



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA TORERA,
MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

Sergio Antonio Ramos Urrutia

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA TORERA,
MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA
ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA TORERA, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 30 de marzo de 2011.


Sergio Antonio Ramos Urrutia



Guatemala, 22 de septiembre de 2011
REF.EPS.DOC.1235.09.11

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 **Sergio Antonio Ramos Urrutia** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **42476**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA TORERA, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA”**.

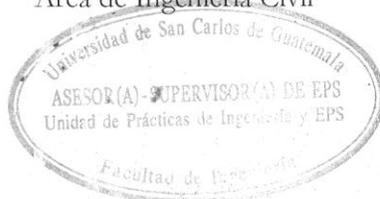
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Ángel Roberto Sic García
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
ARSG/ra



Guatemala, 24 de octubre de 2011
REF.EPS.D.981.10.11

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA TORERA, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUÍMULA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Sergio Antonio Ramos Urrutia**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





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



Guatemala,
6 de octubre de 2011

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA TORERA, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Sergio Antonio Ramos Urrutia, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Sergio Antonio Ramos Urrutia, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA TORERA, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre de 2011

/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 POTABLE Y DEL SISEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA TORERA, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ LA ARADA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, presentado por el estudiante universitario **Sergio Antonio Ramos Urrutia**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, noviembre de 2011

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Como ser supremo y por brindarme la oportunidad de alcanzar esta meta.
Mis padres	Manuel Antonio Ramos Urrutia y Berta Julia Urrutia Colíndres de Ramos, por sus múltiples sacrificios y apoyo incondicional que me brindaron, para concluir el trabajo previsto.
Mi esposa	Iliana Aracely Cardona Berganza de Ramos, por el amor demostrado a través de la comprensión y el apoyo necesario para lograr un final anhelado.
Mis hijos	Julia Aracely y Sergio René Ramos Cardona, por el cumplimiento de una meta prometida.
Mi tía	Felipa de Jesús Hernández Ramos de Martínez, por el amor que siempre demostró para culminar una meta ofrecida.

Mis hermanos

Jaime René Ramos Urrutia, Dr. Carlos Fernando Ramos Urrutia e Ing. Manuel Antonio Ramos Galván.

Mis familiares

A todos los que de una u otra forma contribuyeron para que alcanzara este triunfo anhelado por años.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por el amor demostrado en alcanzar esta meta.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por la calidad de enseñanza a nivel de la educación superior profesional.
Escuela de Ingeniería Civil	Por el apoyo recibido para el desarrollo del trabajo de graduación.
Ing. Ángel Roberto Sic García	Por la asesoría profesional para la elaboración del trabajo de graduación.
Mis padrinos de graduación	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos e Ing. Mario Neftalí Morales Solís, por la amistad de siempre.
Centro Universitario de Oriente CUNORI	Por el apoyo y la confianza en lograr alcanzar el triunfo profesional.
Licda. Marta Lidia Martínez Hernández	Por ser constante en el ofrecimiento de alcanzar una meta prometida.

A los Ingenieros Civiles

Juan Merk Cos, Luis Gregorio Alfaro Veliz y Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por la amistad de siempre demostrada a lo largo de este triunfo profesional.

A la Municipalidad de San José La Arada, Chiquimula

Por darme la oportunidad de poder apoyar profesionalmente a nivel comunitario.

Mis amigos

Por tener en mente el lograr en alcanzar este triunfo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Monografía del municipio de San José La Arada, Chiquimula	
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Medio físico	2
1.1.3. Infraestructura	3
1.1.4. Servicios públicos	5
1.1.5. Recursos naturales	7
1.1.6. Población	8
1.1.7. Actividad económica	10
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios principales, básicos e infraestructura de la aldea La Torera	
1.2.1. Recopilación de la información	10
1.2.2. Descripción de las necesidades.....	10
1.2.3. Priorización de las necesidades.....	12
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea La Torera, San José La Arada, Chiquimula	

2.1.1.	Descripción del proyecto.....	13
2.1.2.	Levantamiento topográfico.....	13
	2.1.2.1. Planimetría.....	14
	2.1.2.2. Altimetría.....	14
2.1.3.	Fuentes de agua.....	15
2.1.4.	Caudal de aforo	15
2.1.5.	Análisis de la calidad del agua.....	17
	2.1.5.1. Examen bacteriológico.....	17
	2.1.5.2. Examen físico-químico.....	18
2.1.6.	Criterios de diseño	19
	2.1.6.1. Período de diseño.....	19
	2.1.6.2. Población de diseño.....	19
	2.1.6.3. Dotación.....	19
	2.1.6.4. Factores de consumo.....	19
	2.1.6.4.1. Factor de día máximo	19
	2.1.6.4.2. Factor de hora máximo	20
2.1.7.	Población actual y tasa de crecimiento.....	21
2.1.8.	Cálculo de población futura	22
2.1.9.	Número de conexiones	22
2.1.10.	Determinación de caudales	23
	2.1.10.1. Caudal medio diario	23
	2.1.10.2. Caudal de día máximo	23
	2.1.10.3. Caudal de hora máximo	24
	2.1.10.4. Caudal de bombeo.....	25
2.1.11.	Diseño hidráulico del sistema	26
	2.1.11.1. Captación.....	27
	2.1.11.2. Línea de conducción por bombeo	27
	2.1.11.3. Cálculo de la potencia del equipo de bombeo ...	37
	2.1.11.4. Verificación del golpe de ariete	38

2.1.11.5. Especificaciones del equipo de bombeo	39
2.1.11.6. Tanque de distribución	40
2.1.11.7. Red de distribución.....	64
2.1.11.7.1. Conexiones domiciliars.....	66
2.1.11.8. Obras de arte	66
2.1.11.9. Sistema de desinfección.....	69
2.1.12. Elaboración de planos.....	71
2.1.13. Elaboración de presupuesto.....	72
2.1.14. Programa de operación y mantenimiento	73
2.1.15. Propuesta de tarifa	76
2.1.16. Cronograma de ejecución	81
2.1.17. Evaluación socio-económica.....	82
2.1.17.1. Valor presente neto	82
2.1.17.2. Tasa interna de retorno	86
2.1.18. Evaluación de impacto ambiental.....	87
2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Torera, San José La Arada, Chiquimula	
2.2.1. Descripción del proyecto	91
2.2.2. Levantamiento topográfico	92
2.2.2.1. Planimetría	92
2.2.2.2. Altimetría	92
2.2.3. Partes de un alcantarillado sanitario	93
2.2.3.1. Pozos de visita	93
2.2.3.2. Colectores	93
2.2.3.3. Conexiones domiciliars.....	94
2.2.4. Período de diseño	94
2.2.5. Población futura	95
2.2.6. Determinación de caudales.....	95
2.2.6.1. Población tributaria.....	96

2.2.6.2.	Dotación de agua	96
2.2.6.3.	Factor de retorno al sistema	96
2.2.6.4.	Caudal sanitario	96
2.2.6.4.1.	Caudal domiciliar.....	98
2.2.6.4.2.	Caudal industrial	99
2.2.6.4.3.	Caudal comercial	99
2.2.6.4.4.	Caudal por conexiones ilícitas	100
2.2.6.4.5.	Caudal por infiltración	101
2.2.6.5.	Caudal medio.....	102
2.2.6.6.	Factor de caudal medio.....	102
2.2.6.7.	Factor de Harmond	103
2.2.6.8.	Caudal de diseño	104
2.2.7.	Fundamentos hidráulicos.....	104
2.2.7.1.	Ecuación de Manning para flujo en canales.....	105
2.2.7.2.	Relaciones de diámetros y caudales	107
2.2.7.3.	Relaciones hidráulicas	108
2.2.8.	Parámetros de diseño hidráulico	108
2.2.8.1.	Coefficientes de rugosidad.....	110
2.2.8.2.	Sección llena y parcialmente llena.....	111
2.2.8.3.	Velocidades máximas y mínimas.....	111
2.2.8.4.	Diámetro del colector	111
2.2.8.5.	Profundidad del colector	112
2.2.8.5.1.	Profundidad mínima del colector...	112
2.2.8.5.2.	Ancho de zanja	113
2.2.8.5.3.	Volumen de excavación	113
2.2.8.6.	Ubicación de pozos de visita.....	114
2.2.8.7.	Profundidad de pozos de visita	114
2.2.8.8.	Características de las conexiones	
	Domiciliarias.....	116

2.2.9. Diseño hidráulico.....	116
2.2.10. Ejemplo de diseño en un tramo.....	117
2.2.11. Tratamiento.....	123
2.2.11.1. Ubicación.....	125
2.2.11.2. Diseño de fosa séptica.....	125
2.2.11.3. Dimensionamiento de pozos de absorción.....	131
2.2.12. Administración, operación y mantenimiento.....	131
2.2.13. Elaboración de planos.....	136
2.2.14. Elaboración de presupuesto.....	137
2.2.15. Cronograma de ejecución.....	138
2.2.16. Evaluación socio-económica.....	138
2.2.16.1. Valor presente neto.....	138
2.2.16.2. Tasa interna de retorno.....	141
2.2.17. Evaluación de impacto ambiental.....	142
CONCLUSIONES.....	149
RECOMENDACIONES.....	151
BIBLIOGRAFÍA.....	153
APÉNDICES.....	155
ANEXOS.....	221

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Delimitación geográfica de la aldea La Torera, San José La Arada.....	3
2.	Tanque de distribución de 20 m ³	44
3.	Análisis de volteo del tanque de 20 m ³	54

TABLAS

I.	Morbilidad general San José La Arada	6
II.	Descripción de las necesidades según su prioridad	12
III.	Resumen de datos del aforo	16
IV.	Componentes del sistema	26
V.	Cálculo longitud línea de conducción o bombeo	30
VI.	Datos topográficos y bases de diseño	30
VII.	Cálculo del caudal de bombeo y piezométrica	30
VIII.	Cálculo de presión estática en línea de bombeo	31
IX.	Tubería PVC 1 120 ASTM D 2 241 SDR 26	33
X.	Cálculo de diámetro y clase de tubería	33
XI.	Cálculo de pérdidas	34
XII.	Cálculo de piezométrica final.....	35
XIII.	Cálculo de presión disponible.....	36
XIV.	Cálculo de velocidad	37
XV.	Resumen de bases de diseño para la conducción.....	40
XVI.	Chequeo acero – espaciamiento.....	49
XVII.	Cálculo del momento producido en el punto A.....	52

XVIII. Listado de planos.....	71
XIX. Actividades de fontanería y personal calificado	75
XX. Características generales del proyecto.....	88
XXI. Bases de diseño de alcantarillado sanitario	118
XXII. Datos para el cálculo de las fosas sépticas	128
XXIII. Listado de planos para el alcantarillado sanitario	136
XXIV. Características generales del proyecto	143

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
g	Aceleración gravitacional
d	Altura de tirante de agua
z	Ancho de zanja
A	Área de la tubería
BM	Banco de marca
HP	Caballos de fuerza
Q	Caudal a sección llena
Q_dmáx	Caudal de día máximo
Q_hmáx	Caudal de hora máximo
Q_m	Caudal medio diario
Q	Caudal parcial
Cm	Centímetro

PVC	Cloruro de polivinilo (material de tubo plástico)
c	Coefficiente de fricción
C	Captación
CVF	Con válvula de flote
D	Diámetro
Dot	Dotación
E	Estación
FQM	Factor de caudal medio
Fdmáx	Factor de día máximo
FH	Factor de Harmond
Fhmáx	Factor de hora máxima
°C	Grados Celcius
hab	Habitante
HG	Hierro Galvanizado
h	Hora

km	Kilómetro
km²	Kilómetro cuadrado
kw	Kilowatt
PSI	Libras por pulgada cuadrada
lts/hab/día	Litros por habitante por día
lts/seg	Litros por segundo
l	Longitud
m	Metro
mca	Metros columna de agua
m/seg	Metros por segundo
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
S	Pendiente del terreno
Hf	Pérdida de carga por fricción
Ht	Pérdida de carga total

n	Período de diseño
Pa	Población actual
Pf	Población futura
%	Porcentaje
PV	Pozo de visita
pul	Pulgada
a/A	Relación de áreas
q/Q	Relación de caudales
v/V	Relación de velocidades
RB	Reducidor bushing
RD	Ruta departamental
r	Tasa de crecimiento
seg	Segundo
TH	Tapón hembra
TS	Tanque de succión

Vol	Volumen
Vel	Velocidad de flujo parcial
Vel	Velocidad de flujo a sección llena

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como: codos, niples, coplas, tees, válvulas, etc.
ACI	Instituto Americano del Concreto.
Acueducto	Serie de conductos, a través de los cuales se traslada agua de un punto hacia a otro.
Aeróbico	Condición en la cual hay presencia de oxígeno.
Aforo	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
Agua	El más abundante y conocido compuesto químico – H_2O , que posee la máxima significación para el sostenimiento de la vida sobre la tierra.
Agua potable	Es aquella sanitariamente segura, inodora, incolora y agradable a los sentidos.
Agua residual	Desperdicios líquidos y sólidos transportados por agua procedentes de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.

Anaeróbico	Condición en la cual no se encuentra presencia de oxígeno.
Área	Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.
Azimut	Ángulo horizontal referido a un norte magnético o arbitrario, su rango va desde 0° a 360°.
Banco de marca	Punto en la altimetría cuya altura se conoce y se utilizará para determinar alturas siguientes.
Bases de diseño	Son las bases técnicas adoptadas para el diseño del proyecto.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce las mismas al colector del sistema de drenaje.
Captación	Estructura que permite reunir y entubar las aguas de la fuente abastecedora.
Carga dinámica	Suma de las cargas de velocidad y de presión.
Carga estática	Diferencia de alturas que existe entre la superficie libre de una fuente de abastecimiento y un punto determinado del acueducto.

Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado.
Censo	Es toda la información sobre una población, en un período de tiempo determinado, la cual brinda una descripción de los cambios que ocurren a lo largo del tiempo.
CII	Centro de Investigaciones de Ingeniería.
Colector	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.
Compactación del suelo	Procedimiento que consiste en aplicar energía del suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando su densidad y su capacidad para soporte de cargas.
Contaminación	Es la introducción de microorganismos o químicos al agua, que la hacen impropia para consumo humano.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda, hasta la candela.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado.

Cota Invert	Son las alturas o cotas de la parte inferior de una tubería ya instalada.
Consumo	Cantidad de agua realmente utilizada por una persona.
Demanda	Cantidad de agua deseada por el usuario.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Descarga	Lugar donde se descargan las aguas servidas o negras que provienen de un colector.
Desfogue	Lugar donde salen las aguas tratadas por medio de las fosas sépticas hacia los pozos de absorción.
Desinfección	Eliminación de bacterias patógenas que existen en el agua mediante procesos químicos.
Dotación	Cantidad de agua que se asigna para consumo de una persona por día.
Especificaciones	Son normas generales y técnicas de construcción con disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.

Estiaje	Época del año, en la que los caudales de las fuentes de agua descienden al nivel mínimo.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
IGN	Instituto Geográfico Nacional.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
Manantial	En el área rural es llamado nacimiento al afloramiento del agua subterránea.
Nivelación	Procedimiento de campo que se realiza para determinar las elevaciones de puntos determinados.
Pendiente	Grado de inclinación de un terreno, medido por el ángulo que forma con la horizontal frecuentemente, se mide por el número de unidades de longitud que gana en altura por cada cien unidades de la misma clase, medidas horizontalmente en la extensión del terreno de que se trate.
Pérdida de carga	Cambio que experimenta la presión, dentro de la tubería, por motivo de la fricción.
Perfil	Delineación de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a puntos de control.

Pozo de visita	Estructura subterránea que se construye para darle mantenimiento a las líneas del colector, colocándose en puntos de cambios de dirección, de pendiente, de diámetro, o bien para iniciar un tramo de tubería.
Presión	Fuerza normal ejercida por un cuerpo sobre otro, por unidad de superficie.
Tirante	Altura de las aguas residuales dentro de una tubería o un canal abierto.
Topografía	Es el arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.
Tramo	Es el comprendido entre los centros de dos pozos de visita consecutivos.
Tramo inicial	Primer tramo a diseñar o construir en un drenaje.
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene información de las actividades desarrolladas durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado en la aldea La Torera, municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula; en el cual se describen los distintos criterios que se tomaron en cuenta, para el diseño del sistema abastecimiento de agua potable y de alcantarillado sanitario.

El proyecto de agua potable consiste en una línea de conducción por bombeo, debido a que el vertiente a utilizar es aguas abajo, cerca del perímetro de la comunidad, trasladando el agua a un tanque de distribución que se encuentra en la parte más alta del área comunitaria y luego hacia las distintas conexiones domiciliarias, ya que la comunidad se distribuye con un servicio de energía monofásico, cercano al vertiente, por lo que no hay ningún problema en colocar ese tipo de instalación. La red de distribución cubrirá a toda la comunidad.

El proyecto de alcantarillado sanitario contiene las distintas conexiones domiciliarias a cada una de las líneas de conducción y hacia el desfogue previsto por la municipalidad, el cual es una fosa séptica, además se considera una planta de tratamiento primario para poder verter hacia los pozos de absorción. La cobertura del proyecto no incluye el servicio a todas las viviendas de la comunidad.

Para cada proyecto se elaboraron los planos necesarios, cumpliendo con las normas de diseño y especificaciones técnicas, así como sus correspondientes presupuestos.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable y el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Torera, municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.

Específicos

1. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea La Torera, municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula.
2. Capacitar a los miembros del comité comunitario de desarrollo de la aldea La Torera, sobre la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario y sistema de abastecimiento de agua potable.
3. Elaborar los planos, presupuesto, cronograma de ejecución de cada uno de los proyectos.

INTRODUCCIÓN

La aldea La Torera, carece de ciertos servicios para el mejoramiento de vida de sus habitantes y la municipalidad, por medio de inversión pública, así como de otras instituciones, busca mejorar las condiciones de infraestructura por medio de dichos proyectos.

Los proyectos que aquí se desarrollan, se presentan como trabajo de graduación y está orientado a plantear soluciones factibles a problemas de servicios básicos e infraestructura del área rural del municipio de San José La Arada, siendo éstos: diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Torera, municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula, los mismos son necesarios para el mejoramiento y calidad de vida de sus habitantes.

Para el sistema de alcantarillado sanitario es necesario plantear un tratamiento para las aguas residuales, de manera que no afecte a la población, así como el medio ambiente, en cuanto a la descarga a mantos freáticos superficiales; luego se desfoga el afluente directamente a un cuerpo receptor, del cual tendrá la municipalidad que definir y con ello no contaminar el ambiente.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de San José La Arada, departamento de Chiquimula

1.1.1. Reseña histórica

La aldea La Torera está localizada al este de la cabecera municipal de San José La Arada, en el departamento de Chiquimula; el municipio de San José La Arada posee una extensión territorial de 160 kilómetros cuadrados, este municipio perteneció a la cabecera municipal de Chiquimula como aldea, hasta 1924, cuando la Presidencia de la República lo ascendió, a solicitud de los vecinos del lugar, erigiéndolo como municipio.

En virtud de ello, el 16 de septiembre de 1924, se reunió el Jefe Político, General de División don Francisco Mollinedo con los vecinos de la localidad, con el objetivo de dar cumplimiento al acuerdo de creación del municipio.

De acuerdo a la historia, en ese municipio se desarrolló la Batalla de La Arada, en la cual el General Rafael Carrera, derrotó al ejército invasor de Honduras y El Salvador. Este triunfo aseguró a Carrera en el mando de Guatemala. Para recordar este hecho histórico, a 2 kilómetros al noroeste de la cabecera municipal de San José La Arada se erigió un monumento denominado Monumento de la Batalla de La Arada.

1.1.1. Medio físico

Delimitación geográfica: según la Ley Preliminar de los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, el municipio de San José La Arada, pertenece al departamento de Chiquimula, en la Región III, nor oriente, está catalogado como una municipalidad de 3ª categoría, en un área aproximada de 160 km² contando con 15 aldeas y 26 caseríos; la aldea La Torera no cuenta con ningún caserío.

Se localiza al sur-oeste de la cabecera departamental de Chiquimula, según el BM del IGN en la antigua estación del ferrocarril de la cabecera municipal, está a 435 msnm, con latitud de 14° 43' 28'' y una longitud de 89° 37' 17'', existe otro BM, el cual está frente a la iglesia católica, indicando 420 msnm, latitud 14° 34' 19'' y longitud 89° 37' 17''.

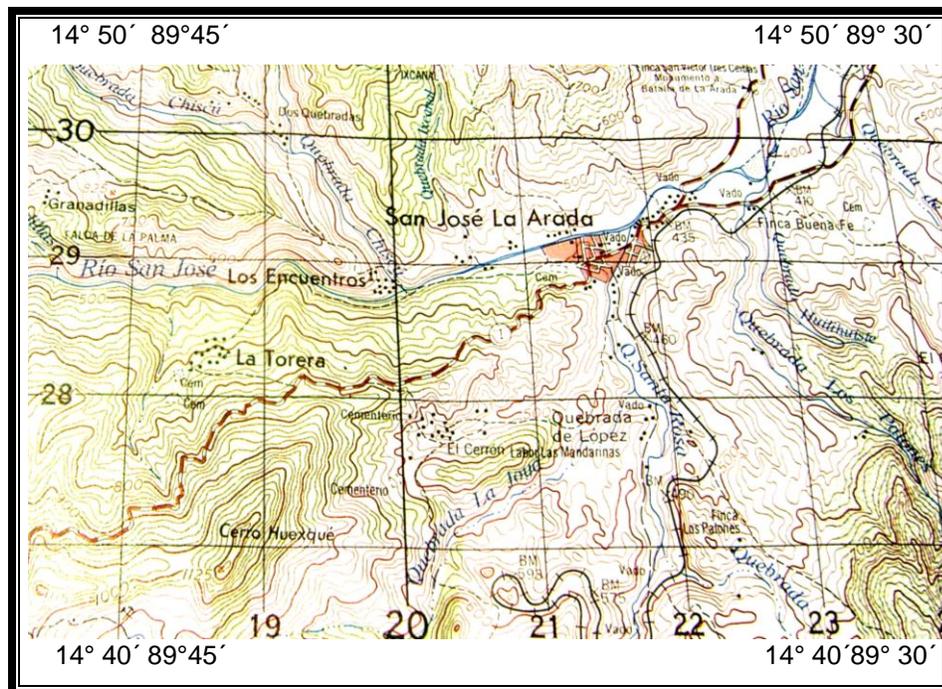
La aldea La Torera está localizada al este de la cabecera municipal, según la hoja de cartografía 2 260 II, a 625 msnm, con latitud 14° 34' 19'' y longitud 89° 37' 17'', sobre la ruta departamental RD-18, de Chiquimula hacia el municipio de Ipala, Chiquimula.

El municipio limita al norte con el municipio de Chiquimula, al sur con el municipio de Ipala, al este con el municipio de San Jacinto, todos municipios del departamento de Chiquimula y al oeste con el municipio de San Luis Jilotepeque, departamento de Jalapa.

Topografía: según se puede observar en la hoja cartográfica, la aldea La Torera se encuentra en una ladera en la cual no hay mayores terrenos planos, sino que por el contrario, todos son inclinados, por lo que se tiene que la cota más baja es la ubicación de una vivienda que está más bajo de la ubicación de

la captación, y la más alta el lugar que ocuparía la ubicación de tanque de distribución con 640 m. Por aparte hay una vivienda cercana al tanque de distribución, pero está más baja que el tanque. En general para el área que ocupan las viviendas el terreno es con pendiente mínima entre un 5% y 10%.

Figura 1. **Delimitación geográfica aldea La Torera, San José La Arada, Chiquimula**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional-IGN.

1.1.2. Infraestructura

La comunicación vial directa para llegar a la comunidad, desde la ciudad de Guatemala por la CA-9 carretera al Atlántico, en Río Hondo, Zacapa km 135,00, con desvío hacia Chiquimula por la CA-10, km 173,50, luego sobre la

ruta nacional RN-18 hacia el municipio de Ipala, Chiquimula, pasando por San José La Arada, km 180,00, hay un desvío en el km 186,00, hacia la derecha, hacia la comunidad, a 200,00 metros más se encuentra la primera entrada a la misma, la cual es transitable todo el tiempo, con algunas dificultades en época de invierno, ya que las calles vehiculares están adoquinadas, con tránsito para un vehículo. El tiempo estimado para llegar a la comunidad desde la ciudad de Guatemala es de 3,5 horas.

Por aparte, hay otras vías de acceso a otras comunidades del municipio, como: los caminos a El Rodeo, Cerro de Cal, Guacamayas, Santa Rosa, Saspán, El Rincón, Los Cimientos, El Cerrón, Los Encuentros, Tres Ceibas, Tobar, Tashán, Tontol y Tierra Colorada, para esta última comunidad se están llevando a cabo los trabajos de asfalto para comunicar con la cabecera municipal de Chiquimula, por la carretera antigua, pasando por el monumento a La Arada, por el momento todos los tramos son accesibles por medio de transporte de doble tracción, en toda época del año, lo que favorece las posibilidades de comunicación y comercio hacia la cabecera municipal de San José La Arada.

A la vez, los tramos que actualmente se encuentran asfaltados, cuentan con un número de puentes necesarios hacia algunas comunidades como Santa Rosa, Tontol y Tierra Colorada, el primero sobre la quebrada del mismo nombre y los otros dos sobre el río San José. El puente Tierra Colorada cuenta con una vía, pero se va a construir otro paralelo, puesto que el tránsito será de doble vía.

