los beneficios incrementados, ciclo con ciclo, los cuales deben ser atribuidos exclusivamente al proyecto; es decir, aquellos que sean resultado de la presencia del proyecto en la comunidad.

Con relación a los costos, éstos se distinguen básicamente en: costos de inversión, que son aquellos en los que se debe incurrir para instalar el proyecto, es decir los que se ejecutan entre el primer desembolso y el momento en que se pone a funcionar

el proyecto; los costos de reposición, serán aquellos que se deben hacer para reponer los elementos que se vayan desgastando o cayendo en obsolescencia, como consecuencia del uso del proyecto durante su vida útil; los costos por reposición también denominados costos de mantenimiento; y por último los costos de funcionamiento que son aquellos que necesariamente deben ocurrir para la operación del proyecto, para que éste siga aportando los beneficios previstos en la evaluación.

3.12.1. Valor presente neto

Para determinar el valor presente neto se seguirán los siguientes pasos:

- Determinación de los costos económicos (inversión) del proyecto y los costos de mantenimiento anual, durante el periodo de diseño determinado.
- Valorización de los beneficios esperados por el usuario
- Traslado a valor presente de los costos y beneficios, con una tasa social de descuento del 12%. Para el caso de los beneficios se debe de tomar en cuenta que éstos inician con una cantidad fija y van en aumento progresivamente con la población, mediante la siguiente ecuación:

$$Vp = \frac{\text{Valor futuro}}{(1 + r)^n}$$

Donde:

- Vp = Valor presente
- r = Tasa de descuento
- n = años

- Obtención del valor presente neto, restando los costos actualizados de los beneficios actualizados.

El valor presente neto, para ser aceptable, debe ser *positivo*

3.12.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno es aquella para la cual los costos y los beneficios son iguales y se determina con la siguiente ecuación:

$$Tir = (IP+) \pm \frac{(VAN+)}{(VAN+) + (VAN-)}$$

La tasa interna de retorno, para ser aceptable, debe ser mayor a la tasa de descuento (12%).

A continuación se muestra el cálculo del valor presente neto y la tasa interna de retorno:

Tabla XIII. Análisis económico – social

ANALISIS ECONOMICO - SOCIAL		
Familias Beneficiarias		24
Costo de Operación y Mantenimiento		
Costo del Proyecto		129107.79
Tarifa mensual		Q15.00
Tarifa anual		Q180.00
Beneficios Económicos		
Ingresos por trabajador al mes	Q910.00	
Ingresos por trabajador por hora	Q3.79	
Beneficios Directos	horas	beneficio anual
<i>Disponer de más tiempo</i>		
Ahorro de tiempo en almacenaje	0.5	Q682.50
Ahorro de tiempo en potabilizar (hervir o clorar)	0.5	Q682.50
<i>Sub-total Beneficios directos por familia beneficiada</i>		
<i>Beneficios Indirectos</i>		
Plusvalía Terreno (5%)		Q600.00
Ahorro en gastos, médicos y medicinas		Q192.00
Ahorro en el trabajo al no enfermarse (4 veces al año)		Q121.33
<i>Sub-total Beneficios indirectos por familia beneficiada</i>		
<i>TOTAL BENEFICIOS POR FAMILIA BENEFICIADA</i>		
		Q913.33
<i>Total de beneficios anuales</i>		Q21,920.00

Tabla XIV. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno

Años	Costo Económico	Mantenimiento	Vp Mantenimiento	Beneficios	Vp Beneficios	VAN(+)	VAN(-)
0	-Q129,107.79					11.00%	13.00%
1		Q4,320.00	-Q3,857.14	Q21,920.00	Q19,571.43	Q19,747.75	Q19,398.23
2		Q4,320.00	-Q3,443.88	Q21,920.00	Q17,474.49	Q17,790.76	Q17,166.58
3		Q4,320.00	-Q3,074.89	Q21,920.00	Q15,602.22	Q16,027.72	Q15,191.66
4		Q4,320.00	-Q2,745.44	Q21,920.00	Q13,930.56	Q14,439.38	Q13,443.95
5		Q4,320.00	-Q2,451.28	Q21,920.00	Q12,438.00	Q13,008.45	Q11,897.30
6		Q4,320.00	-Q2,188.65	Q21,920.00	Q11,105.35	Q11,719.33	Q10,528.58
7		Q4,320.00	-Q1,954.15	Q21,920.00	Q9,915.49	Q10,557.95	Q9,317.33
8		Q4,320.00	-Q1,744.78	Q21,920.00	Q8,853.12	Q9,511.67	Q8,245.42
9		Q4,320.00	-Q1,557.84	Q21,920.00	Q7,904.57	Q8,569.07	Q7,296.84
10		Q4,320.00	-Q1,390.92	Q21,920.00	Q7,057.65	Q7,719.88	Q6,457.38
11		Q4,320.00	-Q1,241.90	Q21,920.00	Q6,301.48	Q6,954.85	Q5,714.49
12		Q4,320.00	-Q1,108.84	Q21,920.00	Q5,626.32	Q6,265.63	Q5,057.07
13		Q4,320.00	-Q990.03	Q21,920.00	Q5,023.50	Q5,644.71	Q4,475.29
14		Q4,320.00	-Q883.96	Q21,920.00	Q4,485.27	Q5,085.33	Q3,960.43
15		Q4,320.00	-Q789.25	Q21,920.00	Q4,004.70	Q4,581.38	Q3,504.81
16		Q4,320.00	-Q704.69	Q21,920.00	Q3,575.63	Q4,127.37	Q3,101.60
17		Q4,320.00	-Q629.18	Q21,920.00	Q3,192.52	Q3,718.35	Q2,744.78
18		Q4,320.00	-Q561.77	Q21,920.00	Q2,850.47	Q3,349.86	Q2,429.01
19		Q4,320.00	-Q501.58	Q21,920.00	Q2,545.06	Q3,017.89	Q2,149.56
20		Q4,320.00	-Q447.84	Q21,920.00	Q2,272.38	Q2,718.82	Q1,902.27
21		Q4,320.00	-Q399.86	Q21,920.00	Q2,028.91	Q2,449.39	Q1,683.42
22		Q4,320.00	-Q357.02	Q21,920.00	Q1,811.52	Q2,206.66	Q1,489.75
	-Q129,107.79		-Q33,024.87		Q167,570.63	17,079.54	-4,976.92

Resultados Económicos		
Valor Actual neto	Q5,437.98	<i>Positivo, se acepta</i>
Tasa Interna de retorno	12.55%	<i>Mayor que la tasa de descuento (12%), se acepta</i>
Relación Beneficio-Costo	1.03	<i>Mayor que 1, se acepta</i>

3.13. Evaluación de impacto ambiental

Impacto ambiental en sistemas de agua potable

Un estudio o evaluación de impacto ambiental es un documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que ejecutara para impedir o minimizar sus efectos significativamente adversos

Para el diseño y construcción se deben identificar los factores que puedan causar impacto en el ambiente en el cual se rodeará. Además se deben identificar por separado qué partes del ambiente está afectando.

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto serán:

El agua: debido a que el proyecto consiste en tomar un caudal de agua de una fuente subterránea, ya iniciados los trabajos de construcción puede existir un impacto negativo en la calidad y sanidad del agua. Esto debido a movimientos de suelo y materiales a utilizar para la construcción de la captación; además el movimiento de suelo para el zanjeado puede llegar impactar pequeñas quebradas de agua que se formen en el trayecto del proyecto.

El suelo: impactarán negativamente el mismo si no se verifica la etapa del zanjeo, esto se debe a que habrán movimientos de tierra por el mismo, solamente se dará en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente prevenibles.

Salud: hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción que debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto y que pueden afectar principalmente a los trabajadores que construyan el proyecto.

Impactos negativos

Los impactos negativos analizados se presentan principalmente en la etapa de construcción. En la etapa de operación podrá tener impactos negativos sobre el ambiente si existen daños a la tubería que transporte el agua, ya que el líquido podrá entrar en contacto con los elementos y contaminarse. En conclusión los elementos con mayor impacto negativo son:

- El suelo
- El agua
- La Salud

Medidas de mitigación

- Para evitar las polvaredas y voladuras de partículas de suelo, será necesario programar y ejecutar adecuadamente las labores de zanjeo, compactando adecuadamente las mismas para evitar el arrastre de partículas por el viento. Es recomendable utilizar equipo de protección personal; las gafas de seguridad protegen los ojos de partículas de polvo y voladuras de suelo, las mascarillas respiratorias evitan que el polvo ingrese al organismo de los trabajadores.
- Deberá capacitarse al personal encargado del mantenimiento del sistema, referente al manejo de sistemas de agua potable y reparaciones menores para el sistema.

- Capacitar a la población sobre el adecuado uso del agua y el sistema para evitar desperdicio, uso innecesario o inadecuado del mismo.

Plan de contingencia

En áreas planas, ríos y riachuelos cercanos, es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar el proyecto.

- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones, asolvamiento o derrumbes que puedan afectar cualquier parte del sistema de agua potable del cual se beneficie la comunidad; además deben velar por que los lugares en donde se ubican las obras civiles se encuentran lo más despejado de materiales o vegetación.
- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
- Capacitar a los trabajadores que se encargara de darle mantenimiento al sistema especialmente sobre aspectos de limpieza de cajas rompe presión, válvulas de limpieza, válvulas de aire, tanques de almacenamiento y captaciones.
- Capacitar al personal que laborará en el proyecto en el momento de entrar en operación para su mantenimiento y limpieza, y evitar así que el sistema colapse.

Programa de monitoreo ambiental

- Supervisar periódicamente si están siendo ejecutadas las medidas de supervisión y mantenimiento del sistema.
- Monitorear si el personal utiliza el equipo necesario para la prevención de accidentes y cuidado de la salud.
- Monitorear si está organizada la comunidad de acuerdo en lo propuesto en las medidas o plan de contingencia.

Plan de seguridad humana

- El personal que trabajará en la ejecución del proyecto debe contar con el equipo adecuado, tal como mascarillas, guantes, overoles, botas, casco y gafas de seguridad, que minimicen los riesgos de accidentes en perjuicio de su salud.
- Plan de capacitación al personal que laborará en la ejecución del proyecto sobre aspectos de salud y manejo del sistema, y del equipo adecuado a utilizar.
- Mantener en un lugar de fácil acceso un botiquín con medicamentos de primeros auxilios.

Plan de seguridad ambiental

- En el análisis de los impactos se observa que el proyecto tiene aspectos negativos al ambiente, solamente en la etapa de construcción, pero éstos son fácilmente manejables mediante la implementación de las medidas de mitigación que se explicaron en los apartados anteriores.

Impactos positivos

Cabe resaltar que uno de los impactos positivos que tendrá el proyecto en el ambiente es el evitar la proliferación de enfermedades gastrointestinales, pues el objetivo del proyecto es mejorar la calidad de vida de los miembros de la comunidad. Además al implementar este proyecto el ambiente socioeconómico de la comunidad mejorará, debido al desarrollo sustentable de los mismos.

Factores que puedan causar impacto ambiental y sus medidas de mitigación

A continuación se presenta una tabla resumen de los impactos sobre cada uno de los componentes que tendrán influencia al ejecutar el proyecto y las correspondientes medidas de mitigación.

Tabla XV. Medidas de mitigación

Medidas de mitigación de impactos ambientales

Componente	Impacto	Medida de mitigación
Suelos	Deslaves de material	Prevención durante la construcción
	Erosión de cortes	Prevención de erosión usando estabilización física
Recurso Hídrico	Alteración de fuente de abastecimiento de agua potable	Construcción durante estación seca, para evitar que el manto acuífero sea modificado o resulte en un cambio de curso del caudal durante la construcción de la captación
	Contaminación de fuente de abastecimiento por causa de los insumos utilizados durante la construcción	Depositar los desechos de insumos en un lugar fuera de la zona de brote de fuente de abastecimiento y darles el tratamiento adecuado luego de retirarlos del sitio de trabajo
Calidad del aire	Contaminación del aire por polvo generado en la construcción	Uso adecuado de agua para minimizar la cantidad de partículas sueltas que generen polvo y afecte la salud de los trabajadores
Salud Humana	Riesgos para la salud de los trabajadores	Desarrollar un plan de higiene y seguridad del sitio
	Generación de desechos sólidos derivados de las actividades de los trabajadores de la obra	Establecer y construir un servicio sanitario provisional; colocar toneles para la basura y para posterior disposición en una zona adecuada
Vegetación y fauna	Remoción y afectación de cobertura vegetal	Utilizar la infraestructura existente para la instalación de los trabajadores
		Separar la capa de material orgánico de la del material inerte
		Disponer adecuadamente el material orgánico para su posible reutilización
		Evitar el paso de maquinaria sobre el suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra
	Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar	
Población	Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas	Evitar la interferencia entre el tráfico peatonal y/o vehicular y los frentes de trabajo
		Mantener una adecuada señalización en el área de la obra, en etapa de ejecución y operación instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajos
		Controlar la velocidad de los vehículos y que estos cuenten con alarma de reversa
Paisaje	Impacto visual	Recuperar y restaurar el espacio público afectado una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas
Patrimonio cultural	Daño al patrimonio cultural	Suspender la obra, delimitar el área e informar a quién corresponda para una correcta evaluación, en eventualidad de encontrar hallazgos históricos y arqueológicos; una vez realizadas estas actividades se puede continuar el trabajo

3.14. Presupuesto

Se elaboró un presupuesto con los precios unitarios, un cuadro de resumen de las actividades del proyecto, con su cantidad y su unidad, determinando el costo total de cada renglón de trabajo.

Tabla XVI. Presupuesto de sistema de agua potable Tzamjuyub

RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO				
COMPONENTE	MATERIALES PRESUPUESTADOS	M.O. CALIFICADA	M.O. NO CALIFICADA	COSTO
CAPTACIONES NUEVAS COMPLETAS	Q6,116.36	Q1,500.00	Q1,200.00	Q8,816.36
CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	Q1,654.72	Q900.00	Q720.00	Q3,274.72
VALVULA DE AIRE	Q1,566.30	Q600.00	Q360.00	Q2,526.30
VALVULA DE LIMPIEZA	Q1,137.01	Q600.00	Q360.00	Q2,097.01
VÁLVULA DE COMPUERTA	Q1,718.97	Q1,800.00	Q1,080.00	Q4,598.97
DOSIFICADOR AUTOMATICO DE CLORO	Q2,811.27	Q900.00	Q720.00	Q4,431.27
RED DE DISTRIBUCION DE 720 METROS	Q10,399.35	Q3,375.00	Q2,700.00	Q16,474.35
LÍNEA DE CONDUCCIÓN 400 METROS	Q3,445.00	Q1,800.00	Q1,440.00	Q6,685.00
CAJA ROMPEPRESION	Q1,528.49	Q1,200.00	Q960.00	Q3,688.49
TANQUE DE DISTRIBUCION DE 10 m3	Q17,024.23	Q750.00	Q600.00	Q18,374.23
CONEXIONES DOMICILIARES (24)	Q17,122.78	Q900.00	Q720.00	Q18,742.78
COSTOS DIRECTOS				Q89,709.47
ADMINISTRACION				Q8,970.95
DIRECCION TECNICA				Q8,970.95
UTILIDAD				Q8,970.95
IMPREVISTOS				Q4,485.47
TOTAL EJECUCIÓN				Q121,107.79
CAPACITACIÓN EN ADMINISTRACIÓN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y EDUCACIÓN SANITARIA				Q6,000.00
EQUIPO Y HERRAMIENTAS				Q2,000.00
GRAN TOTAL				Q129,107.79

Continúa...

CAPTACIONES DE BROTE DEFINIDO (2)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo 2" PVC 160 PSI	Unidad	2.00	Q128.44	Q256.88
Codo 2" 90 PVC	Unidad	4.00	Q14.37	Q57.48
Subtotal				Q314.36
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	sacos	30.00	Q55.00	Q1,650.00
Arena de río	m3	2.00	Q240.00	Q480.00
Piedrín	m3	1.00	Q250.00	Q250.00
Piedra bola de 2" a 4"	m3	1.00	Q200.00	Q200.00
Piedra bola de 6" a 10"	m3	2.00	Q200.00	Q400.00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	4.00	Q32.00	Q128.00
Alambre de amarre cal 16.	lb	1.00	Q5.00	Q5.00
Tabla de pino rústica 1" * 12" * 8'	UNIDAD	55.00	Q30.00	Q1,650.00
Clavo de 3"	lb	4.00	Q5.00	Q20.00
Alambre espigado.	Rollo	1.00	Q200.00	Q200.00
Grapa.	Libra	3.00	Q6.00	Q18.00
Poste brotón	Unidad	8.00	Q22.00	Q176.00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	5.00	Q125.00	Q625.00
Subtotal				Q5,802.00
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	10.00	Q150.00	Q1,500.00
No Calificada	jornal	20.00	Q60.00	Q1,200.00
Subtotal				Q2,700.00
TOTAL				Q8,816.36

Continúa...

CAJA REUNIDORA DE CAUDALES (1)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo 2" PVC 160 PSI	Unidad	1.00	Q141.28	Q141.28
Adaptador macho 1 1/2"	Unidad	2.00	Q6.97	Q13.94
Pichacha 1 1/2"	Unidad	1.00	Q20.00	Q20.00
Válvula de compuerta 1 1/2" Br	Unidad	1.00	Q188.63	Q188.63
Codo 2" 90 PVC	Unidad	1.00	Q14.37	Q14.37
Subtotal				Q378.22
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	saco	5.00	Q55.00	Q275.00
Arena de río	m3	1.00	Q200.00	Q200.00
Piedrin	m4	1.00	Q250.00	Q250.00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	1.00	Q200.00	Q200.00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	1.00	Q32.00	Q32.00
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	1.00	Q5.00	Q5.00
Parales de madera de 3" *3" *8'	UNIDAD	3.00	Q31.50	Q94.50
Tabla de pino rústica1''*12''*10´	UNIDAD	3.00	Q30.00	Q90.00
Clavo de 3"	Lb.	1.00	Q5.00	Q5.00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	1.00	Q125.00	Q125.00
Subtotal				Q1,276.50
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	6.00	Q150.00	Q900.00
No Calificada	jornal	12.00	Q60.00	Q720.00
Subtotal				Q1,620.00
TOTAL				Q3,274.72

Continúa...

VALVULA DE AIRE (1)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Adaptador Hembra de 1/2"	Unidad	1.00	Q2.50	Q2.50
Niple PVC 1/2" x 0.15 m	Unidad	1.00	Q1.13	Q1.13
Tee 3/4" PVC	Unidad	1.00	Q3.35	Q3.35
Reductor PVC bushing liso 3/4" x 1/2"	unidad	1.00	Q2.32	Q2.32
Válvula de Aire de 1/2" Br.	Unidad	1.00	Q448.00	Q448.00
Rollo de teflón de 1 1/4	unidad	1.00	Q6.00	Q6.00
Subtotal				Q463.30
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	saco	3.00	Q55.00	Q165.00
Arena de río	m3	1.00	Q200.00	Q200.00
Piedrín	m3	1.00	Q250.00	Q250.00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	1.00	Q200.00	Q200.00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	1.00	Q32.00	Q32.00
Alambre de amarre cal 16.	lb	1.00	Q6.00	Q6.00
Parales de madera de 3" *3" * 8'	UNIDAD	2.00	Q30.00	Q60.00
Tabla de pino rústica1 ""*12"*10´	UNIDAD	2.00	Q30.00	Q60.00
Clavo de 3"	lb	1.00	Q5.00	Q5.00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	1.00	Q125.00	Q125.00
Subtotal				Q1,103.00
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	4.00	Q150.00	Q600.00
No Calificada	jornal	6.00	Q60.00	Q360.00
Subtotal				Q960.00
TOTAL				Q2,526.30

Continúa...

VALVULA DE LIMPIEZA (1)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Adaptador macho de 3/4"	Unidad	2.00	Q2.50	Q5.00
Tee 3/4" PVC	Unidad	1.00	Q3.35	Q3.35
Tubo 3/4" PVC 250 PSI	Unidad	0.50	Q41.63	Q20.82
Válvula de compuerta de 3/4" Br	Unidad	1.00	Q59.84	Q59.84
Rollo de teflón de 1 1/4	unidad	1.00	Q6.00	Q6.00
Subtotal				Q95.01
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	saco	3.00	Q55.00	Q165.00
Arena de río	m3	1.00	Q200.00	Q200.00
Piedrin	m3	1.00	Q250.00	Q250.00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	1.00	Q200.00	Q200.00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	1.00	Q32.00	Q32.00
Alambre de amarre cal 16.	lb	1.00	Q5.00	Q5.00
Tabla de pino rústica 1" * 12" * 10'	UNIDAD	2.00	Q30.00	Q60.00
Clavo de 3"	lb	1.00	Q5.00	Q5.00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	1.00	Q125.00	Q125.00
Subtotal				Q1,042.00
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	4.00	Q150.00	Q600.00
No Calificada	jornal	6.00	Q60.00	Q360.00
Subtotal				Q960.00
TOTAL				Q2,097.01

Continúa...

VÁLVULA DE COMPUERTA (3)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Válvula de compuerta bronce de 3/4"	Unidad	1.00	Q59.84	Q59.84
Válvula de compuerta bronce de 1/2"	Unidad	1.00	Q43.45	Q43.45
Adaptador macho PVC 3/4"	Unidad	2.00	Q2.50	Q5.00
Adaptador macho PVC 1/2"	Unidad	2.00	Q1.33	Q2.66
Rollo de teflón de 1 1/4	unidad	1.00	Q6.00	Q6.00
Subtotal				Q127.47
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	saco	8.00	Q55.00	Q440.00
Arena de río	m3	0.60	Q200.00	Q120.00
Piedrín	m3	0.10	Q250.00	Q25.00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	1.00	Q200.00	Q200.00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	2.00	Q32.00	Q64.00
Alambre de amarre cal 16.	lb	2.00	Q5.00	Q10.00
Parales de madera de 3" *3** 8'	UNIDAD	5.00	Q31.50	Q157.50
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	UNIDAD	6.00	Q30.00	Q180.00
Clavo de 3"	lb	4.00	Q5.00	Q20.00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	3.00	Q125.00	Q375.00
Subtotal				Q1,591.50
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	12.00	Q150.00	Q1,800.00
No Calificada	jornal	18.00	Q60.00	Q1,080.00
Subtotal				Q2,880.00
TOTAL				Q4,598.97

Continúa...