1.1.3. Servicios públicos

La cabecera municipal cuenta con escuela pre primaria, 70 alumnos, primaria completa, 450 alumnos e instituto básico, 75 alumnos, teniendo en atención a un total de 595 alumnos; además hay un instituto por cooperativa, el cual da atención a 35 alumnos. Los niveles: diversificado y superior lo realizan en la cabecera departamental de Chiquimula, donde se encuentran institutos nacionales y privados así como, centros universitarios del estado como privadas.

La comunidad de La Torera cuenta únicamente con una escuela pre primaria, 48 alumnos y primaria completa, 153 alumnos, los cuales son atendidos por 2 profesores en el nivel pre primario y 6 para el primario.

En la cabecera municipal se encuentra el Centro de Salud el cual atiende a toda la población de la comunidad y algunas comunidades vecinas. Las primeras causas de morbilidad general para el municipio, se describen en la tabla I.

Por la cercanía a la cabecera municipal, no existe un cementerio dentro de la comunidad, por lo que hacen uso del que está ubicado en la cabecera municipal.

Tabla I. **Morbilidad general San José La Arada**

No.	Causa	Porcentaje
1	Resfriado común	19,19 %
2	Amigdalitis	10,13 %
3	Gastritis	9,32 %
4	Diarrea	6,03 %
5	Anemia	5,58 %
6	Parasitismo	5,09 %
7	Infecciones del tracto urinario	4,90 %
8	Cefalea	4,60 %
9	Artritis	4,44 %
10	Conjuntivitis	2,74 %
11	Resto de causas	27,98 %
	Total casos registrados	5 919

Fuente: Centro de Salud, San José La Arada.

La comunidad de La Torera cuenta con un servicio de energía eléctrica monofásica de 120 - 240 voltios, el cual cubre la totalidad del lugar, por lo que, para el proyecto de bombeo no representará ningún problema, para su conexión.

La cabecera municipal de San José La Arada tiene servicio de energía eléctrica, también monofásica para toda el área urbana y lugares periféricos a ésta, el mismo es de 120 - 240 voltios, contando con una planta cercana ubicada en la aldea de San Esteban, Chiquimula.

Como en la mayoría de las comunidades, por el tipo de acceso y lo cercano a la comunidad, se cuenta con servicio de transporte público, que deja a las personas sobre la cinta asfáltica; por aparte, de la comunidad hacia la cabecera municipal algunos se desplazan por medio de pick up de doble tracción a la hora de trasladar sus productos. En cuanto al transporte de personas, materiales y mercancías hacia la comunidad, lo hacen por medio de

vehículos de doble tracción, ya sea desde la cabecera municipal o bien desde el desvío hacia la comunidad. Por aparte, hay servicio de buses extraurbanos que llegan de otros municipios y departamentos, o bien a la cabecera departamental de Chiquimula y de ésta hacia cualquier parte del país.

La cabecera municipal cuenta con dos servicios de agua municipal, agua de La Quebrada, ubicada sobre la quebrada de Santa Rosa y agua Nueva ubicada en la aldea Tashán, ambas funcionan diariamente, cubriendo el área urbana de dicha cabecera, con servicios de medias pajas de agua, equivalente a 30 000 litros, pero con problemas en ambas épocas, en invierno agua sucia, es decir sólo entubada y en verano hay escasez.

Se cuenta también con servicio telefónico por parte de la empresa de TELGUA, así como el servicio de telefonía celular por medio de las empresas CLARO, TIGO y MOVISTAR, quienes en su mayoría cubren el municipio.

La banca se encuentra en la cabecera municipal representada por una agencia del Banco de Desarrollo Rural, S.A., (BANRURAL), siendo la única institución bancaria que tiene instalaciones para el municipio, por aparte hay una agencia de la Cooperativa Chiquimuljá R.L., ésta atiende a sus asociados.

1.1.4. Recursos naturales

Clima: según la estación Ipala Phc, tipo “ B ”, latitud 14° 37’ 15’’ y longitud 89° 37’ 05’’, con una elevación de 828 msnm, durante el período de 1990 a 1997, para el municipio en general, el clima predominante fue cálido seco, con una temperatura media anual de 24,05°C, ésta oscila entre los 17,7°C temperatura mínima promedio y 29,1°C, temperatura máxima promedio y una temperatura mínima absoluta de 11,5°C y una temperatura máxima

absoluta de 36,5°C, en las partes altas del mismo se considera que tiene un clima moderadamente templado.

Durante el mismo período de años indicado anteriormente, la duración del período de lluvia es de 5 a 6 meses en el año, cuyo período inicia entre los meses de mayo a junio, finalizando entre los meses de octubre y noviembre, con una humedad relativa media de un 73% y una precipitación pluvial promedio de 117 mm anuales, cuantificándose para ello un promedio de 85 días de lluvia durante el mismo período.

Suelos: los suelos de San José La Arada son particularmente de origen volcánico, Charles Simmons los clasifica en las series de Antombrán, Atulapa, Chuctal y Tahuaini, los cuales se adaptan a los requerimientos de los cultivos.

Para el municipio en general, predominan cinco clases agrológicas, dentro de las cuales se puede encontrar: clase I y II, clase III y clase IV y VIII, estos dos últimos es el área donde se encuentra la aldea La Torera, siendo exclusivos para cultivos permanentes, bosque y vida silvestre, el tipo de suelo tiene una pendiente que varía del 12% al 35% o mayor, en algunos casos.

Es uno de los pocos municipios que cuenta con una variedad de minerales, entre ellos: oro, plata, plomo, hierro, cobre, antimonio, cuarzo, hulla, bentonita y otros.

1.1.6. Población

Para el departamento de Chiquimula, según el Instituto Nacional de Estadística, (INE), reporta una tasa intercensal de 3,44% de crecimiento, a la vez que para el municipio, según datos del último Censo de Población a nivel

de lugar poblado 2002, un total 7 505 habitantes, de ellos 3 600 son hombres, (48%) y 3 905 son mujeres, (52%), cubriendo el área urbana 2 159 habitantes, (29%) y 5 346 habitantes, (71%) en el área rural.

Se estima que para el año del 2008 según proyecciones de población del INE, la población total del municipio de San José La Arada, debería de ser de 7 918 habitantes, de los cuales 3 759 son hombres, (47%) y 4 159 mujeres, (53%), la mayor cantidad de la población siempre está ubicada en el área rural.

En la comunidad de La Torera, según el censo efectuado en el mes de agosto del 2008, por medio de la práctica de EPS, dio como resultado un total de 161 habitantes, de los cuales 87 son hombres, (54%) y 74 mujeres, (46%).

Cuenta con un total de 35 viviendas, la mayoría en forma agrupada y algunas de ellas de manera dispersa, siendo el número de familias similar, por lo que el promedio de habitantes por vivienda es de 4,6 personas por vivienda.

El tipo de casa es común, como en cada una de las comunidades vecinas: muros de bajareque, adobe y block, con cubierta de teja de barro y/o lámina de zinc, con piso de tierra, concreto fundido, ladrillo de cemento líquido o en algunos casos con cerámico.

La disposición de excretas la llevan a cabo por medio de letrinas, en cada una de las viviendas se encuentra una o poseen por medio de letrina/inodoro.

La cocina, en algunos casos, existen aún las tradicionales de polletón, hay también de plancha de metal, las cuales utilizan para su combustión leña y en algunos casos, estufas que utilizan gas propano.

El servicio de agua potable lo suministran por medio de pozos a 10 viviendas y por medio de chorros con agua entubada a 19 de ellas, la misma no tiene ningún tratamiento, por lo que el agua que ingieren es insalubre.

El manejo de la basura generada en cada una de las viviendas, disponen de ella quemándola un total de 28 viviendas y una de ellas la tira, por lo que no hay mayores problemas con dicha disposición. Lo que provoca problemas es la disposición de empaques o botes de agroquímicos que son utilizados en las siembras locales, ya que los mismos quedan a la intemperie, a pesar de que se concientiza de que los mismos deben ser incinerados.

1.1.7. Actividad económica

Las actividades agrícola y ganadera, son las principales fuentes de ingresos en el municipio de San José La Arada, los mismos generan ingresos a las familias que las producen.

A la vez, la migración de sus habitantes hacia el extranjero genera el envío de remesas a sus familiares del municipio. Dentro de la comunidad hay 45 personas, entre mujeres y hombres que se encuentran en los Estados Unidos, quienes de alguna forma apoyan la economía local, departamental y nacional.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios principales, básicos e infraestructura

1.2.1. Recopilación de la información

La municipalidad, por medio de la Oficina Municipal de Planificación, (OMP), lleva a cabo evaluaciones en cada una de sus comunidades en busca del beneficio común de sus habitantes, por lo que por medio de los Consejos Comunitarios de Desarrollo, (COCODES), se realizan reuniones, en donde se presentan las necesidades por comunidad, por lo que anticipadamente y en parte en atención a los lineamientos municipales se les da priorización y posteriormente su aval para que los mismos sean realizados, ya sea por medio de estudios realizados a través de prácticas de estudiantes que están por graduarse por medio del Estudio Profesional Supervisado, (EPS), en particular de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala o de otras facultades de la misma universidad, o bien, la municipalidad realiza los estudios de pre inversión por medio de empresas profesionales en el ramo, para su elaboración.

1.2.2. Descripción de las necesidades

A continuación se tabulan, de acuerdo a la prioridad, las necesidades que se presentaron en su momento para la comunidad:

Tabla II. **Descripción de las necesidades según su prioridad**

Necesidad	Tipo de proyecto
1	Agua potable
2	Drenaje sanitario
3	Drenaje pluvial
4	Salón de usos múltiples
5	Mejoramiento de calles vehiculares y peatonales
6	Muro perimetral de la escuela
7	Protección de micro cuenca
8	Disposición de basura y embases agroquímicos
9	Mejoramiento de las viviendas
10	Disposición de aljibes domiciliarios

Fuente: elaboración propia.

1.2.3. Priorización de las necesidades

De acuerdo a las necesidades presentadas por la comunidad, ante la municipalidad y el COCODE, éstas se priorizaron, definiéndose los proyectos que mayor demanda tuvieron: agua potable y drenaje sanitario.

La municipalidad tiene la necesidad de construir el proyecto de abastecimiento de agua potable, así como el proyecto de drenaje sanitario, ambos para la comunidad. Ya que la cobertura de ambos es casi hacia todas las viviendas, se pretende que con ello se protegerá a la población de enfermedades gastrointestinales y de la piel, a la vez, el mejoramiento del ornato y la protección del manto freático que dentro de la comunidad existe, así como evitar la proliferación de plagas de moscas, o bien el malestar que provocan algunos animales por disponer de las aguas servidas en las calles de la comunidad.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea La Torera, San José La Arada, Chiquimula

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto a diseñarse debe contemplar un sistema de conducción por bombeo, desde una captación de brote definido, el cual será captado por medio de un sello sanitario, éste a la vez será conducido hacia un tanque de succión, además, se contempla una caseta de bombeo y la línea de impulsión hacia la E-27, en la cual se construirá un tanque de almacenamiento, con un sistema de cloración, debido a la calidad del agua captada.

Posteriormente será distribuido en toda el área de la aldea, para cubrir la totalidad de las viviendas actuales, por medio de los distintos ramales necesarios para conducir el agua clorada a cada una de las viviendas, a través de una conexión domiciliar de tipo predial.

2.1.2. Levantamiento topográfico

Criterios: el equipo de medición que se utilizó para llevar a cabo el estudio de pre factibilidad, se realizó con un teodolito digital T600, marca Sokkia, teniendo como referencia en datos anteriores, la razón de $VH/L = 5\%$.

Debido a que ambos proyectos beneficiarán a la comunidad en estudio, se tomaron en cuenta todas las viviendas, para que no quedara ninguna de

ellas sin este servicio, ya que será de gran beneficio para la cuantificación de materiales a utilizarse en el proyecto.

2.1.2.1. Planimetría

Con la siguiente ecuación se calcularon las distintas distancias horizontales:

$$Dh = Vh * Kh * \text{Seno } \varphi_o * f$$

Donde:

Dh = distancia horizontal (m)

Vh = diferencia de hilos (superior – medio, m)

Kh = 2 veces la constante de lectura horizontal del aparato = $2 * 100 = 200$

φ_o = ángulo vertical (grados sexagesimales)

f = factor de ondulación del terreno 1,02 (2 %)

2.1.2.2. Altimetría

Para el cálculo de las diferencias de nivel entre dos puntos de una línea se utilizó la siguiente ecuación:

$$Cpo = Cea + Hi - Hm + (Kv * Vh * \text{Seno } 2\varphi_o)$$

Donde:

Cpo = cota punto observado (m)

Cea = cota estación anterior (m)

H_i = altura instrumento (m)

H_m = lectura hilo medio (m)

K_v = 2 veces la constante de lectura vertical del aparato = $2 \cdot 50 = 100$

V_h = diferencia de hilos (superior – medio, m)

$\text{Seno } 2\varphi_o = 2$ veces ángulo vertical (grados sexagesimales)

2.1.3. Fuentes de agua

La fuente que existe para el presente diseño es única y está en el interior del área en una parte baja cerca del perímetro de la comunidad, la cual es de brote definido, en un área húmeda, la cual por indicaciones de los mismos vecinos, no tiene problemas de que la capacidad disminuya en época de verano, a pesar de que el área donde se encuentra ubicada la comunidad es montañosa, pero la misma está deforestada.

El brote definido habrá que captarlo en su totalidad, para que posteriormente sea conducido por medios mecánicos hacia la parte alta en la cual deberá construirse un tanque de almacenamiento, para que de ahí se distribuya a todas las viviendas de la comunidad.

2.1.4. Caudal de aforo

La fuente que existe para el presente diseño es única, la cual fue aforada fuera de la época de estiaje, el 20 de agosto 2008, por medio de método volumétrico, el cual presentó los resultados siguientes:

Tabla III. **Resumen de datos del aforo**

Descripción	Dato
Caudal total	1,45 lts/seg
Altura de la fuente	600,00 msnm
Altura de la casa más baja	590,00 msnm
Altura del tanque de distribución	622,00 msnm
Distancia fuente – tanque distribución	0,30 km
Distancia tanque distribución – última casa	0,40 km
Altura fuente – tanque distribución	48,12 m

Fuente: elaboración propia.

Por lo anterior habrá que tomar en cuenta el tipo de proyecto será por bombeo mecánico, ya que se cuenta con servicio de energía eléctrica de 120-240 voltios y el vertiente es suficiente para el número de viviendas según el período de diseño.

Debido a la falta de base de datos de aforos de fuentes del área dentro del centro de salud que se ubica en la cabecera municipal, y la fecha en que se realizó el estudio de pre factibilidad, no se pudo realizar el aforo en la época de estiaje, por lo que al aforo realizado se le restará un 15% para asumir el caudal real del mismo, entonces el caudal del vertiente se estimará en:

$$Q_e = Q_a * (1 + ffe)$$

Donde:

Q_e = caudal estimado para diseño (lts/seg)

Q_a = caudal aforado en campo (lts/seg)

ffe = factor fuera época de estiaje

$$Q_e = 1,45 * (1 + 0,15)$$

$$Q_e = 1,23 \text{ lts/seg}$$

En cuanto al tipo de servicio que se propone, para lograr con el mismo el mayor impacto, tanto en la salud como en lo económico, máxime en el área rural es el tipo de servicio predial, es decir, colocar una conexión por medio de un chorro por vivienda, el cual cubre sin problemas el caudal que proporciona la fuente.

2.1.5. Análisis de la calidad del agua

2.1.5.1. Examen bacteriológico

Con las muestras de la fuente, según el análisis bacteriológico realizado por el Centro de Investigaciones de Ingeniería, (CII), de la Facultad de Ingeniería de la USAC, el resultado es el siguiente:

Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación II. Calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, sedimentación, filtración, desinfección). Según Normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud, (OMS), para fuentes de agua. 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.

Lo anterior determina que el agua no es apta para el consumo humano, por lo que es necesario implementar una desinfección a base de hipoclorito de calcio, para aprovechar los efectos residuales del cloro. Con esa desinfección

se puede garantizar mayor seguridad, ya que con ello disminuirían los riesgos de contaminación por una inadecuada manipulación del agua.

El resultado completo del examen bacteriológico, realizado por el CII, de la fuente del diseño del sistema de agua potable, se encuentra en el anexo A.

2.1.5.2. Examen físico-químico sanitario

Por aparte, el análisis físico-químico sanitario del agua, realizado por la misma institución, dio el siguiente resultado:

Desde el punto de vista de la calidad física, aspecto turbia (rechazable). La calidad 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. - W.E.F. 21TH Edition 2005, Norma COGUANOR NGO 4 010. Sistema Internacional de Unidades y 29 001 (agua potable y sus derivadas), Guatemala.

El resultado anterior indica que el agua de la fuente analizada, sí es apta para el consumo, aplicando los métodos habituales de tratamiento (coagulación, sedimentación, filtración, desinfección).

El resultado completo del análisis físico químico sanitario, realizado por el CII, de la fuente del diseño del sistema de agua potable, se encuentra en el anexo B.

2.1.6. Criterios de diseño

2.1.6.1. Período de diseño

Con referencia de las Normas INFOM, se hace ver que todos los componentes del proyecto serán diseñados para un período no menor de 23 años de vida útil, a excepción del equipo de bombeo que se le da una vida útil de 10 años.

2.1.6.2. Población de diseño

La población de diseño para el proyecto deberá contemplarse de acuerdo al período de diseño de la obra, en cuanto a los elementos del sistema como infraestructura, para ellos se asume un período de 23 años.

2.1.6.3. Dotación

Conociendo las Normas INFOM, para diseño de proyectos de agua potable, a la vez que la comunidad tiene un tipo de clima cálido, se acepta una dotación de 100 litros por habitante por día.

2.1.6.4. Factores de consumo

2.1.6.4.1. Factor de día máximo

Para este proyecto en particular se asumirá un factor de día máximo – $F_{d\text{máx}}$, según Norma INFOM para poblaciones menores de 1 000 habitantes, la cual corresponde a 1,3.

2.1.6.4.2 Factor de hora máximo

También, se asumirá un factor de hora máximo - Fhmáx, según Norma INFOM, para poblaciones menores de 1 000 habitantes, el cual se asumirá de 2,5. Para este factor no se está tomando en cuenta reserva alguna para incendios y otros imprevistos.

Velocidades y presiones: en Normas INFOM, se indican que para este tipo de proyecto, se adoptarán velocidades de diseño para tuberías de PVC en líneas de conducción una velocidad mínima de 0,40 m/seg y una velocidad máxima de 2,00 m/seg.

Las presiones en las tuberías no deben sobrepasar a la presión de trabajo para las que fueron diseñadas.

- Conducción: la presión de servicio deberá estar entre el rango de 10 y 60 metros.
- Distribución: la presión hidrostática no debe sobrepasar los 80 mca.

Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías: la pérdida de cargas en las tuberías, se determinará por medio de la fórmula de Hazen Williams, la cual se define así:

$$H_f = \frac{1743,811141 * L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,87}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga (m)

L = longitud del tramo (m)

Q = caudal de diseño, bombeo o impulsión (lts/seg)

C = coeficiente de fricción interno, 150 PVC y 100 HG

D = diámetro interno (pul)

Tomando en consideración la altura máxima disponible por perder, entonces se asume como Hf, por lo que es posible determinar el diámetro teórico necesario para la conducción de agua, despejando de la ecuación anterior el diámetro, se tiene:

$$D = \left[\frac{1743,811141 * L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * Hf} \right]^{1/4,87}$$

Encontrando el diámetro teórico, se selecciona el diámetro comercial inmediato superior y con este resultado se calcula de nuevo Hf.

2.1.7. Población actual y tasa de crecimiento

La población actual de la comunidad es de 161 habitantes, distribuidos en 35 viviendas en el mismo número de familias, según el censo realizado.

El INE, según el XI Censo de Población y VI de Habitación 2002, para el departamento de Chiquimula, se tiene una tasa intercensal del 3,44% para el crecimiento poblacional.

2.1.8. Cálculo de población futura

En cuanto al cálculo de la población futura, se tomará el método del crecimiento geométrico, según la fórmula:

$$Pf = Pa * (1+i)^n$$

Donde:

Pf = población futura (hab)

Pa = población actual real (hab, censo realizado por el EPS)

i = tasa de crecimiento (%)

n = período de diseño (años)

$$Pf = 161 * (1 + 0,0344)^{23}$$

$$Pf = 350 \text{ hab}$$

2.1.9. Número de conexiones

Con el número de viviendas actuales, una escuela preprimaria, otra primaria y una iglesia, habrá que diseñar el proyecto para un total de 38 conexiones de tipo predial.

2.1.10. Determinación de caudales

2.1.10.1. Caudal medio diario (Qm)

Por el tipo de servicio predial, aunque el mismo sea por bombeo, deberá ser permanente durante 24 horas, por lo que se calculará según la ecuación:

$$Q_m = \frac{dot * Pf}{86\ 400}$$

Donde:

Qm = caudal medio (lts/seg)

dot = dotación, 100 (lts/hab/día)

Pf = población futura (hab)

$$Q_m = \frac{100 * 350}{86\ 400}$$

$$Q_m = 0,41 \text{ lts/seg}$$

2.1.10.2. Caudal de día máximo (Qdmáx)

Se le conoce también con el nombre de caudal de conducción, éste no es más que el mayor consumo en un día al año reportado en un sistema de distribución de agua, ya que el presente trabajo se realiza como proyecto nuevo, habrá que tomar en cuenta las Normas INFOM, que el factor de día máximo estima que para poblaciones menores de 1 000 habitantes será de 1,3, por lo que:

$$Q_{dm\acute{a}x} = Q_m * F_{dm\acute{a}x}$$

Donde:

$Q_{dm\acute{a}x}$ = caudal de día máximo (lts/seg)

Q_m = caudal medio (lts/seg)

$F_{dm\acute{a}x}$ = factor de día máximo 1,3

$$Q_{dm\acute{a}x} = 0,41 * 1,3$$

$$Q_{dm\acute{a}x} = 0,53 \text{ lts/seg}$$

2.1.10.3. Caudal de hora máxima ($Q_{hm\acute{a}x}$)

También llamado caudal de distribución, es el mayor consumo en una hora del día, el cual es utilizado para el diseño de la red de distribución, pero como el proyecto es nuevo y tomando como referencia las Normas INFOM, el cual indica que sin tomar en cuenta reserva alguna para incendios y otros imprevistos será de 2,5, para su cálculo indica que:

$$Q_{hm\acute{a}x} = Q_m * F_{hm\acute{a}x}$$

Donde:

$Q_{hm\acute{a}x}$ = caudal de hora máximo (lts/seg)

Q_m = caudal medio (lts/seg)

$F_{hm\acute{a}x}$ = factor de hora máximo 2,5

$$Q_{hm\acute{a}x} = 0,41 * 2,5$$

$$Q_{h\text{m}\acute{a}\text{x}} = 1,03 \text{ lts/seg}$$

2.1.10.4. Caudal de bombeo

Como el proyecto a diseñarse es por bombeo, es necesario calcular el caudal de bombeo o impulsión.

$$Q_{bom} = \frac{Q_{d\text{m}\acute{a}\text{x}} * h_d}{h_b}$$

Donde:

Q_{bom} = caudal de bombeo o impulsión (lts/seg)

$Q_{d\text{m}\acute{a}\text{x}}$ = caudal máximo diario (lts/seg)

h_d = horas por día

h_b = horas de bombeo

$$Q_{bom} = \frac{0,53 * 24}{12}$$

$$Q_{bom} = 1,06 \text{ lts/seg}$$

El dato del aforo evaluado es mayor que el valor de $Q_{d\text{m}\acute{a}\text{x}}$ y que el Q_{bom} o de impulsión, por consiguiente, el caudal aforado es suficiente para poder servir a la comunidad, en el período indicado de 23 años, con una dotación de 100 lts/hab/día y por medio de una conexión tipo predial, cubriendo todas las viviendas de la comunidad, las dos escuelas y la iglesia.

2.1.11. Diseño hidráulico del sistema

Conociendo la carencia de vertientes de brote definido o bien de escorrentías naturales en forma permanente, en la partes altas cercanas a la comunidad, además de que no sería oportuno una perforación de un pozo mecánico, lo único disponible es un vertiente natural de brote definido, el cual se encuentra ubicado en la parte baja de la comunidad, por lo que es necesario un sistema de abastecimiento por bombeo hacia un punto alto donde se ubica el tanque de almacenamiento y distribución, cubriendo la totalidad de las viviendas de la comunidad.

El sistema en general estará conformado por los siguientes elementos:

Tabla IV. Componentes del sistema

Cantidad	Unidad	Descripción
1	unidad	Captación brote definido
1	unidad	Tanque de succión 5 m ³
1	unidad	Caseta de bombeo
1	global	Equipo completo bombeo
306	metro	Línea de bombeo o impulsión
1	unidad	Tanque de distribución 20 m ³
1	unidad	Hipoclorador
1 134	metro	Línea de distribución
1	unidad	Caja rompe presión 1,00 m ³ C.V.F.
1	unidad	Paso de zanjón tipo B
38	unidad	Conexiones prediales

Fuente: elaboración propia.

La obtención de un diseño hidráulico económico de la conducción y distribución y a la vez facilitar su cálculo, se utilizó un programa en lenguaje *BASIC*, el cual describe y calcula por medio del método de Hazen – Williams, considerando la distribución como redes abiertas.

2.1.11.1. Captación

Conociendo que el tipo de fuente es de brote natural definido, se contempla la construcción de una captación típica, seguidamente la construcción de un tanque de almacenamiento para dar lugar al bombeo mecánico hacia el tanque de distribución, la captación está ubicada en la E-1a con una cota 1 002,36 m según levantamiento topográfico.

2.1.11.2. Línea de conducción por bombeo

Se tomarán las Normas de Instituto de Fomento Municipal, además de los siguientes criterios técnicos:

- Debido a que la comunidad únicamente cuenta con la posibilidad de abastecerse de agua potable por un sistema de bombeo, se optó por diseñar el mismo, teniendo en cuenta que sí se tiene una vertiente de brote definido, el cual puede ser protegido para evitar daños en el invierno o bien su contaminación.
- Se construirá un tanque de succión, el cual tendrá una capacidad de 5 m³, a la vez una caseta de bombeo, la cual operaría el sistema de bombeo o impulsión hacia el tanque de distribución por medio de la línea de bombeo de PVC 160 PSI.
- Existe una conexión eléctrica monofásica dentro del área de la comunidad, la cual puede ampliarse para poder hacer el bombeo sin problemas. Por aparte, se tomarán en cuenta todas las viviendas existentes, para que la cobertura del proyecto sea al cien por ciento de la misma, a la vez las posibles conexiones futuras.

- Se contempla una sola línea de conducción hacia el tanque de distribución, la cual va desde el tanque de almacenamiento de bombeo, E-1a con una cota de 1 002,36 m y un estacionamiento de 0+034,80 m hacia dicho tanque, éste está ubicado en la E-27, con una cota de 1 050,48 m y un estacionamiento de 0+303,40 m.
- Debido a la topografía del terreno se usará la distancia inclinada del perfil del terreno y se usará un incremento del 2% como criterio para el cálculo de la distancia, con ello se despreciaría las curvaturas mínimas del terreno.

Para determinar la longitud del tramo de la línea de bombeo o impulsión, se sustituyen los datos anteriores, en la fórmula siguiente:

$$T = \frac{(E_f - E_o) * s}{6}$$

Donde:

T = número de tubos

Ef = estación final del tramo a diseñar (m)

Eo = estación inicial del tramo a diseñar (m)

s = constante de incremento por curvatura del terreno

$$T = \frac{(303,40 - 34,80) * 1,02}{6}$$

$$T = 45,66 \text{ tubos}$$

El resultado anterior se aproxima al entero superior, una vez la fracción decimal sea igual o mayor de 5, como un tubo tiene una longitud de 6,00 m dicha cantidad se multiplica por la longitud de un tubo para obtener la longitud total del ese tramo en particular, así:

$$L = 6,00 * T$$

Donde:

L = longitud (m)

T = número de tubos

$$L = 6,00 * 46$$

$$L = 276,00 \text{ m}$$

El procedimiento anterior es necesario cumplirlo, para que el diseño se aproxime a la realidad, además la tubería sería de PVC 160 PSI.

Posteriormente, se adjuntan los datos que servirán para continuar con el cálculo, según datos topográficos y de las bases de diseño, los cuales se describen en las tablas V y VI.

Tabla V. Cálculo de longitud línea de conducción o bombeo

TRAMO		LONG m	DIAM pul	CLASE PSI	Q lts/seg	V m/seg	H.F m	COTA PIEZOMETRICA		COTA TERRENO		PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTATICA		OBSERVACIONES
DE	A							INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
LINEA DE CONDUCCIÓN O IMPULSIÓN																
1a	27	276														E-1a=0+034,80 CAP+TS de 5 m³
																E-27=0+303,40 TD de 20 m³

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Datos topográficos y bases de diseño

Dato	Estación	Caminamiento (m)	Cota (m)	Caudal (lts/seg)
Topográfico	E-1a	0+034,80	1 002,36	
Topográfico	E-27	0+303,40	1 050.48	
Caudal de bombeo				1,06

Fuente: elaboración propia.

Los datos anteriores son colocados en la tabla de cálculo quedando como se describen en la tabla VII.

Tabla VII. Cálculo de caudal de bombeo y piezométrica

TRAMO		LONG m	DIAM pul	CLASE PSI	Q lts/seg	V m/seg	H.F m	COTA PIEZOMETRICA		COTA TERRENO		PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTATICA		OBSERVACIONES
DE	A							INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
LINEA DE CONDUCCIÓN O IMPULSIÓN																
1a	27	276			1,06			1 070,41		1 002,36	1 050,48					E-1a=0+034,80 CAP+TS de 5 m³
																E-27=0+303,40 TD de 20 m³

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en consideración los datos anteriores, se calcula la presión estática del tramo, la cual se define como la diferencia de nivel entre la captación, en este caso, por ser de bombeo se tendrá una presión inicial de 68.05 mca, que se logrará con el equipo de bombeo para el tramo de la conducción y la altura en la cual culminará el diseño, es decir, en el tanque de distribución, por lo que se procede según la siguiente fórmula:

$$H = C_f - C_o$$

Donde:

H = carga disponible o diferencia de nivel (m)

C_f = cota final (m)

C_o = cota de inicio (m)

$$H = 1\ 070,41 - 1\ 050,48$$

$$H = 19,93\ m$$

Tabla VIII. **Cálculo de presión estática en línea de bombeo**

TRAMO		LONG	DIAM	CLASE	Q	V	H.F	COTA		COTA		PRESION		PRESION		OBSERVACIONES
DE	A	m	pul	PSI	lts/seg	m/seg	m	PIEZOMETRICA		TERRENO		DISPONIBLE		ESTATICA		
								INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
LINEA DE CONDUCCIÓN O IMPULSIÓN																
1a	27	276			1,06			1 070,41		1 002,36	1 050,48			68,05	19,93	E-1a=0+034,80 CAP+TS de 5 m³ E-27=0+303,40 TD de 20 m³

Fuente: elaboración propia.

En el cálculo anterior la presión estática es negativa, debido a que la captación está en un punto más bajo que el tanque de distribución, por lo que habrá que vencer dicha presión al momento del bombeo o impulsión.

Para calcular el diámetro de la tubería de la línea de bombeo o impulsión, la cual tiene que cumplir con los requerimientos hidráulicos, se calcula por medio de la fórmula de Hazen Williams:

$$D = \left[\frac{1743,811141 * L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * Hf} \right]^{1/4,87}$$

Donde:

D = diámetro (pul)

L = longitud del tramo (m)

Q = caudal de bombeo o impulsión (lts/seg)

Hf = pérdida de carga (m)

C = coeficiente de fricción interno 150 PVC y 100 HG

$$D = \left[\frac{1743,811141 * 276 * 1,06^{1,852}}{150^{1,852} * 19,93} \right]^{1/4,87}$$

$$D = 1,21 \text{ pul}$$

Este es un diámetro teórico interno, por lo que se debe encontrar el diámetro comercial, el que se busca en tablas de proveedores de tuberías, tomando en cuenta que debe ser superior al teórico, además, debe cumplir con las velocidades y presiones establecidas en la norma. El diámetro anterior calculado deberá ser aproximado al inmediato superior comercial o el que

convenga por la pérdida, para éste caso será con tubería de PVC y corresponde a una tubería de 1 1/4 pul. Ver tabla IX.

Tabla IX. Tubería PVC 1 120 ASTM D 2 241 SDR 26

Presión de trabajo a 23°C 160 PSI = 11,2 kg/cm ²									
Presión mínima de ruptura 500 PSI = 35,15 kg/cm ² (falla entre 60 y 90 seg)									
Longitud de cada tubo 20 pies = 6,09 m									
Nominal		Diámetro				Espesor		Peso aproximado	
		Exterior		Interior		Pared			
m m	pul	m m	pul	m m	pul	m m	pul	kg	lb
25	1	33,40	1,315	30,35	1,195	1,52	0,060	1,35	2,97
31	1 1/4	42,16	1,660	38,91	1,532	1,63	0,064	1,83	4,03
38	1 1/2	48,26	1,900	44,55	1,754	1,85	0,073	2,39	5,27
50	2	60,33	2,375	55,70	2,193	2,31	0,091	3,72	8,21
62	2 1/2	73,03	2,875	67,45	2,655	2,79	0,110	5,45	12,01

Fuente: elaboración propia.

Una vez definido el diámetro interno de la tubería PVC 1 1/4 pul 160 PSI, nuevamente se colocan los datos restantes en tabla de cálculo para continuar con los mismos, de acuerdo a la tabla X.

Tabla X. Cálculo de diámetro y clase de tubería

TRAMO		LONG	DIAM	CLASE	Q	V	H.F	COTA		COTA		PRESION		PRESION		OBSERVACIONES
DE	A	m	pul	PSI	lts/seg	m/seg	m	PIEZOMETRICA		TERRENO		DISPONIBLE		ESTATICA		
								INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
LINEA DE CONDUCCIÓN O IMPULSIÓN																E-1a=0+034,80 CAP+TS de 5 m³
1a	27	276	1 1/4	160	1,06			1 070,41		1 002,36	1 050,48			68,05	19,93	E-27=0+303,40 TD de 20 m³

Fuente: elaboración propia.

Luego se procede a calcular el valor real de la pérdida en este tramo; por medio de la ecuación de Hazen Williams:

$$H_f = \frac{1\,743,811141 * L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,87}}$$

Donde:

H_f = pérdida de carga (m)

$$H_f = \frac{1\,743,811141 * 276 * (1,06)^{1,852}}{(150)^{1,852} * (1,532)^{4,87}}$$

$$H_f = 6,27 \text{ m}$$

Tabla XI. **Cálculo de pérdidas**

TRAMO		LONG	DIAM	CLASE	Q	V	H.F	COTA		PRESION		PRESION		OBSERVACIONES	
DE	A	m	pul	PSI	lts/seg	m/seg	m	PIEZOMETRICA	TERRENO	DISPONIBLE	ESTATICA				
								INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
LINEA DE CONDUCCIÓN O IMPULSIÓN														E-1a=0+034,80 CAP+TS de 5 m³	
1a	27	276	1 1/4	160	1,06		6,27	1 070,41		1002,36	1 050,48		68,05	19,93	E-27=0+303,40 TD de 20 m³

Fuente: elaboración propia.

La primera cota piezométrica es asumida, en este caso es de 1 070.41 m, debido a que es mayor a todas las cotas del terreno, con el resultado obtenido anteriormente, que es el valor de la pérdida por fricción en el tramo de conducción, por lo que se calcula de siguiente forma:

$$P_{zf} = P_{zo} - H_f$$

Donde:

P_{zf} = cota piezométrica final del tramo (m)

P_{zo} = cota piezométrica al inicio del tramo (m)

H_f = pérdida por fricción o pérdidas de carga (m)

$$P_{zf} = 1\ 070,41 - 6,27$$

$$P_{zf} = 1\ 064,14 \text{ m}$$

Tabla XII. **Cálculo de piezométrica final**

TRAMO		LONG	DIAM	CLASE	Q	V	H.F	COTA		COTA		PRESION		PRESION	OBSERVACIONES	
DE	A	m	pul	PSI	lts/seg	m/seg	m	PIEZOMETRICA		TERRENO		DISPONIBLE		ESTATICA		
								INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL		FINAL
LINEA DE CONDUCCIÓN O IMPULSIÓN																
1a	27	276	1 1/4	160	1,06		6,27	1 070,41	1 064,14	1 002,36	1 050,48			68,05	19,93	E-1a=0+034,80 CAP+TS de 5 m³ E-27=0+303,40 TD de 20 m³

Fuente: elaboración propia.

La presión disponible en el inicio del tramo es por medio del sistema de bombeo o impulsión, para lo cual se utilizará una bomba que genere la presión calculada para vencer los 1070,41 m, pero como a la vez hay que dominar la presión estática y las pérdidas por fricción, la presión piezométrica final del bombeo o impulsión será de 68,05 m, calculando será:

$$P_{df} = P_{zf} - C_f$$

Donde:

P_{df} = presión disponible al final del tramo (m)

P_{zf} = cota piezométrica al final del tramo (m)

C_f = cota del terreno al final del tramo de diseño (m)

$$P_{zf} = 1\ 064,14 - 1\ 050,48$$

$$P_{zf} = 13,66\ m$$

Tabla XIII. **Cálculo de presión disponible**

TRAMO	LONG	DIAM	CLASE	Q	V	H.F	COTA		PRESION		PRESION	OBSERVACIONES			
							PIEZOMETRICA	TERRENO	DISPONIBLE	ESTATICA					
DE	A	m	pul	PSI	lts/seg	m/seg	m	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
LINEA DE CONDUCCIÓN O IMPULSIÓN												E-1a=0+034.80 CAP+TS de 5 m³			
1a	27	276	1 1/4	160	1.06	6.27	1070.41	1062.61	1002.36	1050.48	68.05	13.66	68.05	19.93	E-27=0+303.40 TD de 20 m³

Fuente: elaboración propia.

El cálculo de la velocidad, está expresada de la siguiente manera:

$$v = \frac{0,0012}{\frac{\pi}{4} * D^2}$$

Donde:

v = velocidad del agua (m/seg)

D = diámetro interno de la tubería (pul)

$$v = \frac{0,0012}{\frac{3,1416}{4} * (1,532)^2}$$

$$v = 1,01\ m/seg$$

En Normas INFOM, se indican que para este tipo de proyectos se adoptarán para las velocidades de diseño de conducciones, una velocidad

mínima de 0,40 m/seg y una velocidad máxima de 2,00 m/seg, la velocidad obtenida utilizando tubería PVC diámetro de 1 1/4 pul, se encuentra en el rango permisible, ya que según la Norma INFOM es menor de 2 m/seg.

Tabla XIV. **Cálculo de velocidad**

TRAMO		LONG	DIAM	CLASE	Q	V	H.F	COTA		COTA		PRESION		PRESION		OBSERVACIONES
DE	A	m	pul	PSI	lts/seg	m/seg	m	PIEZOMETRICA		TERRENO		DISPONIBLE		ESTATICA		
								INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
LINEA DE CONDUCCIÓN O IMPULSIÓN																
																E-1a=0+034,80 CAP+TS de 5 m³
1a	27	276	1 1/4	160	1,2	1,01	7,88	1 070,41	1 062,61	1 002,36	1 050,48	68,05	7,8	68,05	19,93	E-27=0+303,40 TD de 20 m³

Fuente: elaboración propia.

El cálculo hidráulico completo del diseño del sistema de agua potable, se encuentra en el apéndice A1.

2.1.11.3. **Cálculo de la potencia del equipo de bombeo**

La potencia de la bomba se puede calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$P = \frac{Q_{bom} * C_{dt}}{76 * e}$$

Donde:

P = potencia de la bomba (Hp)

Q_{bom} = caudal de bombeo (lts/seg)

C_{dt} = carga dinámica total (m)

e = eficiencia de la bomba 75%

$$P = \frac{1,06 * 68,05}{76 * 0,75}$$

$$P = 1,27 \text{ Hp}$$

Por el cálculo anterior se propone una bomba sumergible de 1,5 Hp.

2.1.11.4 Verificación del golpe de ariete

El golpe de ariete es un incremento de presión en una tubería, producidas por el cierre rápido de una válvula.

En una línea de bombeo o impulsión, es necesario tomar en cuenta los parámetros de sobre-presión, para proteger el sistema, utilizando la siguiente fórmula:

$$IP = \frac{v * V}{g}$$

Donde:

IP = incremento de presión o sobrepresión (m)

v = velocidad en la tubería (m/seg)

V = velocidad de onda del tubo 300-400 PVC y 700 HG (m/seg)

g = gravedad (m/seg²)

Como la tubería a utilizar es PVC, se usa 400 por ser el más crítico y la gravedad equivalente a 9,81 m/s², aplicando en:

$$IP = \frac{v * 400}{9,81}$$

Donde:

v = Velocidad en la línea de bombeo o impulsión (m/s)

$$IP = \frac{1,01 * 400}{9,81}$$

$$IP = 41,18 \text{ m}$$

Se debe tomar en cuenta que las presiones en las tuberías no deben sobre pasar a la presión de trabajo de las mismas para la conducción, y en la distribución la presión de servicio deberá estar entre el rango de 10 a 60 mca, mientras que la presión hidrostática no sobre pase los 80 mca, por lo que el cálculo anterior está entre los límites permisibles.

2.1.11.5 Especificaciones del equipo de bombeo

El proyecto se implementará con una bomba centrífuga de eje horizontal, con una potencia de 1,5 Hp, la cual será accionada por energía eléctrica, cuyo período de bombeo será de 12 horas diarias, con una eficiencia no menor del 75% debiendo trabajar en una sola etapa.

En la selección de la bomba, se debe verificar que el NPSH_r tiene que tener un valor no menor de 2 875 m para evitar que se presente el fenómeno de la cavitación en su interior.

El equipo adicional al sistema de bombeo estará integrado además, por los siguientes componentes:

- Válvula de alivio de la presión
- Válvula de verificación o retención
- Válvula de apagado o estrangulamiento
- Válvula de instrumentación
- Grifo de muestreo
- Tubería de limpieza
- Junta flexible en línea de descarga
- Protección contra golpe de ariete

Tabla XV. **Resumen de bases de diseño para la conducción**

Indicador	Dato
Número de conexiones	38 u
Población actual	161 hab
Período de diseño	23 a
Tasa de crecimiento	3,44%
Dotación	100 lts/hab/día
Población de diseño	350 hab
Caudal medio	0,41 lts/seg
Factor día máximo	1,3
Caudal de día máximo	0,53 lts/seg
Factor hora máximo	2,5
Caudal de hora máximo	1,03 lts/seg
Caudal de bombeo impulsión	1,06 lts/seg

Fuente: elaboración propia.

2.1.11.6 Tanque de distribución

El proyecto contempla un tanque de distribución, el cual será capaz de dar el servicio predial a todas las viviendas de la comunidad por medio de la gravedad, debido a que estará ubicado en la E-27, con una cota topográfica de

1 050,48 m, por lo que la vivienda más alta está ubicada en la radiación 13a con una cota de 1 042,22 m y la vivienda más baja en la radiación 0b con una cota de 993,50 m.

Por aparte, según Normas INFOM, para sistemas por bombeo y con poblaciones menores de 1 000 habitantes, el volumen de almacenamiento deberá estar comprendido entre un 20% y 30% del caudal medio diario, sin contemplarse reservas para eventualidades como incendios y otros, pero debido a que el área de la comunidad es propensa a incendios forestales en época de verano, se contemplará un 20% más, por lo que el factor de almacenamiento máximo será $fa = 0,50$, aplicando la fórmula:

$$Vol = fa * Qm$$

Donde:

Vol = volumen (m^3)

fa = factor de almacenamiento

Qm = caudal medio (m^3)

$$Qm = 0,41 * 86\ 400 * \left(\frac{1}{1\ 000} \right)$$

$$Qm = 35,42 \ m^3/d$$

$$Vol = 0,5 * 35,42$$

$$Vol = 17,71 \ m^3/d$$

Con el resultado anterior se aproxima al entero próximo en múltiplos de 5, en este caso se adopta $20 \ m^3$, el cual tiene una distancia desde la captación

de 303,40 m. Teniendo en cuenta el tipo de suelo, rocoso y no teniendo ninguna falta hidráulica, el tanque se construirá sobre el suelo natural, es decir en forma superficial.

Diseño estructural: la construcción de los tanques de distribución o almacenamiento a nivel rural (si hay materiales locales como arena y piedra), normalmente se hacen de muros de concreto ciclópeo, concreto reforzado, mampostería reforzada y cubierta de losa de concreto reforzado.

Debido a las características del terreno y los requerimientos de la red de distribución, los tanques pueden estar totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados.

En particular, el tanque se diseñará con muros de concreto ciclópeo, ya que hay en existencia los materiales a utilizar, la cubierta será de concreto reforzado y para evitar la excesiva excavación será semienterrado, donde la condición crítica es cuando ésta se encuentra completamente lleno, es decir a la altura del rebalse.

Datos:

W_a = peso del agua 1 ton/m³

W_s = peso del suelo 1,6 ton/m³

W_p = peso de la piedra 2 ton/m³

W_c = peso del concreto 2,4 ton/m³

V_s = valor soporte del suelo 8,0 ton/m³

f_i = ángulo fricción interna 30°

f'_c = esfuerzo último del concreto 281 kg/cm²

F_y = esfuerzo último del acero 2 810 kg/cm²

Diseño losa superior

Datos:

a = lado corto de la losa (m)

b = lado largo de la losa (m)

$$\text{Relación } \frac{a}{b} > 0,5$$

Sustituyendo en la relación:

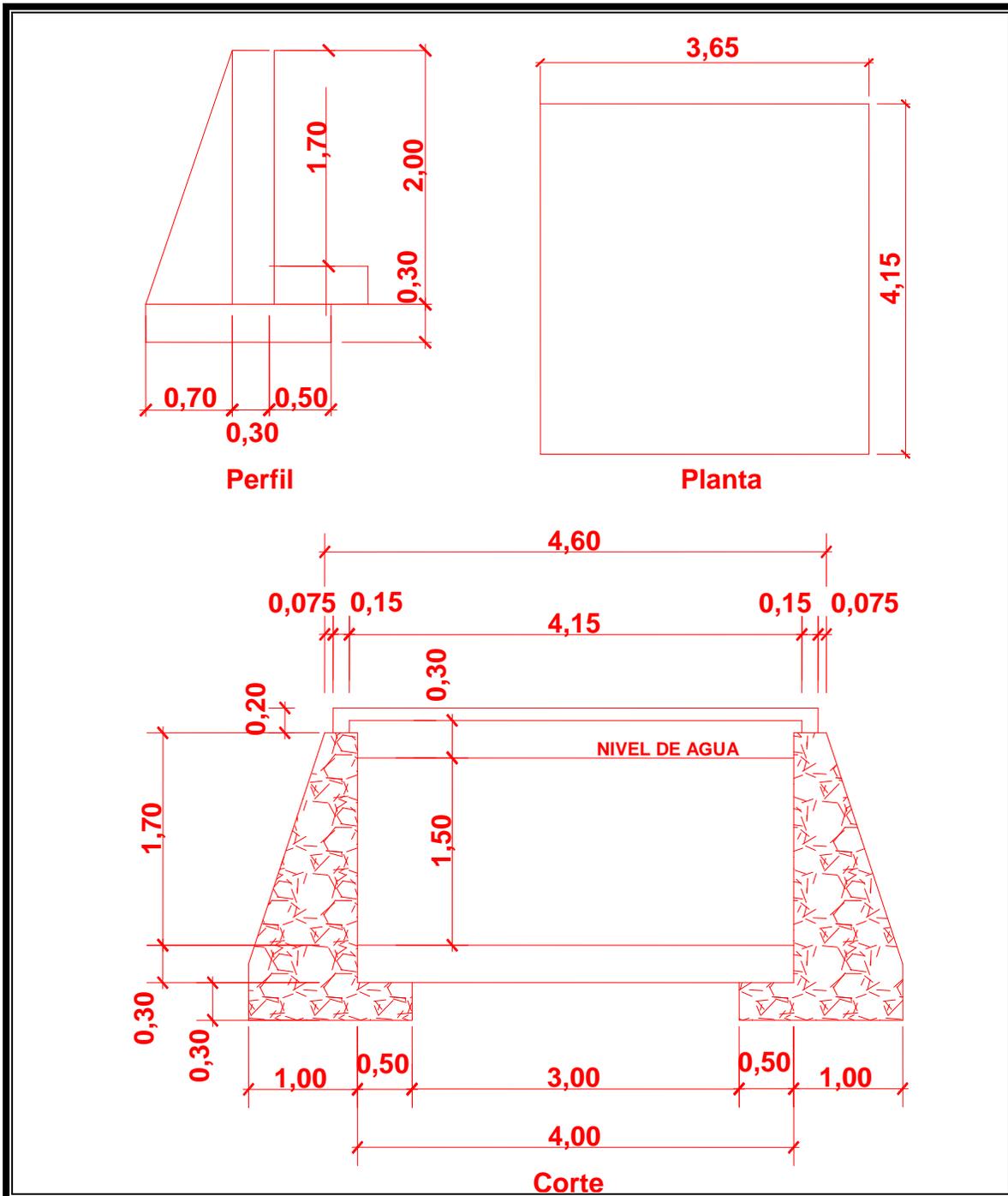
$$\text{Relación } \frac{3,65}{4,15} = 0,88 > 0,5$$

$$\text{Relación } 0,88 > 0,5$$

Por lo anterior, en cuanto a la relación de lado corto contra el lado largo, de donde se obtiene el resultado mayor que 0,5, la losa habrá que diseñarse para los dos sentidos.

El espesor de la losa para dos sentidos, debe de estar entre el rango $0,09 < t < 0,15$, por lo que se tomará un valor de $t = 0,10$ m.

Figura 2. Tanque de distribución de 20 m³



Fuente: elaboración propia.