CAJA ROMPEPRESION (1)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo 2" PVC 160 PSI	Unidad	1.00	Q141.28	Q141.28
Adaptador hembra 1"	Unidad	1.00	Q4.24	Q4.24
Adaptador macho 1"	Unidad	1.00	Q5.14	Q5.14
Pichacha 1"	Unidad	1.00	Q20.00	Q20.00
Válvula de compuerta 1" Br	Unidad	1.00	Q97.89	Q97.89
Codo 2" 90 PVC	Unidad	1.00	Q14.94	Q14.94
Subtotal				Q283.49
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	Saco	5.00	Q55.00	Q275.00
Arena de río	m3	1.00	Q200.00	Q200.00
Piedrín	m3	1.00	Q250.00	Q250.00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	1.00	Q200.00	Q200.00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	Varilla	1.00	Q32.00	Q32.00
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	1.00	Q5.00	Q5.00
Parales de madera de 3" *3"* 8'	UNIDAD	2.00	Q31.50	Q63.00
Tabla de pino rústica 1"*12"*10'	UNIDAD	3.00	Q30.00	Q90.00
Clavo de 3"	Lb.	1.00	Q5.00	Q5.00
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	1.00	Q125.00	Q125.00
Subtotal				Q1,245.00
MANO DE OBRA				
Calificada	Jornal	8.00	Q150.00	Q1,200.00
No Calificada	Jornal	16.00	Q60.00	Q960.00
Subtotal				Q2,160.00
TOTAL				Q3,688.49

Continúa...

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 10 M³				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Tubo de 4" PVC de 160 PSI (drenaje-rebalse)	Unidad	1	Q534.00	Q534.00
Adaptador macho 4"	Unidad	2	Q68.00	Q136.00
Codo de 4" * 90° PVC	Unidad	4	Q71.14	Q284.56
Tee 4" PVC	Unidad	1	Q158.00	Q158.00
Válvula de compuerta de 4" Br	Unidad	1	Q636.00	Q636.00
Tubo HG 3/4" tipo liviano (escalera interior)	Unidad	1	Q140.00	Q140.00
Subtotal				Q1,888.56
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	Saco	122	Q50.00	Q6,100.00
Arena de río	M3	8.75	Q200.00	Q1,750.00
Piedrín	M3	0.56	Q200.00	Q112.00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	16.00	Q200.00	Q3,200.00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	23.00	Q36.00	Q828.00
Hierro corrugado de 1/2" Grado 40	Varilla	0.00	Q49.00	Q0.00
Hierro corrugado de 5/8" Grado 40 (escalera)	Varilla	1.00	Q60.00	Q60.00
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	7.00	Q6.00	Q42.00
Parales de madera de 3" *3"* 8'	UNIDAD	31.00	Q30.00	Q930.00
Tabla de pino rústica1"*12"*10'	UNIDAD	46.00	Q30.00	Q1,380.00
Clavo de 3"	Lb.	4.60	Q5.00	Q23.00
Alambre espigado.	Rollo	0.88	Q200.00	Q175.00
Grapa.	Libra	0.00	Q6.00	Q0.00
Poste brotón	Unidad	18.67	Q22.00	Q410.67
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	1.00	Q125.00	Q125.00
Subtotal				Q15,135.67
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	0.00	Q150.00	Q0.00
No Calificada	jornal	0.00	Q60.00	Q0.00
Subtotal				Q0.00
TOTAL				Q17,024.23

Continúa...

DOSIFICADOR AUTOMÁTICO DE CLORO				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Dosificador automático stanair 320	Unidad	0	Q600,00	Q0,00
comparimetro	UNIDAD	0	Q75,00	Q0,00
cubeta 20 tabletas tricloro	UNIDAD	2	Q160,00	Q320,00
adaptador macho PVC de 1/2"	UNIDAD	0	Q1,33	Q0,00
Codo PVC liso 90° de 1/2"	UNIDAD	0	Q1,72	Q0,00
Válvula de aire de bronce de 1/2"	UNIDAD	0	Q448,00	Q0,00
Subtotal				Q320,00
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	saco	6,00	Q55,00	Q330,00
Arena de río	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Piedrin	m3	1,00	Q250,00	Q250,00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	1,00	Q200,00	Q200,00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	2,00	Q32,00	Q64,00
Alambre de amarre cal 16.	lb	1,00	Q5,00	Q5,00
Parales de madera de 3" *3** 8'	UNIDAD	3,00	Q31,50	Q94,50
Tabla de pino rústica1"*12"*10´	UNIDAD	3,00	Q30,00	Q90,00
Clavo de 3"	lb	1,00	Q5,00	Q5,00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	1,00	Q125,00	Q125,00
Subtotal				Q1.363,50
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	6,00	Q150,00	Q900,00
No Calificada	jornal	12,00	Q60,00	Q720,00
Subtotal				Q1.620,00
TOTAL				Q3.303,50

Continúa...

RED DE DISTRIBUCIÓN DE 720 METROS				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Tubo PVC 160 P.S.I de 1 1/2"	Unidad	21	Q90,67	Q1.904,07
Tubo PVC 160 P.S.I de 1"	Unidad	82	Q51,16	Q4.195,12
Tubo PVC 250 P.S.I. de 3/4"	Unidad	23	Q41,63	Q957,49
Reductor PVC bushing liso 1 1/2" x 1"	Unidad	2	Q6,56	Q13,12
Reductor PVC bushing liso 1" x 3/4"	Unidad	1	Q3,80	Q3,80
Tee PVC 1 1/2"	Unidad	1	Q18,19	Q18,19
Tee PVC 1 "	Unidad	1	Q6,56	Q6,56
Subtotal				Q7.170,55
CAJAS PARA VALVULAS DE COMPUERTA (4)				
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	saco	8,00	Q55,00	Q440,00
Arena de río	m³	1,00	Q200,00	Q200,00
Piedrin	m³	1,00	Q250,00	Q250,00
Piedra bola de 6" - 10"	m³	1,00	Q200,00	Q200,00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	varilla	2,00	Q32,00	Q64,00
Alambre de amarre cal 16.	lb	3,00	Q5,00	Q15,00
Parales de madera de 3" *3** 8'	UNIDAD	14,00	Q31,50	Q441,00
Tabla de pino rústica 1**12**10'	UNIDAD	6,00	Q30,00	Q180,00
Clavo de 3"	lb	5,00	Q5,00	Q25,00
Candado para intemperie de 60mm	UNIDAD	4,00	Q125,00	Q500,00
Subtotal				Q2.315,00
VALVULERÍA				
Válvula de compuerta de bronce de 1"	Unidad	3	Q97,89	Q293,67
Válvula de compuerta de bronce de 1 1/2"	Unidad	1	Q188,63	Q188,63
Adaptador macho de 1"	Unidad	6	Q5,26	Q31,56
Adaptador macho de 1 1/2"	Unidad	2	Q6,97	Q13,94
Rollo de teflón de 1 1/4	Unidad	3	Q6,00	Q18,00
Subtotal				Q545,80
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento Solvente 1/4 de galón	Unidad	2	Q125,00	Q250,00
Thiner	Galón	2	Q35,00	Q70,00
Wipe	Libra	4	Q12,00	Q48,00
Subtotal				Q368,00
MANO DE OBRA				
Calificada.	Jornal	22,5	Q150,00	Q3.375,00
No Calificada.	Jornal	45	Q60,00	Q2.700,00
Subtotal				Q6.075,00
TOTAL				Q16.474,35

Continúa...

LÍNEA DE CONDUCCIÓN 400 METROS				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Tubo PVC 315 P.S.I de 1/2"	unidad	19	Q32,80	Q623,20
Tubo PVC 250 P.S.I. de 3/4"	unidad	59	Q41,63	Q2.456,17
Subtotal				Q3.090,00
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento Solvente 1/4 de galón	Galón	1	Q125,00	Q125,00
Thiner	Galón	2	Q35,00	Q70,00
Wipe	Libra	4	Q40,00	Q160,00
Subtotal				Q355,00
MANO DE OBRA				
Calificada.	Jornal	12	Q150,00	Q1.800,00
No Calificada.	Jornal	24	Q60,00	Q1.440,00
Subtotal				Q3.240,00
TOTAL				Q6.685,00

CONEXIONES DOMICILIARES (24)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERIA Y ACCESORIOS				
Tubo de 1/2" PVC	Unidad	83,00	Q32,80	Q2.722,40
Tee de 1 1/4" PVC	Unidad	22,00	Q10,34	Q227,48
Tee de 1" PVC	Unidad	61,00	Q6,56	Q400,16
Reducidor Bushing 1 1/4" a 1/2" PVC	Unidad	22,00	Q6,41	Q141,02
Reducidor Bushing 1" a 1/2" PVC	Unidad	61,00	Q3,80	Q231,80
Llave de paso de 1/2" Br	Unidad	24,00	Q33,63	Q807,12
Adaptador Macho de 1/2" PVC	Unidad	96,00	Q2,50	Q240,00
Válvula de compuerta de 1/2" Br.	Unidad	24,00	Q43,45	Q1.042,80
Válvula de cheque	Unidad	24,00	Q15,00	Q360,00
Adaptador hembra 1/2"	Unidad	48,00	Q2,50	Q120,00
Contador domiciliario	Unidad	24,00	Q175,00	Q4.200,00
Subtotal				Q10.492,78
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Caja prefabricada para válvula compuerta y contador de 50*20*30 cm	Unidad	24,00	Q78,00	Q1.872,00
Caja para válvula de paso	Unidad	24,00	Q78,00	Q1.872,00
Candado para intemperie de 60mm	Unidad	24,00	Q100,00	Q2.400,00
Cemento Solvente 1/4 de galón	Unidad	2,00	Q125,00	Q250,00
Thiner	Galón	4,00	Q35,00	Q140,00
Wipe	Libra	8,00	Q12,00	Q96,00
Subtotal				Q6.630,00
MANO DE OBRA				
Calificada.	Jornal	6,00	Q150,00	Q900,00
No Calificada.	Jornal	12,00	Q60,00	Q720,00
Subtotal				Q1.620,00
TOTAL				Q18.742,78

CONCLUSIONES

1. La construcción del proyecto del sistema de agua para el caserío Xeabaj II beneficiará a 450 habitantes actuales y, aproximadamente, a 740 habitantes al final del período de diseño, que es de 21 años. Este proyecto es de mucha importancia para el caserío, debido a que podrán contar con el servicio de agua potable todo el día, con lo cual se reducirá el riesgo de contraer enfermedades por falta de higiene.
2. La ejecución de este estudio de factibilidad del sistema de agua para la aldea Tzamjuyub beneficiará con agua potable en dotaciones adecuadas y continuidad del servicio a 24 familias para los próximos 21 años; lo cual corresponde a la vida útil del proyecto.
3. En general, la construcción de los proyectos de agua potable, impulsados por la municipalidad, mejorará tanto la calidad como el nivel de vida de los habitantes para lograr el crecimiento y desarrollo del municipio y sus comunidades.
4. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) es una de las primeras experiencias laborales que permite al estudiante de Ingeniería afrontar problemas reales y, a la vez darles una solución factible, basada en los principios de ingeniería adquiridos durante la formación académica.

RECOMENDACIONES

1. El Comité de Agua Potable deberá informar en cada vivienda que el uso del agua es exclusivamente doméstico y que no se permitirá su uso para el de riego de plantaciones.
2. Capacitar a los beneficiarios del proyecto con temas de higiene, salud, ambiente, para crear mejores condiciones de vida.
3. Promover el pago de una tarifa por vivienda beneficiaria del sistema de agua potable, la cual servirá para dar el mantenimiento preventivo y una operación adecuada que conlleven a la sostenibilidad del mismo.
4. Enterrar todas las tuberías de PVC para la protección de los golpes y de los rayos solares que pueda sufrir la línea de conducción y distribución.
5. Promover en la comunidad beneficiaria, proyectos de reforestación del área cercana a las fuentes, para favorecer la infiltración de agua, para evitar la erosión y disminución de los caudales de las fuentes en época seca.
6. El sistema debe ser construido con las especificaciones técnicas y detalles constructivos proyectados en planos y memorias de cálculo, presentados en este documento. Al ejecutar la obra, se recomienda además, capacitar a los miembros de la comunidad que estarán involucrados en la misma.
7. Es necesario verificar que el personal que trabajará en la construcción de los sistemas de agua potable, sea calificado y si fuera posible contratar un ingeniero residente para la supervisión de estos proyectos, con el fin de que todo sea construido correctamente.

BIBLIOGRAFIA

1. Fuentes de León, Hamilton Manuel. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea San Sebastián, municipio de San Marcos, departamento de San Marcos. Trabajo de Graduación Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2007.
2. Mayorga Rouge, Roberto. Diseño de abastecimientos rurales de agua potable. Ingeniero Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1999.
3. Palma Villanueva, David Ricardo. Estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, para el caserío Cerro Gordo, del municipio de Morazán, departamento de El Progreso. Trabajo de Graduación Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2006.
4. Pérez Arriaga, Walter Roderico. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo del caserío las moritas, aldea Los Planes, municipio San Antonio La Paz, departamento de El Progreso. Trabajo de Graduación Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2006.
5. Elías Charchalac, William Alejandro. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para el caserío Xibalbay y puente vehicular para barrio El Carme, municipio de Sololá, Sololá. Trabajo de graduación Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2006.
6. Castañaza Mateo, Marvin Antonio. Normas generales para diseño de sistemas de abastecimientos de agua potable, Instituto de Fomento Municipal división de obras municipales departamento de estudios y diseño, 1979.

APÉNDICE 1: LISTA DE BENEFICIARIOS

Tabla XVII. Listado de beneficiarios del sistema de agua caserío Xeabaj II

VIVIENDA	NOMBRE
1,1	José Guachiac Sac
2,1	Miguel Guachiac y Guachiac
3	Lorenzo Guachiac y Guachiac
4	Francisca Guachiac Sac
5	Juan Guachiac Ixquiactap
7	Pascual Guachiac y Guachiac
8	Juan Guachiac Tziquín
9	Juan Guachiac Guachiac
10	Catarina Sohom Guachiac
11	Alonzo Guachiac Guachiac
12	Manuela Guachiac y Guachiac
13	Juan Tambriz y Tambriz
14	Domingo Guachiac y Guachiac
15,1	Marcos Arriceo Guachiac Guachiac
15,2	Diego Guachiac y Guachiac
16,1	Antonio Guachiac Tum
17	Antonio Guachiac y Guachiac
19	Manuel Guachiac y Guachiac
20	Manuel Guachiac y Guachiac
21	Elena Guachiac Carrillo
22	Manuela Carrillo Guachiac
23	María Guachiac Carrillo
24	Ana Guachiac Carrillo
26	Manuela Guarchaj Ramírez
27	Domingo Guachiac y Guachiac
28	Manuel Guachiac y Guachiac
29	Juan Sohom Guachiac
30	Miguel Sohom Guachiac
31	Pascuala Guachiac y Guachiac
32,1	Manuel Guachiac Guarchaj
33	Antonio Carrillo Guachiac
34	Miguel Guachiac y Guachiac
35,1	Tomasía Guachiac Sac
36	María Guachiac y Guachiac
37	Elena Guachiac y Guachiac
38	Miguel Guachiac Ixquiactap
39	Elena Guachiac y Guachiac
40	Pascual Guachiac Guachiac
41	Manuel Guachiac y Guachiac
42	Isabel Guachiac y Guachiac
43	Cruz Guachiac y Guachiac
44	Sebastiana Guachiac Guarchaj
45	Sebastiana López Guachiac
46	Francisca Guachiac Tum

47	Juan Guachiac y Guachiac
49,1	Diego Guachiac Guarchaj
50	Manuel Guachiac Ixquiactap
51	Manuel Tzep Guachiac
55	Manuel Guachiac y Guachiac
56	Manuel Guarchaj Guachiac
57	Francisca Guachiac y Guachiac
58	Buenaventura Guachiac y Guachiac
59	Sebastian Guachiac y Guachiac
59,1	Manuel Guachiac Guarchaj
60	Roberto Guachiac Sohom
61	Miguel Guachiac y Guachiac
62	Diego Guachiac y Guachiac
63	Manuel Carrillo Guachiac
64	Francisco Carrillo Guachiac
65	Domingo Carrillo Guachiac
66	Juan Aureliano Carrillo Guachiac
67	Manuel Guachiac y Guachiac
68	Isabel Luisa Guachiac y Guachiac
69	Micaela Guachiac Carrillo
70,1	Jose Carrillo Guachiac
71	Maria Guachiac Guarchaj
72	Santos Tambriz y Tambriz
74	Diego Guachiac y Guachiac
75	Martin Carrillo Sohom
76	Marcos Tzep Guachiac
77	Manuel Guachiac y Guachiac
78	Santos Guachiac y Guachiac
79	María Guachiac Guarchaj
80	Isabel Guachiac y Guachiac
81	Elena Guachiac y Guachiac

Tabla XVIII. Listado de beneficiarios del sistema de agua aldea Tzamjuyub

VIVIENDA	NOMBRE
1	Ramón Guarchiac Tahay
2	Francisco López Bicario
3	Manuela Bicara Guarchaj
4	Antonio Tzaput Guarchaj
5	Manuel Bicario Guarchaj
6	Francisco Bicario Guarchaj
7	Diego Bicario Guarchaj
8	Miguel López Tzaput
9	Samuel López Bicario
10	Antonio Guarchaj Guarchaj
11	Marcos Guarchaj Guarchaj
12	Miguel Rosario Guarchaj
13	Lorenzo Gomez Guarchaj
14	Inglesia
15	Nicolas López Tzaput
16	Juan Rosario Guarchaj
17	Manuel Tzaput Guarchaj
18	Juan Bautista Tzaput Guarchaj
19	Martín Tzaput y Tzaput
20	Pedro Rosario Chax
21	Juan López Ixquiactap
22	Manuel Esquipulas Ixtap
23	Maria Tambriz Tambriz
24	Santos Tzaput Guarchaj

APÉNDICE 2: DISEÑO HIDRÁULICO

Distribución de caudales, para el diseño hidráulico (Tzamjuyub)

Q.M.H. (gravedad) L/s	TASA DE CRECIMIENTO %	VIVIENDAS ACTUALES	PERÍODO DE DISEÑO	VIVIENDAS FUTURAS	CAUDAL DE VIVIENDA (gravedad) L/s
1,92	2,4	83	21	137	0,014

Tramo	Ramal	Viv. Act.	Viv. Fut.	Q. Requerido	Q. Inst.	Q. Diseño
T.A. a E-12	R.P.	24	39	0,55	0,92	0,92
E-12 a E-12,1	R-A	5	8	0,11	0,40	0,40
E-12 a E-15	R.P.	17	28	0,39	0,78	0,78
E-15 a E-18	R.P.	13	21	0,29	0,67	0,67
E-18 a E-17,3	R-B	5	8	0,11	0,40	0,40
E-18 a E-22	R.P.	3	5	0,07	0,30	0,30

Cálculo del diseño hidráulico de la línea de conducción de Tzamjuyub

Tramo		Cotas Topog. (metros)		Diferencia de Cotas	Longitud (metros)		Total Tubos	Cudal (Q)	Diámetro Comer.	Diámetro Interno	Clase Tubería	C Tubería	Pérdida Carga	V	Cota Piezom. (metros)		Presión Estática. (m.c.a.)		Presión Dinámica. (m.c.a.)	
Est.	P.O.	Inicial	Final	metros	Horz.	Diseño		L/s	Pulg.	Pulg.	PSI		metros	m/s	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
LINEA DE CONDUCCION																				
C.U.	T.D.	2834,51	2812,51	17,00	338,34	355,26	59,00	0,19	3/4	0,926	PVC 250	150	3,88	0,44	2834,51	2830,63	0,00	22,00	0,00	18,12
Na.1	C.U.	2843,00	2834,51	8,49	59,31	62,28	10,00	0,15	1/2	0,716	PVC 315	150	1,54	0,58	2843,00	2841,46	0,00	8,49	0,00	6,95
Na.2	C.U.	2836,94	2834,51	2,43	53,83	56,52	9,00	0,04	1/2	0,716	PVC 315	150	0,12	0,15	2836,94	2836,82	0,00	2,43	0,00	2,31

Cálculo del diseño hidráulico de la red de distribución de Tzamjuyub

Tramo		Cotas Topog. (metros)		Diferencia de Cotas	Longitud (metros)		Total Tubos	Cudal (Q)	Diámetro Comer.	Diámetro Interno	Clase Tubería	C Tubería	Pérdida Carga	V	Cota Piezom. (metros)		Presión Estática. (m.c.a.)		Presión Dinámica. (m.c.a.)	
Est.	P.O.	Inicial	Final	metros	Horz.	Diseño		L/s	Pulg.	Pulg.	PSI		metros	m/s	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
RAMAL PRINCIPAL																				
11	12	2812,51	2803,90	8,61	119,45	125,43	21,00	0,92	1 1/2	1,754	PVC 160	150	1,13	0,59	2812,51	2811,37	0,00	8,61	0,00	7,47
12,0	15	2803,90	2764,43	39,47	281,79	295,88	49,00	0,78	1	1,195	PVC 160	150	12,76	1,08	2811,37	2798,61	8,61	48,08	7,47	34,19
15	18	2764,43	2726,76	37,67	187,35	196,72	33,00	0,67	1	1,195	PVC 160	150	6,40	0,93	2764,43	2758,02	0,00	37,67	0,00	31,26
18	22	2726,76	2701,43	25,34	128,98	135,43	23,00	0,30	3/4	0,926	PVC 250	150	3,45	0,69	2758,02	2754,58	37,67	63,00	31,26	53,15
RAMAL A																				
12,0	12,1	2803,90	2795,36	8,54	31,09	32,64	5,00	0,40	1	0,926	PVC 160	150	1,41	0,92	2811,37	2809,96	8,61	17,14	7,47	14,60
RAMAL B																				
18,0	17,3	2726,76	2727,19	-0,42	31,66	33,24	6,00	0,40	1	0,926	PVC 160	150	1,44	0,92	2758,02	2756,58	37,67	37,24	31,26	29,40

Distribución de caudales, para el diseño hidráulico (Xeabaj II)

Q.M.H. (gravedad) L/s	TASA DE CRECIMIENTO %	VIVIENDAS ACTUALES	PERÍODO DE DISEÑO	VIVIENDAS FUTURAS	CAUDAL DE VIVIENDA (gravedad) L/s
1,92	2,4	83	21	137	0,014

Tramo	Ramal	Viv. Act.	Viv. Fut.	Q. Requerido	Q. Inst.	Q. Diseño
T.A. a E-57.3	R.P.	86	137	1,92	1,75	1,92
E-57.3 a E-57.1	R-A	6	10	0,14	0,45	0,45
E-57.3 a E-57.2	R-B	7	12	0,17	0,50	0,5
E-57,3 a E-58	R.P.	71	112	1,57	1,58	1,61
E-58 a E-58,1	R-C	6	10	0,14	0,45	0,45
E-58 a E-59	R.P.	65	102	1,43	1,51	1,53
E-59 a E-59,1	R-D	8	13	0,18	0,52	0,52
E-59 a E-60	R.P.	57	89	1,25	1,41	1,43
E-60 a E-61,1	R-E	22	33	0,46	0,85	0,89
E-60 a E-60,1	R-F	6	8	0,11	0,40	0,45
E-60 a E-62	R.P.	29	48	0,67	1,03	1,01
E-62 a E-61,2	R-G	9	15	0,21	0,56	0,56
E-62 a E-62,2	R-H	7	12	0,17	0,50	0,5
E-62 a E-62,1	R-I	13	21	0,29	0,67	0,67

Cálculo del diseño hidráulico de la línea de conducción de Xeabaj II

Tramo		Cotas Topog. (metros)		Diferencia de Cotas	Longitud (metros)		Total Tubos	Cudal (Q)	Diámetro Comer.	Diámetro Interno	Clase Tubería	C Tubería	Pérdida Carga	V	Cota Piezom. (metros)		Presión Estática. (m.c.a.)		Presión Dinámica. (m.c.a.)	
Est.	P.O.	Inicial	Final	metros	Horz.	Diseño		L/s	Pulg.	Pulg.	PSI		metros	m/s	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
LINEA DE CONDUCCION																				
Na. 1	C.U.	3071,57	3066,36	5,21	73,46	77,13	13,00	0,95	1 1/4"	1,532	PVC 160	150	1,43	0,80	3071,57	3070,14	0,00	5,21	0,00	3,78
Na. 2	C.U.	3067,29	3066,36	0,93	20,68	21,71	4,00	0,06	3/4	0,926	PVC 250	150	0,03	0,14	3067,29	3067,26	0,00	0,93	0,00	0,90
Na. 3	T.S.	2976,42	2972,06	4,36	50,18	52,69	9,00	0,64	1	1,195	PVC 160	150	1,58	0,88	2976,42	2974,84	0,00	4,36	0,00	2,78

Cálculo del diseño hidráulico de la red de distribución de Xeabaj II

Tramo		Cotas Topog. (metros)		Diferencia de Cotas	Longitud (metros)		Total Tubos	Cudal (Q)	Diámetro Comer.	Diámetro Interno	Clase Tubería	C Tubería	Pérdida Carga	V	Cota Piezom. (metros)		Presión Estática. (m.c.a.)		Presión Dinámica. (m.c.a.)	
Est.	P.O.	Inicial	Final	metros	Horz.	Diseño		L/s	Pulg.	Pulg.	PSI		metros	m/s	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
RAMAL PRINCIPAL																				
56	57,3	3029,59	3013,34	16,25	75,47	79,24	13,00	1,92	1 1/2	1,754	PVC 160	150	2,80	1,23	3029,59	3026,79	0,00	16,25	0,00	13,45
57,3	58	3013,34	3006,81	6,53	38,94	40,89	7,00	1,61	1 1/4	1,532	PVC 160	150	2,01	1,35	3026,79	3024,78	16,25	22,78	13,45	17,97
58	59	3006,81	3006,30	0,51	14,00	14,70	2,00	1,53	1 1/4	1,532	PVC 160	150	0,66	1,29	3024,78	3024,12	22,78	23,29	17,97	17,82
59	60	3006,30	3005,19	1,11	39,97	41,97	7,00	1,43	1 1/4	1,532	PVC 160	150	1,66	1,20	3024,12	3022,46	23,29	24,40	17,82	17,27
60	62	3005,19	3003,77	1,42	49,98	52,48	9,00	1,01	1 1/4	1,532	PVC 160	150	1,09	0,85	3022,46	3021,37	24,40	25,82	17,27	17,60
RAMAL A																				
57,3	57,1	3013,34	3015,32	-1,98	31,52	33,10	6,00	0,45	1	1,195	PVC 160	150	0,52	0,62	3026,79	3026,28	16,25	14,27	13,45	10,96
RAMAL B																				
57,3	57,2	3013,34	3010,37	2,97	98,08	102,98	17,00	0,50	1	1,195	PVC 160	150	1,95	0,69	3026,79	3024,84	16,25	19,22	13,45	14,47
RAMAL C																				
58	58,1	3006,81	3009,08	-2,27	73,76	77,45	13,00	0,45	1	1,195	PVC 160	150	1,21	0,62	3024,78	3023,57	22,78	20,51	17,97	14,49
RAMAL D																				
59	59,1	3006,30	3009,08	-2,78	49,87	52,36	9,00	0,52	1	1,195	PVC 160	150	1,07	0,72	3024,12	3023,06	23,29	20,51	17,82	13,98
RAMAL E																				
60	61,1	3005,19	2998,26	6,93	171,76	180,35	30,00	0,89	1 1/4	1,532	PVC 160	150	2,96	0,75	3022,46	3019,50	24,40	31,33	17,27	21,24
RAMAL F																				
60	60,1	3005,19	3002,97	2,22	49,90	52,40	9,00	0,45	1	1,195	PVC 160	150	0,82	0,62	3022,46	3021,65	24,40	26,62	17,27	18,68
RAMAL G																				
62	61,2	3003,77	3005,98	-2,21	89,14	93,60	16,00	0,56	1	1,195	PVC 160	150	2,19	0,77	3021,37	3019,19	25,82	23,61	17,60	13,21
RAMAL H																				
62	62,2	3003,77	3009,30	-5,53	63,62	66,80	11,00	0,50	1	1,195	PVC 160	150	1,26	0,69	3021,37	3020,11	25,82	20,29	17,60	10,81
RAMAL I																				
62	62,1	3003,77	2998,26	5,51	63,62	66,80	11,00	0,67	1	1,195	PVC 160	150	2,17	0,93	3021,37	3019,20	25,82	31,33	17,60	20,94

APÉNDICE 3: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CII)
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 22 649		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 23080	
INTERESADO:	FACULTAD DE INGENIERÍA	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD		
RECOLECTADA POR:	Lester A. Aragón M.		U.S.A.C.		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Caserío Xebaj II	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2008-01-28; 11 h 55 min.		
FUENTE:	Nacimiento Xelajab		2008-01-29; 15 h 30 min.		
MUNICIPIO:	Santa Catarina Ixtahuacán	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Sololá				

RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	- - ° C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	109,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,46 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH) :	06,40 unidades		

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,14	6. CLORUROS (Cl ⁻)	06,00	11. SOLIDOS TOTALES	69,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,14	12. SOLIDOS VOLÁTILES	06,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	13,20	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	63,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,003	10. DUREZA TOTAL	46,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	58,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)			
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	34,00	34,00

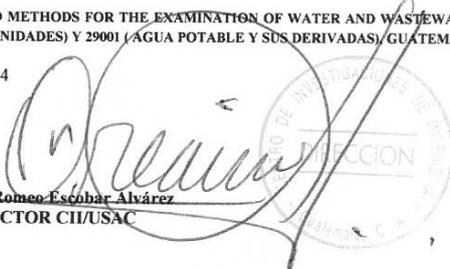
OTRAS DETERMINACIONES _____

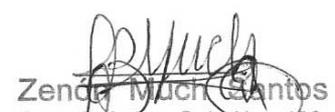
OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21TH EDITION 2 005, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2008-02-14

Vo.Bo.


Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR CII/USAC


Zaida Much Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 "DOCTORA ALBA TABARINI MOLINA"
 CENTRO DE INVESTIGACIONES (CII)
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLOGICO		O.T. No. 22 649	INF. No.A-295770
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Lester A. Aragón M.</u>	DEPENDENCIA:	<u>U.S.A.C.</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Caserío Xeabaj II</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2008-01-28; 11 h 55 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento Xelajab</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2008-01-29; 15 h 30 min</u>
MUNICIPIO:	<u>Santa Catarina Ixtahuacán</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Sololá</u>	SABOR:	<u>-----</u>
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>claro</u>	COLOR RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>inodora.</u>		

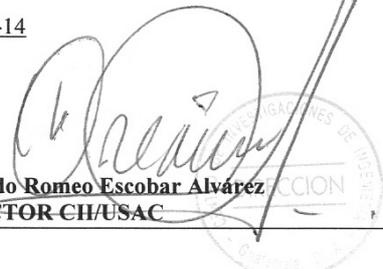
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS – 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2

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

CONCLUSION Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Guatemala, 2008-02-14

Vo.Bo.

 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
 DIRECTOR CH/USAC


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





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) –CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CH)
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 22 649		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 23079	
INTERESADO:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD</u>		
RECOLECTADA POR:	<u>Lester A. Aragón M.</u>		U.S.A.C.		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	<u>Caserío Xeabaj II</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2008-01-28; 11 h 20 min.</u>		
FUENTE:	<u>Nacimiento Pixixil (bombeo)</u>		<u>2008-01-29; 15 h 30 min.</u>		
MUNICIPIO:	<u>Santa Catarina Ixtahuacán</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Sololá</u>				

RESULTADOS					
1. ASPECTO:	<u>Claro</u>	4. OLOR:	<u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA:	<u>--° C</u>
				(En el momento de recolección)	
2. COLOR:	<u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	<u>97,00 µmhos/cm</u>
3. TURBIEDAD:	<u>00,77 UNT</u>	6.potencial de Hidrógeno (pH):	<u>06,70 unidades</u>		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,16	6. CLORUROS (Cl ⁻)	06,00	11. SOLIDOS TOTALES	108,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,10	12. SOLIDOS VOLÁTILES	09,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	18,70	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	02,00	13. SOLIDOS FIJOS	99,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,03	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,20
5. MANGANESO (Mn)	00,006	10. DUREZA TOTAL	44,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	51,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)			
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	36,00	36,00

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21TH EDITION 2 005, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2008-02-14

Vo.Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR CH/USAC



Zenón Mucic Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 "DOCTORA ALBA TABARINI MOLINA"
 CENTRO DE INVESTIGACIONES (CII)
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLOGICO		O.T. No. 22 642	INF. No.A-295769
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Lester A. Aragón M.</u>	DEPENDENCIA:	<u>U.S.A.C.</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Caserío Xeabaj II</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2008-01-28; 11 h 20 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento Pixixil (bombeo)</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2008-01-29; 15 h 30 min</u>
MUNICIPIO:	<u>Santa Catarina Ixtahuacán</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Sololá</u>	SABOR:	<u>-----</u>
		SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
		ASPECTO:	<u>claro</u>
		COLOR RESIDUAL	<u>-----</u>
		OLOR:	<u>inodora.</u>

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS – 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2

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

CONCLUSION Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Guatemala, 2008-02-14

Vo.Bo.


 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
 DIRECTOR CH/USAC


 Zeneid Much Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio





**LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) –CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CII)
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12**

O.T. No. 22 649		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 23078
INTERESADO:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD</u>	
RECOLECTADA POR:	<u>Lester A. Aragón M.</u>		<u>U.S.A.C.</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	<u>Aldea Tzamjuyub, Sector 2</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2008-01-28; 09 h 49 min.</u>	
FUENTE:	<u>Nacimiento Pachocom</u>		<u>2008-01-29; 15 h 30 min.</u>	
MUNICIPIO:	<u>Santa Catarina Ixtahuacán</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO:	<u>Sololá</u>			

RESULTADOS

1. ASPECTO:	<u>Claro</u>	4. OLOR:	<u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	<u>- - ° C</u>
2. COLOR:	<u>02,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	<u>126,00 μmhos/cm</u>
3. TURBIEDAD:	<u>01,50 UNT</u>	6.potencial de Hidrógeno (pH) :	<u>06,80 unidades</u>		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,20	6. CLORUROS (Cl)	07,50	11. SOLIDOS TOTALES	80,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,17	12. SOLIDOS VOLÁTILES	09,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	16,95	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	71,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,04	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
5. MANGANESO (Mn)	00,002	10. DUREZA TOTAL	50,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	67,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	36,00	36,00

OTRAS DETERMINACIONES

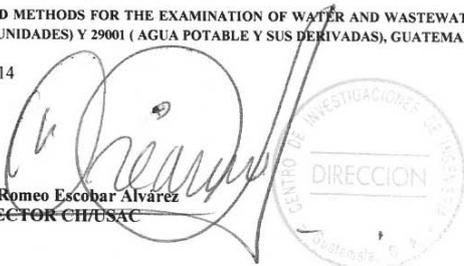
OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21TH EDITION 2 005, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2008-02-14

Vo.Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR CH/USAC



Zerán Muck Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 "DOCTORA ALBA TABARINI MOLINA"
 CENTRO DE INVESTIGACIONES (CII)
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

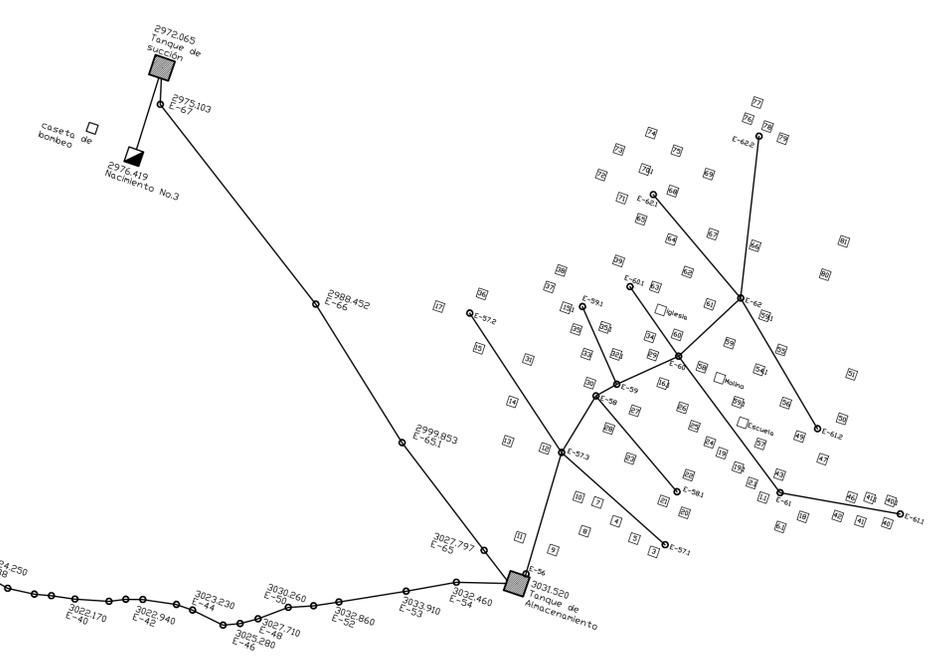
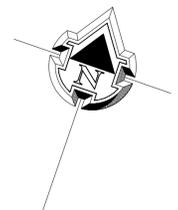
EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-295768
O.T. No. 22 642		CONTROL DE CALIDAD DE AGUA
INTERESADO	FACULTAD DE INGENIERÍA	PROYECTO:
MUESTRA RECOLECTADA POR	Lester A. Aragón M.	DEPENDENCIA:
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Aldea Tzamjuyub, sector 2	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:
FUENTE:	Nacimiento Pachocom	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:
MUNICIPIO:	Santa Catarina Ixtahuacán	CONDICIONES DE TRANSPORTE:
DEPARTAMENTO:	Sololá	
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN
ASPECTO:	claro	COLOR RESIDUAL
OLOR:	inodora	
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)		
		PRUEBA CONFIRMATIVA
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS – 35°C	TOTAL
10,00 cm ³	-----	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		FECAL 44.5 °C
		< 2
<p>TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.</p> <p>CONCLUSION Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.</p> <p>Guatemala, 2008-02-14</p>		
Vo.Bo.	 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez DIRECTOR CII/USAC	 Zenón Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio

APÉNDICE 4: PLANOS

Est.	P.O.	Azmut	D.H. (m)	cota
0				3063
0	0.1	15° 5' 5"	17.66	3063.73
0	A	165° 6' 20"	33.48	3064.33
A	A.1	152° 34' 19"	47.85	3064.48
A	A.2	151° 48' 20"	59.73	3064.41
A	A.3	155° 32' 5"	83.52	3066.02
A	A.4	155° 21' 35"	103.41	3071.57
0	1	58° 15' 20"	15.2	3061.75
1	1.1	251° 24' 5"	12.5	3062.9
1	1.2	284° 47' 40"	8.8	3062.85
1	2	27° 59' 50"	21	3059.89
2	3	22° 25' 10"	15	3057.97
3	B	214° 34' 35"	60.83	3066.88
B	B.1	152° 40' 55"	57.86	3066.38
B	B.2	152° 4' 55"	77.82	3067.30
3	4	12° 28' 5"	10	3055.44
4	5	6° 21' 40"	10	3063.41
5	6	15° 19' 45"	10	3061.88
6	7	7° 57' 10"	15	3056.45
7	8	15° 2' 10"	20	3048.72
8	8.2	22° 23' 20"	20	3047.89
8	9	42° 14' 0"	40	3047.24
9	9.1	53° 37' 0"	20	3046.05
9	9.2	48° 40' 40"	40	3045.85
9	10	45° 52' 5"	60	3045.16
10	10.1	31° 12' 5"	20	3044.97
10	11	35° 36' 25"	40	3043.46
11	12	38° 40' 10"	20	3042.51
12	12.1	21° 0' 10"	20	3041.34
12	13	18° 18' 15"	40	3040.24
13	13.1	45° 1' 10"	20	3039.09
13	13.2	45° 54' 20"	40	3038.58
13	13.3	47° 41' 55"	60	3038.22
13	14	46° 12' 5"	80	3037.6
14	14.1	35° 28' 15"	20	3037.03
14	15	30° 10' 45"	40	3035.84
15	15.1	45° 20' 5"	55	3035.34
15	16	47° 8' 40"	50	3034.79
16	16.1	66° 5' 25"	60	3032.84
16	17	63° 59' 25"	80	3032.08
17	17.1	59° 47' 45"	20	3032.32
17	17.2	33° 2' 20"	40	3031.74
17	17.3	31° 24' 50"	60	3032.29
17	18	24° 17' 20"	80	3031.71
18	19	1° 54' 40"	25	3033.13
18	19.1	27° 27' 30"	10	3031.71
19	19.2	29° 35' 45"	30	3032.33
19	19.3	29° 53' 35"	50	3032.85
19	19.4	22° 1' 10"	68	3032.02
19	19.5	15° 26' 15"	84	3033.15
19	19.6	12° 35' 55"	106	3033.52
19	19.7	10° 48' 20"	144	3032.08
19	20	8° 28' 35"	164	3031.5
20	21	3° 9' 55"	20	3032.68
21	22	17° 9' 20"	10	3033.85
22	22.1	5° 33' 15"	10	3033.44
22	22.2	15° 6' 50"	30	3034.29
22	23	5° 34' 50"	70	3034.99
23	24	4° 28' 55"	10	3035.89
24	25	14° 3' 45"	15	3038.9
25	26	30° 50' 10"	10	3038.25
26	27	54° 24' 55"	10	3035.77
27	28	69° 10' 40"	10	3035.15
28	29	73° 33' 5"	10	3033.98
29	30	69° 45' 40"	10	3033.16
30	31	95° 47' 50"	20	3032.19
31	32	89° 43' 20"	10	3032.16
32	33	60° 6' 55"	15	3032.34
33	34	88° 33' 30"	25	3032.14
34	34.1	107° 43' 35"	20	3032.34
34	35	107° 33' 30"	30	3031.37
35	36	100° 42' 25"	10	3029.27
36	37	85° 18' 5"	10	3026.76
37	38	99° 5' 15"	10	3024.25
38	39	100° 59' 35"	15	3021.44
39	39.1	83° 16' 30"	16	3019.7
39	39.2	89° 26' 45"	26	3020.83
39	40	79° 50' 10"	40	3022.17
40	41	75° 7' 40"	20	3023.45
41	41.1	64° 1' 45"	10	3023.78
41	42	67° 40' 20"	20	3022.84
42	43	79° 18' 0"	20	3022.89
43	44	90° 8' 35"	10	3023.23
44	45	97° 15' 50"	20	3024.28
45	46	66° 1' 35"	10	3025.28
46	47	58° 19' 15"	6	3026.38
47	48	56° 35' 5"	5	3027.71
48	49	45° 5' 55"	3	3029
49	50	51° 48' 5"	10	3030.26
50	51	67° 43' 5"	15	3031.67
51	52	62° 12' 45"	15	3032.88
52	53	61° 58' 30"	40	3033.91
53	54	69° 55' 20"	30	3032.46
54	55	72° 18' 45"	35.6	3031.52

Est.	P.O.	Azmut	D.H. (m)	cota
55	56	24° 31' 55"	7.81	3031.52
56	57	5° 25' 0"	68.08	3034.56
57	57.1	110° 43' 30"	69.65	3035.32
57	57.2	307° 4' 10"	109.85	3030.37
57	57.3	302° 56' 35"	11.80	3033.34
57	58	257° 52' 30"	44.50	3036.81
58	58.1	120° 41' 20"	72.75	3039.66
58	59	42° 0' 35"	14.00	3036.30
59	59.1	317° 12' 35"	49.87	3033.73
59	60	46° 52' 30"	39.97	3035.19
60	60.1	29° 53' 0"	49.88	3032.87
60	61	12° 21' 5"	59.97	3033.24
61	61.1	83° 56' 25"	71.78	2989.23
61	61.2	11° 25' 0"	43.57	3035.89
60	62	29° 53' 0"	49.88	3032.87
62	62.1	300° 42' 40"	79.59	2988.26
62	62.2	347° 30' 40"	56.61	3033.30
62	62.3	46° 52' 45"	63.62	3036.01
60	63	38° 5' 25"	59.28	3034.19
63	64	134° 15' 45"	63.54	3031.85

Est.	P.O.	Azmut	D.H. (m)	cota
55	56	286° 30' 20"	27.52	3027.80
65	65.1	303° 41' 10"	73.50	2989.85
65	66	308° 38' 0"	175.09	2988.45
66	67	303° 2' 0"	148.88	2975.10
67	67.1	188° 44' 55"	29.95	2976.42
67	67.2	343° 52' 5"	21.40	2972.06



ESPECIFICACIONES:

- La tubería para la línea de conducción y línea de distribución deberá estar enterrada en una zanja de las siguientes dimensiones:
 - 0.40 m de ancho x 0.60 m de profundidad
 - 0.40 m de ancho x 0.80 m de profundidad en terrenos agrícolas o ganaderos
 - 0.40 m de ancho x 1.20 m de profundidad en calles con tránsito liviano
- Deberá colocarse los accesorios de PVC indicados y sobre la estación correspondiente en este plano.
- No está permitido ningún tipo de doblez que disminuya la calidad y resistencia de la tubería de PVC y que pretenda sustituir accesorios de PVC indicados en este plano.
- Si es necesario colocar algún accesorio de PVC no indicado en este plano deberá consultarse con la entidad municipal.
- Las válvulas de aire y limpieza deberán colocarse sobre las estaciones topográficas indicadas en este plano.
- La tubería PVC deberá cumplir con la Norma ASTM D-2241-74 con los diámetros en pulgadas indicados en los planos Planta-Perfil y con las respectivas resistencias a la presión indicadas en los mismos.
- La conexión domiciliar recomendada se presenta en el detalle de conexión domiciliar de este plano.
- La conexión domiciliar llegará a la entrada de cada predio y al final el contador.
- Las juntas entre tuberías, tanto en la línea de conducción como en la línea de distribución, deberán realizarse con juntas cementantes.