La integración de cargas, queda definida de la siguiente forma:

$$Wl = Wc * t$$

Donde:

Wl = peso propio de losa

Wc = peso del concreto 2 400 kg/m³

t = espesor de losa, 0,10 m

$$Wl = 2\,400 * 0,10$$

$$Wl = 240 \text{ kg/m}^2$$

Carga muerta

$$CM = Wl + Wa$$

Donde:

CV = carga viva, 100 kg/m²

Wa = peso acabados rústicos, 100 kg/m²

CM = carga muerta

$$CM = 240 + 100$$

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

Carga última

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

Sustituyendo valores:

$$CU = 1,4 * 340 + 1,7 * 100$$

Donde 1,7 y 1,4 son factores de seguridad, para carga viva y carga muerta respectivamente, según el Código ACI 318-95 ACI 319R, sustituyendo:

$$CU = 476 + 170$$

$$CU = 646 \text{ kg/m}^2$$

Debido a que la losa es discontinua en todo su perímetro, se toma como referencia el diseño de una losa tipo 1, del Código ACI 318-95 ACI 319R, por lo que los momentos positivos y negativos vienen calculados así:

$$M_{(+)} = \text{factor} * CMu * \text{lado}^2 + \text{factor} * CVu * l^2$$

$$M_{(-)} = \frac{M_{(+)}}{3}$$

El factor = 0,036 según recomendaciones del Código 318-95 ACI 319R.

Definiendo cada uno de los momentos para cada uno de los lados de la losa se tienen las siguientes ecuaciones:

$$M_{(+)_a} = Coef * CMu * l_a^2 + Coef * CVu * l_a^2$$

$$M_{(+)_b} = Coef * CMu * l_b^2 + Coef * CVu * l_b^2$$

$$M_{(-)_a} = \frac{M_{(+)_a}}{3}$$

$$M_{(-)b} = \frac{M_{(+)b}}{3}$$

Donde:

M(+)= momento positivo (kg-m)

M(-)= momento negativo (kg-m)

Coef = coeficiente 0,036

l = lado de la losa (m)

$$M_{(+)a} = 0,036 * 476 * (3,65)^2 + 0,036 * 170 * (3,65)^2$$

$$M_{(+)a} = 309,83 \text{ kg} - m$$

$$M_{(+)b} = 0,036 * 476 * (4,15)^2 + 0,036 * 170 * (4,15)^2$$

$$M_{(+)b} = 400,53 \text{ kg} - m$$

$$M_{(-)a} = \frac{309,83}{3}$$

$$M_{(-)a} = 103,28 \text{ kg} - m$$

$$M_{(-)b} = \frac{400,53}{3}$$

$$M_{(-)b} = 133,51 \text{ kg} - m$$

Acero mínimo

$$A_{smín} = f * \left(\frac{14,1}{F_y} \right) * b * d$$

$$d = t - r$$

Donde:

$As_{mín}$ = acero mínimo (cm^2)

f = factor para acero mínimo, 0,40

F_y = módulo de fluencia para acero comercial (kg/cm^2)

B = banda de 100 cm de ancho

d = peralte (cm)

t = espesor de la losa, 10 cm

r = recubrimiento, 2 cm

$$d = 10,00 - 2,00$$

$$d = 8,00 \text{ cm}$$

$$As_{mín} = 0,40 * \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 8$$

$$As_{mín} = 1,61 \text{ cm}^2$$

En cuanto al espaciamiento entre las varillas, si se utiliza hierro No. 3, el espaciamiento entre varillas es:

$$S_v = \frac{A_s * b}{As_{mín}}$$

Donde:

S_v = espaciamiento entre varillas (m)

A_s = área de acero de varilla No. 3, $0,71 \text{ cm}^2$

b = banda de 1,00 m

$$S_v = \frac{0,71 * 1,00}{1,61}$$

$$S_v = 0,44 \text{ m}$$

Según los datos de los momentos encontrados anteriormente, se define la cantidad de acero requerido por medio de la siguiente fórmula:

$$A_s = b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \left(\frac{M_u * b}{0,003825 * f'c} \right) * \frac{0,85 * f'c}{F_y}}$$

Tabulando los resultados se obtiene:

Tabla XVI. **Chequeo acero – espaciamiento**

M (kg – m)	As (cm²)	S (cm)
309,83	1,55	45 no chequea, entonces Asmín y Smáx
400,53	2,00	35 chequea Asmín pero no chequea Smáx
103,28	0,51	139 no chequea Asmín y Smáx
133,51	0,66	107 no chequea Asmín y Smáx

Fuente: elaboración propia.

En cuanto al acero por temperatura en centímetros cuadrados, se define como el 2 por mil del ancho de la banda por el espesor de la losa, según lo siguiente:

$$A_{st} = 0,002 * b * d$$

Donde:

A_{st} = acero por temperatura (mc^2)

b = banda de 100 cm

d = peralte (cm)

$$A_{st} = 0,002 * 100 * 10$$

$$A_{st} = 2,00 \text{ cm}^2$$

Como se puede verificar, el momento positivo B, es el que requiere una mayor cantidad de acero, el cual es necesario para contrarrestar el momento indicado, el resto de los momentos, es decir, que los otros tres, requieren menor cantidad de acero que el mínimo necesario, según la Norma del Código ACI 318-95 ACI 319R. En cuanto al acero por temperatura, en forma casual, es igual al acero necesario para el momento mayor, a la vez, ninguno de los refuerzos cumple con el espaciamiento máximo calculado, por lo que, utilizando varillas de acero número 3/8 pul de diámetro, se determina que el armado en general para la losa superior es de:

Varillas de acero de 3/8 pul a 0,44 m en ambos sentidos

Diseño de muros: la construcción del tanque de distribución será a nivel del terreno, es decir superficial, debido a que se tomará como altura máxima la parte inferior de la losa superior, ya que puede fallar el rebalse, lo que presentaría una situación crítica.

La fuerza que ejerce el agua hacia los muros viene definida como:

$$Fagua = \frac{Wagua * \text{área del triángulo de presiones}}{2}$$

Donde:

Fagua = fuerza que ejerce el agua hacia los muros (ton)

Wagua = peso del agua

$$Fagua = \frac{1,0 * \left(\frac{1}{2} * 1,825 * 1,70 \right)}{2}$$

$$Fagua = 0,78 \text{ ton}$$

Al calcular el momento de empuje que causa el agua en el interior del tanque de distribución, será:

$$Magua = Fagua * \frac{Hm}{3}$$

Donde:

Hm = altura media (m)

$$Magua = 0,78 * \frac{1,70}{3}$$

$$Magua = 0,44 \text{ ton} - m$$

Tabla XVII. Cálculo del momento producido en el punto A

Figura	W = Pe(ton) * Área (m ²)	Brazo (m)	Momento (ton-m)
1	2*(1/2*0,70*2,0) = 1,40	2/3*0,70 = 0,47	0,65
2	2*(0,30*2,0) = 1,20	0,70+1/2(0,30) = 0,85	1,02
3	1*(1/2*1,825*1,7) = 1,55**	1/3(1,70) = 0,57	-0,88
4	2*(0,30*1,50)*2 = 0,90	1,50/2 = 0,75	0,68
	Wr = 3,50		Mr = + 1,47
* El peso del agua se transmitirá al suelo bajo del muro, será el doble de éste, es decir 3,10 ton-m			
+ El signo positivo indica que existe un momento mayor que el mismo muro ejerce hacia el agua del interior			

Fuente: elaboración propia.

Área tributaria de la losa sobre el muro: se calculará por medio de la siguiente fórmula:

$$At = b + 0,50 * \frac{a}{2}$$

Donde:

At = área tributaria (m²)

a = media longitud del lado interior corto de la losa (m)

b = lado interior largo de la losa (m)

$$At = 4,15 + 0,50 * \frac{1,825}{2}$$

$$At = 4,24 \text{ m}^2$$

Peso soportado sobre el muro

Donde:

W_{sm} = peso soportado sobre el muro (ton/m)

C_u = carga última (kg/m²)

A_t = área tributaria (m²)

L_m = longitud de muro (m)

W_c = peso del concreto (kg/m³)

A_v = ancho de la viga (m)

H_v = altura de la viga (m)

L_v = longitud de la viga (m)

F_{scm} = factor de seguridad de carga muerta

$$W_m = L_{osa} + V_{iga}$$

$$W_m = C_u * \left(\frac{A_t}{L_m} \right) + W_c * A_v * H_v * L_v * F_{scm}$$

$$W_m = 646 * \left(\frac{4,24}{4,15} \right) + 2\,400 * 0,20 * 0,15 * 4,15 * 1,4$$

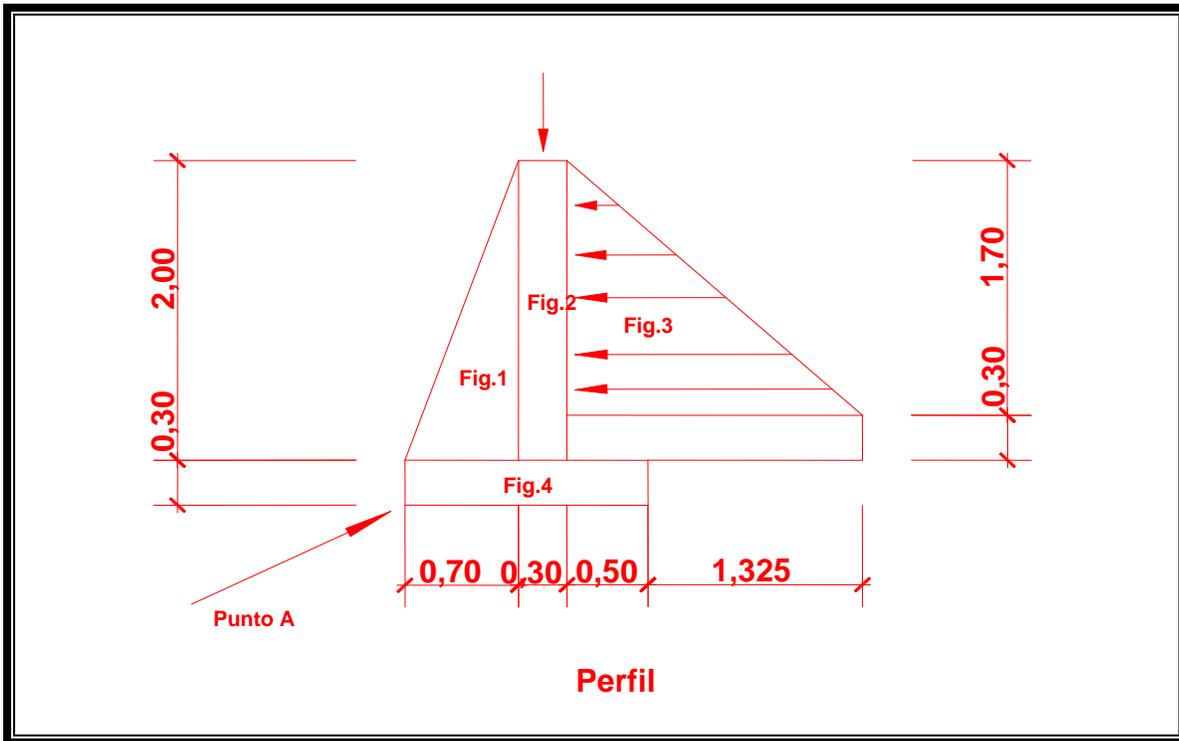
$$W_m = 1\,078,33 \text{ kg / m}$$

$$W_m = 1,08 \text{ ton/m}$$

De lo anterior e integrando, obtenemos el peso total del muro, así:

$$W_{tm} = W_r + W_{sm}$$

Figura 3. Análisis de volteo del tanque de 20 m³



Fuente: elaboración propia.

Donde:

W_{tm} = peso total del muro (ton)

W_r = peso resistente del muro (ton)

W_{sm} = peso soportado sobre el muro (ton)

$$W_{tm} = 3,50 + 1,08$$

$$W_{tm} = 4,58 \text{ ton}$$

Con referencia del punto A se calcula el momento que ejerce toda la carga concentrada en ese punto, así:

$$M_{wc} = W_{sm} * L_b$$

Donde:

M_{wc} = momento de carga concentrada (ton-m)

W_{sm} = peso soportado sobre el muro (ton)

L_b = longitud del brazo, respecto al punto A (m)

$$M_{wc} = 1,08 * \left(0,70 + \frac{0,30}{2} \right)$$

$$M_{wc} = 0,92 \text{ ton} - m$$

Chequeos:

Estabilidad contra volteo (F_{sv}): verificando los resultados obtenidos en cuanto al cálculo de momentos, se puede verificar que el momento que aplica el agua contra el muro es mucho menor que el momento que ejerce el muro hacia el interior, por lo que para una altura de 1,70 m, el muro es resistente. A la vez, el peso que transmite sobre el muro la losa y la viga misma, ambos emiten un momento extra que ayudan al muro a no ceder al momento de que el tanque de distribución está completamente lleno, chequeando lo anterior de la forma siguiente:

$$F_{sv} = \frac{Mr + M_{wc}}{M_{agua}}$$

Donde:

Fsv = estabilidad contra volteo

Mr = momento resistente (ton-m)

Mwc = momento de carga concentrada (ton-m)

Magua = momento de empuje del agua (ton-m)

$$F_{sv} = \frac{1,48 + 2,69}{0,44}$$

$$F_{sv} = 9,4 > 1,5 \text{ por lo que resiste el volteo}$$

Estabilidad contra deslizamiento (Fsd)

$$F_{sd} = \frac{0,9 * Tg \varphi * W_r}{F_{agua}}$$

Donde:

Fsd = estabilidad contra el deslizamiento

Tg φ = función tangente ángulo fricción interna grados sexagesimales

Wr = peso resistente (ton)

Fagua = fuerza del agua (ton)

$$F_{sd} = \frac{0,9 * Tg 30^\circ}{0,78} * 3,50$$

$$F_{sd} = 2,21 > 1,5 \text{ no hay deslizamiento}$$

Presión en el suelo bajo la base del muro: a partir de la distancia donde actúan las cargas verticales, será el punto a, el cual se define:

$$a = \frac{Mr + M_{wc} - M_{agua}}{W_t}$$

Donde:

- a = distancia donde actúan las cargas verticales (m)
- Mr = momento resistente (ton-m)
- M_{wc} = momento de carga concentrada (ton-m)
- M_{agua} = momento de empuje del agua (ton-m)
- t = peso total del muro, incluye el peso del agua (ton)

$$a = \frac{1,48 + 2,69 - 0,44}{6,66}$$

$$a = 0,57 \text{ m}$$

Longitud en la base del muro A, donde actúa presión positiva (+)

$$L_{bm} = 3 * a > B_m$$

Donde:

- L_{mb} = longitud en la base del muro (m)
- a = distancia donde actúan las cargas verticales (m)
- B_m = base del muro (m)

$$L_{bm} = 3 * 0,57 > 1,50$$

$$Lbm = 1,71 > 1,50$$

Debido a que la distancia total de la presión positiva A, es mayor que la base del muro, demuestra que por debajo del muro no existen presiones negativas.

Excentricidad (e)

$$e = \frac{Bm}{2} - a$$

Donde:

e = excentricidad

Bm = base del muro (m)

a = distancia donde actúan las cargas verticales (m)

$$e = \frac{1,50}{2} - 0,57$$

$$e = 0,18 \text{ m}$$

Módulo de sección por metro lineal (Sx)

$$Sx = \frac{1}{6} * Bm^2 * L$$

Donde:

S_x = módulo de sección ($m^3 \cdot m$)

B_m = base del muro (m)

L = 1,00 (m)

$$S_x = \frac{1}{6} * (1,50)^2 * 1,00$$

$$S_x = 0,375 \text{ m}^3$$

Presiones actuantes en los muros

$$S_x = \frac{W_t}{B_m * L} \pm \frac{W_t * e}{S_x}$$

Donde:

P_a = presión actuante (ton/m^2)

W_t = peso total del muro (ton)

B_m = base del muro (m)

L = 1,00 m

e = excentricidad (m)

S_x = módulo de sección ($m^3 \cdot m$)

V_s = valor soporte del suelo (ton/m^2)

$$S_x = \frac{6,66}{1,50 * 1,00} \pm \frac{6,66 * 0,18}{0,375}$$

$$S_x = 4,44 \pm 3,20$$

$$P_{a\text{máx}} = 4,44 + 3,20$$

$$P_{m\acute{a}x} = 7,64 \text{ ton/m}^2 < V_s$$

$$P_{m\acute{a}x} = 7,64 \text{ ton/m}^2 < 8 \text{ ton/m}^2$$

$$P_{m\acute{i}n} = 4,44 - 3,20$$

$$P_{m\acute{i}n} = 1,24 \text{ ton/m}^2 > 0 \text{ no existen esfuerzos a tensi3n}$$

Revisi3n de corte en el tal3n

Fuerza 3ltima de resistencia a corte en una franja unitaria (V_{cu}): Esta fuerza est3 definida por:

$$V_{cu} = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * t}{L}$$

Donde:

V_{cu} = corte 3ltimo resistencia (ton)

$f'c$ = esfuerzo 3ltimo del concreto (kg/cm^2)

b = longitud del muro (m)

t = espesor del tal3n del muro (m)

L = 1,00 m

En la parte del tal3n act3an los pesos de la losa, del muro y del agua, por lo que se integra en W_t , como peso total.

$$W_t = W_c * b * (t \text{ losa} + t \text{ tal3n}) + W_{\text{agua}} * b * H_a$$

Donde:

W_t = peso total (ton)

W_c = peso del concreto (kg/m^3)

b = 1,00 m

t_{losa} = espesor de losa inferior (m)

$t_{\text{talón}}$ = espesor del talón (m)

W_{agua} = peso específico del agua (ton/m^3)

H_a = altura máxima del agua (m)

$$W_t = 2\,400 * 1,00 * (0,30 + 0,30) + 1\,000 * 1,00 * 1,70$$

$$W_t = 3\,140 \text{ kg}$$

$$W_t = 3,14 \text{ ton}$$

Corte actuante: para el cálculo del corte actuante se usará la siguiente fórmula:

$$V_a = W_t * B_t$$

Donde:

V_a = corte actuante (ton)

W_t = peso total (ton)

B_t = longitud de la base del talón (m)

$$V_a = 3,14 * 0,50$$

$$V_a = 1,57 \text{ ton}$$

Por lo anterior y comparando los resultados obtenidos, se verifica que el corte último resistente es mayor que el corte actuante, es decir que:

$$W_t = V_{cu} > V_a$$

Donde:

W_t = peso total o corte actuante último

V_a = corte actuante

$$W_t = 3,14 > 1,57$$

Siendo el corte último mayor que el corte actuante, el talón no necesita refuerzo alguno.

Diseño de losa inferior: se considerará como volumen crítico del agua, cuando el tanque de distribución esté completamente lleno, por lo que la altura crítica será de 1,70 m, calculando dicho volumen:

$$V = (a - 0,15) * (b - 0,15) * h$$

Donde:

V = volumen del tanque (m^3)

a = longitud ancho interno del tanque (m)

b = longitud largo interno del tanque (m)

h = altura crítica del agua (m)

$$V = (3,50 - 0,15) * (4,00 - 0,15) * 1,70$$

$$V = 23,80 \text{ m}^3$$

Para el peso del agua concentrada en el interior del tanque de distribución, se determinará el peso del agua sobre la losa inferior así:

$$Pa = V * Wa$$

Donde:

Pa = peso total del agua (ton)

V = volumen del agua en el interior del tanque (m^3)

Wa = peso específico del agua (kg/m^3)

$$Pa = 23,80 * 1\,000$$

$$Pa = 23\,800 \text{ kg}$$

$$Pa = 23,8 \text{ ton}$$

Peso del agua por metro cuadrado: la cuantificación del peso del agua por metro cuadrado, se utilizará la siguiente fórmula:

$$Wa = \frac{Pa}{At}$$

$$Wa = \frac{Pa}{Lin * Ait}$$

Donde:

Wa = peso del agua (ton/m^2)

Pa = peso del agua total (ton)

At = área de piso interior (m²)

Lit = largo interior del tanque (m)

Ait = ancho interior del tanque (m)

$$Wa = \frac{23,8}{4,00 * 3,50}$$

$$Wa = 1,70 \text{ ton/m}^2$$

Verificando los datos calculados, se comprueba que el valor soporte del suelo es mucho mayor que el valor que la presión produce por medio del agua almacenada en el interior del tanque de distribución, por lo que no necesita de refuerzo.

2.1.11.7. Red de distribución

El diseño que se utilizó para la red de distribución, fue el de redes abiertas, debido a que como es una población rural, la distribución interna de las viviendas no tiene ningún orden, por lo que todas están dispersas dentro del área que contempla la comunidad, esta situación se presenta igual que el de la línea de conducción, por lo que el procedimiento es el mismo que se utilizó en la sección 2.1.11.2., pero debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- El diseño se realizará utilizando el Qh_{máx}, afectado con su respectivo Fh_{máx}.
- Para el chequeo de las distintas redes abiertas, se debe considerar lo siguiente:

- Para cada uno de los distintos nudos, el caudal que ingresa a cada nudo es igual al caudal que sale en otro nudo.
- La presión dinámica que trabajará en el interior de la tubería estará en el rango de 10 y 40 mca, tomando en cuenta si se diera el caso, en partes con pendientes casi nulas, podrá diseñarse con una presión de 6 mca.

Según los datos de las bases de diseño, habrá que adjuntar los siguientes datos:

- Caudal unitario por vivienda, $Q_{h\text{máx}}/\text{No. de viviendas}$
- Presión mínima en cada nudo = 10 mca
- Diámetro mínimo = 0,75 pul
- Diámetro máximo = 2,5 pul

Por medio del cálculo de la libreta de topografía se calcularon las distintas cotas del terreno, las cuales se encuentran en el diseño hidráulico del sistema.

Así también, por las ubicaciones de las viviendas y los accesos que las integran, se diseñó el proyecto a partir del tanque de distribución en ramales abiertos cubriendo todas las viviendas de la comunidad, por lo que se utilizaron una totalidad de 196 tubos, de ellos 59 de 1/2 pul 315 PSI, 31 de 3/4 pul 250 PSI, 57 de 1 pul, 6 de 1 1/4 pul y 36 de 1 1/2 pul, éstos últimos de PVC 160 PSI.

2.1.11.7.1 Conexiones domiciliarias

Las conexiones serán del tipo predial, las cuales se construirán en el interior de cada uno de los terrenos donde se encuentren ubicadas cada una de las viviendas. Dicha conexión saldrá de la tubería principal, hacia el interior del terreno de la vivienda, con tubería PVC 1/2 pul 315 PSI, con los accesorios y otros necesarios para que dicha conexión quede completa desde su contador, hasta la llave de chorro para su uso.

2.1.11.8 Obras de arte

Todas las estructuras a construirse, serán de acuerdo a especificaciones técnicas según Normas INFOM, para este tipo de proyecto en particular, las mismas quedarán indicadas en planos de construcción adjuntos en el anexo.

Para el caso de colocaciones de válvulas de cualquier tipo, deben ser acopladas con uniones universales en sus extremos, es decir antes y después de la válvula, para facilitar su reparación.

En cuanto a los pasos de zanjón o pasos aéreos, también deben colocarse uniones universales antes y después del paso, para que cualquier reparación sea fácil de realizar.

Captación: El nacimiento es de brote definido, por lo tanto habrá que construir una captación Tipo A, ubicado en la E-1a, con una cota de 1 002,36 m. y con un caminamiento de 0+034,80, para asegurar el vertiente de contaminación o bien de destrucción se circulará el área de la misma con un cerco de alambre espigado y postes de madera que se consiguen en la misma región.

Tanque de almacenamiento para bombeo: la construcción del tanque para el almacenamiento o de succión del agua se realizará en el mismo lugar de la captación, bajando la cota únicamente la altura del tanque y con éste poder bombear hacia el punto de la E-27, el cual está a una cota de 1 050,48 m., que es la altura que debe vencer la bomba mecánica.

El mismo será construido con una capacidad de 5,00 m³, el cual da para un bombeo intercalado de cada 2 horas continuas, para dar lugar a reiniciar el llenado del mismo.

Caseta de bombeo: será construida en la parte alta del tanque de almacenamiento, en donde estaría colocado el equipo de bombeo, el cual tendrá que ser puesto a funcionar en otro lugar dentro de la comunidad, en el punto más bajo de la misma, para llevar a cabo el bombeo sin ningún problema.

Válvula de cheque: es un accesorio importante para evitar el golpe de ariete, al momento que el equipo de bombeo deja de funcionar, con ello se protege el equipo mismo, garantizando desde ya un mayor tiempo de uso, va colocada en la línea de bombeo, cerca de la caseta de bombeo.

Válvulas de control: éstas son colocadas fuera de las estructuras principales, dentro de una caja de concreto y con cierto tipo de cerramiento de seguridad para evitar su manipulación por personas ajenas y servirán para controlar el flujo del agua hacia otras estructuras. Estarán ubicadas en los tanques, tanto de almacenamiento, como de distribución, así como en la captación, hipoclorador y caja rompe presión con válvula de flote.

Válvulas de limpieza: como su nombre indica se utilizan para drenar el agua de las estructuras, o bien a lo largo de la tubería de conducción y

distribución, en los puntos bajos de la tubería, también para su seguridad, deben ser colocadas dentro de cajas de concreto con algún tipo de cerramiento, para asegurar su manipulación. Pueden ser colocadas también en los tanques de distribución, así como en las otras obras a construirse.

Paso de zanjón tipo B: su aplicación es pasar la tubería de conducción o distribución por algún tipo de obstáculo natural pequeño, en donde la tubería puede seguir el perfil del mismo suelo, sobre colocando la tubería de HG en pequeñas columnas de concreto que servirán de apoyo a dicha línea, esta obra debe colocarse en la E-21a.