PLANTA GENERAL

Escala 1:2000

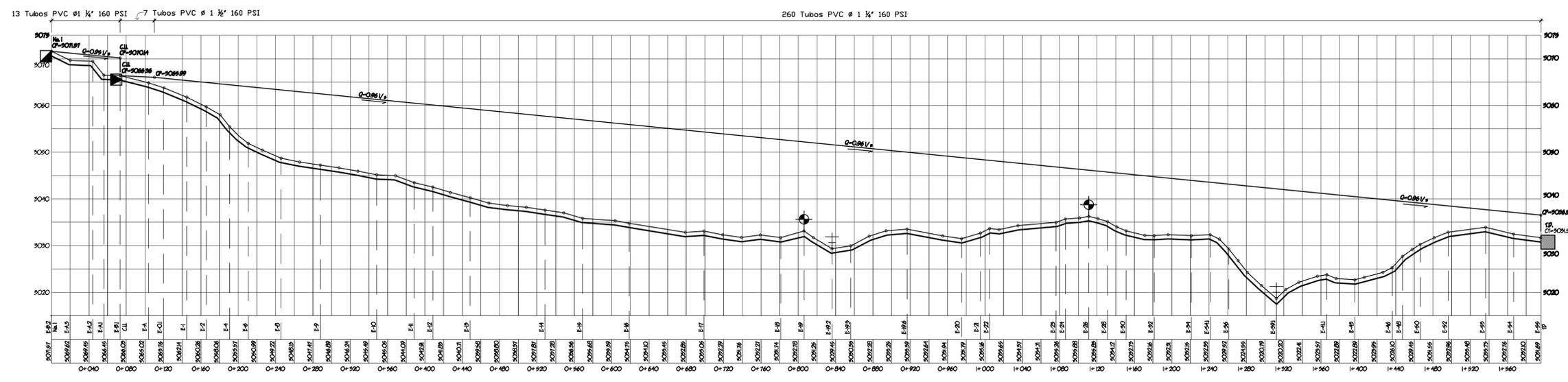
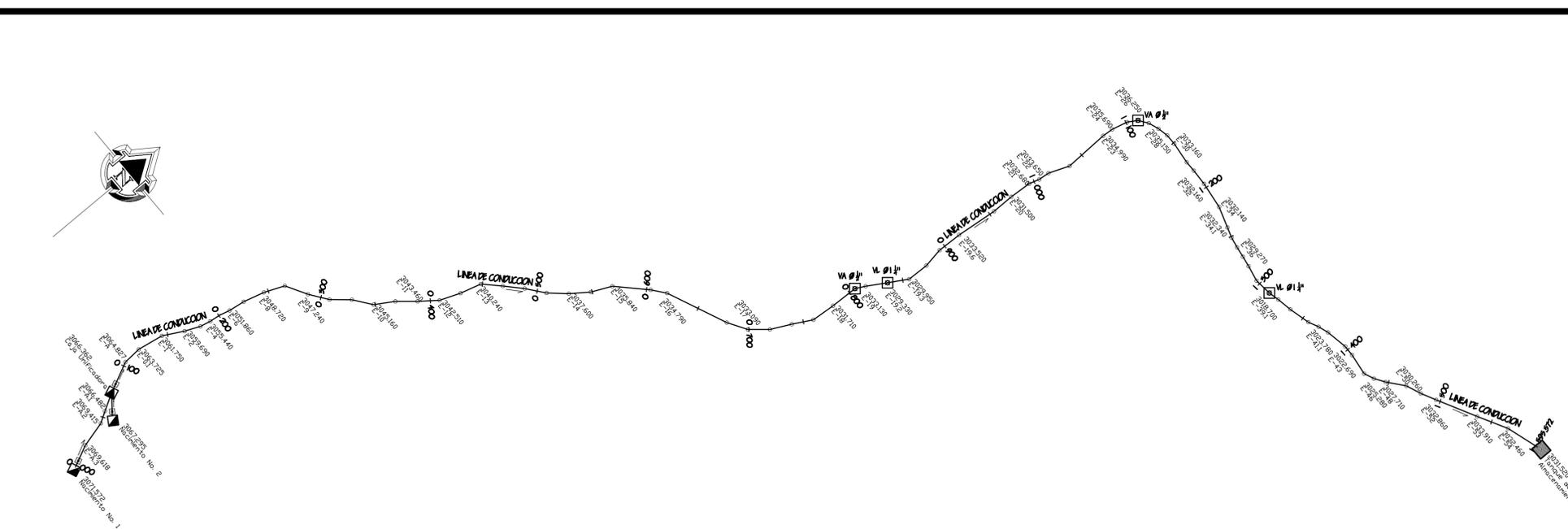
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA XTABAJUN, SOLOLA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO XEABAJ II	ESCALA: INDICADA												
CONTENIDO: PLANTA GENERAL	FECHA: ABRIL / 2008												
ASESOR DE REGION: ING. SILVIO RODRIGUEZ	DEFINIDO EPS 2007: LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS												
EPS: INGENIERIA ARAGON MATAMOROS	PROYECTO EPS 2007: INGENIERIA ARAGON MATAMOROS												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">A</td> <td style="width: 25%;">E</td> <td style="width: 25%;">I</td> <td style="width: 25%;">U</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">HOJA No.</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">1 / 9</td> </tr> </table>		A	E	I	U	HOJA No.				1 / 9			
A	E	I	U										
HOJA No.													
1 / 9													

Prof. Francisco Tambriz
Alcalde Municipal

Ina, Silvia Rodriguez
Asesor

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
○	ESTACIONES
□	VIVIENDA, IGLESIA O ESCUELA
—	TUBERIA DE CONDUCCION
—	TUBERIA DE DISTRIBUCION
○	INDICACION PARA VER DETALLE
□	TANQUE DE DISTRIBUCION (TD)
□	TANQUE DE SUCCION (TS)
—	PIEZOMETRICA (CP), Q-V
⊗	VALVULA DE COMPUERTA (VC)
⊕	VALVULA DE LIMPIEZA (VL)
⊙	VALVULA DE AIRE (VA)
▲	CAPTACION
⊠	CAJA PARA VALVULAS
▲	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES
⊠	VALVULA DE CHEQUE



PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION

Eac. Hn 1:2500 Eac. Ven 1:500



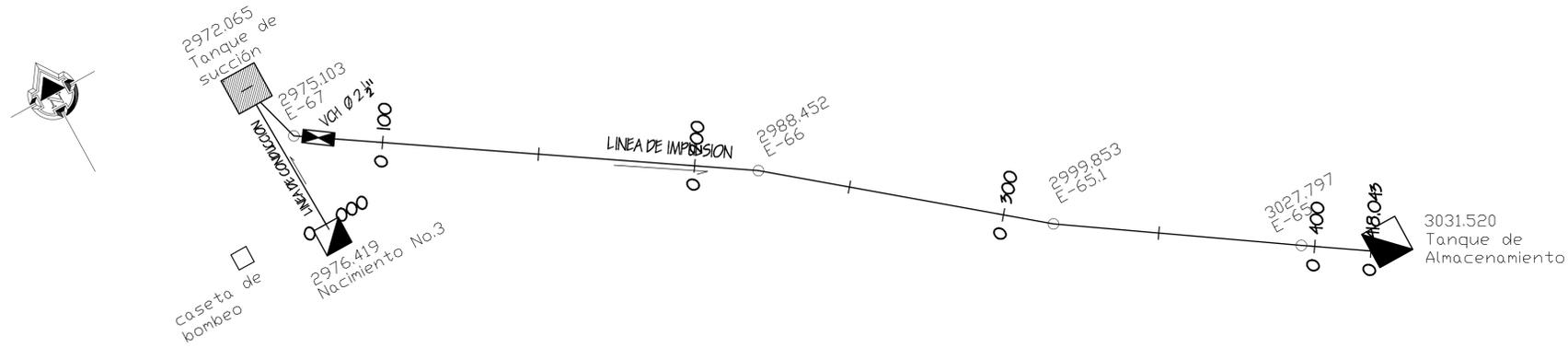
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA XTAPALCÁN, SOLOLÁ

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO XEABAJ II ESCALA: INDICADA
 CONTENIDO: PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION FECHA: **ABRIL / 2008**

ASESOR DE REGION: ING. SILVIO RODRIGUEZ	PROF. EPS 2007: LESTER ADALID ARAÇÓN MATAMOROS	A	E	I	U
EMPRESA: EPS GENERAL "EL PLAN"	PROF. EPS 2007: DILIO Y CALILO EPS 2007	HOJA No. <u>2</u> / <u>9</u>			

Prof. Francisco Tambriz
Alcalde Municipal

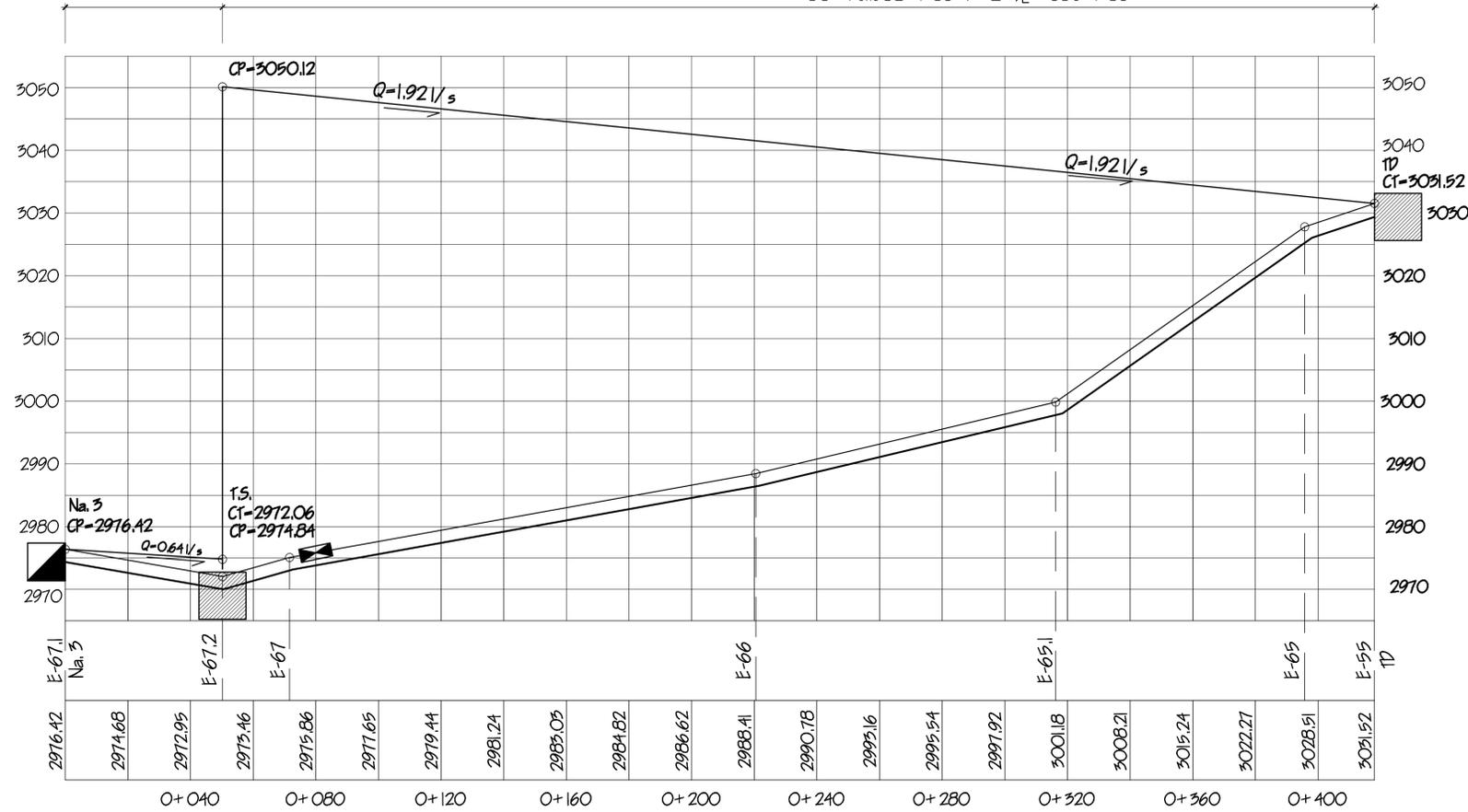
Ina, Silvio Rodriguez
Asesor



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
○	ESTACIONES
□	VIVIENDA, IGLESIA O ESCUELA
—	TUBERIA DE CONDUCCION
—	TUBERIA DE DISTRIBUCION
●	INDICACION PARA VER DETALLE
■	TANQUE DE DISTRIBUCION (TD) TANQUE DE SUCCION (TS)
—	PIEZOMETRICA (CP), Q=V s
⊗	VALVULA DE CIERRE (VC)
+	VALVULA DE LIMPIEZA (VL)
⊕	VALVULA DE AIRE (VA)
▲	CAPTACION
⊠	CAJA PARA VALVULAS
▲	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES
⊞	VALVULA DE CHEQUE

9 Tubos PVC Ø 1" 160 PSI

65 Tubos PSI Ø 2 1/2" 160 PSI



PLANTA-PERFIL LINEA DE IMPULSION

Esc. Hori 1:1000 Esc. Ver 1:500



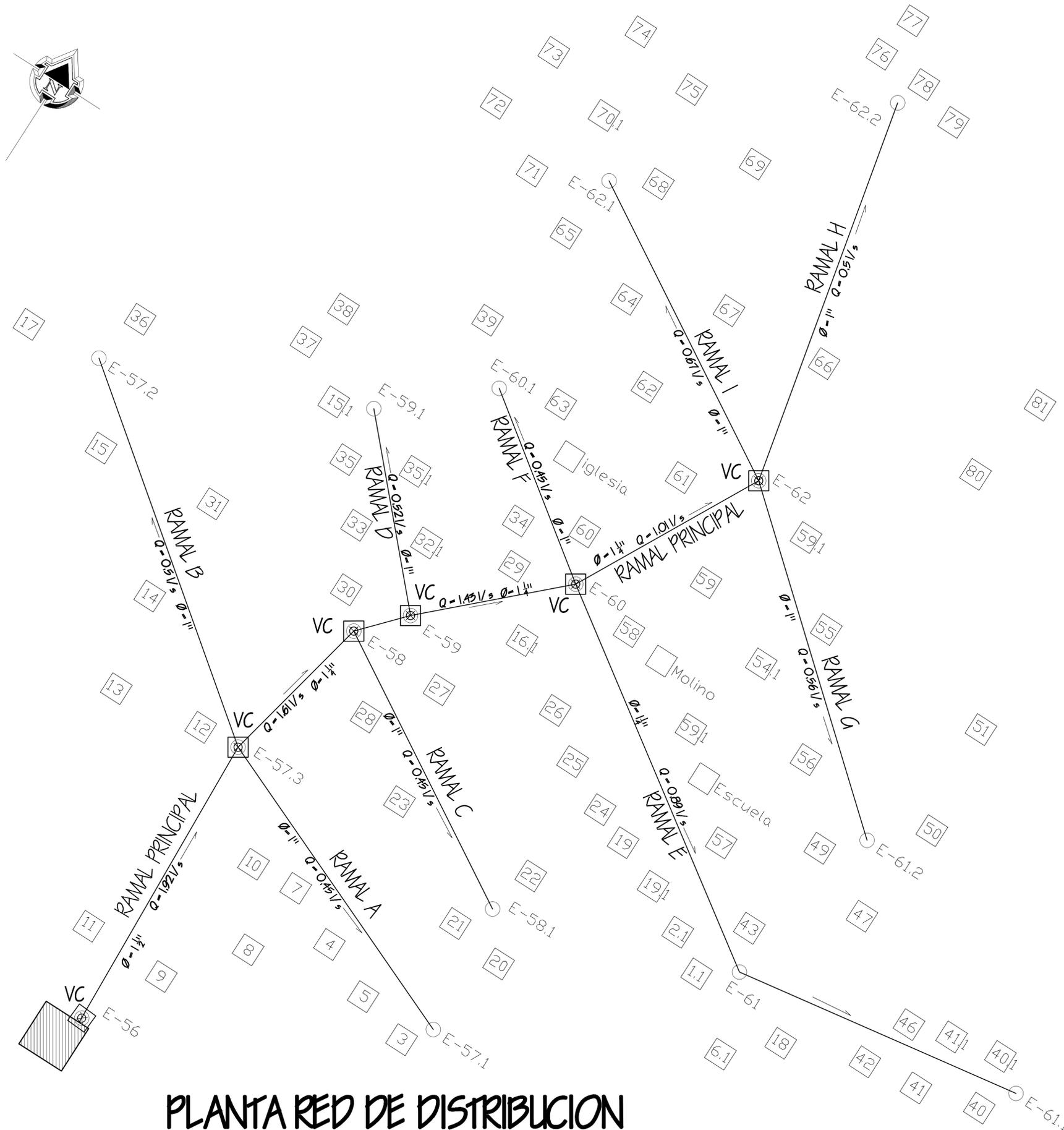
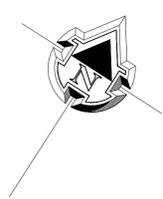
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA (XEBAJU), SOLOLA

PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO XEBAJU II	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	PLANTA - PERFIL LINEA DE IMPULSION	FECHA:	ABRIL / 2008

ASESOR REGIONAL:	ING. SILVIO RODRIGUEZ	PROYECTO:	LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS	A	E	I	U
EMPRESA:	EPS GENERAL "EL PLAN"	PROYECTO:	LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS	Hojas:			
				3 / 9			

Prof. Francisco Tambriz
Alcalde Municipal

Ina. Silvio Rodriguez
Asesor



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DEFINICIÓN
\square	ESTACIONES
\square	VIVIENDA, IGLESIA O ESCUELA
---	TUBERIA DE CONDUCCIÓN
---	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
\odot	INDICACION PARA VER DETALLE
\square	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (1P) TANQUE DE SUCCIÓN (1S)
---	PIEZOMETRICA (CP), Q-V
\otimes	VALVULA DE COMPLETIA (VC)
+	VALVULA DE LIMPIEZA (VL)
\oplus	VALVULA DE AIRE (VA)
\blacksquare	CAPTACION
\square	CAJA PARA VALVULAS
\blacktriangle	CAJA UNIFICADORA DE CALDALES
---	VALVULA DE CIERRE

PLANTA RED DE DISTRIBUCION

Esc: 1:1750

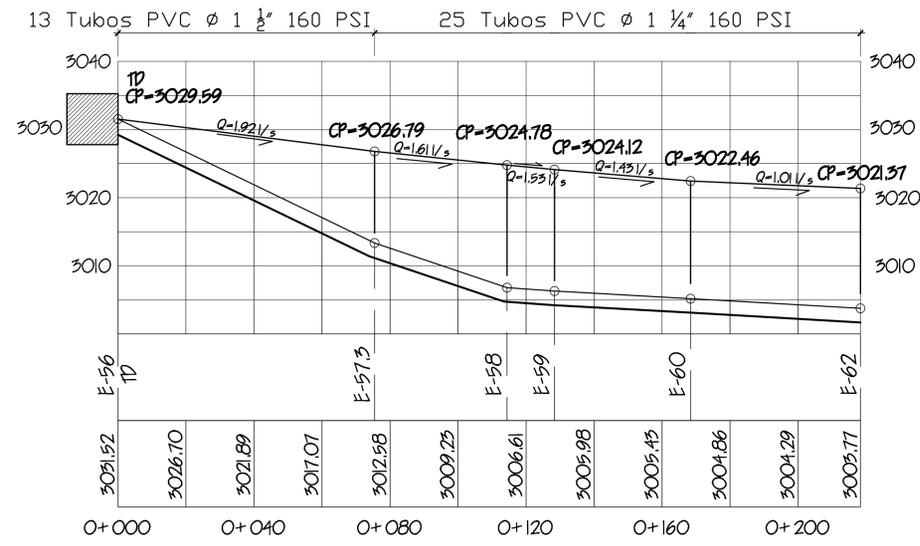
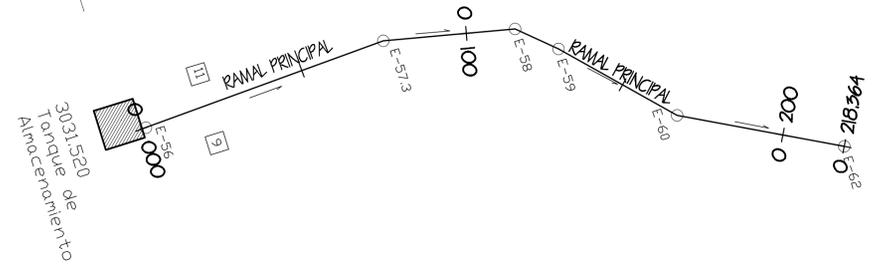


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA XEABAJ II

PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO XEABAJ II	ESCALA:	INDICADA																
CONTENIDO:	PLANTA RED DE DISTRIBUCION	FECHA:	ABRIL / 2008																
ASESOR REGIONAL:	ING. SILVIO RODRIGUEZ	PROF. EPS 2007:	LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS																
EMPRESA:	INGENIERIA ARAGON MATAMOROS	PROF. EPS 2007:	LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS																
		<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>E</td> <td>I</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Hojas:</td> </tr> <tr> <td colspan="4">4 / 9</td> </tr> </table>		A	E	I	U					Hojas:				4 / 9			
A	E	I	U																
Hojas:																			
4 / 9																			

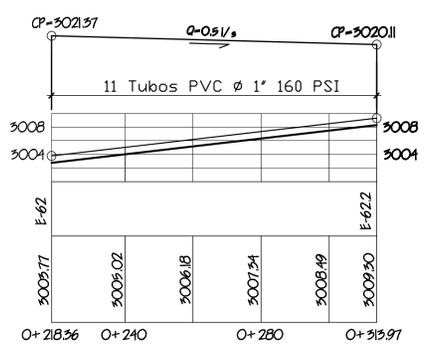
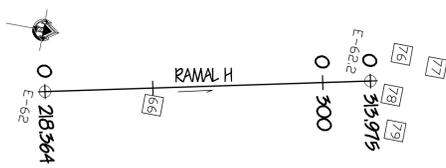
Prof. Francisco Tambriz
Alcalde Municipal

Ina. Silvio Rodriguez
Asesor



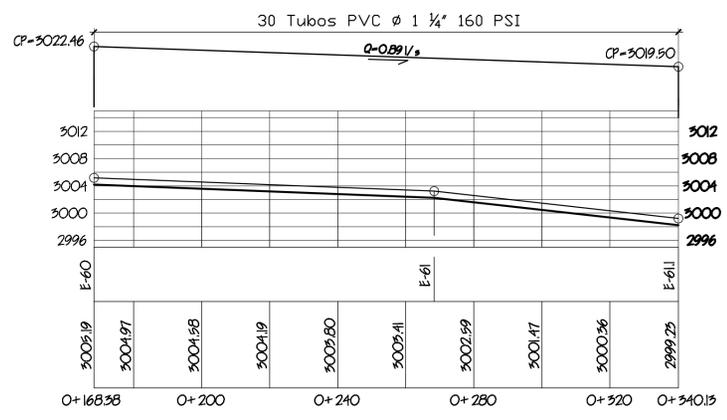
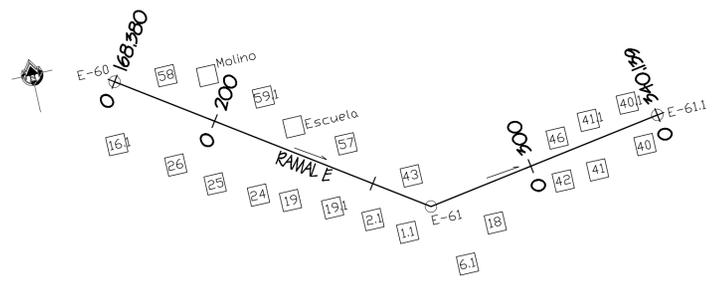
PLANTA-PERFIL RAMAL PRINCIPAL

Esc Hor: 1:1000 Esc Ver: 1:500



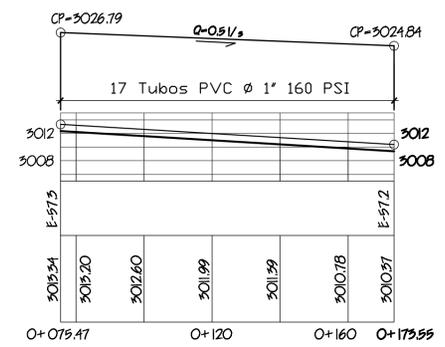
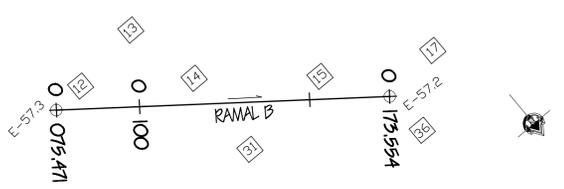
PLANTA-PERFIL RAMAL H

Esc Hor: 1:1000 Esc Ver: 1:500



PLANTA-PERFIL RAMAL E

Esc Hor: 1:1000 Esc Ver: 1:500



PLANTA-PERFIL RAMAL B

Esc Hor: 1:1000 Esc Ver: 1:500

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	ESTACIONES
□	VIVIENDA, IGLESIA O ESCUELA
—	TUBERIA DE CONDUCCIÓN
—	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
○	INDICACION PARA VER DETALLE
□	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
□	TANQUE DE SUCCIÓN (TS)
—	PIEZOMETRICA (CP), Q-V
⊗	VALVULA DE COMPLETIA (VC)
+	VALVULA DE LIMPIEZA (VL)
⊕	VALVULA DE AIRE (VA)
▣	CAPTACION
⊠	CAJA PARA VALVULAS
▲	CAJA UNIFICADORA DE CALDALES
⊞	VALVULA DE CHEQUE



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA (XEBAJU), SOLOLA

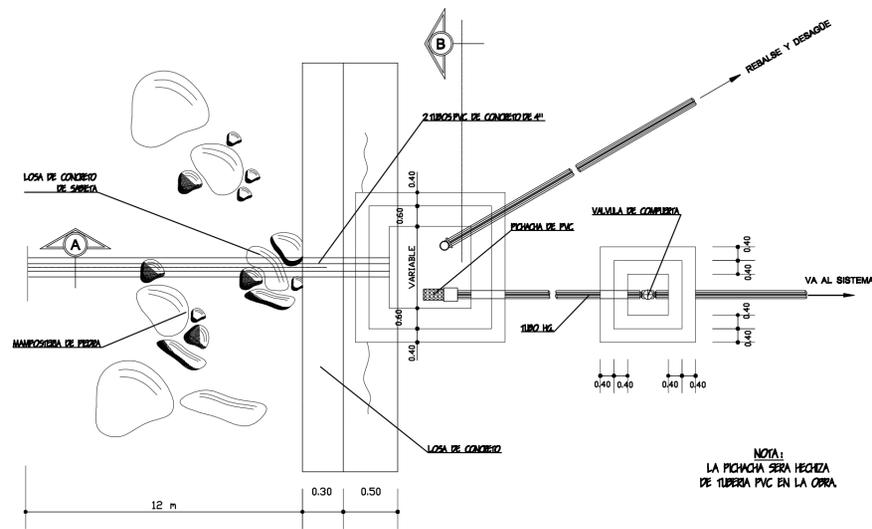
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO XEBAJU II ESCALA: INDICADA
 CONTENIDO: PLANTA - PERFIL RAMALES FECHA: ABRIL / 2008

ASESOR DE REGION: ING. SILVIO RODRIGUEZ
 DISEÑO EPS 2007: LESTER ADALID ARAÇÓN MATAMOROS
 PRESERA: LINDA MARILYN ARAÇÓN MATAMOROS
 DIBUJO Y CALCULO EPS 2007: LINDA MARILYN ARAÇÓN MATAMOROS

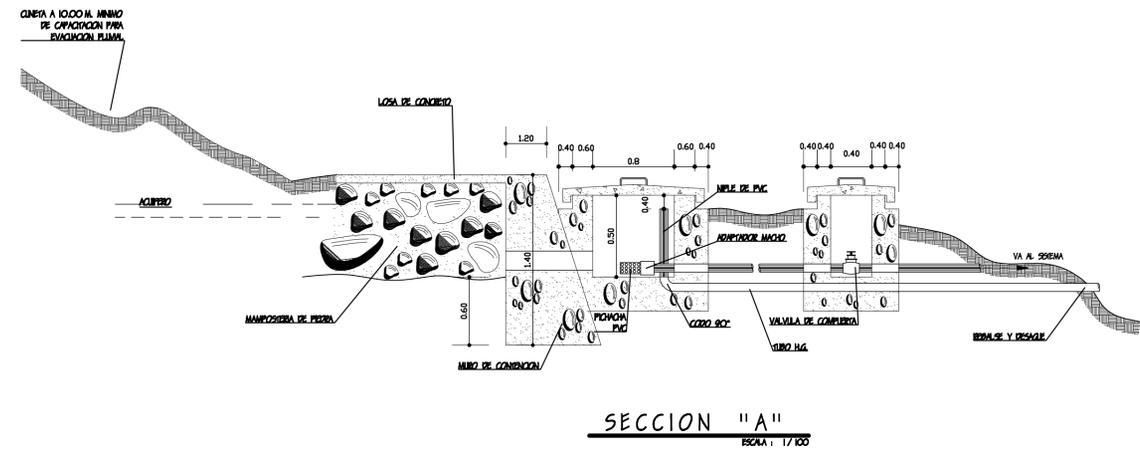
A	E	I	U
HOJA No:			
5 / 9			

Prof. Francisco Tambriz
 Alcalde Municipal

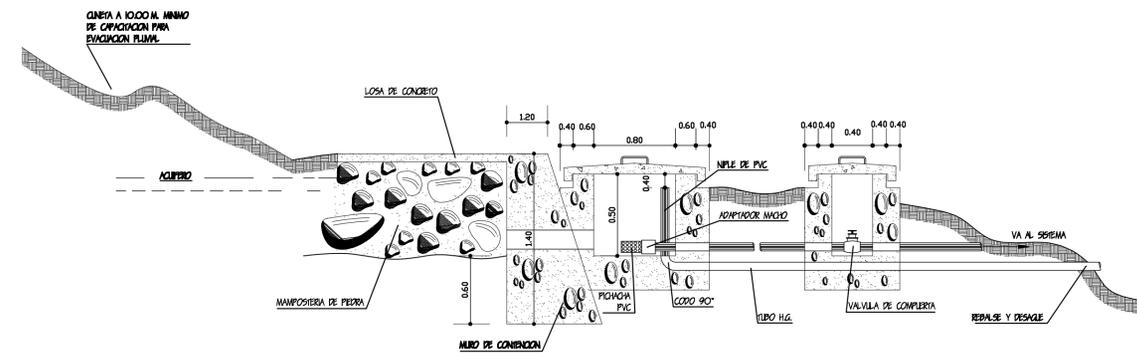
Ina. Silvio Rodriguez
 Asesor



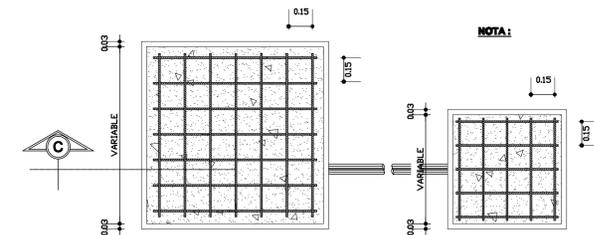
PLANTA DE CAJA DE CAPTACION Y CAJA DE VALVULA
ESCALA: 1/100



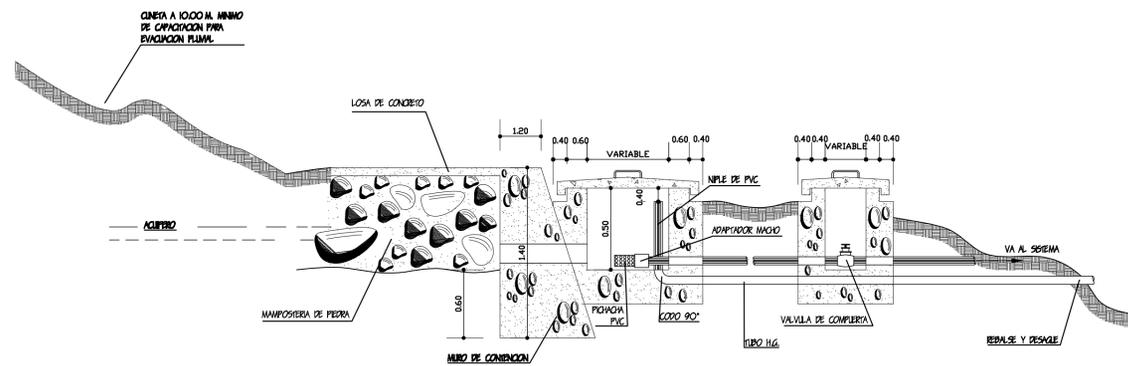
SECCION "A"
ESCALA: 1/100



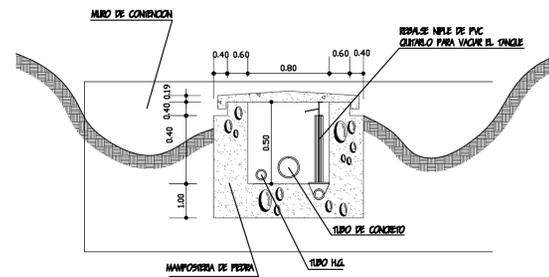
SECCION "A"
ESCALA: 1/100



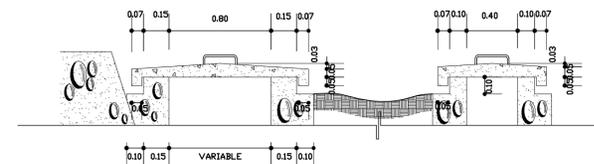
PLANTA DE TAPADERAS
ESCALA: 1/100



SECCION "A"
ESCALA: 1/100



SECCION "B"
ESCALA: 1/100



SECCION "C"
ESCALA: 1/100

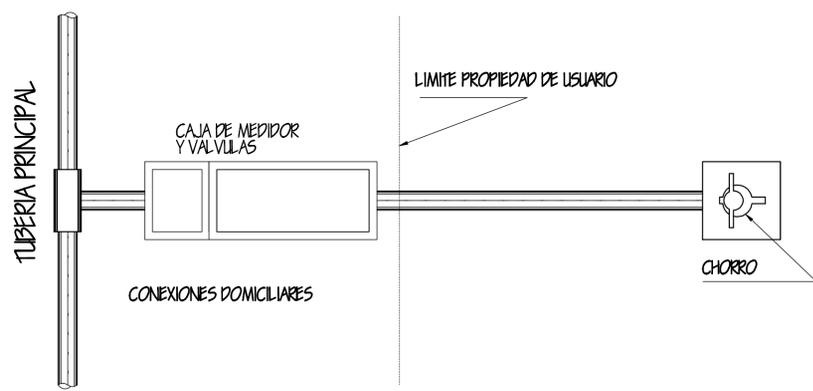


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA XABAJÁN, SOLOLÁ

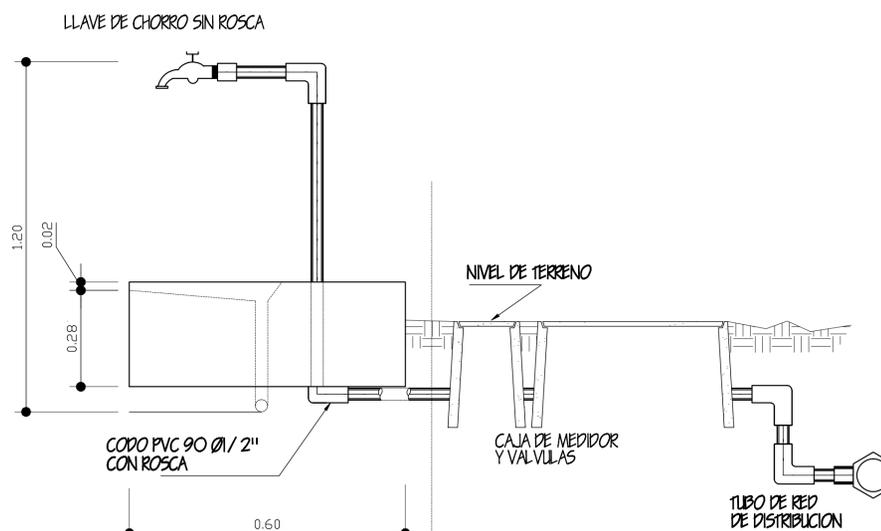
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO XEABAJ II
ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: CAPTACION TIPICA
FECHA: MARZO / 2008

ASESOR DE REGION: ING. SILVIO RODRIGUEZ
DISEÑO EPS 2007: LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS
EPIESSA: EPS MUNICIPAL XEABAJÁN
DIBUJO Y CALCULO EPS 2007: LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS

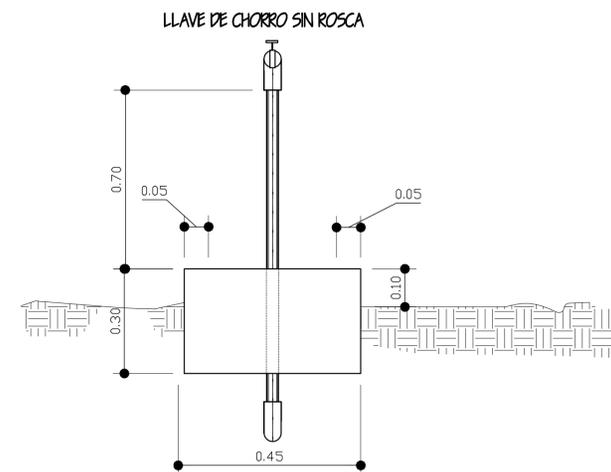
Prof. Francisco Tambriz
Alcalde Municipal
Ina. Silvio Rodriguez
Asesor