Recubrimiento en tubería PVC: es necesario cubrir la tubería de PVC, en ciertos lugares de la línea de conducción o distribución, si el terreno mismo no da lugar a excavar, ya sea por que el material es duro o bien que exista roca a lo largo del tramo, y para que el material no incremente su costo con la utilización de tubería HG. Se podrá recubrir parte de la tubería de PVC en las partes externas a las obras a construirse.

Hipoclorador: al igual que las obras anteriores, se tomará lo indicado por lo indicado en Normas de INFOM – UNEPAR, para la construcción del mismo y con ello poder llevar a cabo la desinfección del agua en el interior del tanque de distribución para su uso y consumo humano. El mismo estará ubicado sobre la losa del dicho tanque.

Caja rompe presión con válvula de flote de 1,00 m³: se colocará una caja para dar servicio a una vivienda, la cual debe cumplir igual que las otras obras, con lo indicado en planos típicos de INFOM – UNEPAR, y por estar ubicada en la línea de distribución deberá tener un flote para una mejor utilización.

2.1.11.9 Sistema de desinfección

Al someterse el agua a un tratamiento de desinfección, se asegura la calidad del agua, la cual estará a base de cloro o compuestos clorados.

La aplicación de la mezcla tiene que ser directa desde el hipoclorador hacia el tanque de distribución, la cual debe quedar en un punto, que el ingreso del agua al tanque choque directamente con el goteo de la mezcla, con ello garantizar anticipadamente, una buena mezcla entre ambos líquidos, asegurando el tiempo de uso por los beneficiarios, el cual no deberá ser menor de 20 minutos.

Tratamiento bacteriológico: según los resultados obtenidos por el examen bacteriológico realizado, se determinó que el agua no es apta para el consumo humano, por lo que es necesario llevar a cabo una desinfección de la misma, la cual se realizará por medio de un hipoclorador, el cual estará ubicado sobre la losa del tanque de distribución, para lograr una mejor mezcla del cloro con el agua que llega al momento del bombeo.

El nacimiento es de brote natural definido, y el agua que se analizó es completamente incolora, la Norma COGUANOR 29 001 indica, que como un tratamiento preventivo en contra de bacterias y virus, estima que la cantidad mínima de cloro que deberá aplicarse al agua es de 0,20 mg/lts, es decir, 2 ppm o 2,00 gr/m³.

El cálculo del flujo de cloro que debe aplicarse al sistema, está determinado por:

$$F_c = Q_{bom} * D_c$$

Donde:

F_c = flujo de cloro (gr/h)

Q_{bom} = caudal de bombeo o impulsión (lts/seg)

D_c = demanda de cloro (mg/lts)

$$F_c = 1,06 * 3\ 600 * 0,02$$

$$F_c = 7,63 \text{ gr/h}$$

Conociendo el gasto por hora y que el tiempo de bombeo es de 12 horas diarias, se determina que en un mes el gasto de hipoclorito de calcio al 65% será de:

$$Cl_{mes} = \frac{F_c * h_d}{h_b} * d_m$$

Donde:

Cl_{mes} = cloro total en un mes (gr)

F_c = flujo de cloro (gr/h)

h_b = horas de bombeo

h_d = horas por día

d_m = días al mes

$$Cl_{mes} = \frac{7,63 * 24}{12} * 30$$

$$Cl_{mes} = 457,80 \text{ gr}$$

El dosificador se instalará dentro del hipoclorador, para un mejor control del mismo, de acuerdo a plano típico de UNEPAR.

Tratamiento químico: por los resultados obtenidos en el examen físico-químico sanitario del vertiente a utilizar, las condiciones son favorables para el consumo de seres humanos, razón por la cual no es necesario hacer algún tratamiento para su uso.

2.2.12. Elaboración de planos

El juego completo de planos para el diseño de abastecimiento de agua para la aldea La Torera, las cuales se indican en la tabla XVIII, se encuentra en el apéndice C1.

Tabla XVIII. Listado de planos para abastecimiento de agua potable

Hoja	Contenido
1/14	Planta conjunto
2/14	Planta perfil
3/14	Planta perfil
4/14	Planta perfil
5/14	Captación brote definido
6/14	Tanque succión 5 m ³
7/14	Caja rompe presión 0.50 m ³ con válvula de flote
8/14	Tanque distribución 20 m ³
9/14	Caseta bombeo
10/14	Hipoclorador
11/14	Cajas para válvulas
12/14	Pasos típicos de zanjón
13/14	Conexión domiciliar
14/14	Instalación equipo de bombeo

Fuente: elaboración propia.

2.1.13 Elaboración del presupuesto

El presupuesto general fue integrado de la siguiente forma:

- Presupuesto de materiales y equipo: se integraron las distintas estructuras necesarias, según el diseño mismo, con sus diferentes materiales de construcción, tipos de tuberías, accesorios necesarios y otros materiales; como cemento, arena, pedrín, acero de refuerzo, y para ello se cuantificó en forma global la cantidad de materiales y equipo necesario para su construcción.

El presupuesto general del diseño del sistema de agua potable, se encuentra en el apéndice A2.

- Presupuesto por renglón: para ello se consideraron los siguientes aspectos: mano de obra calificada y no calificada, la construcción y equipamiento del sistema, la totalidad de los materiales, el transporte al área de trabajo desde sus proveedores, encontrando la sumatoria de cada uno de los sub renglones y también la sumatoria global del renglón en mención, es decir, para cada una de las estructuras proyectadas, así como, la mano de obra calificada y no calificada, equipo y transporte. Se tomó en cuenta la separación de los distintos costos directos e indirectos, para obtener el costo total del proyecto.

El presupuesto por renglón como costos unitarios del diseño del sistema de agua potable, se encuentra en el apéndice A3.

2.2.14. Programa de operación y mantenimiento

La comunidad organizada, por medio del comité que tendría a cargo la administración, operación y mantenimiento del sistema en general, tendrá que tener personal calificado para que éste sea el encargado del buen funcionamiento del sistema, siendo personal que reciba un salario, para que en forma periódica realice visitas a lo largo de todo el sistema, verificar el buen funcionamiento, o bien si hay algún problema, en cuanto a la compra de materiales o bien si es necesario más personal para las reparaciones, y con ello garantizar el adecuado funcionamiento, a través del comité, poder resolverlo.

En general, el sistema tienen que estar visibles las distintas obras de arte, así como las otras que conformen el proyecto, debiendo mantener limpio, tanto la línea de bombeo o impulsión, como la línea de distribución, además, verificar el estado de las válvulas y cerramientos. En cuanto al sistema de bombeo deberá ser personal calificado el que realice las actividades de mantenimiento y servicio del equipo completo.

Estando la comunidad integrada por medio del Consejo Comunitario de Desarrollo, (COCODE), debe ser el ente rector del sostenimiento y mantenimiento del sistema en particular, debiendo contar con los recursos financieros y de personal, para poder ser captados y administrados por el COCODE, el que está totalmente legalizado para actuar por su comunidad.

El COCODE, está respaldado por ley, para poder actuar, en cuanto a hacer cumplir con el reglamento para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas rurales de agua potable, según el Acuerdo Gubernativo 293 – 82, el cual lo elaboró la Unidad Ejecutora de Proyectos de Acueductos Rurales – UNEPAR.

El COCODE tiene que informar a toda la población beneficiaria que el proyecto por bombeo, va a tener un costo más elevado que un proyecto por gravedad, hay que considerar el costo de la energía eléctrica que tendrá que utilizarse para hacer funcionar el sistema de bombeo, por lo que todos los adjudicatarios del servicio de agua predial, tendrán que tener en cuenta el costo de la tarifa que harán efectivo al COCODE, para cumplir dicho reglamento. Por aparte, el COCODE tiene coordinado con la municipalidad, la construcción del mismo, por medio de fondos propios, por lo que no tendrán problemas de financiamiento.

El COCODE, a través de la aplicación del reglamento realizará una serie de acciones para prever reparaciones por algún tipo de daño ocasionado al proyecto, o bien por desgaste de manipulación o de reparaciones de equipos eléctricos y de bombeo para mantenerlos en funcionamiento.

En cuanto al mantenimiento preventivo, es tener en cuenta una serie de acciones previstas a realizar en forma periódica o temporal, para corregir algunos posibles daños futuros; mientras que el mantenimiento correctivo, consiste en tener la disponibilidad económica, materiales, personal capacitado y transporte, para realizar alguna reparación en forma inmediata, que haya surgido en alguna de las estructuras, o bien en la red en general, éste no es programable, por lo que puede presentarse en forma inmediata.

Para prestar un servicio eficiente, es necesario revisar la tarifa en forma periódica, ya que puede ser variable en cuanto a su costo, la misma debe de cubrir los pagos del personal calificado que realizaría el mantenimiento preventivo o bien el correctivo, así como, el costo de algunas herramientas a utilizarse, la compra de materiales y equipo, y el pago del transporte de

personas y materiales al lugar afectado, para realizar las reparaciones o cambios necesarios de accesorios y otros similares.

Algunas de las actividades que el encargado de la fontanería tendría más frecuentes son las que se describen en la siguiente en la tabla XIX.

Tabla XIX. **Actividades del personal calificado y de fontanería**

Captación, caseta de bombeo o impulsión		
Personal	Trabajo a realizar	Tiempo/mes
Fontaneros	Limpieza completa del área que ocupa	1 vez al mes
Fontaneros	Verificación del estado de obra gris en general, funcionamiento de válvulas, chequeos de candado	1 vez cada 3 meses
Personal calificado	Servicio y mantenimiento del sistema de bombeo	1 vez cada 6 meses
Líneas de bombeo o impulsión y distribución.		
Fontaneros	Limpieza completa de línea de bombeo y distribución.	1 vez al mes
Fontaneros	Verificación del estado de obra gris en general, funcionamiento de válvulas, chequeos de candado	1 vez cada 3 meses
Tanques de almacenamiento, distribución, hipoclorador y caja		
Fontaneros	Limpieza completa del área que ocupan	1 vez al mes
Fontaneros	Limpieza y desinfección interna de cada una de las obras	1 vez cada 6 meses
Fontaneros	Limpieza y desinfección interna de cada una de las obras	1 vez cada 3 meses
Fontaneros	Verificación del estado de obra gris en general, funcionamiento de válvulas, chequeo de candados	1 vez cada 3 meses
Conexiones domiciliarias y contadores		
Fontaneros	Verificación del estado de obra gris en general, funcionamiento de válvulas	1 vez cada 3 meses
Personal calificado	Servicio y mantenimiento de los contadores	1 vez cada 6 meses

Fuente: elaboración propia.

2.2.15. Propuesta de tarifa

Un sistema de agua potable, no es solamente la fase de construcción, se le debe dar una operación y mantenimiento adecuado, para garantizar la sostenibilidad del mismo, durante el período para el que ha sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo, y cuando así lo amerita también correctivo; dichos recursos sólo pueden obtenerse a través del pago mensual de una tarifa, que cada una de las viviendas deberá cancelar.

Costo de operación (O): este costo indica el pago en forma mensual, que el fontanero recibiría por la ejecución de los trabajos, en cuanto a la limpieza de la áreas de las obras, verificación de las mismas, funcionamiento de válvulas y candados, así también la limpieza y desinfección interna de las obras: captación, tanque de almacenamiento y distribución, hipoclorador y caja rompe presión con válvula de flote, a la vez la revisión del funcionamiento de las conexiones domiciliarias y los contadores.

Se estima que un fontanero va hacer un recorrido completo, por lo que estaría cubriendo la totalidad de la línea de bombeo o impulsión y la distribución en un mes, además con atención a las 38 conexiones domiciliarias y la limpieza y otros necesarios para el buen funcionamiento del proyecto, contemplándole además un factor que representará las prestaciones futuras del fontanero, por lo que se calcula:

$$O = 1,43 * \left(\frac{Lt * J}{Lt/mes} + \frac{\#c * J}{\#c/mes} + \frac{M * J}{30d/mes} \right)$$

Donde:

- O = costo de operación (Q/mes)
- Lt = longitud de tubería recorrida (m)
- J = pago diario del jornal (Q)
- # c = número total de conexiones
- # c/m = número de conexiones visitadas por mes
- M = mantenimiento al mes

$$O = 1,43 * \left(\frac{2,80 * 60}{1,40} + \frac{38 * 60}{38} + \frac{1 * 60}{30} \right)$$
$$O = 260,26 \text{ Q/mes}$$

Costo de mantenimiento (M): es el que deberá emplearse para la compra de materiales que sean necesarios al momento de alguna reparación o cambio por mal funcionamiento, con ello se evitará el mal uso de los servicios domiciliarios, el bombeo o la distribución del agua en el sistema en general. Para ello se estima un factor de un 4 por millar del costo total del proyecto, el cual está contemplado para la vida útil del mismo, como obra gris del proyecto.

$$M = \frac{0,004 * Ctp}{Vup}$$

Donde:

- M = costo de mantenimiento (Q/mes)
- Ctp = costo total del proyecto (Q)
- Vup = vida útil del proyecto (meses)

$$M = \frac{0,004 * 430\ 368,32}{23}$$

$$M = 74,85 \text{ Q/mes}$$

Costo de tratamiento (T): debido al resultado del análisis bacteriológico, es necesario llevar a cabo una desinfección del agua captada, por lo que se requiere de la compra de insumos, como el gasto mensual de cloro para el mantenimiento del sistema de desinfección.

Para el cálculo de la dosificación que será utilizada en forma diaria, considerando una relación agua cloro - Rac de 2,00 mg/lts y una concentración de cloro - Cc de 65%, se calcula:

$$Ctd = \frac{Qbom * Rac * 86\ 400 * hb}{Cc * hd}$$

Donde:

Ctd = cloro total diario (gr)

Qbom = caudal de bombeo o impulsión (lts/seg)

Rac = relación agua cloro (1 mg/lts)

Cc = concentración de cloro (%)

Hb = horas bombeo diario

hd = horas de un día (h)

$$Ctd = \frac{1,06 * 0,002 * 86\ 400 * 12}{0,65 * 24}$$

$$Ctd = 140,90 \text{ gr}$$

El cálculo del consumo mensual de hipoclorito de calcio al 65%, conociendo el costo unitario, se tiene:

$$T = \frac{30 * Ctd * Cu}{Pu}$$

Donde:

T = consumo mensual

Cm = costo mensual de cloro (Q/mes)

Cu = costo unitario por tambo de hipoclorito de calcio al 65% (Q)

Pu = peso total por tambo (gr)

$$T = \frac{30 * 140,90 * 1\ 000}{45\ 400}$$

$$T = 93,11 \text{ Q/mes}$$

Costo de administración (A): este estará representado por un factor de un 15% de la sumatoria de los resultados anteriores, será utilizado por el comité que tenga a su cargo la administración del sistema, con ello podrán adquirir gastos de papelería, compra de algún equipo de oficina necesario y también podrán utilizarlo para viáticos del personal del comité, para hacer gestiones fuera de la comunidad.

$$A = 0,15 * (O + M + T)$$

Donde:

A = costo por administración (Q/mes)

O = costo de operación (Q/mes)

M = costo por mantenimiento (Q/mes)

T = costo por tratamiento (Q/mes)

$$A = 0,15 * (260,26 + 74,85 + 93,11)$$

$$A = 64,23 \text{ Q/mes}$$

Costo de reserva (R): cada proyecto tiene sus emergencias, por lo que se hace necesario contar con efectivo para cualquier eventualidad que se presente en el proyecto, para esto se estima un factor de un 12% de la sumatoria de los costos anteriores, es decir costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 0,12 * (O + M + T)$$

Donde:

R = costo de reserva (Q/m)

$$R = 0,12 * (260,26 + 74,85 + 93,11)$$

$$R = 51,39 \text{ Q/mes}$$

Costo de energía eléctrica (E): se tiene previsto utilizar el sistema eléctrico para el funcionamiento del equipo de bombeo o impulsión, por lo que es necesario tener la disponibilidad en forma inmediata, para cuando se tenga que pagar dicho servicio, así el sistema en general no será interrumpido y funcione sin ningún problema.

$$E = 0.746 * P_{bom} * H_{bom} * Q_{kw} * D_{mes}$$

Donde:

E = costo de energía eléctrica (Q/m)

P_{bom} = potencia de la bomba (Hp)

H_{bom} = horas de bombeo diario (h)

Q_{kw} = costo kilowatt (Q)

D_{mes} = días al mes (30 d)

$$E = 0,746 * 1,5 * 12 * 1,5 * 30$$

$$E = 604,26 \text{ Q/mes}$$

Cálculo de tarifa (TAR)

$$TAR = \frac{O + M + T + A + R + E}{\# \text{ conexiones}}$$

$$TAR = \frac{260,26 + 74,85 + 93,11 + 64,23 + 51,39 + 604,26}{38}$$

$$TAR = 30,21 \text{ Q/mes}$$

Se propone una tarifa mínima de Q. 30,00 por servicio mensual. Este valor no es muy accesible para la población, ya que la tarifa de la municipalidad en el área urbana es de Q. 15,00 mensuales.

2.2.16. Cronograma de ejecución

Cronograma de ejecución: en la realización de esta actividad se consideran los tiempos estimados para la ejecución del proyecto, cuantificando para cada una de las distintas actividades de trabajo a realizarse, incluyéndose el transporte de materiales y equipo necesarios, contemplándose, además, las

unidades de personal para cada una de las estructuras a construirse, se considera un tiempo de ejecución de 3 meses, a partir del inicio de los trabajos de ejecución del proyecto.

El cronograma de ejecución del diseño del sistema de agua potable, se encuentra en el apéndice A4.

2.1.17. Evaluación socio-económica

En general, los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable tienen un gran componente social, el cual da el proyecto un enfoque para el análisis de su evaluación en este sentido; deben entonces considerarse los efectos indirectos y de valorización social, de beneficio y costo que con lleva su instalación y manejo. Sin embargo, una evaluación económica del proyecto ofrece indicadores de viabilidad para su realización.

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

2.1.17.1. Valor presente neto

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

El resultado del VPN puede ser positivo, negativo o bien cero, si fuera positivo indica que el proyecto maximizará la inversión, por lo que este debe realizarse, por el contrario si es negativo, la ejecución por medio de una empresa tendrá pérdida, por lo que no debería de ejecutarse y si fuera igual a cero, la inversión en el proyecto no es favorable, ya que la misma no genera ningún valor.

Para el presente proyecto se determinó el VPN con una tasa de interés igual a la tasa mínima, debido a que el proyecto es de tipo social, por lo que se estima que la misma sea de un 6%. El análisis del proyecto será de situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos, luego trasladarlos al VPN.

El costo de ejecución del proyecto asciende a un total de Q. 392 395,47, debido a la característica del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser proporcionada por alguna institución, sea o no gubernamental. Para el análisis de VPN, este rubro no se considerará, debido a que se analiza si el proyecto es auto sostenible.

Entre estos gastos se tiene el costo inicial del proyecto, el cual es el mismo valor de la ejecución. Además, está el costo anual de operación y mantenimiento - CA; del análisis de tarifa se tiene:

$$CA = (O + M + T + A + R + E) * 12$$
$$CA = (260,26 + 74,85 + 93,11 + 64,23 + 51,39 + 604,26) * 12$$
$$CA = 13\ 777,20 \text{ Q/mes}$$

Se tendrá como ingreso el costo de la mano de obra no calificada como un derecho de cada conexión predial, la cual tendrá un costo de Q. 525,79, para un total de 38 conexiones como proyecto inicial.

Costo conexiones iniciales (CI):

$$CI = Cci * Nci$$

Donde:

Cci = costo conexión inicial

Nci = número conexiones iniciales

$$CI = 525,79 * 38$$

$$CI = 19\ 980,00 \text{ Q}$$

Tarifa poblacional anual (TPA):

$$TPA = Tm * Nci * Ma .$$

Donde:

Tm = Tarifa mensual

Nci = Número conexiones iniciales

Ma = Meses al año

$$TPA = 30,00 * 38 * 12 .$$

$$TPA = 13\ 680,00 \text{ Q/año}$$

$$VPN = -I + CI - CA * \left(\frac{P}{A}, i = 6\%, n = 23 \text{ años} \right) + TPA * \left(\frac{P}{A}, i = 6\%, n = 23 \text{ años} \right)$$

Donde:

VPN = valor presente (Q)

I = inversión inicial (Q)

CI = costo mano de obra beneficiarios inicial (Q)

CA = operación y mantenimiento anual (Q)

TPA = tarifa anual (Q)

i = tasa de interés 6%

n = período de diseño, 23 (años)

$$VPN = -392395,47 + 19\ 980,00 - 13\ 777,20 * \left[\frac{(1 + 0,06)^{23} - 1}{0,06 * (1 + 0,06)^{23}} \right]$$

$$+ 13\ 680,00 * \left[\frac{(1 + 0,06)^{23} - 1}{0,06 * (1 + 0,06)^{23}} \right]$$

$$VPN = -392395,47 + 19\ 980,00 - 169\ 506,59 + 168\ 310,70$$

$$VPN = Q - 373\ 611,36$$

Siendo el resultado anterior negativo, indica que no se produce ninguna utilidad, debido a que el proyecto es de carácter social, lo cual solamente promueve el desarrollo local.

Con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir casi todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitarán durante el período de funcionamiento, ya que el faltante es mínimo, no así para la inversión inicial, la cual es mucho mayor.

2.1.17.2 Tasa de interna de retorno

Para la tasa interna de retorno (TIR), se debe considerar el concepto de ésta. La tasa interna de retorno trata de considerar un número en particular que resuma los meritos de un proyecto. Éste número no depende de la tasa de interés que rige el mercado de capitales. Por eso se llama tasa interna de rentabilidad, el número es interno o inherente al proyecto y no depende de nada, excepto de los flujos de caja del proyecto. Una inversión es aceptable si su tasa interna de retorno excede al rendimiento requerido. De lo contrario, la inversión no es provechosa.

Cuando se desconoce el valor de la tasa de descuento, se establece que el valor presente neto es igual a cero, ya que cuando ocurre es indiferente aceptar o no la inversión. La tasa interna de retorno de una inversión es la tasa de rendimiento requerida, que produce como resultado un valor presente neto de cero cuando se le utiliza como tasa de descuento. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva, por lo que el análisis socioeconómico, se realiza a nivel municipal.

En la ejecución del proyecto se tendrá que invertir el costo inicial del proyecto. Q. 392 395,47, por aparte el comité local invertiría anualmente un total de Q. 13 777,20, para la operación y mantenimiento del sistema, por aparte habrá un ingreso por medio de la tarifa de pago por concepto de cuota de servicio, la cual al año sería de Q. 13 680,00, así como también, un ingreso inicial por concepto de derecho de conexión, con un total de Q. 19 980,00, todo ello durante la vida útil del proyecto de 23 años.

Debido a que la inversión inicial, al igual que el derecho de conexión, están en la ejecución del proyecto, así como los costos de operación y mantenimiento y el total de la tarifa, se tiene en forma inicial una inversión real de Q. 392 395,47 y un saldo en contra de Q. 97,00, por los pagos e ingresos mensuales de los usuarios del sistema.

$$IM + (1 + TIR)^{-23} = EI$$

Donde:

IM = ingresos mensuales (Q)

EI = egresos iniciales (Q)

$$13\,777,20 - 13\,680,00 + (1 + TIR)^{-23} = -392\,395,47 + 19\,980,00$$

$$97,20 + (1 + TIR)^{-23} = -410\,388,32$$

$$(1 + TIR)^{-23} = -372\,415,47$$

$$TIR = -1,76 \%$$

La comparación con la tasa de interés anterior, en el VPN $i = 6\%$, es menor la TIR calculada, ya que la misma incluso, es negativa, por lo que el proyecto solamente provee servicio a la comunidad, esto indica que no es conveniente la realización del proyecto, pero por el beneficio que va a proporcionar deberá de realizarse.

2.2.18. Evaluación de impacto ambiental

Descripción del proyecto: el diseño consiste en la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo o impulsión, que

beneficiará la totalidad de las viviendas existentes en la comunidad, por medio de conexiones domiciliarias tipo predial.

Tabla XX. **Características generales del proyecto**

Indicador	Dato
Longitud del proyecto	2 490 m
Tipo de sistema	Bombeo
Período de diseño	23 años
Fuente de abastecimiento	Nacimiento brote definido
Dotación	100 lts/hab/día
Población actual	161 hab
Población futura	350 hab
Costo del proyecto	Q. 459 521,67

Fuente: elaboración propia.

Área y situación legal del terreno: el área de influencia del proyecto es de aproximadamente 2 km², estando ubicada en parte de montaña, con poco bosque, existiendo áreas de cultivo de maíz, frijol, maicillo y pasto.

El total de las viviendas están agrupadas en tres sectores, el principal al centro con la mayoría de viviendas y los otros dos sectores ubicados a los lados este y oeste con un mínimo de viviendas, pero para el diseño del proyecto no existe problema alguno.

La fuente de agua es de la comunidad, ya que la misma está ubicada a la orilla de un camino vecinal del mismo lugar, por lo que no hay ningún problema en poderla utilizarla, a la vez, así está la misma situación del terreno para el tanque de distribución, como para la caja rompe presión con válvula de flote que habrá que construirse.

Trabajos necesarios para la preparación del terreno: como toda construcción se iniciaría con la limpieza y desmonte de las áreas de la captación, tanque de almacenamiento, tanque de distribución, paso de zanjón tipo B, caja rompe presión con válvula de flote, y las ubicaciones, según planos de las líneas de bombeo o impulsión y distribución.

Por aparte, se debe disponer un área que sirva para ubicar todos los desechos, desde la limpieza, el desmonte, material de excavaciones, así como los restos de materiales constructivos del sistema en general.

Uso de recursos naturales del área: los que se van a utilizar en el proyecto es un vertiente existente en el perímetro de la comunidad, el cual es un brote definido, según aforo y diseño es capaz de dar cumplimiento al período de diseño estimado.

Sustancias o materiales que serán utilizados: los materiales a utilizar para la construcción del proyecto, son de tipo comunitario, como madera, arena, piedra, y materiales locales: cemento, hipoclorito de calcio, hierro, piedrín triturado, tubería y accesorios PVC, pegamento para PVC, cal hidratada, valvulería de bronce, clavo, alambre de amarre, cables para electricidad, equipo y accesorios para el sistema de bombeo o impulsión y otros.

Impacto ambiental que será producido por:

Residuos y/o contaminantes que serán generados: habrán emisiones de cloro y del pegamento PVC, los cuales serán mínimos, el primero para hacer la solución que potabilizaría el agua para que sea apta como consumo humano y el segundo, al momento de ser utilizado.

Por aparte, en el caso de las aguas residuales, desechos sólidos y otros que se den por el uso del agua dentro de cada una de las viviendas, serán conducidas por medio de un sistema de drenaje domiciliar, hacia una fosa séptica, para que su desfogue final no sea causa de contaminación ambiental.

Emisiones a la atmósfera: en el momento de la ejecución del proyecto, máxime al momento del traslado de materiales como: arena, piedra, cemento y pedrín triturado, también cuando haya excavación o relleno; se emitiría a la atmósfera partículas de dichos materiales, los cuales quedarían en suspensión, este en parte podría ocasionar problemas de tipo respiratorio al grupo de trabajadores o bien a los vecinos donde se esté realizando.

Descarga de aguas residuales: para la comunidad en particular, por el momento no hay ninguna descarga de aguas residuales, ya que la mayoría cuenta con letrina en el interior de su terreno, esta disposición puede ser utilizada por el personal que en su momento se encuentre trabajando en cierto sector, para evitar la contaminación del suelo y otros, o que se haga un mal manejo de las excretas por el personal que llegue a realizar los trabajos de construcción.

Sitios arqueológicos: en la comunidad no existen vestigios o sitios arqueológicos, lo anterior indica que no hay ningún problema en la ejecución del proyecto al momento de la construcción. El único sitio reconocido de la época colonial, es la iglesia católica que está en la cabecera municipal de San José La Arada.

Desechos sólidos: el proyecto va a generar residuos constructivos, tanto de materiales locales como los no locales, a la vez, dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen

los residuos del material, para los cuales habrá que disponer de su disposición final, teniendo un lugar adecuado para su acumulación.

Ruidos y/o vibraciones: los que en su momento puedan ser producidos por algún tipo de herramienta o equipo mecánico al ser utilizados en el desarrollo del proyecto, van a ser en forma inmediata y por un tiempo corto, mientras estén siendo utilizados. Por lo que, el ruido podría afectar en parte a las personas como trabajadores y vecinos, así como a los animales del área.

Contaminación visual: antes de inicio de actividades en forma conjunta con el personal de la construcción del proyecto y comité de vecinos, se definirá un lugar que sirva para depositar en él, todo material de desperdicio u otros que sean utilizables, para evitar la contaminación o alteración del paisaje.

2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Torera, San José La Arada, Chiquimula

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Torera, del municipio de San José la Arada, departamento de Chiquimula la cual tiene una población total actual de 161 habitantes.

El diseño consistirá en los renglones siguientes: tubería principal y secundaria, los pozos de visita y conexiones domiciliarias, proponiéndose además, un programa de mantenimiento y operación del sistema.

El proyecto está ubicado dentro del área de la comunidad, y el mismo consistirá en dar solución a las distintas viviendas, que actualmente carecen de

dicho servicio, para el mejoramiento del ornato en cuanto a salubridad y mejoramiento de las calles.

El desfogue del proyecto, se conectará a un colector para una fosa séptica con pozos de absorción para su tratamiento.

2.2.2. Levantamiento topográfico

2.2.2.1. Planimetría

Determina la representación gráfica del área del terreno, localizando en ella información primordial como: línea central, secciones transversales y ubicación de servicios existentes.

La planimetría se realizó con el método de conservación del azimut y se utilizó un teodolito Wild T-1, el área en general tiene definida la pendiente de las distintas calles, por lo que inicia con cotas altas hacia cotas bajas, siendo la más baja, la ubicada en la planta de tratamiento.

2.2.2.2. Altimetría

Por medio de la nivelación se determina la sección vertical del terreno, lo que define el perfil de la línea del eje principal, a la vez la pendiente del terreno natural.

El método que se utilizó fue la nivelación compuesta y se usó un nivel de precisión marca Wild.

2.2.3. Partes de un alcantarillado sanitario

Estas son obras de arte colocadas o bien construidas en el lugar, para que el sistema completo opere sin dificultades.

2.2.3.1. Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras de arte, dentro de un sistema de alcantarillado, siendo utilizados para revisar y mantener en buen uso el sistema.

Por lo anteriormente indicado debe proporcionar: control de flujo hidráulico en cambios de dirección, acceso si es posible a la tubería para mantenimiento e inspección, y a la vez proveer de oxígeno al sistema.

El diseño contempla que los pozos de visita se construirán de acuerdo a especificaciones del INFOM o bien de UNEPAR: piso de concreto reforzado impermeable, paredes de ladrillo tayuyo, con mortero de sabieta, interior repellido y cernido liso con sabieta, con escalones de hierro, brocal y tapadera.

2.2.3.2. Colectores

Es la parte principal del sistema en general, ya que por este medio sirve de transporte de todas las aguas servidas de cada una de las viviendas, el cual se ubica en el centro de las calles de la comunidad haciéndolas coincidir en uno o varios puntos, en el cual habrá que construir algún dispositivo final, para disponer de algún tratamiento, como el propuesto, el cual está definido hacia dos fosas sépticas, para luego pasar a los pozos de absorción, por medio de tubería PVC de ingreso y salida con un diámetro de 6 pul.

2.2.3.3. Conexiones domiciliarias

Es la obra de arte que lleva el caudal domiciliar de cada una de las viviendas por medio de una tubería secundaria hacia la tubería de la línea principal.

Para el proyecto se contemplan candelas domiciliarias, que puedan proporcionar el control de dicho caudal, acceso a la misma para mantenimiento e inspección, y a la vez proveer de oxígeno al sistema.

La construcción será individual, siendo el piso de concreto, tubería de concreto de 12 pul de diámetro impermeabilizado todo su interior, no menor de 1,00 m con su respectivo brocal y tapadera, se deberá indicar que el diámetro de entrada y de salida de la conexión domiciliar no menor de 4 pul PVC, con un reductor bushing de 3 x 4 pul. en el inicio de la tubería secundaria de salida, la cual deberá ser como mínimo de 4 pul. PVC, tener una pendiente mínima de 2%, a efecto de evacuar adecuadamente los desechos y la conexión con la alcantarilla central se hará en el medio diámetro superior y a un ángulo de 45° aguas abajo.

2.2.4. Período de diseño

Según las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del INFOM, dicho período deberá ser proyectado para que llenen adecuadamente su función durante un tiempo de 30 a 40 años a partir de la fecha que se desarrolle el proyecto, para este caso en particular, se tomará un período de 40 años.

2.2.5. Población futura

Para calcular la población de diseño, que será el número de habitantes que utilizarán el servicio al final del período de diseño, se aplicó el método de incremento geométrico, por ser el método que más se adapta al crecimiento real de la población en el medio, tomando para ello una tasa del 3,44%, teniendo en cuenta que existe actualmente área para poblaciones futuras.

$$Pf = Pa * (1 + i)^n$$

Donde:

Pf = población futura (hab)

Pa = población actual real (hab, censo realizado por el EPS)

i = tasa de crecimiento (%)

n = período de diseño (año)

$$Pf = 161 * (1 + 0,0344)^{40}$$

$$Pf = 623 \text{ hab}$$

2.2.6. Determinación de caudales

Según las Normas del Instituto de Fomento Municipal –INFOM, el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario, está en función de la población a atender.

2.2.6.1. Población tributaria

La población a tributar en el sistema de alcantarillado sanitario, queda determinada por medio de la población futura y el número de viviendas que se estiman para esa población en particular, según el período de diseño.

Población futura: 623 hab
Viviendas futuras: 147 viviendas

2.2.6.2. Dotación de agua

En el diseño de abastecimiento de agua potable se utilizó una dotación de 100 lts/hab/día, por lo que se tomará este valor para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario.

2.2.6.3. Factor de retorno al sistema

De acuerdo a la dotación por habitante de la comunidad, se determina éste como la cantidad de agua que retorna al alcantarillado sanitario por cada vivienda, considerándose un 80% de la dotación de agua potable asignada a la comunidad, ya que según las Normas de INFOM el número de viviendas sobre pasan las 100 viviendas futuras en el sistema en general.

2.2.6.4. Caudal sanitario

El cálculo de los diferentes consumos que integran el flujo de diseño, depende de diferentes factores, los mismos inciden en el presupuesto del proyecto. Los distintos factores que se tomarán en cuenta son: dotación de agua a nivel domiciliario, área comercial e industrial, intensidad de lluvia en área

de estudio, conexiones ilícitas, infiltración hacia la tubería de conducción del drenaje.

El caudal que puede transportar el drenaje está determinado por el diámetro, la pendiente y la velocidad que puede llegar a tener el flujo dentro de la tubería. El principio fundamental para el diseño es: que el drenaje funciona como un canal abierto, es decir, que la tubería no trabaja a presión.

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, diámetro y el tipo de tubería a utilizar, tubería de concreto o PVC, ésta se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de v/V , en donde v es la velocidad real del flujo y V es la velocidad a sección llena. La Norma ASTM 3 034 recomienda que la velocidad del flujo en líneas de alcantarillado no sea menor de 0,40 m/seg para proporcionar una acción de auto limpieza, es decir, capacidad de arrastre de partículas; y la máxima recomendable es de 5,00 m/seg.

Para velocidades mayores se debe tomar en cuenta ciertas consideraciones especiales para la disipación de energía, evitando la erosión de los pozos de visita o de cualquier estructura de concreto, estos parámetros son válidos sólo cuando se utiliza tubería PVC. Si se usa tubería de concreto - TC las velocidades se restringen, por lo que deberían estar comprendidas entre 0,60 y 3,00 m/seg.

La altura del tirante del flujo deberá ser mayor que el 10% del diámetro de la tubería y menor que el 75%; estos parámetros aseguran el funcionamiento del sistema como un canal abierto y la funcionalidad en el arrastre de los sedimentos. El tirante máximo del flujo a transportar, se obtiene de la relación

de tirantes d/D , en donde d es la altura del flujo y D es el diámetro interior de la tubería.

El agua potable tiene diferentes usos dentro del hogar, dependiendo de muchos factores como: la ubicación geográfica, topografía, clima, abastecimiento de agua, pendiente, presión en la red, la calidad y el costo del servicio de agua potable, nivel de vida, condiciones socio-económicas y tipo de población.

El factor de retorno es el porcentaje de agua que después de ser utilizada, vuelve al drenaje. Este factor puede oscilar entre 0,70 a 0,90. La decisión de usar cualquiera de estos valores influirá mucho en los costos del proyecto. Un valor mayor dará como resultado caudales grandes, diámetros mayores, lo que implicaría altos costos, por lo contrario, un valor pequeño dará caudales pequeños y por consiguiente diámetros menores por lo que se reducirían los costos.

2.2.6.4.1. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que se evacúa hacia el alcantarillado luego de ser utilizada en las viviendas. Este desecho doméstico está relacionado íntimamente con la dotación y el suministro de agua potable. Para la aldea La Torera, se asignó una dotación promedio de 100 lts/hab/día; que también debe ser afectado por el factor de retorno al calcularlo.

$$Q_{dom} = \frac{Dot * Pf * Fr}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar (lts/seg)

Dot = dotación de agua potable por habitante (lts/hab/día)

P_f = población futura (h)

Fr = factor de retorno

$$Q_{dom} = \frac{100 * 623 * 0,80}{86\ 400}$$

$$Q_{dom} = 0,58 \text{ lts/seg}$$

2.2.6.4.2. Caudal industrial

Se define como la cantidad de aguas negras que desecha la industria que por ubicación esté dentro del proyecto, y por ende está en función de la dotación de agua asignado para estos fines.

Teniendo en cuenta que proyecto está en un área de exclusividad para vivienda de tipo rural, el caudal industrial es nulo, ya que no hay ninguna industria ubicada en el área de la comunidad.

2.2.6.4.3. Caudal comercial

Al igual que el anterior, se define como la cantidad de aguas negras que los comercios ubicados en la comunidad utilizan para su servicio, el cual también está en función de la dotación de agua.

Como el proyecto está ubicado en el área rural, no hay ningún tipo de comercio en dicha comunidad, por lo que se determina que el caudal comercial también es nulo para este proyecto.

2.2.6.4.4. Caudal por conexiones ilícitas

Corresponde básicamente a la incorporación de las aguas pluviales (de los techos y patios) a la red sanitaria; se deben evaluar los caudales y adicionarlos al caudal de diseño. Para su estimación se recomienda calcularlo como un porcentaje del total de las conexiones domiciliarias y que puede variar entre 0,5% a 2,5% o tener en cuenta el criterio que algunas instituciones ya han establecido, siendo éstas:

- El INFOM, toma la conexión ilícita como el 10% del caudal doméstico.
- Otros autores determinan la conexión ilícita en 150 lts/hab/día.
- La municipalidad de Guatemala calcula la conexión ilícita en 100 lts/hab/día.
- La Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, indica que se puede asumir un caudal de 50 lts/hab/día.
- El método racional (se utiliza cuando se tiene la información suficiente).

$$Q_{cil} = \left(\frac{C * I * A}{360} * 1\ 000 \right) * \%viviendas$$

Donde:

Q_{cil} = caudal de conexiones ilícitas (m^3/seg)

C = coeficiente de escorrentía (depende de la superficie a integrar)

I = intensidad de lluvia en el área (mm/h)

A = área factible a conectarse (Ha)

$\%$ = porcentaje de viviendas con conexiones ilícitas

Para el presente proyecto se utilizó el criterio de Normas INFOM:

$$Q_{cil} = 10\% * Q_{dom}$$

Donde:

Q_{cil} = caudal de conexiones ilícitas

$$Q_{cil} = 0,10 * 0,58$$

$$Q_{cil} = 0,06 \text{ lts/seg}$$

2.2.6.4.5. Caudal por infiltración

Es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, depende de: nivel freático, permeabilidad del suelo, longitud de la tubería PVC, y de la profundidad de colocación de la misma.

La colocación de la tubería a utilizar sobre pasa el nivel freático, por lo que según la Norma de INFOM para el presente proyecto se contempla un 1%

de diámetro de la tubería a colocarse en el proyecto, ya que la misma estaría colocada sobre dicho nivel.

$$Q_{inf} = 0,01 * \varphi \text{ tubo}$$

Donde:

Q_{inf} = caudal de infiltración (lts/seg)

φ = diámetro del tubo a colocar (pul)

2.2.6.5. Caudal medio

Se determina como la sumatoria del caudal domiciliar, industrial, comercial, por conexiones ilícitas y por infiltraciones, según la siguiente ecuación:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{cil} + Q_{inf}$$

2.2.6.6. Factor de caudal medio

Se considera como la suma de todos los caudales anteriormente descritos, dividido por el número de habitantes a servir, de acuerdo con las normas vigentes en el país.

Este factor debe ser mayor a 0,0020 y menor que 0,0050, si por alguna razón el valor calculado estuviera debajo de 0,0020 se adoptará éste; y si por el contrario el valor calculado estuviera arriba de 0,0050 se tomará como valor para el diseño 0,050; considerando siempre que los valores no se alejen

demasiado de los límites, ya que se podría caer en un sobre diseño o sub diseño, según sea el caso.

$$F_{qm} = \frac{Q_{med}}{P_f}$$

Donde:

F_{qm} = factor de caudal medio

Q_{med} = caudal medio (lts/seg)

P_f = población futura (hab)

2.2.6.7. Factor de Harmond

Conocido también como factor de flujo instantáneo, este factor regula las aportaciones por uso doméstico, determinando la probabilidad de la cantidad de usuarios que estará haciendo uso del servicio, o la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas, se estén usando simultáneamente. Está en función del número de habitantes localizados en el tramo de aporte y su cálculo se determina mediante la fórmula de Harmond:

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

Donde:

F_h = factor de Harmond

P = población futura (miles hab)

El factor de Harmond es a dimensional y se encuentra entre los valores de 1,5 a 4,5, según el tamaño de la población a servir del tramo.

2.2.6.8. Caudal de diseño

Es el caudal para el cual se diseña un tramo del sistema de alcantarillado o drenaje, cumpliendo con los requerimientos de velocidad y tirante hidráulico.

$$Q_{dis} = hab * F_{qm} * F_h$$

Donde:

Q_{dis} = caudal de diseño (lts/seg)

F_{qm} = factor de caudal medio

F_h = factor de Harmond

hab = número de habitantes contribuyentes a la tubería

2.2.7. Fundamentos hidráulicos

Las alcantarillas basan su funcionamiento en transportar el agua de desecho en conductos libres y que están en contacto del aire, las cuales se conocen como canales. El flujo queda determinado por la pendiente del canal y la superficie del material del cual está construido.

La sección del canal puede ser abierta o cerrada, en el caso de los sistemas de alcantarillado se emplean canales cerrados circulares, en donde la superficie del agua está sometida a la presión atmosférica y eventualmente a presiones producidas por los gases que se forman en el canal.

2.2.7.1. Ecuación de Manning para flujos en canales

El análisis y la investigación de las características del flujo hidráulico han permitido que los sistemas de alcantarillado, construidos con tuberías plásticas, puedan ser diseñados conservadoramente utilizando la ecuación de Manning.

La relativamente pequeña concentración de sólidos (600 ppm) usualmente presente en las aguas negras y de tormenta, no es suficiente para hacer que el comportamiento hidráulico difiera del agua limpia, siempre que se mantengan velocidades mínimas de auto limpieza.

En general, para simplificar el diseño de sistemas de alcantarillado, es aceptable asumir condiciones constantes de flujo aunque la mayoría de los sistemas de drenaje o alcantarillado funcionan con caudales sumamente variables. Cuando se diseña permitiendo que la altura del flujo en el conducto varíe, se considera como flujo a superficie libre; si esa condición no se cumple se dice que la tubería trabaja a presión interna.

Los valores de velocidad y caudal que corren en un canal se han estimado por medio de fórmulas desarrolladas experimentalmente, en las cuales se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas en el canal; una de las fórmulas que es empleada para canales es la de Chezy para flujos uniformes y permanentes.

$$V = C * \sqrt{Rh * S}$$

2.2.7.1. Ecuación de Manning para flujos en canales

El análisis y la investigación de las características del flujo hidráulico han permitido que los sistemas de alcantarillado, construidos con tuberías plásticas, puedan ser diseñados conservadoramente utilizando la ecuación de Manning.

La relativamente pequeña concentración de sólidos (600 ppm) usualmente presente en las aguas negras y de tormenta, no es suficiente para hacer que el comportamiento hidráulico difiera del agua limpia, siempre que se mantengan velocidades mínimas de auto limpieza.

En general, para simplificar el diseño de sistemas de alcantarillado, es aceptable asumir condiciones constantes de flujo aunque la mayoría de los sistemas de drenaje o alcantarillado funcionan con caudales sumamente variables. Cuando se diseña permitiendo que la altura del flujo en el conducto varíe, se considera como flujo a superficie libre; si esa condición no se cumple se dice que la tubería trabaja a presión interna.

Los valores de velocidad y caudal que corren en un canal se han estimado por medio de fórmulas desarrolladas experimentalmente, en las cuales se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas en el canal; una de las fórmulas que es empleada para canales es la de Chezy para flujos uniformes y permanentes.

$$V = C * \sqrt{Rh * S}$$

Donde:

V = velocidad (m/seg)

Rh = radio hidráulico

S = pendiente (%)

C = coeficiente

En la fórmula de Chezy, la constante C varía de acuerdo con la siguiente expresión:

$$C = \frac{Rh^{1/6}}{n}$$

Donde:

n = coeficiente de rugosidad, el cual depende del material que se utilice.

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{1/6} * (Rh * S)^{1/2}$$

La ecuación anterior se conoce como la fórmula de Manning para canales abiertos y cerrados.

Para conductos circulares y unidades mixtas se utiliza la fórmula siguiente:

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

Donde:

V = velocidad (m/seg)

D = diámetro de la sección circular (pul)

S = pendiente (%)

n = coeficiente de rugosidad de Manning, PVC = 0,010 y concreto 0,014

Ecuación a sección llena: para el diseño del alcantarillado sanitario se debe contar con la información correspondiente al valor del caudal de la sección llena de la tubería que se está utilizando.

$$Q = A * V$$

$$A = \frac{\pi}{4} * D^2$$

Donde:

Q = caudal a sección llena (m³/seg)

A = área de la tubería (m²)

V = velocidad a sección llena (m/seg)

D = diámetro interno del tubo (pul)

2.2.7.2. Relaciones de diámetros y caudales

Las relaciones siguientes se aplicarán únicamente para este tipo de alcantarillado sanitario, por lo que la relación de diámetro d/D debe de ser mayor o igual a 0,10 y menor o igual a 0,75, según la Norma de INFOM, al igual el caudal de diseño tiene que ser menor al caudal a sección llena en el colector.

$$\text{Relación de diámetro } 0.1 \leq \frac{d}{D} \leq 0.75$$

$$\text{Relación de caudal } Q_{dis} < Q_{sll}$$

Donde:

d = diámetro de diseño (pul)

D = diámetro de tubería (pul)

Q_{dis} = caudal de diseño (lts/seg)

Q_{sll} = caudal sección llena (lts/seg)

2.2.7.3. Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena.

El uso de las tablas de relaciones de diámetro y caudal, se realiza determinando primero la relación de caudales q/Q , luego se busca en la tabla, de no aparecer el valor exacto, se procede a realizar una iteración. Para la relación de velocidad v/V , se ubica en la columna de la izquierda, el valor obtenido se multiplica por la velocidad a sección llena, obteniendo la velocidad a sección parcial, y así sucesivamente se obtienen los demás valores de chequeo.

2.2.8. Parámetros de diseño hidráulico

Los distintos criterios a utilizarse para el diseño del proyecto contemplarán: tipo de sistema a utilizar por gravedad, período de diseño 40 años, estimación de la población tributaria por el Método del Incremento Geométrico, estimación de las áreas de los lotes, calles, punto de descarga en fosas sépticas, caudal de las aguas servidas, caudal de diseño, diseño de

secciones y pendientes, diámetros mínimos, velocidades máximas y mínimas, profundidad de las tuberías y obras accesorias.

Se utilizará la pendiente natural del terreno para el diseño, con ello se evitará un sobre costo en el renglón de excavación y por ende en el de relleno, una vez cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles. Para tubería PVC no existe pendiente mínima, ésta va a ser la que de cómo resultado una velocidad mínima. En el interior del terreno de las viviendas se recomienda una pendiente del 2%, lo que asegura un arrastre de excretas, en las áreas donde la pendiente es muy poca, se recomienda en lo posible acumular la mayor cantidad de caudales, para poder así generar una mayor velocidad.

Se denomina cota Invert, a la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, deber verificarse que la cota Invert sea al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Para calcularlas, se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre los pozos, debiendo seguirse las siguientes reglas para su cálculo:

- La cota Invert de la tubería de salida se coloca 3 cm por debajo de la Invert de la tubería de entrada al mismo.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo es menor que el diámetro de la tubería que sale, la cota Invert de salida estará al menos a una igual a la diferencia de los diámetros, más baja que la cota de entrada.

Factores de diseño: los distintos factores utilizados para el presente diseño son los siguientes:

- Factor de retorno es el porcentaje de la dotación de agua domiciliar estimada que el comité otorga a cada habitante, para el caso en particular el mismo es de 0,80.
- Factor de caudal medio es el volumen de aguas negras que en promedio se traslada por un alcantarillado, el cual se optó por el mínimo 0,002.
- Factor de Harmond llamado también factor de flujo instantáneo, siendo este un factor de seguridad utilizado específicamente en horas pico, es decir, en horas de mayor demanda de uso del sistema.
- Factor de rugosidad éste depende del tipo de material a utilizarse dentro del sistema de alcantarillado, el cual en particular se utilizará PVC 160 PSI, estando dentro del margen como mínimo de 0,006 y como máximo de 0,011.

2.2.8.1. Coeficiente de rugosidad

Este coeficiente dependerá del tipo de material y diámetro de que esté construida la tubería que se coloque en un proyecto, para éste en particular se colocará PVC, por lo que el coeficiente de rugosidad estará comprendido entre 0,006 – 0,011. La rugosidad determina que tan lisa o rugosa es la superficie interna de dicha tubería.

2.2.8.2. Sección llena y parcialmente llena

Para el diseño del alcantarillado sanitario se debe contar con la información correspondiente a los valores de la velocidad y caudal de la sección llena de la tubería que se está utilizando.

2.2.8.3. Velocidades máximas y mínimas

El cálculo de la velocidad de flujo que se conduce en el interior de una tubería, queda determinada por medio de los diámetros, la pendiente del terreno y el tipo de material que se utilizará. Según las Normas del INFOM, la velocidad mínima será de 0,60 m/seg y la máxima de 2,5 m/seg.