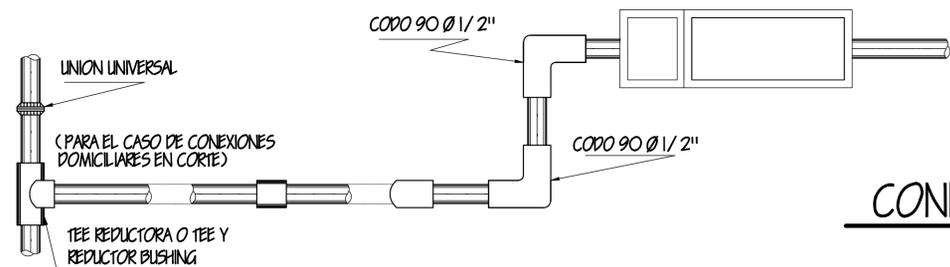
LOCALIZACION DE CONEXION DOMICILIAR



ELEVACION LATERAL

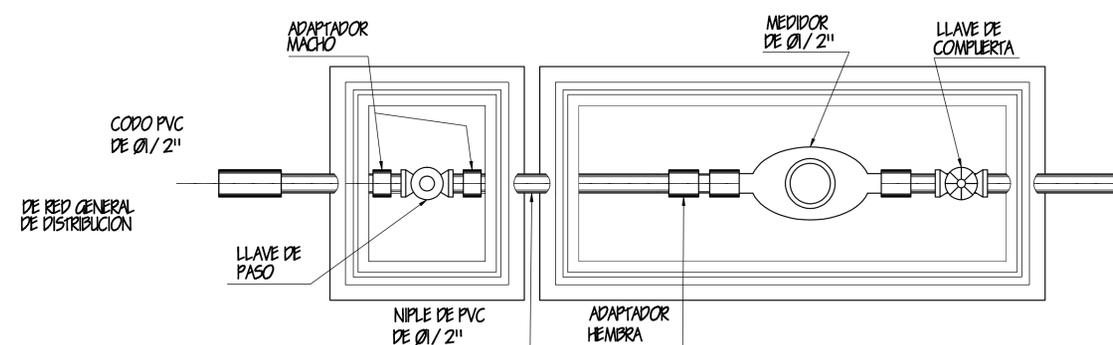


ELEVACION FRONTAL

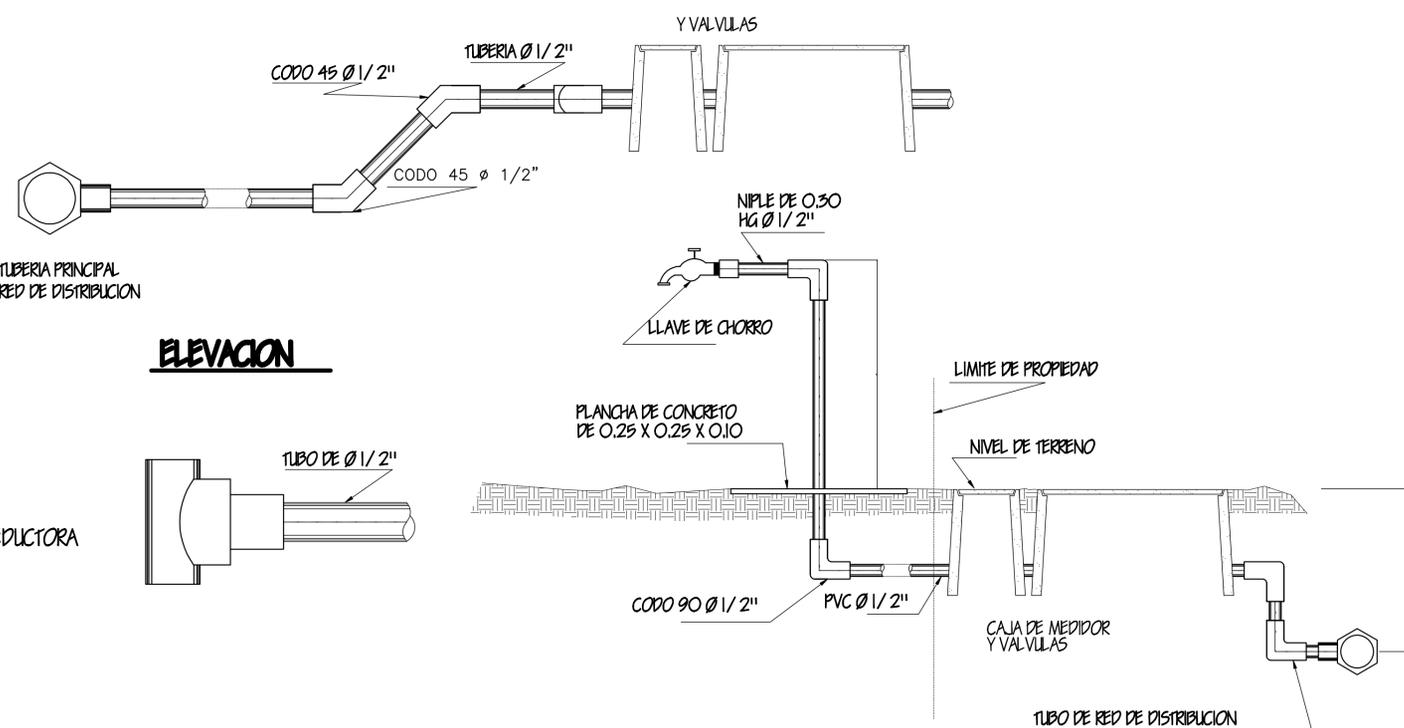


PLANTA

CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR

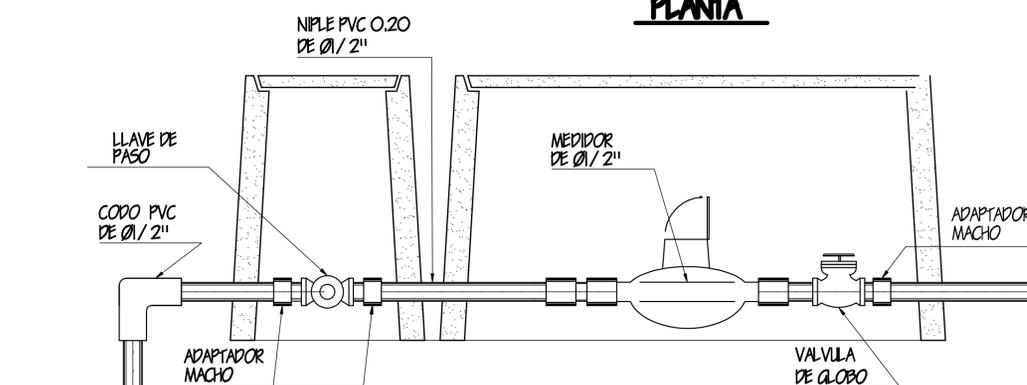


PLANTA



ELEVACION

CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR PARA INSTALACION DE PLA



SECCION LONGITUDINAL

CAJA DE MEDIDOR Y VALVULAS DE CONTROL



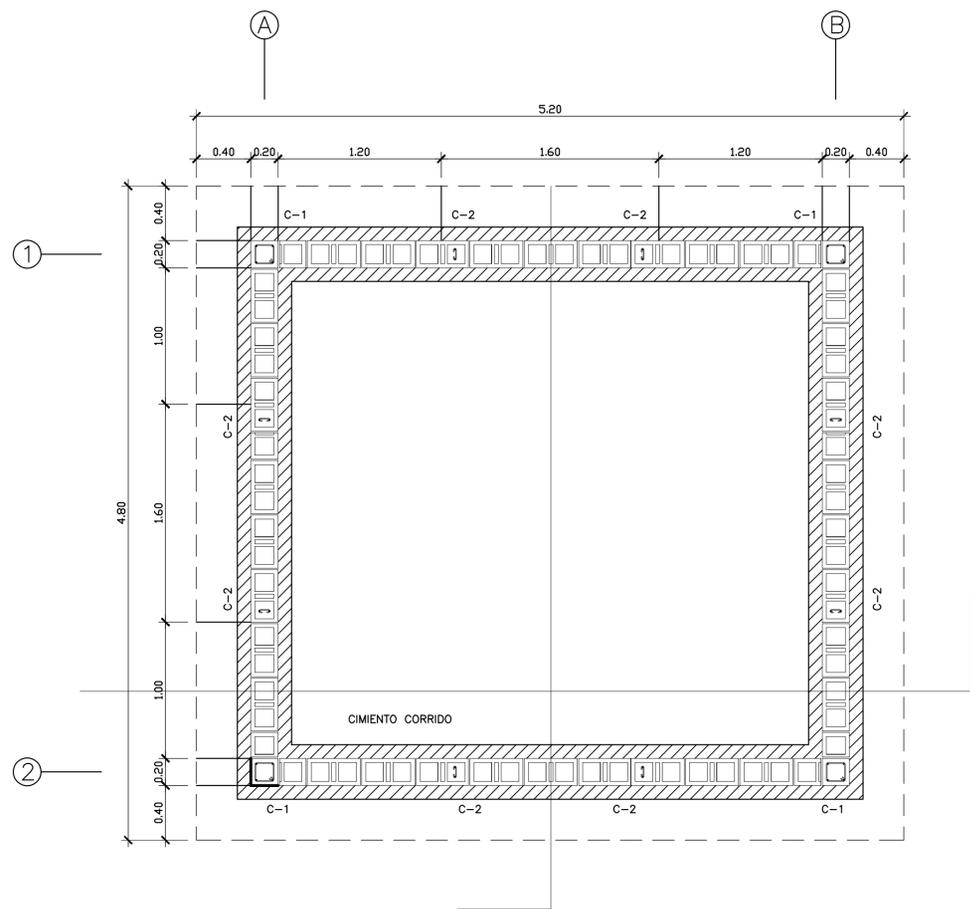
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA XTABAJ II

PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO XEABAJ II	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	CONEXION DOMICILIAR	FECHA:	ABRIL / 2008

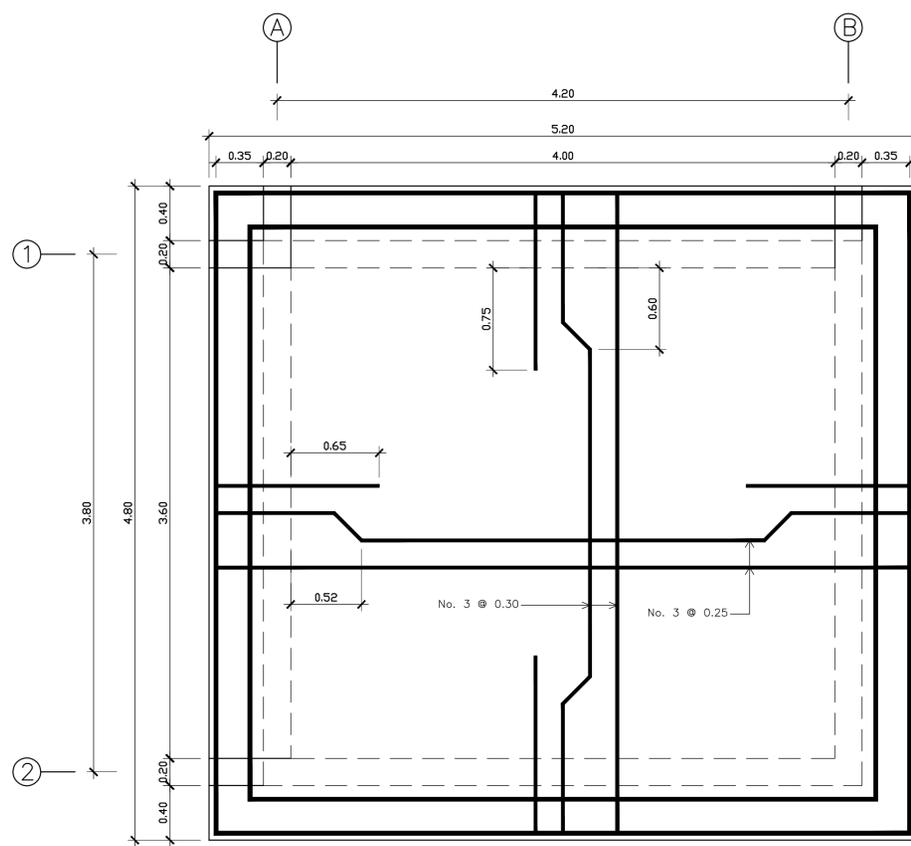
ASESOR DE REGION:	ING. SILVIO RODRIGUEZ	EPS 2007:	LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS	A	E	I	U
EPS:	EPS MATEO ATEMPOZ	EPS 2007:	LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS	HOLAS:			
				8			

Prof. Francisco Tambriz
Alcalde Municipal

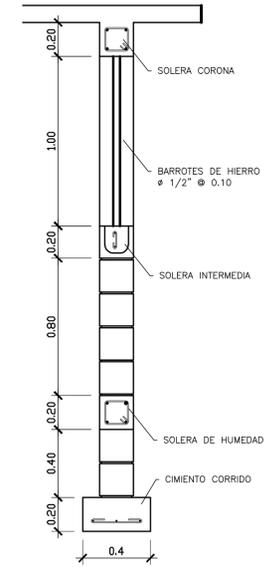
Ina, Silvio Rodriguez
Asesor



PLANTA DE CIMENTACION
ESCALA: 1:25

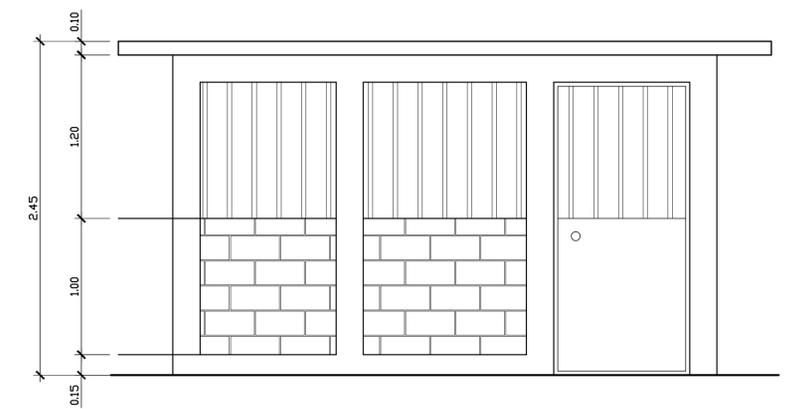


PLANTA DE LOSA
ESCALA: 1:25

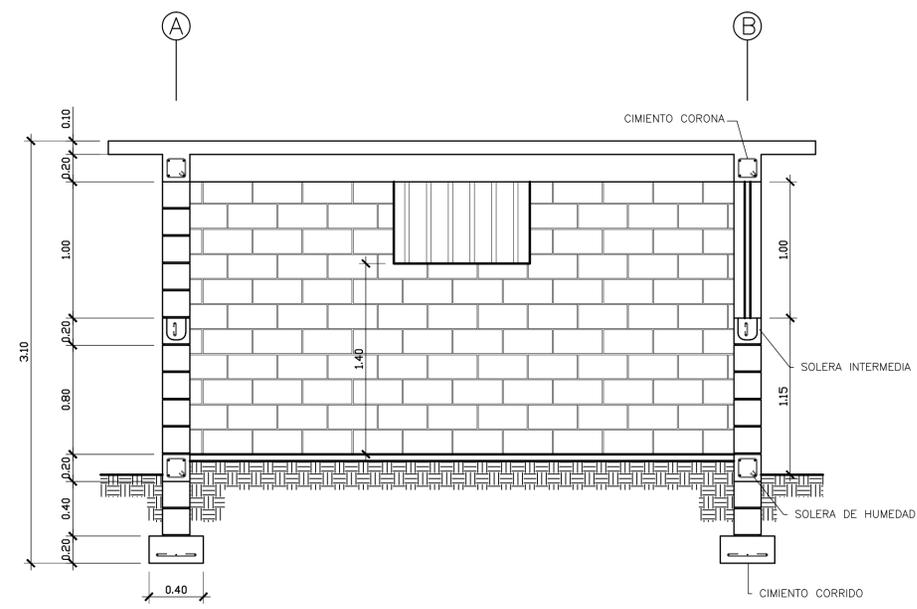


DETALLE DE MURO
ESCALA: 1:25

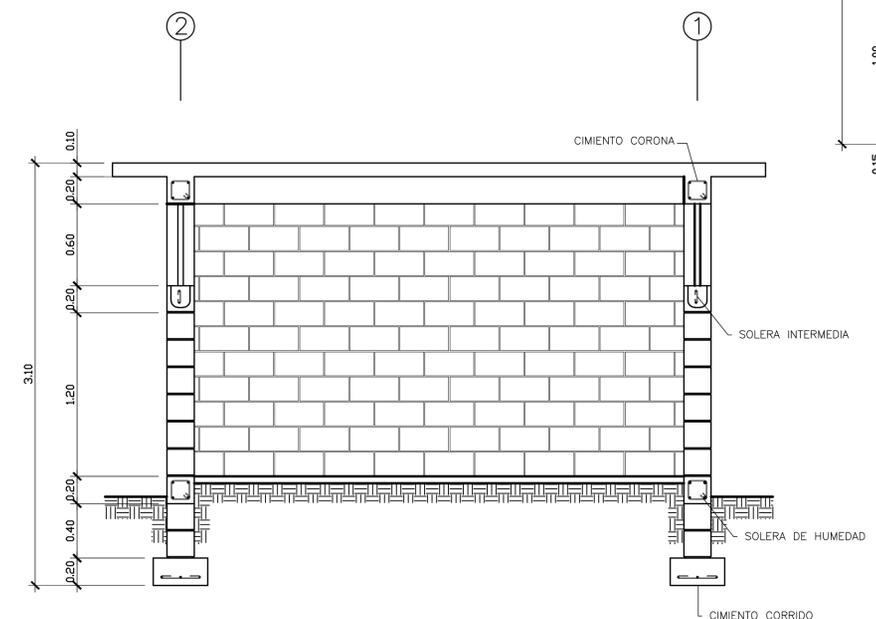
- COLUMNAS**
 C-1 0.20 x 0.20, 4 No.3, ESI, No.2 @ 0.20
 C-2 0.20 x 0.20, 2 No.3, ESI, No.2 @ 0.20
- SOLERAS**
 CORONA 0.20 x 0.20, 4 No.3, ESI, No.2 @ 0.20
 INTERMEDIA 0.20 x 0.20, 2 No.3, ESI, No.2 @ 0.20
 HUMEDAD 0.20 x 0.20, 4 No.3, ESI, No.2 @ 0.20
- CIMENTO**
 CIMENTO CORRIDO 0.40 x 0.20, 3 No. ESI, No.2 @ 0.15



FACHADA
ESCALA: 1:25



SECCION A-A'
ESCALA: 1:25



SECCION B-B'
ESCALA: 1:25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA K'ATAHKAN, SOLOLA

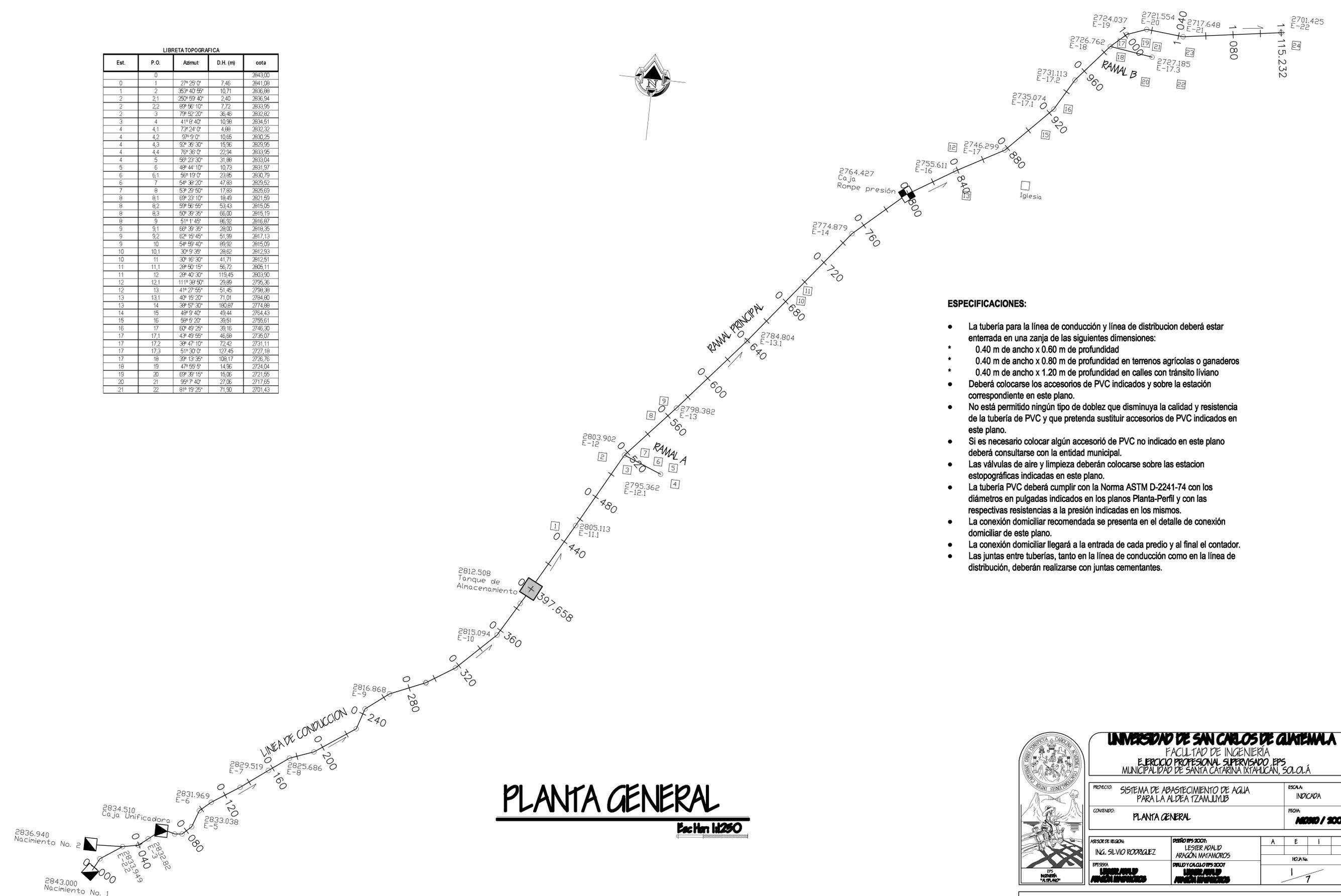
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL CASERIO XEABAJ II
 CONTENIDO: CAJETA DE BOMBO
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: ABRIL / 2008

ASESOR REGIONAL: ING. SILVIO RODRIGUEZ EPS REGIONAL "EL PLAN"	DISEÑO EPS 2007: LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS EPS REGIONAL "EL PLAN"	DIBUJO Y CALCULO EPS 2007: LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS EPS REGIONAL "EL PLAN"	A E I U
HOJA No. 9			9

Prof. Francisco Tambriz
Alcalde Municipal

Ina. Silvio Rodriguez
Asesor

LIBRETA TOPOGRAFICA				
Est.	P.O.	Azmut	D.H. (m)	cota
0				2843.00
0	1	27° 25' 0"	7.46	2841.09
1	2	35° 40' 55"	10.71	2836.98
2	2.1	250° 59' 40"	2.40	2836.94
2	2.2	89° 56' 10"	7.72	2833.95
2	3	79° 52' 20"	36.46	2832.82
3	4	41° 18' 40"	10.99	2834.51
4	4.1	73° 24' 0"	4.88	2832.32
4	4.2	97° 9' 0"	10.65	2830.25
4	4.3	92° 35' 30"	15.96	2829.95
4	4.4	76° 36' 0"	22.94	2833.95
4	5	56° 23' 30"	31.88	2833.04
5	6	46° 44' 10"	10.73	2831.97
6	6.1	56° 19' 0"	23.85	2830.79
6	7	54° 38' 20"	47.83	2829.52
7	8	53° 29' 50"	17.83	2825.69
8	8.1	69° 23' 10"	18.49	2821.59
8	8.2	59° 56' 55"	53.43	2815.05
8	8.3	50° 39' 35"	66.00	2815.19
8	9	51° 1' 45"	86.92	2816.87
9	9.1	66° 39' 35"	28.00	2818.35
9	9.2	62° 15' 45"	51.99	2817.13
9	10	54° 59' 40"	89.92	2815.09
10	10.1	39° 9' 39"	28.62	2812.93
10	11	39° 16' 30"	41.71	2812.51
11	11.1	29° 50' 15"	56.72	2805.11
11	12	29° 40' 30"	119.45	2803.90
12	12.1	111° 38' 50"	29.89	2795.36
12	13	41° 27' 55"	51.45	2798.38
13	13.1	40° 15' 20"	71.01	2784.80
13	14	38° 57' 30"	180.87	2774.88
14	15	48° 9' 40"	49.44	2764.43
15	16	58° 5' 20"	39.51	2755.61
16	17	60° 49' 25"	39.16	2746.30
17	17.1	43° 49' 55"	46.68	2735.07
17	17.2	38° 47' 10"	72.42	2731.11
17	17.3	51° 30' 0"	127.45	2727.18
17	18	39° 13' 35"	108.17	2726.76
18	19	47° 55' 5"	14.96	2724.04
19	20	69° 39' 15"	15.06	2721.55
20	21	96° 7' 40"	27.06	2717.65
21	22	81° 19' 25"	71.90	2701.43



PLANTA GENERAL

Escala 1:250

ESPECIFICACIONES:

- La tubería para la línea de conducción y línea de distribución deberá estar enterrada en una zanja de las siguientes dimensiones:
 - * 0.40 m de ancho x 0.60 m de profundidad
 - * 0.40 m de ancho x 0.80 m de profundidad en terrenos agrícolas o ganaderos
 - * 0.40 m de ancho x 1.20 m de profundidad en calles con tránsito liviano
- Deberá colocarse los accesorios de PVC indicados y sobre la estación correspondiente en este plano.
- No está permitido ningún tipo de doblez que disminuya la calidad y resistencia de la tubería de PVC y que pretenda sustituir accesorios de PVC indicados en este plano.
- Si es necesario colocar algún accesorio de PVC no indicado en este plano deberá consultarse con la entidad municipal.
- Las válvulas de aire y limpieza deberán colocarse sobre las estaciones topográficas indicadas en este plano.
- La tubería PVC deberá cumplir con la Norma ASTM D-2241-74 con los diámetros en pulgadas indicados en los planos Planta-Perfil y con las respectivas resistencias a la presión indicadas en los mismos.
- La conexión domiciliar recomendada se presenta en el detalle de conexión domiciliar de este plano.
- La conexión domiciliar llegará a la entrada de cada predio y al final el contador.
- Las juntas entre tuberías, tanto en la línea de conducción como en la línea de distribución, deberán realizarse con juntas cementantes.