2.2.8.4. Diámetro del colector

Según las Normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal, se debe utilizar para sistemas de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8 pul. cuando se utilice tubería de concreto y de 6 pul cuando se utilice tubería de PVC, para las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo con tubería de concreto es de 6 pul y de 4 pul para PVC, estas normas se utilizarán para evitar que la tubería se obstruya.

El sistema en general consistirá en tuberías de PVC ASTM 3 034 Y SDR 35, con diámetros mínimos de inicio de 4 pul y 6 pul para las líneas principales y secundarias respectivamente, con una pendiente mínima de 2% en ambas tuberías.

La única tubería de concreto a utilizar en el proyecto será para las candelas, en las conexiones domiciliarias, las cuales tendrán 12 pul de diámetro.

2.2.8.5. Profundidad del colector

Se utilizará la pendiente natural del terreno para el diseño, con ello se evitará un sobre costo en el renglón de excavación y por ende en el de relleno. Para la tubería PVC no existe pendiente mínima, ésta va a ser aquella que dé como resultado una velocidad mínima, dentro de las viviendas se recomienda una pendiente del 2%, lo que asegura el arrastre de las excretas.

En las áreas donde la pendiente del terreno es pequeña, se recomienda acumular la mayor cantidad de caudales, para poder aumentar la velocidad.

2.2.8.5.1. Profundidad mínima del colector

Por lo indicado anteriormente y considerando que en la comunidad existe circulación de tránsito pesado y liviano, así como diferentes diámetros de tuberías de PVC, se determinaron las siguientes profundidades mínimas del colector: de 4 a 8 pul para tráfico liviano 0,60 m y para tráfico pesado 0,80 m.

Se denomina cota Invert, a la distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería, debe verificarse que la cota Invert sea al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Para calcularlas, se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos, deben seguirse las siguientes reglas para el cálculo de las cotas Invert:

- La cota Invert de la tubería de salida se coloca 3 cm por debajo de la cota Invert de la tubería que entra al mismo.

- Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo es menor que el diámetro de la tubería que sale, la cota Invert de salida estará al menos a una altura igual a la diferencia de los diámetros, más baja que la cota Invert de entrada.

2.2.8.5.2. Ancho de zanja

Para llegar a las profundidades mínimas del colector, se deben hacer excavaciones a lo largo de los tramos principales y secundarios, de estación a estación o entre pozos de visita, en la dirección que se determinó en la topografía de la red general, la profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y profundidad requerida por la tubería a colocar.

Según el diámetro y profundidad a colocar, así serán los anchos de las zanjas: diámetros entre 4 pul hasta 2,00 m, 0,50 m, 4,00 m, 0,60 m, y 6,00 m, 0,70 m de profundidad y ancho respectivamente, para 6 pul se incrementa en 0,05 m cada una de los anchos originales y para 8 pul se incrementa en 0,10 m también los anchos originales.

2.2.8.5.3. Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería, está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos, siendo sus dimensionales m³.

$$V = \frac{H1 + H2}{2} * d * Z$$

Donde:

V = volumen de excavación (m³)

H1 = profundidad del primer pozo (m)

H2 = profundidad del segundo pozo (m)

d = distancia entre pozos (m)

Z = ancho de la zanja (m)

2.2.9. Ubicación de pozos de visita

Los mismos deberán ser construidos al inicio de una línea, en intersecciones de dos o más tuberías, cuando haya cambio de diámetros, en distancias no mayores de 100 m, en curvaturas no mayores de 30 m y cambios de pendientes, dirección o bien como disipadores.

El intervalo de longitud entre pozos de visita puede ser mayor si el material a utilizar es PVC, lo que disminuye substancialmente la problemática de operación y mantenimiento del sistema, comparado con otros tipos de tubería cuyas características constructivas de flujo son propensas a obstrucciones y daños internos.

2.2.10. Profundidad de pozos de visita

La profundidad de los pozos de visita al inicio del tramo, está definida por la cota Invert de salida; es decir, está determinada por la siguiente ecuación:

$$H_{pv} = \text{cota terreno inicio tramo} - \text{cota Invert salida tramo} - 0,15 \text{ m de base}$$

Para determinar las alturas de los pozos de visita se deben tomar las siguientes consideraciones:

- Diámetros iguales: cuando en un pozo de visita entra una tubería y sale otra de igual diámetro, la cota Invert de salida estará 0,03 m más abajo que la cota Invert de entrada.
- Diferentes diámetros: cuando en un pozo de visita entra una tubería y sale otra de diferente de mayor diámetro, la cota Invert de salida estará ubicada como mínimo a la diferencia de los diámetros por debajo de la cota Invert de entrada.
- Más de dos tuberías de igual diámetro: cuando en un pozo de visita, la tubería de salida es del mismo diámetro que las que ingresan a él, la cota Invert de salida estará 0,03 m por debajo de la cota más baja que entre y se tomará el menor valor de los dos resultados.
- Más de dos tuberías de diferentes diámetros: cuando en un pozo de visita la tubería de salida es de mayor diámetro a las que ingresan a él, la cota Invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el menor valor, presentando diferentes casos:
 - Ingresan más de una tubería de igual diámetro y sale una de mayor diámetro: la cota Invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se toma el valor menor.
 - Ingresan más de una tubería de diferentes diámetros y sale una de mayor diámetro: la cota Invert de salida será la diferencia de los diámetros para cada una y se tomará el valor menor.

- Ingresan más de una tubería de diferente diámetro, siendo una de ellas del diámetro de la tubería de salida: la cota Invert de salida será, para cada una de ellas, la diferencia de los diámetros, y la otra tendrá como mínimo 0,03 m, se tomará el valor menor.
- Pozos iniciales: la cota Invert de salida de la tubería inicial deberá estar como mínimo a la profundidad del tránsito liviano o pesado.
- Pozos continuos; la cota Invert de salida de la tubería de seguimiento deberá cumplir con las especificaciones anteriormente descritas.

2.2.11. Características de las conexiones domiciliarias

El proyecto contempla el uso de tubería PVC por lo que el diámetro mínimo según especificaciones de INFOM es de 4 pul, con una pendiente no menor del 2% ni mayor del 6%, saliendo desde la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a ésta en un ángulo de 45° a favor de la pendiente, hacia el caudal interno del colector.

Las conexiones domiciliarias, serán construidas en forma común, es decir con tubería de concreto de diámetro mínimo de 12 pul, o bien si fuera el caso de mampostería de lado menor de 0,45 m, ambos a una altura mínima de 1,00 m del nivel del suelo.

2.2.12. Diseño del sistema

Para el diseño de este sistema de alcantarillado sanitario, se tomó en cuenta las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del INFOM, además de la ubicación geográfica, topografía, clima, abastecimiento de agua y

las características generales de la población, el proyecto beneficiará el 87% de las viviendas actuales de la comunidad.

Bases de diseño: las bases utilizadas para el presente diseño son las siguientes:

- Población actual: cantidad de habitantes actuales con que cuenta el área del proyecto, la misma es de 161 hab, con un total de 33 conexiones domiciliarias por lo que la una densidad es de 4,6 habitantes por vivienda.
- Período de diseño: se utilizó un período de 40 años, tiempo en el cual su operación no tendrá mayores problemas.
- Tasa de crecimiento: según datos del Instituto Nacional de Estadística para el departamento de Chiquimula, es de un 3,44%.
- Dotación de agua potable: se asignó una dotación de 100 lts/hab/día, ésta depende del clima y el tipo de población.
- Población futura: tomando en cuenta el método del incremento geométrico, para este proyecto se calculó una población de 623 habitantes.

2.2.13. Ejemplo de diseño de un tramo

A continuación se presenta un ejemplo para el diseño del tramo PV-2 al PV-3.

Tabla XXI. **Resumen bases de diseño alcantarillado sanitario**

Base	Dato
Período de diseño	40 años
Dotación de agua potable	100 lts/hab/día
Factor de retorno	0,80
Caudal de conexiones ilícitas	10 % Qm
Longitud del tramo	17,03 m
Población actual acumulado	24 hab
Población futura acumulado	93 hab
Tasa de crecimiento	3,44%

Fuente: elaboración propia.

Caudal domiciliar

$$Q_{dom} = \frac{D * No. Hab * Fr}{86\ 400}$$

$$Q_{dom} = \frac{100 * 93 * 0,80}{86\ 400}$$

$$Q_{dom} = 0,09 \text{ lts/seg}$$

Caudal conexiones ilícitas

$$Q_{cil} = 10\% * Q_{dom}$$

$$Q_{cil} = 0,10 * 0,09$$

$$Q_{cil} = 0,01 \text{ lts/seg}$$

Para el diseño de la red no se tomó en cuenta el caudal industrial y comercial por no existir en la aldea y el caudal de infiltración por utilizar tubería PVC sobre el nivel freático, se utilizará 1% del diámetro de la tubería a colocar en el tramo.

$$Q_{inf} = 0,01 * \varphi * \varphi \text{ ría}$$

$$Q_{inf} = 0,01 * 6$$

$$Q_{inf} = 0,06 \text{ lts/seg}$$

Factor de caudal medio

$$FQM = \frac{Q_{med}}{Pf}$$

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{cil} + Q_{inf}$$

$$Q_{med} = 0,09 + 0,01 + 0,06$$

$$Q_{med} = 0,16 \text{ lts/seg}$$

$$FQM = \frac{0,16}{93}$$

$$FQM = 0,00172$$

Como $0,00172 < 0,002$, entonces se toma como $FQM = 0,002$

Longitud del tramo: las cotas del terreno para los respectivos pozos de visita son las siguientes:

PV – 2 cota de terreno inicial: 1 031,64 m

PV – 3 cota de terreno final: 1 028,94 m

Longitud del tramo = 17,03 m

Pendiente del terreno

$$S = \frac{(Cota\ Inicial - Cota\ Final)}{Longitud\ Tramo} * 100$$

$$S = \frac{(1\ 031,64 - 1\ 028,94)}{17,03} * 100$$

$$S = 15,85 \%$$

Cálculo del Factor de Harmond

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

$$P = \frac{Pf}{1\ 000}$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{93}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{93}{1\ 000}}}$$

$$FH = 4,25$$

Caudal de diseño

$$Q_{dis} = No.\ hab * FQM * FH$$

$$Q_{dis} = 93 * 0,002 * 4,25$$

$$Q_{dis} = 0,79\ lts/seg$$

Diseño hidráulico: cálculo de la velocidad y caudal a sección llena, en tubería PVC de $\varnothing = 6$ pul.

Velocidad

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

$$V = \frac{0,03429}{0,010} * (6)^{2/3} * \left(\frac{3,00}{100}\right)^{1/2}$$

$$V = 1,96 \text{ lts/seg}$$

Caudal

$$Q = A * V$$

$$Q = \frac{\pi}{4} * (6 * 0,0254)^2 * 1,96$$

$$Q = 0,03575 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 35,75 \text{ lts/seg}$$

Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{0,79}{35,75}$$

$$\frac{q}{Q} = 0,0221$$

Relación d/D y v/V : tomando el valor de q/Q se busca en las tablas de relaciones hidráulicas, d/D y v/V , obteniendo los siguientes valores, cumple la condición de $0,10 < d/D < 0,80$.

$$\frac{v}{V} = 0,592756$$

Despejando v queda:

$$v = 0,592756 * V$$

$$v = 0,592756 * 1,96$$

$$v = 1,16 \text{ m/seg cumple } 0,40 < v < 5,00$$

Cálculo de la cota Invert

$$Cle_{pv3} = Cls_{pv2} - \left(\frac{S}{100} \right) * Dh$$

Donde:

Cie pv3 = cota Invert de entrada al pozo visita 3 (m)

Cl_s pv2 = cota Invert de salida del pozo de visita 2 (m)

S = pendiente de la tubería (%)

Dh = distancia horizontal (m)

$$Cle_{pv3} = 1\ 031,64 - \left(\frac{15,85}{100} \right) * 17,03$$

$$Cle_{pv3} = 1\ 028,94 \text{ m}$$

Altura del pozo

$$H = Ct - Cle_{pv3}$$

$$H = 1\ 031,64 - 1\ 028,94$$

$$H = 2,70 \text{ m}$$

Volumen de excavación

$$V = \left(\frac{Hpv2 + Hpv3}{2} \right) * Dh * t$$
$$V = \left(\frac{1,20 + 2,70}{2} \right) * 17,03 * 0,60$$
$$V = 19,93 \text{ m}^3$$

Para los demás tramos se procede de la misma manera, chequeando siempre que los límites para la velocidad y la relación de tirantes hidráulicos estén entre los rangos establecidos.

El cálculo del diseño hidráulico del sistema de drenaje sanitario, se encuentra en el apéndice B1.

2.2.14. Tratamiento

Se propone la construcción de dos plantas de tratamiento, una cada para cada sector, debido a la topografía del terreno y la ubicación de las viviendas, dichas plantas prestarán tratamiento primario, con el fin de que éstas unidades retengan los sólidos en suspensión, lo que se puede realizar por procesos físicos como sedimentación (asentamiento), con los que se logra eliminar de 40 a 60% de sólidos, para que luego pasen al proceso de filtración. Las unidades empleadas tratan de disminuir la velocidad de las aguas negras para que se sedimenten los sólidos, los dispositivos más utilizados son:

- Tanques sépticos o fosas sépticas
- Tanques Imhoff

- Tanques de sedimentación simple con eliminación de los lodos
- Reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA)

Para un tratamiento adecuado, previo a la disposición de las aguas negras, hay que tener en cuenta factores como: espacio disponible para las instalaciones, topografía del terreno, costo de la construcción y mantenimiento requerido, para seleccionar las unidades adecuadas a la población.

Para estos sistemas, se propone la construcción de tanques sépticos o fosas sépticas con sus respectivos pozos de absorción.

Las aguas residuales son líquidos turbios que contienen sólidos en suspensión (desechos), provenientes de las actividades de los seres humanos, frescas son de color gris y olor a moho. Con el tiempo cambian a un color negro y su olor es ofensivo. Aún cuando en las aguas negras sanitarias solo 600 ppm de su peso son sólidos, requieren tratamiento para evitar cualquier molestia.

Las razones para tratar las aguas negras se pueden resumir de la siguiente forma:

- Consideraciones higiénicas
 - Eliminar o reducir al máximo los organismos patógenos de origen entérico, para evitar la contaminación que contribuya a trastornos orgánicos en las personas.

- Consideraciones estéticas
 - Eliminar todas aquellas materias orgánicas o de otro tipo que son ofensivas para el bienestar, agrado y salud de las comunidades; que inciden en el aspecto estético y urbanístico de los sectores cercanos a donde escurren las aguas negras.

- Consideraciones económicas
 - Las aguas negras sin tratamiento, diluidas a un río, lago u otro podrían desvalorizar la propiedad, perjudica los servicios de agua para consumo humano, industrial y disminuyen la cantidad del agua de regadillo.

2.2.14.1. Ubicación

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, se propone que el afluyente pase un tratamiento primario o sea por una fosa séptica y pozos de absorción los cuales están definidos en dos puntos, fuera del área comunitaria.

2.2.14.2. Diseño de fosa séptica

Estas se diseñan para retirar de las aguas servidas, los sólidos en suspensión orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico de sedimentación. Las fosas sépticas se diseñan para mantener el flujo de las aguas negras a una velocidad muy baja y bajo condiciones anaeróbicas, por un período de 12 a 24 horas llamado período de retención.

El proceso de sedimentación se logra cuando el líquido está en reposo o fluye a una velocidad relativamente baja, lo que permite que se depositen en el fondo la mayor cantidad de sólidos, que sean principalmente sólidos orgánicos, logrando así la separación de la corriente de aguas servidas.

De los sólidos suspendidos que llegan a la fosa, se decanta la mayor parte de la materia sedimentable, la cual entra en un proceso de digestión anaeróbica con disolución, licuación y volatilización de la materia orgánica, previamente a su estabilización. Por esta razón es que la cantidad de lodo que se acumula en el estanque es pequeña, pero que con el tiempo constituye una cantidad que hace disminuir el volumen efectivo de la fosa y por consiguiente el período de retención.

En la fosa séptica, las materias en suspensión de las aguas negras sufren una sedimentación, la materia orgánica se descompone en sustancias más simples por la acción de las bacterias anaeróbicas, que pueden realizar su metabolismo sin necesidad de oxígeno.

La fosa séptica es un estanque hermético, que puede construirse de ladrillo, piedra, concreto o cualquier otro material que se considere adecuado, es un tanque de escurrimiento horizontal y continuo de un solo piso.

Las fosas pueden ser de uno o dos compartimientos, investigaciones realizadas han demostrado que las de dos compartimientos proporcionan una mejor eliminación de los sólidos en suspensión, proporcionando una mayor protección del sistema de absorción.

Para el diseño de la fosa séptica deben tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- El período de retención es como mínimo de 12 horas
- Relación largo-ancho de la fosa, L/A; de 2/1 a 4/1
- Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza, es de 30 a 60 lts/hab/año.
- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional debe ser de 60 viviendas

Nomenclatura y fórmulas

$$T = \frac{Vol}{Q}$$

$$Vol = Q * T$$

$$Q = q * N$$

Donde:

T = período de retención

Vol = volumen (lts)

Q = caudal (lts/día)

N = número de personas servidas (hab)

Q = gasto de aguas negras (lts/hab/día)

q = caudal domiciliar (lts/seg)

Cálculo de volumen: para el cálculo del volumen se asume una altura (H), que es la altura útil, es decir, el fondo de la fosa al nivel de agua se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados, queda el volumen como:

$$V = A * L * H$$

Donde:

A = ancho de fosa

L = largo de fosa

H = altura útil.

Conociendo la relación L/A, se sustituye una de las dos en la fórmula de V y se determina el valor de la otra magnitud. Por ejemplo, si L/A es igual a 2, entonces $L = 2A$, al sustituir L en la fórmula se tiene:

$$V = 2 * A^2 * H$$

De donde se obtiene el volumen de la fosa.

Cálculo de las fosas sépticas: para los cálculos siguientes se considerarán los siguientes datos:

Tabla XXII. **Datos para el cálculo de fosas sépticas**

Base	Dato
Período de retención	24 horas
Gasto	100 lts/hab/día
Número de habitantes	350 hab (76 viviendas)
Lodos	30 lts/hab/año
Relación largo/ancho	2/1
Período de limpieza	5 años

Fuente: elaboración propia.

Volumen para el líquido: previo a la determinación del volumen se consideran los siguientes cálculos:

Cálculo del caudal

$$Q = q * N$$

$$Q = 100 * 0,80 * 350$$

$$Q = 28\ 000 \text{ lts/día}$$

$$Q = 28,00 \text{ m}^3/\text{día}$$

Volumen

$$Vol = Q * T$$

$$Vol = 28\ 000 * 24 * \frac{1}{24}$$

$$Vol = 28\ 000 \text{ lts}$$

$$Vol = 28,00 \text{ m}^3$$

Volumen de lodos: se considera para un período de limpieza de 5 años:

$$Vol = N \text{ gasto de lodos} * \text{Período}$$

$$Vol = 350 \text{ hab} * 30 \text{ lts/hab/año} * 5 \text{ años}$$

$$Vol = 52\ 500 \text{ lts}$$

$$Vol = 52,50 \text{ m}^3$$

Volumen total

$$V_t = Vol \text{ de líquidos} + Vol \text{ de lodos}$$

$$V_t = 28,00 + 52,50$$

$$V_t = 80,50 \text{ m}^3$$

Se calcularon dos fosas sépticas de 40,00 m³, una para cada sector con la mitad del volumen total, ya que el número de conexiones que atenderán no tienen mayor diferencia entre ellas.

$$V = A * L * H$$

$$\frac{L}{A} = 2$$

$$L = 2 * A$$

$$V = 2 * A^2 * H$$

Si se asume

$$H = 2,50 \text{ m}$$

$$A^2 = \frac{V}{2 * H}$$

$$A^2 = \frac{80,00}{2 * 2,50}$$

$$A = \sqrt{16,00}$$

$$A = 4,00 \text{ m}$$

Se tenía además que

$$L = 2 * A$$

$$L = 2 * 4,00$$

$$L = 8,00 \text{ m}$$

Por lo que los resultados finales

$$A = 4,00 \text{ m}$$

$$L = 8,00 \text{ m}$$

$$H = 2,50 \text{ m}$$

El diseño estructural de la fosa séptica se realizó utilizando el mismo procedimiento que para el diseño del tanque de distribución, en el proyecto de agua potable, en donde la condición crítica es cuando la fosa esté completamente vacía.

2.2.14.3. Dimensionamiento de los pozos de absorción

Para éste proyecto se tomó la decisión de diseñar dos pozos de absorción, uno para cada fosa séptica, para darle el tratamiento adecuado a las aguas servidas, asegurando una infiltración de estas a los mantos permeables, evitando la contaminación de los mismos.

El cálculo hidráulico del diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se encuentra en el apéndice F.

2.2.15. Administración, operación y mantenimiento

Consiste en la aplicación de técnicas para mantener el alcantarillado en buenas condiciones para garantizar el funcionamiento normal del sistema, durante el período para el que fue diseñado.

La responsabilidad del mantenimiento y operación del sistema será del COCODE y los vecinos de la comunidad. El tiempo recomendado para inspeccionar el funcionamiento del sistema debe de ser en espacios no mayores a tres meses.

A continuación se describen la inspección y mantenimiento de los elementos del alcantarillado:

- Conexión domiciliar
 - Posibles problemas
 - ✓ Tapadera de la candela está en mal estado
 - ✓ Tubería parcialmente tapada
 - ✓ Tubería totalmente tapada
 - ✓ Conexiones de agua de lluvia en la tubería
 - Soluciones y reparaciones
 - ✓ Reparar la tapadera de la candela o en su defecto cambiarla por una nueva, ya que de no hacerlo corre peligro de que se introduzca tierra y basura a la tubería y provocar taponamientos en la misma.
 - ✓ La tubería parcialmente tapada puede ser provocada por la introducción de basura o tierra en ésta, se verifica en la

candela que cuando se vierte agua, no corra libremente. Se vierte una cantidad suficiente de agua de forma brusca para que el taponamiento se despeje y corra el agua sin mayor problema.

- ✓ Si la tubería está totalmente tapada, no corre nada de agua en la tubería y se estanca en la candela, se vierte una cantidad de agua de forma brusca para que el taponamiento sea despejado. Si el taponamiento persiste, introducir una guía metálica para tratar de quitar el taponamiento y luego introducir nuevamente una cantidad de agua para que el taponamiento desaparezca.
- ✓ Si persiste el problema se introduce nuevamente la guía, se verifica la distancia en donde se encuentra el taponamiento, se marca sobre la calle en donde se ubica el taponamiento; luego se excava en el lugar marcado, se descubre el tubo para poder destaparlo y repararlo para que las aguas corran libremente.
- ✓ Las conexiones de agua de lluvia provocan que se saturen las tuberías, ya que no fueron diseñadas para llevar esta agua. Se procede a cancelar la conexión de agua de lluvia a la conexión domiciliar.

- Línea central
 - Posibles problemas

- ✓ Tubería parcialmente tapada
- ✓ Tubería totalmente tapada
- Soluciones y reparaciones
 - ✓ Para descubrir los taponamientos se pueden hacer dos pruebas para identificarlos.
 - ✓ Prueba de reflejo
 - Consiste en colocar una linterna en un pozo de visita y chequear el reflejo de la misma en el siguiente pozo de visita, si no es percibido claramente existe un taponamiento parcial, y si no se percibe en lo absoluto significa que existe un taponamiento total.
 - Verificado un taponamiento total, se vierte agua en el pozo de visita a presión, luego se hace de nuevo la prueba de reflejo y se verifica si el taponamiento se despejó y deja ver claramente el reflejo.
 - ✓ Prueba de corrimiento de flujo
 - Se vierte una cantidad determinada de agua en un pozo de visita y se verifica el corrimiento del agua en el siguiente pozo y que la corriente sea normal. Si es un corrimiento muy lento existe un taponamiento

parcial y si no sale nada de agua en el pozo es que existe un taponamiento total.

- Confirmado un taponamiento total, y no lograrse despejar el taponamiento por medio de la presión de agua, se introduce una guía para localizarlo y se procede a excavar y descubrir la tubería para sacar la basura o tierra que provoca el taponamiento para reparar la tubería.
- Pozos de visita
 - Posibles problemas
 - ✓ Acumulación de residuos y lodos
 - ✓ Deterioro del pozo
 - ✓ Tapadera del pozo en mal estado
 - Soluciones y reparaciones
 - ✓ Al inspeccionar los pozos de visita se puede constatar que no existan lodos ni desechos acumulados en el pozo que puedan obstruir el paso de las aguas negras. Se procede a quitar los lodos y residuos para dar paso libre a las aguas.
 - ✓ Verificar que el pozo de visita se encuentre en buen estado, revisar el brocal de arriba, los escalones que estén en buen

estado para que el inspector pueda bajar sin problema al pozo; si está en mal estado, repararlos o en su caso cambiarlos por unos nuevos.

- ✓ Las tapaderas de los pozos de visita deben de estar en su lugar y sin grietas por el paso de vehículos, cambiarlas por nuevas para garantizar la protección al sistema.

2.2.16. Elaboración de planos

El juego completo de planos para el diseño de alcantarillado sanitario para la aldea La Torera, del municipio de San José La Arada, se encuentra en el apéndice C2.