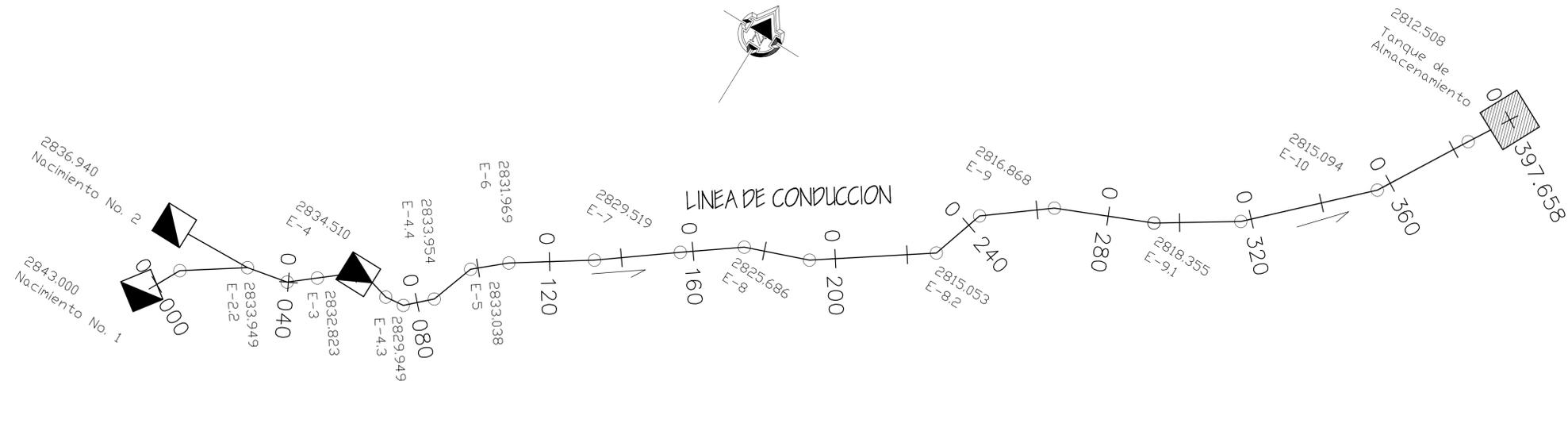
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA ITZAMUJUB

PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA ALDEA TZAMUJUB	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	PLANTA GENERAL	FECHA:	ABRIL / 2008

ASESOR DE REGION:	ING. SILVIO RODRIGUEZ	PROF. EPS 2007:	LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS	A	E	I	U
EPS:	INGENIERIA ARAGON MATAMOROS	PROF. EPS 2007:	LINER ADALID ARAGON MATAMOROS	HOLAS:			
				1 / 7			

Prof. Francisco Tambriz
Alcalde Municipal

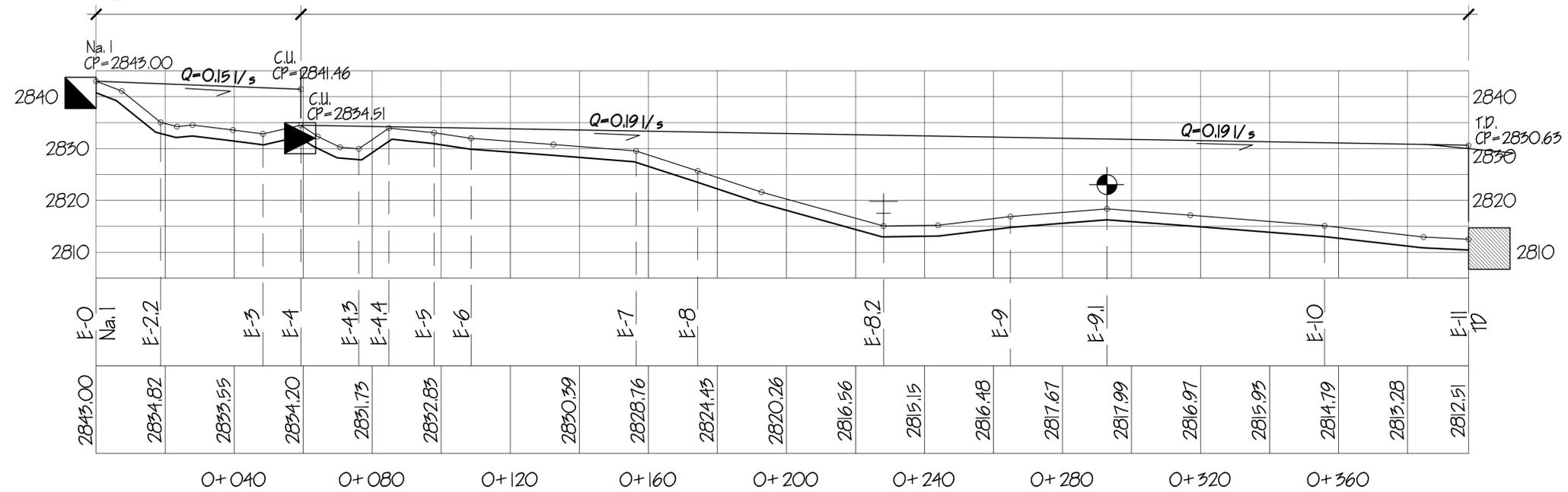
Ina, Silvio Rodriguez
Asesor



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
○	ESTACIONES
□	VIVIENDA, IGLESIA O ESCUELA
—	TUBERIA DE CONDUCCIÓN
—	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
●	INDICACION PARA VER DETALLE
■	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD)
—	TANQUE DE SUCCIÓN (TS)
—	PEZONETICA (CP), Q- V/s
⊗	VALVULA DE COMPLETIA (VC)
+	VALVULA DE LIMPIEZA (VL)
⊕	VALVULA DE AIRE (VA)
▲	CAPTACION
⊠	CAJA PARA VALVULAS
▲	CAJA UNIFICADORA DE CALDALES
■	CAJA ROMPE PRESIÓN

10 Tubos PVC $\phi \frac{1}{2}$ " 315 PSI

59 Tubos PVC $\phi \frac{3}{4}$ " 160 PSI



PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION

Escala Horizontal 1:750 Escala Vertical 1:500



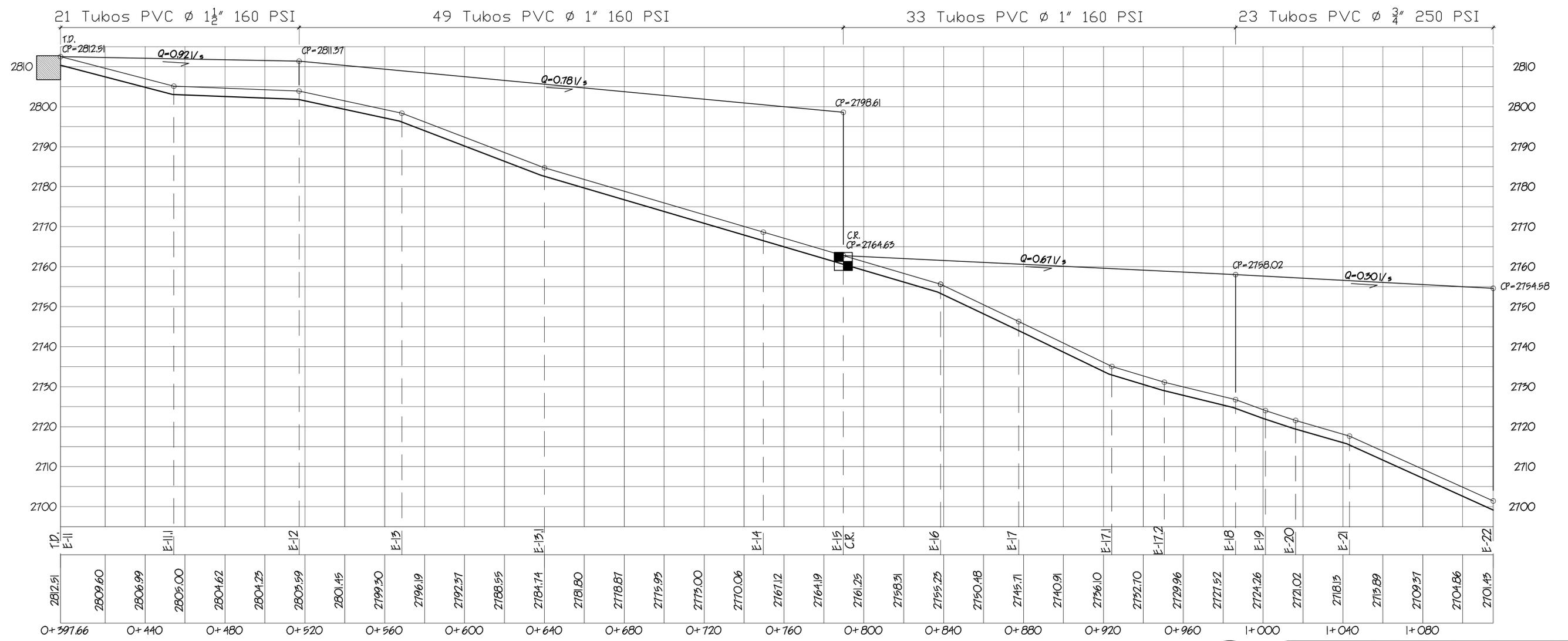
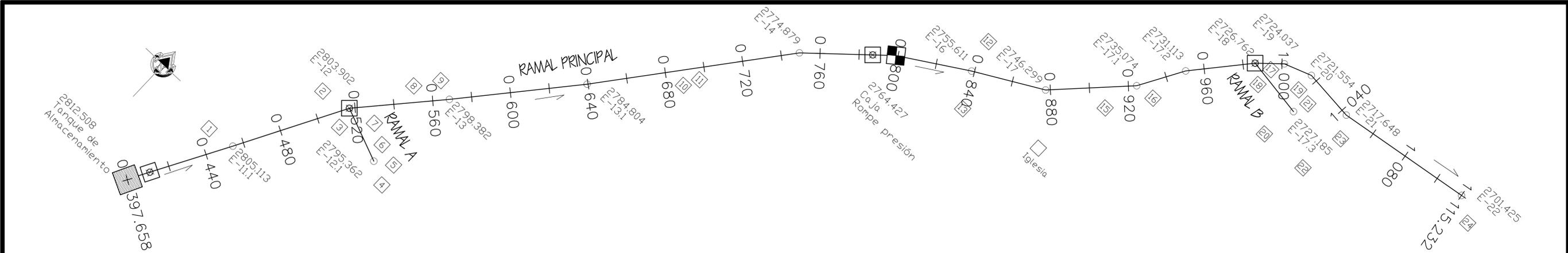
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA XTZAHUCÁN, SOLOLÁ

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA ALDEA TZAMJUMIB	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION	FECHA: ABRIL / 2008

ASESOR DE REGION: ING. SILVIO RODRIGUEZ	PROF. EPS 2007: LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS	A	E	I	U
EMPRESA: INGENIERIA ARAGON SUPERVISADO	PROF. EPS 2007: LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS	HOJA No. 2 / 7			

Prof. Francisco Tambriz
Alcalde Municipal

Ing. Silvio Rodriguez
Asesor



PLANTA-PERFIL RED DE DISTRIBUCION

Escala Horizontal 1:500 Escala Vertical 1:500

NOMENCLATURA	
Símbolo	Descripción
⊙	ESTACIONES
□	VIVIENDA, IGLESIA O ESCUELA
—	TUBERIA DE CONDUCCIÓN
—	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
⊙	INDICACION PARA VER DETALLE
⊙	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN (TD) TANQUE DE SUCCIÓN (TS)
—	PIEZOMETRICA (CP), Q = V s

⊗	VALVULA DE COMPLETIA (VC)
⊕	VALVULA DE LIMPIEZA (VL)
⊕	VALVULA DE AIRE (VA)
⊠	CAPTACION
⊗	CAJA PARA VALVULAS
▲	CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES
⊠	CAJA ROMPE PRESIÓN



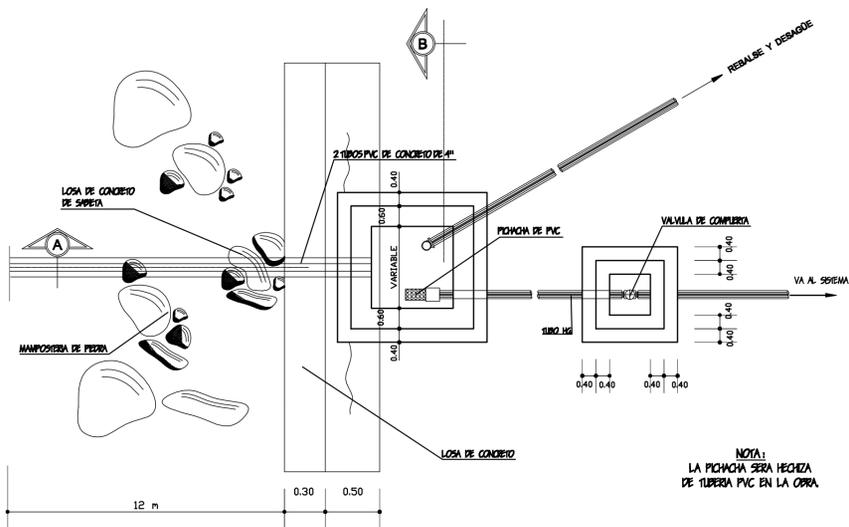
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA ITZAMJUB, SOLOLA

PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA ALDEA ITZAMJUB	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	PLANTA - PERFIL RED DE DISTRIBUCION	FECHA:	NOVIEMBRE / 2008

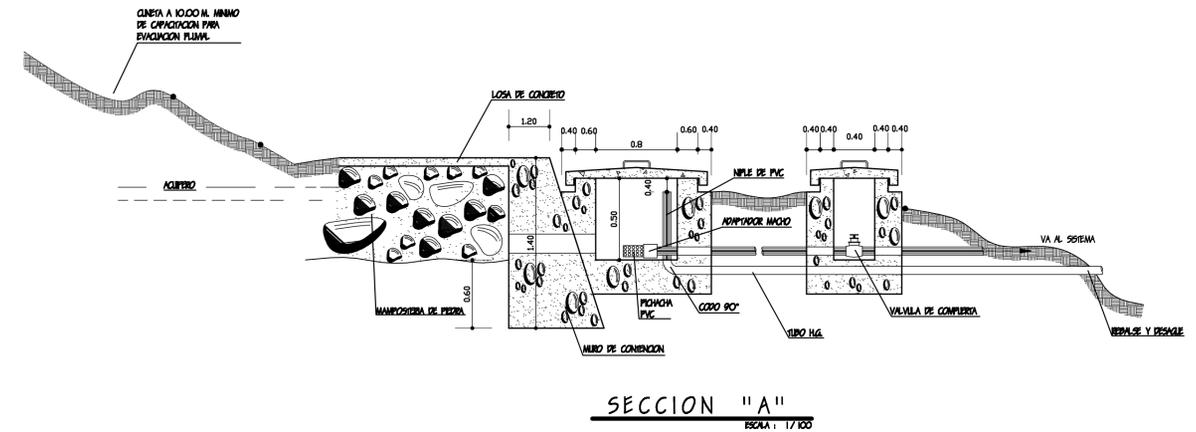
ASESOR DE REGION:	ING. SILVIO RODRIGUEZ	PROF EPS 2007:	LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS	A	E	I	U
PRESIDENTE:	ING. ADALID ARAGON MATAMOROS	PROF EPS 2007:	LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS	HOJA No:			
				3 / 7			

Prof. Francisco Tambriz
Alcalde Municipal

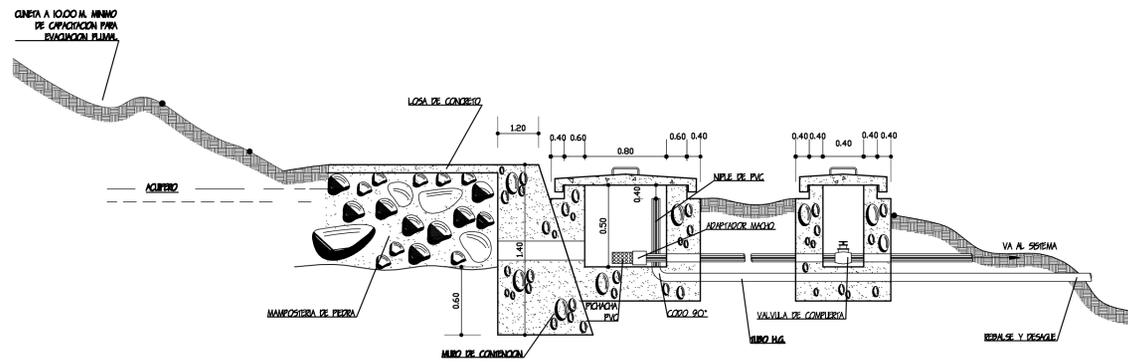
Ina. Silvio Rodriguez
Asesor



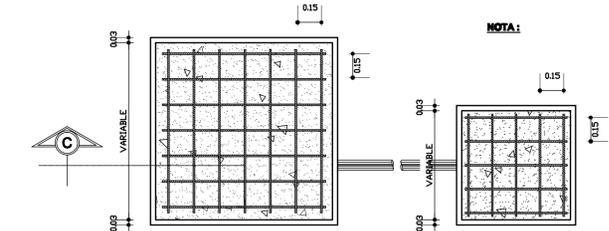
PLANTA DE CAJA DE CAPTACION Y CAJA DE VALVULA
ESCALA: 1/100



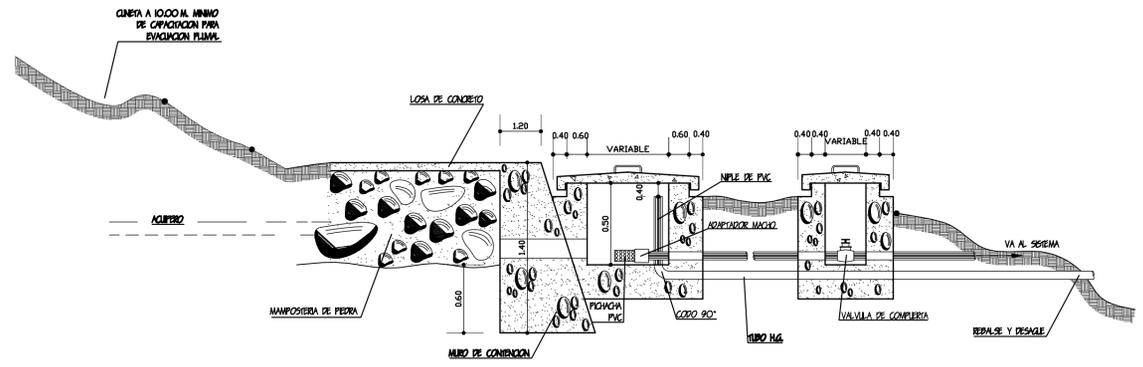
SECCION "A"
ESCALA: 1/100



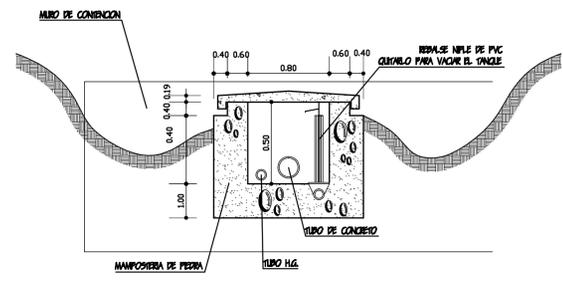
SECCION "A"
ESCALA: 1/100



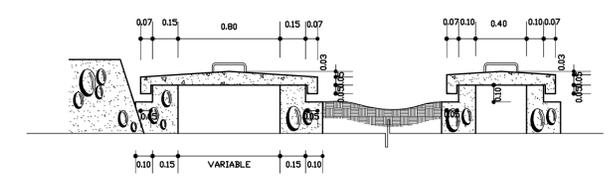
PLANTA DE TAPADERAS
ESCALA: 1/100



SECCION "A"
ESCALA: 1/100



SECCION "B"
ESCALA: 1/100



SECCION "C"
ESCALA: 1/100



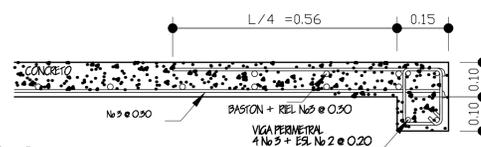
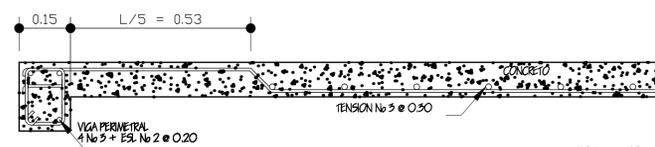
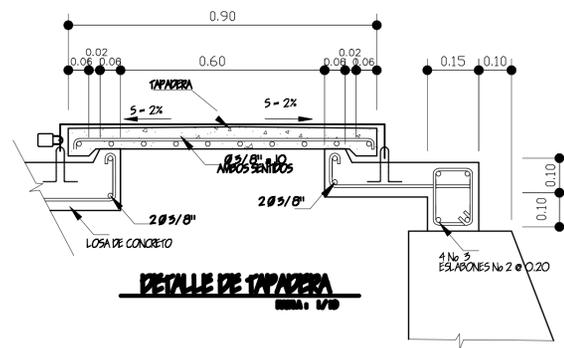
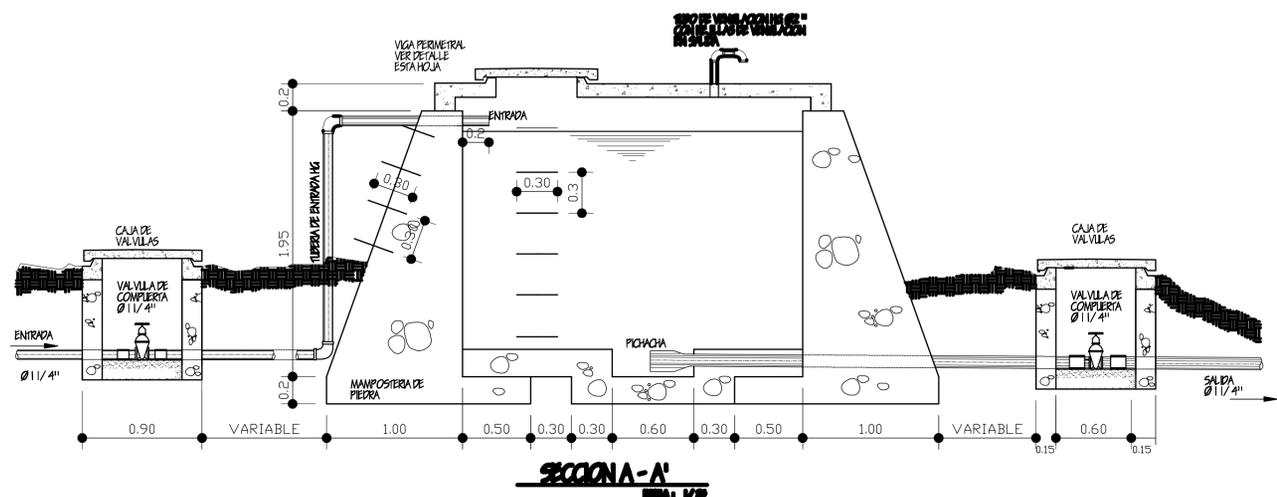
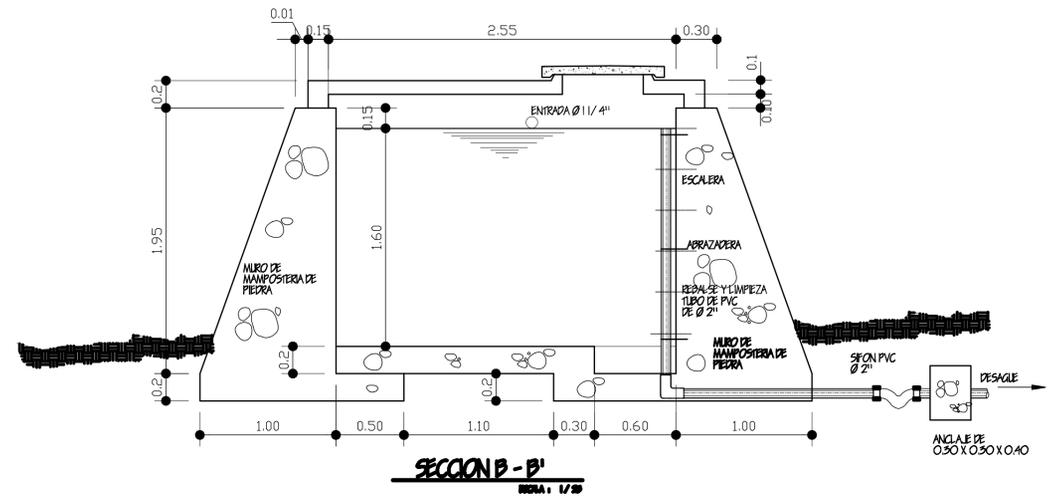
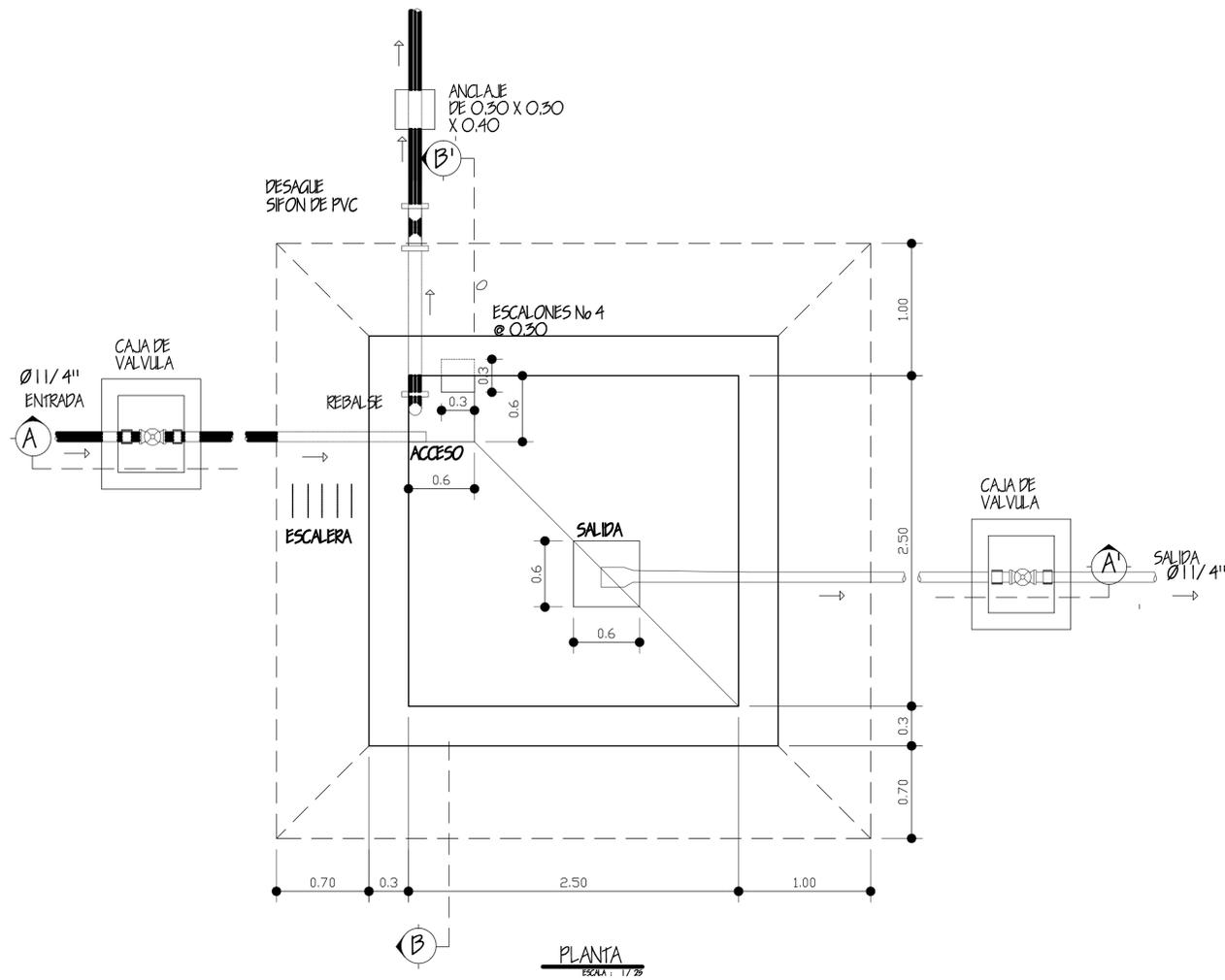
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA ITZAMJUMB

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA ALDEA TZAMJUMB
CONTEIDO: CAPTACION TIPIA
ESCALA: INDICADA
FECHA: ABRIL / 2008

ASESOR DE REGION: ING. SILVIO RODRIGUEZ	PROYECTO EPS 2007: LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS	A	E	I	U
EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PROYECTO EPS 2007: LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS	HOLAS:			
		47			

Prof. Francisco Tambriz
Alcalde Municipal

Ina, Silvio Rodriguez
Asesor



ESPECIFICACIONES

- LA MANOSIERA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:
25% DE MORTERO
67% DE PIEDRA DOLA
- EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO Y ARENA DE RIO
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2:3 CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRA DE 1/2" RESPECTIVAMENTE
- SE REPELLARA EL INTERIOR Y EXTERIOR CON SAPATA PROPORCION VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECLIMBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS.
- EN LAS TAPADERAS SE DE JARA UN DESNIVEL. NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO
- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.

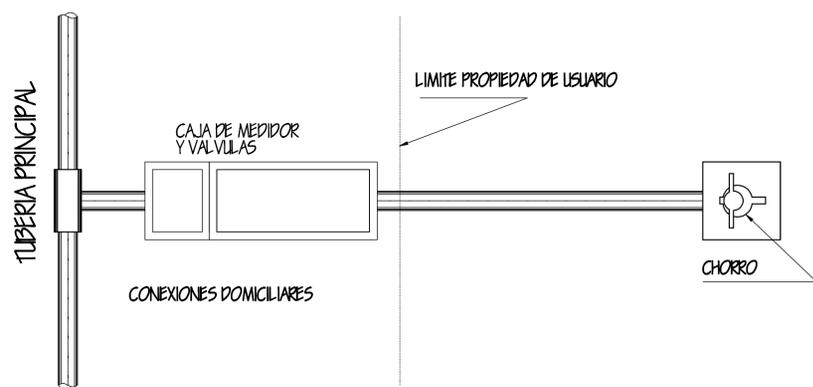


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA ATAHUACAN, SOLOLA

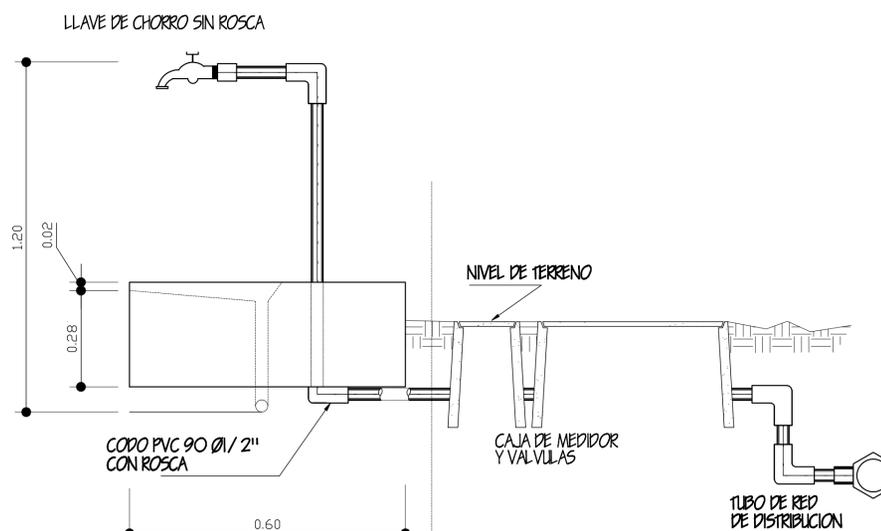
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA ALDEA TZAMJUMIB	ESCALA: INDICADA																
CONTENIDO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO (10 M ³)	FECHA: ABRIL / 2008																
ASESOR DE REGION: ING. SILVIO RODRIGUEZ	PROF. EPS 2007: LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS																
EPS: INGENIERIA "EL PLAN"	PROF. EPS 2007: LESTER ADALID ARAGON MATAMOROS																
<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>E</td> <td>I</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">HOLIA No:</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">6 / 7</td> </tr> </table>		A	E	I	U					HOLIA No:				6 / 7			
A	E	I	U														
HOLIA No:																	
6 / 7																	

Prof. Francisco Tambriz
Alcalde Municipal

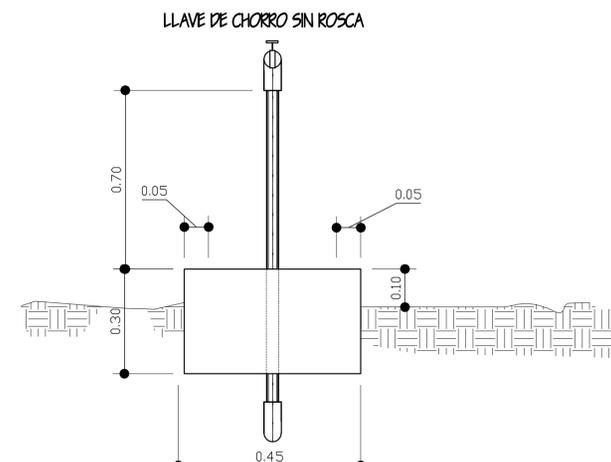
Ina, Silvio Rodriguez
Asesor



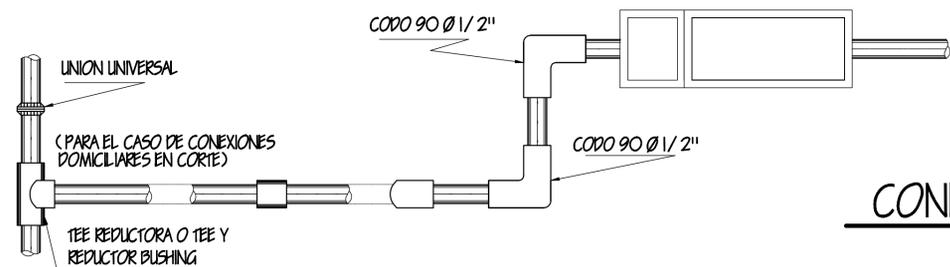
LOCALIZACION DE CONEXION DOMICILIAR



ELEVACION LATERAL

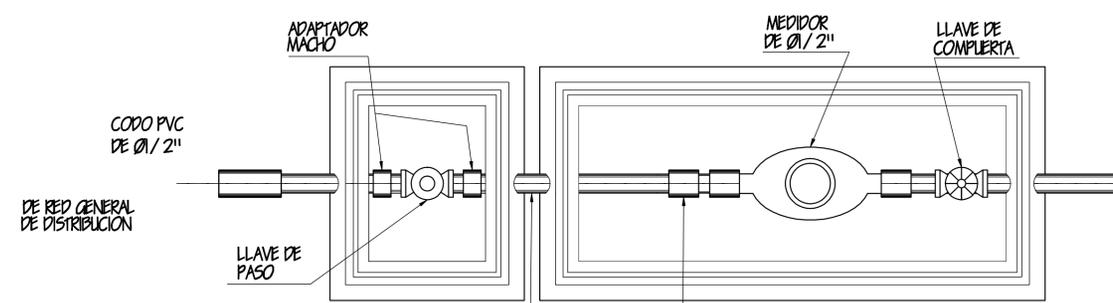


ELEVACION FRONTAL

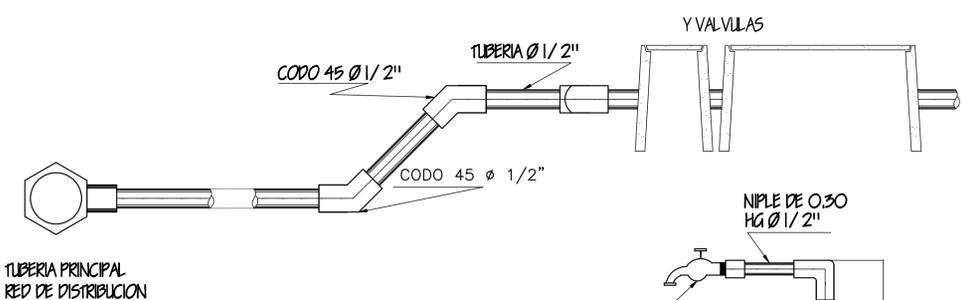


PLANTA

CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR

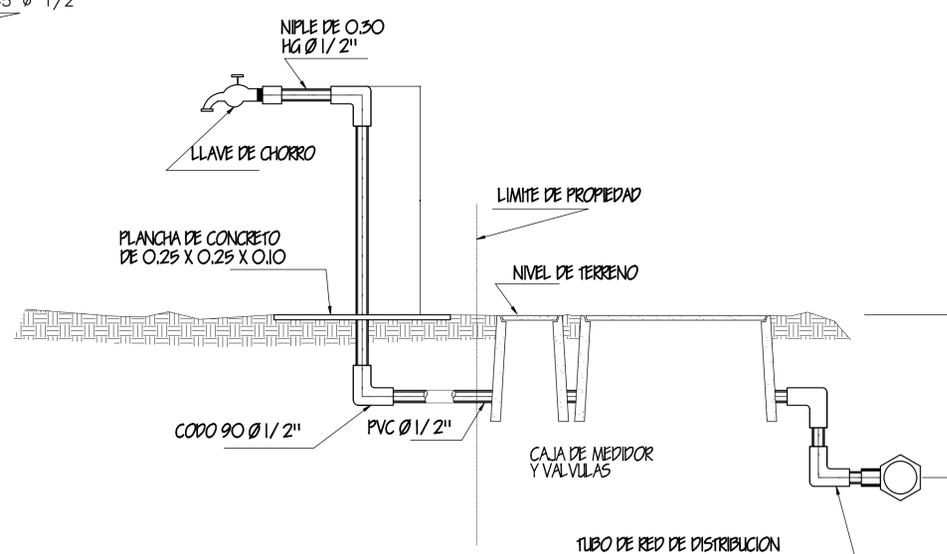
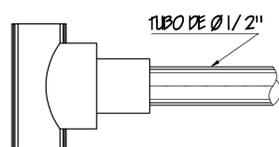


PLANTA

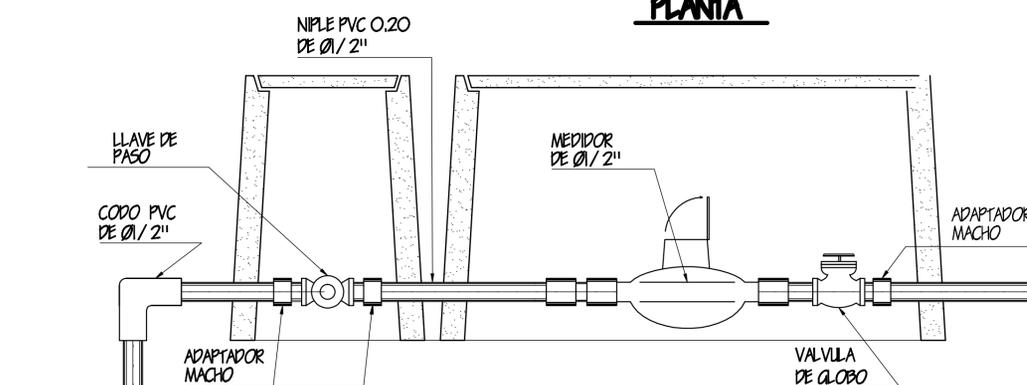


ELEVACION

TEE REDUCTORA



CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR PARA INSTALACION DE PLA



SECCION LONGITUDINAL

CAJA DE MEDIDOR Y VALVULAS DE CONTROL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SANTA CATARINA (TZAHLUCAN, SOLOLA)

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA ALDEA TZAMJUMIB	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: CONEXION DOMICILIAR	FECHA: ABRIL / 2008

ASESOR DE REGION: ING. SILVIO RODRIGUEZ	PROF. EPS 2007: LESTER ADALID ARAZON MATAMOROS	A	E	I	U
EPS: EMPRESA ASESORAS "EL PLAN"	DISEÑO Y CALIFICADO EPS 2007: LESTER ADALID ARAZON MATAMOROS	HOLAS: 7			

Prof. Francisco Tambriz
Alcalde Municipal

Ina, Silvio Rodriguez
Asesor