Tabla XXIII. **Listado de planos alcantarillado sanitario**

Hoja	Contenido
1/8	Planta general
2/8	Planta perfil
3/8	Planta perfil
4/8	Planta perfil
5/8	Planta perfil
6/8	Planta perfil
7/8	Detalle pozo de visita
8/8	Fosa séptica y pozo de absorción

Fuente: preparación propia.

2.2.17. Elaboración de presupuesto

La cuantificación de materiales y mano de obra, para los trabajos del drenaje sanitario se realizó con base en lo siguiente:

- La cantidad de arena de río y piedrín se calculó por metro cúbico de fundición por pozo de visita.
- El concreto para la fundición de pozos se calculó por metro cúbico.
- La cantidad de refuerzo y alambre de amarre se calculó quintal por pozo.
- La totalidad de materiales será local y será proporcionada por la municipalidad.
- La cuantificación de la mano de obra calificada se realizó en forma unitaria, metro lineal, metro cuadrado y metro cúbico.

Los salarios de la mano de obra, se tomaron con base en los precios que se manejan en la municipalidad. Los precios de los materiales se tomaron con base en los que se manejan en la cabecera municipal.

El presupuesto está elaborado en forma global es decir por reglones de trabajo a ejecutarse, así como reglones unitarios y el listado general de los materiales a ser utilizados para la ejecución del proyecto.

Los cuadros indicados anteriormente se encuentran adjuntos en la sección de anexos, al final de éste documento.

El presupuesto general y el presupuesto por renglón como costos unitarios, del diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se encuentran en los apéndices B2 y B3 , respectivamente.

2.2.18. Cronograma de ejecución

La ejecución total del proyecto a partir de inicio de los trabajos tendrá una duración de 3 meses, una vez se tengan los materiales indicados así como mano de obra calificada y el apoyo comunitario por medio de sus jornales.

El cronograma de ejecución del diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se encuentran en el apéndice B4.

2.2.19. Evaluación socio-económica

Como el sistema de drenaje sanitario es de componente social, no generará ningún ingreso favorable, aún así se hará el análisis similar al del proyecto del sistema de agua potable.

2.2.19.1. Valor presente neto

Para el presente proyecto se determinó el VPN con una tasa de interés igual a la tasa mínima debido a que el proyecto es de tipo social, por lo que se estima que la misma sea de un 6%. El análisis del proyecto se basa en una línea de tiempo los ingresos y egresos, luego trasladarlos al VPN.

El costo de ejecución del proyecto asciende a un total de Q. 743 949,38 inversión que no es recuperable, el cual es considerado un gasto, además la comunidad es de escasos recursos por lo que no pueden pagar una tarifa normal por concepto de éste servicio, entonces el aporte mensual será de Q 10,00 por concepto de operación y mantenimiento del sistema, la diferencia si es necesaria la respaldará la municipalidad, esto es para un total de 33 conexiones, por lo que se tiene:

$$OMA = TM * NC * 12$$

Donde:

OMA = operación y mantenimiento anual (Q)

TM = tarifa mensual por conexión (Q)

NC = número de conexiones iniciales

$$OMA = 10,00 * 33 * 12$$

$$OMA = 3\,960,00 \text{ Q/año}$$

Como ingreso inicial se tiene el costo de la mano de obra no calificada que aporta cada uno de los beneficiarios en la ejecución del proyecto, el cual es un derecho de conexión domiciliar, y asciende a un total de Q. 1 358,18, para el total de 33 conexiones.

Costo conexiones iniciales (CI)

$$CI = Cci * Nci$$

Donde:

Cci = costo conexiones iniciales (Q)

Nci = número de conexiones iniciales

$$CI = 1\,358,18 * 33$$

$$CI = Q\,44\,819,94$$

Tarifa poblacional anual (TPA)

$$TPA = Tm * NC * Ma$$

Donde:

Tm = tarifa mensual (Q/mes)

NC = número de conexiones

Ma = meses al año

$$TPA = 10,00 * 33 * 12$$

$$TPA = 3\,960,00 \text{ Q/año}$$

$$VPN = -I + CI - OMA * \left(\frac{P}{A}, i = 6\%, N = 40 \text{ años} \right) + TPA * \left(\frac{P}{A}, i = 6\%, N = 40 \text{ años} \right)$$

Donde:

VPN = valor presente neto (Q)

I = inversión inicial (Q)

CI = costo mano de obra de beneficiarios inicial (Q)

OMA = operación y mantenimiento anual (Q)

TA = tarifa anual (Q)

I = tasa de interés 6%

N = período de diseño 40 años

$$VPN = -743\,949,38 + 44\,819,94 - 3\,960,00 * \left(\frac{(1+0,06)^{40} - 1}{0,06*(1+0,06)^{40}} \right)$$

$$+ 3\,960,00 * \left(\frac{(1+0,06)^{40} - 1}{0,06*(1+0,06)^{40}} \right)$$

$$VPN = -743\,949,38 + 44\,819,94 - 59\,583,34 + 59\,583,34$$

$$VPN = Q - 699129,44$$

Nuevamente el resultado es negativo por lo que no hay ninguna utilidad, debido a que el proyecto es de tipo social, y solamente habrá desarrollo local y beneficio comunitario.

Con la tarifa propuesta, el proyecto no podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento, que se necesitarán durante el período de funcionamiento, por lo que tendrán que incrementar la tarifa una vez el proyecto incremente el número de conexiones.

2.1.17.2. Tasa interna de retorno

Al igual que para el proyecto anterior el cálculo es similar por lo que se tienen los siguientes datos como resultado final.

En la ejecución del proyecto se tendrá que invertir el costo inicial del proyecto Q. 743 949,38, a la vez el comité local invertiría anualmente un total de Q. 3 960,00, para la operación y mantenimiento del sistema, por aparte habrá un ingreso por medio de la tarifa de pago por concepto de cuota de servicio, la cual al año sería de Q. 3 960,00, así como un ingreso inicial por concepto de derecho de conexión, con un total de Q. 44 819,94, todo ello durante la vida útil del proyecto de 40 años.

Debido a que la inversión inicial y el derecho de conexión, estarán en la ejecución del proyecto, así como los costos de operación y mantenimiento y el total de la tarifa, por lo que la inversión inicial será de Q. 743 949,38 y el déficit de Q. 1 584,00 por año, debido a que la cuota no cubre el pago de mantenimiento mensual.

$$IM + (1 + TIR)^{-40} = EI$$

Donde:

IM = ingresos mensuales (Q)

EI = egresos iniciales (Q)

$$3\,960,00 - 5\,544,00 + (1 + TIR)^{-40} = -743\,949,38 + 44\,819,94$$

$$(1 + TIR)^{-40} = -743\,949,38 + 1\,584,00$$

$$(1 + TIR)^{-40} = -700\,713,44$$

$$TIR = -1,83\%$$

Debido a que tasa interna de retorno es negativa, significa que el proyecto no es rentable, por lo que no es conveniente la realización del mismo, pero por ser de carácter social que beneficiará a la comunidad éste deber realizarse.

2.2.20. Evaluación de impacto ambiental

Descripción del proyecto: el proyecto consiste en la construcción de dos líneas colectoras de alcantarillado sanitario para la misma aldea debido a la topografía y el diseño elaborado.

Área y situación legal del terreno: el área de influencia del proyecto es de aproximadamente 3,50 km², la mayor parte es montañosa y poco boscosa, aunque también hay áreas de cultivo de maíz y frijol, no se presentan problemas legales debido a que los vecinos son propietarios de los terrenos que atravesarán algunos tramos del sistema.

Tabla XXIV. **Características y datos proyecto alcantarillado sanitario**

Característica	Dato
Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	40 años
Población actual	161 hab
Población futura	350 hab
Dotación	100 lts/hab/día
Evacuación	Sistema por gravedad
Costo del proyecto	Q. 809 323,50
Tiempo aproximado de ejecución	3 meses

Fuente: preparación propia.

Los trabajos necesarios para la preparación del terreno: la limpieza, desmonte del área, el manejo y la disposición final de los desechos sólidos provenientes de la limpieza, desmonte, cortes, excavación y nivelación del terreno, rellenos de material, compactación o consolidación, derrame de lubricantes, combustibles u otro material provocado por la maquinaria, etc.

Uso de recursos naturales del área: la comunidad tiene acceso a materiales como arena, piedra, agua y madera provenientes del área, los cuales serán proporcionados por parte de los vecinos.

Sustancias o materiales que serán utilizados: diesel y aceites lubricantes para la maquinaria de excavación y equipo a utilizar, accesorios y tubería PVC. de 4 pul x 6 m, 6 pul x 6 m Norma ASTM 3034, cemento, block, hierro, piedra, grava, arena, y selecto.

Impacto ambiental que será producido

Residuos y/o contaminantes que serán generados: dentro de los residuos generados se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas residuales y descarga de lubricantes, entre otros.

Emisiones a la atmósfera: el componente atmosférico se verá impactado por las actividades: a) operación de maquinaria y equipo, debido a la emanación de gases producto de la combustión de derivados del petróleo; b) acarreo de material. Durante la realización de estas dos actividades se generan partículas de polvo, los cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área de influencia directa.

Descarga de aguas residuales: El manejo inadecuado de excretas, provenientes de los campamentos y de otras áreas de trabajo pueden generar contaminación del suelo y de los cuerpos de agua.

Desechos sólidos: dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen los residuos del material de excavación. Además se tendrán desechos producto de la maquinaria de excavación como filtros, repuestos usados, neumáticos, depósitos de aceite, basura producto de los trabajadores, cemento, block, arena, piedra y grava, producto del desperdicio de las construcciones.

Ruidos y/o vibraciones: los impactos ambientales por ruido se dan principalmente por la utilización de maquinaria y equipo durante la fase de preparación del sitio, excavación de los colectores y el área de las fosas sépticas, durante la fase de construcción del sistema de alcantarillado sanitario.

Impacto ambiental que será producido

Residuos y/o contaminantes que serán generados: dentro de los residuos generados se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas residuales y descarga de lubricantes, entre otros.

Emisiones a la atmósfera: el componente atmosférico se verá impactado por las actividades: a) operación de maquinaria y equipo, debido a la emanación de gases producto de la combustión de derivados del petróleo; b) acarreo de material. Durante la realización de estas dos actividades se generan partículas de polvo, los cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores y habitantes del área de influencia directa.

Descarga de aguas residuales: El manejo inadecuado de excretas, provenientes de los campamentos y de otras áreas de trabajo pueden generar contaminación del suelo y de los cuerpos de agua.

Desechos sólidos: dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen los residuos del material de excavación. Además se tendrán desechos producto de la maquinaria de excavación como filtros, repuestos usados, neumáticos, depósitos de aceite, basura producto de los trabajadores, cemento, block, arena, piedra y grava, producto del desperdicio de las construcciones.

Ruidos y/o vibraciones: los impactos ambientales por ruido se dan principalmente por la utilización de maquinaria y equipo durante la fase de preparación del sitio, excavación de los colectores y el área de las fosas sépticas, durante la fase de construcción del sistema de alcantarillado sanitario.

El ruido puede resultar perjudicial para los trabajadores de la empresa contratista y pobladores de la comunidad.

Contaminación visual: una mala selección del sitio donde se instale el campamento, la explotación de bancos de material, o donde se deposite el material de desperdicio, pueden ocasionar alteraciones al paisaje, además se tendrán actividades propias del proyecto como la remoción de la cobertura vegetal presente a la orilla del tramo y la excavación de zanjas donde se instalaran las tuberías.

Medidas de mitigación

Residuos y/o contaminantes que serán generados: la maquinaria y equipo utilizados deben tener filtros para reducir la emanación de contaminantes; durante el transporte de materiales, los mismos deben cubrirse con lona para evitar la dispersión de partículas del suelo a lo largo del trayecto de acarreo, esto evitará malestar a los pobladores que se encuentran a la orilla del tramo en construcción.

Otro aspecto importante a considerar es el mantenimiento de la carretera de acceso a la comunidad, con los contenidos de humedad adecuados para evitar el polvo, es importante que todo el personal que labora en el campo deba equiparse con mascarillas para evitar infecciones respiratorias.

Descarga de aguas residuales: se recomienda que en los campamentos se instalen letrinas o en su defecto fosas sépticas, mismas que deberán ser ubicadas lejos de los causes o fuentes de agua, evitando que tengan contacto con la capa freática, estas deberán ser en número proporcional de 1 servicio por cada 10 personas.

Descarga de lubricantes: es conveniente que para el tratamiento de los lubricantes se construya una fosa de captación para que este tipo de residuos sean recolectados y depositados en toneles de metal para trasportarlos a áreas de reciclaje.

Sitios arqueológicos: para este factor deberá realizarse un reconocimiento y levantamiento de información detallada para determinar la presencia de sitios arqueológicos, o que sean de alto interés cultural, esta actividad deberá realizarse en conjunto con el Instituto de Antropología e Historia -IDAEH-.

Desechos sólidos: en lo que respecta al material de excavación, deberá analizarse si puede ser reciclado para una pronta reincorporación, ya que esto disminuirá la explotación de canteras y se evitará la utilización de áreas para su disposición. En lo que respecta a los repuestos, neumáticos entre otros, estos desechos deberán ser recolectados en el campamento y llevarlos a sitios donde puedan ser reciclados o utilizados para alguna labor industrial, pero no deberán ser ubicados a lo largo del tramo en construcción, ni en vertederos clandestinos y municipales.

Ruidos y/o vibraciones de la maquinaria, herramienta y equipo a utilizar: debe encontrarse en buenas condiciones de funcionamiento para minimizar las emisiones sonoras, también deberá de equiparse a todo el personal de campo con el equipo de protección especial. Además, se recomienda desarrollar los trabajos únicamente en jornada diurna, se considera que este impacto es de duración temporal ya que el mismo se presenta durante el tiempo de ejecución de la obra.

Contaminación visual: el área de campamento deberá ubicarse de preferencia en sitios donde no afecte las cuencas visuales, o bien donde se tengan cortinas vegetales para favorecer el impacto visual. Además al finalizar las labores en el área del proyecto, se deberá adecuar el sitio a las condiciones originales, con actividades de reforestación con especies arbóreas nativas.

La ubicación de los bancos de material será determinante para este factor debido a las condiciones topográficas, una mala selección de estos sitios afectará el paisaje del lugar, por lo que se recomienda al finalizar las labores de extracción de material, nivelar el terreno y posteriormente revegetar con especies arbóreas del lugar.

Áreas protegidas: se deberá evitar la intervención en las áreas cercanas al área boscosa principalmente con actividades como: la explotación de bancos de material y sitios para el depósito de desperdicio, además deberá evitarse la utilización de dinamita para labores de construcción ya que podría afectar a la fauna existente en el lugar.

Es conveniente que las medidas de mitigación propuestas en el estudio sean compatibles con el área en mención, como la reforestación, ya que se deberán sembrar árboles nativos para no introducir especies exóticas al área.

El complemento lógico y deseable de un estudio de análisis de impacto ambiental es la vulnerabilidad, la ejecución de las necesarias medidas de prevención y mitigación para corregir las debilidades encontradas.

Por ello es muy importante que la formulación de recomendaciones técnicas y la estimación de los costos de las medidas de mitigación formen parte del propio estudio de vulnerabilidad. Algunas de esas medidas de

mitigación serán complejas técnicamente y requerirán estudios adicionales sobre diseños de ingeniería y estimación de costos.

Las medidas de mitigación de los sistemas de alcantarillado y agua potable incluyen la readaptación, la sustitución, la reparación, la colocación de equipos de respaldo y el mejoramiento del acceso.

CONCLUSIONES

1. La construcción del proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable, contribuirá a mejorar la calidad de vida de las personas que habitarían la comunidad durante la vida útil del proyecto, siendo un total de 350 personas distribuidas en 83 conexiones domiciliarias de tipo predial.
2. El monto total a invertir en la construcción del proyecto por bombeo asciende a la cantidad de Q. 392 395,47 para 38 conexiones iniciales, lo que en promedio por metro de tubería instalada en las líneas de conducción y distribución con PVC de varios diámetros, dan Q. 10 326,20 por unidad de conexión inicial y Q. 4 727,66 para el total de conexiones al final de la vida útil.
3. La construcción del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario, contribuirá a mejorar la salud de las personas que habitarían la comunidad, durante la vida útil del proyecto, siendo un total de 609 personas distribuidas en 33 conexiones domiciliarias, cubriendo el 87%, debido a la topografía del terreno y ubicación de las viviendas, por lo que se diseñaron dos fosas sépticas con dos pozos de absorción, cada una para tratamiento primario, al final de la vida útil podrían haber un total de 145 conexiones.
4. El monto total a invertir en la construcción del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario es de Q. 743 949,38 para 33 conexiones iniciales, lo que en promedio por metro de tubería instalada en las líneas de conducción y distribución con PVC de varios diámetros, dan Q. 22 543,92

por unidad de conexión inicial y Q. 5 130,69 para el total de conexiones al final de la vida útil.

5. Los proyectos de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y del sistema de alcantarillado sanitario, se elaboraron con base en normas y reglamentos del IFOM y el Código ACI 318-95 ACI319R.
6. La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio de la Escuela de Ingeniería Civil, presta un servicio social de gran valor a través del Ejercicio Profesional Supervisado, y por medio de estas prácticas, brindan la oportunidad al estudiante que pueda conocer la realidad del área rural del país, al mismo tiempo, aplicar los conocimientos adquiridos en las aulas, por medio de los diferentes cursos profesionales para los diseños en particular.
7. La elaboración de ambos diseños reflejan al final que el estudiante la integre los conocimientos profesionales, en cuanto a campo y en forma administrativa, desde la necesidad presentada por la comunidad hasta la elaboración de los documentos finales.

RECOMENDACIONES

1. Llevar la ejecución de los proyectos del diseño de abastecimiento de agua potable y del sistema de alcantarillado sanitario, de acuerdo a los diseños hidráulicos y planos elaborados en el presente estudio, para garantizar con ello la calidad de obra física, como el buen funcionamiento de los mismos.
2. Concientizar a la población la realización del tratamiento a base de cloro, para garantizar su calidad para el consumo humano, a la vez mantener una socialización del proyecto, debido a que el agua es de brote definido, por lo que habrá que mantener la cobertura vegetal en el área del nacimiento, para garantizar el mantenimiento del caudal.
3. Deberá plantearse una tarifa por consumo de agua, para evitar el desperdicio de este líquido y tener un mejor control, ya que el servicio es por bombeo, teniendo de base las lecturas de los contadores de cada una de las conexiones.
4. Realizar el tratamiento de las aguas servidas proveniente del sistema de drenaje sanitario, por medio del tratamiento primario propuesto, para evitar con ello la contaminación del ambiente en cuanto a los mantos superficiales.
5. La organización comunitaria por medio del COCODE, tendrá a su cargo el control para la administración, operación y mantenimiento del sistema de agua potable y drenaje sanitario. A la vez, que dicha organización, coordine

y gestione ante las autoridades municipales y gubernamentales asesoramiento para un mejor control de los mismos.

6. Es necesario proporcionarle mantenimiento adecuado a los distintos componentes del sistema de abastecimiento de agua potable y del drenaje sanitario, con el fin evitar fugas, taponamientos, azolvamiento, de acuerdo al presente estudio, proporcionando el buen funcionamiento, y previendo anticipadamente cualquier daño para la reparación necesaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. Apoyo a la reforma del sector salud en Guatemala. *Curso de capacitación para el manejo y la optimización de los acueductos y alcantarillados municipales*. Guatemala: APRESAL, 2001. 438 p.
2. Código ACI 318-95 ACI319R. sdt.
3. Cooperación Técnica, República Federal de Alemania. *Manual de disposición de aguas residuales, origen, descarga, tratamiento y análisis de aguas residuales*. Tomo I. Lima: CEPIS, 1990. 442 p.
4. FAIR, Gordon Maskew; GEYER, Jhon Charles; OKUN, Daniel Alexander. *Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales*. Ingeniería Sanitaria y Aguas Residuales, Vol. 1, 16ª ed. México: Limusa, 2002. 548 p.
5. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Instrucciones y guías de administración, operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y saneamiento del área rural*. Guatemala: MSPAS/UNEPAR, 1990. 132 p.
6. MOTT, Robert L. *Mecánica de fluidos aplicada*. 4ª ed. México: Prentice-Hall, 1996. 584 p.

7. NILSON, Artur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 20^a ed. Colombia: McGraw-Hill, 1999. 724 p.
8. *Normas de diseño de alcantarillado sanitario*. Guatemala: INFOM, 2001. 31 p.
9. Organización Panamericana de la Salud. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales*. 2a Rev. Programa Agua Fuente de Paz. Guatemala: OPS, 1997. 142 p.
10. SALDARRIAGA V., Juan G. *Hidráulica de tuberías*. Colombia: McGraw-Hill, 1998. 564 p.
11. Secretaría General y programación de la Presidencia. *Guía para la identificación y formulación de proyectos de agua potable y saneamiento*. Guatemala: Dirección de Proyectos y Programación de Inversiones ILPES, 1996. 162 p.

APÉNDICES

Apéndice A: sistema de abastecimiento de agua potable

- A1. Cálculo hidráulico**
- A2. Presupuesto general**
- A3. Costos por renglón**
- A4. Cronograma de ejecución**

Apéndice B: sistema de alcantarillado sanitario

- B1. Cálculo hidráulico**
- B2. Presupuesto general**
- B3. Costos por renglón**
- B4. Cronograma de ejecución**

Apéndice C: juego de planos

- C1. Sistema de abastecimiento de agua potable**
- C2. Sistema de alcantarillado sanitario**

Fuente: elaboración propia.

Apéndice A1

Diseño hidráulico																
Proyecto: sistema de abastecimiento de agua potable																
Ubicación: La Torera, San José La Arada, Chiquimula																
Diseño: Sergio A. Ramos U. Fecha: marzo 2011																
Tramo De	A	Long. m	Diám. pul	Clase PSI	Caudal lts/seg	Veloc. m/seg	H F m	Cota piezométrica		Cota terreno		Presión disponible		Presión estática		Observaciones
								Inical	Final	Inical	Final	Inical	Final	Inical	Final	
1a	27	306,00	1 1/4	160	1,20	1,01	10,03	1 072,48	1 062,45	1 002,36	1 050,48	70,12	11,97	70,12		E-1a=0+034,80 C+TS 5 m3 E-27=0+303,40 TD 20 m3
ALínea de conducción o impulsión																
ALínea de distribución																
27	4	186,00	1 1/2	160	1,00	0,64	2,25	1 050,48	1 048,23	1 050,48	1 023,01	0,00	25,22	0,00	27,42	E-4=RB 1 1/2" x 3/4"Ø
	4	186,00	3/4	250	0,075	0,17	0,42	1 048,23	1 047,81	1 023,01	993,50	25,22	54,31	27,47	56,98	E-OA=TH 3/4"Ø
	4	30,00	1 1/2	160	0,075	0,47	0,20	1 048,23	1 048,03	1 023,01	1 021,69	25,22	26,34	27,47	28,79	E-6=TEE 1 1/2"Ø + RB 1 1/2" x 3/4"Ø
	6	42,00	3/4	250	0,075	0,17	0,09	1 048,23	1 047,94	1 021,69	1 021,56	26,34	26,38	28,79	28,92	E-8a=TH 3/4"Ø
	6	36,00	1 1/4	160	0,65	0,55	0,38	1 048,23	1 047,65	1 021,69	1 025,16	26,34	22,49	28,79	25,32	
	8	150,00	1	160		0,21	0,35	1 047,65	1 047,30	1 025,16	1 034,65	22,49	12,65	25,32	15,83	E-14= TH 1"Ø
	8	192,00	1	160	0,40	0,55	2,76	1 047,65	1 044,89	1 025,16	1 016,06	22,49	28,83	25,32	34,42	
OC	1	54,00	1/2	315	0,05	0,19	0,20	1 044,89	1 044,69	1 016,06	1 014,37	28,83	30,32	34,42	36,11	
	21	48,00	1/2	315	0,025	0,10	0,05	1 044,69	1 044,64	1 014,37	1 007,90	30,32	36,74	36,11	42,58	
	21	108,00	1/2	315	0,025	0,10	0,11	1 014,37	1 014,26	1 014,37	989,82	0,00	24,94	0,00	24,55	Después de E-21=CRP C/VF
OC	1	144,00	1/2	315	0,025	0,10	0,15	1 044,89	1 044,74	1 016,06	1 033,37	28,83	11,37	37,42	17,11	
		1 482,00														

Apéndice A2

Presupuesto general													
Proyecto: Sistema de abastecimiento de agua potable Ubicación: La Torera, San José La Arada, Chiquimula													
Calculo: Sergio A. Ramos U.													
Fecha: marzo													
2011													
No.	Rengión /Descripción	Cantidad	Unidad	Costo			Costo de Materiales			Costo de mano de obra			Costo total
				Unitario	Total	Local	Comunal	Total	Calificada	Comunal	Total		
1	Trabajos preliminares generales	2 124,00	metro	Q. 2,87	Q. 6 095,00	Q. 2 555,00	Q. 900,00	Q. 3 455,00	Q. 2 100,00	Q. 540,00	Q. 2 640,00	Q. 6 095,00	
2	Captación de brote definido	1,00	unidad	Q. 10 571,09	Q. 10 571,00	Q. 5 891,09	Q. 1 850,00	Q. 7 741,09	Q. 1 750,00	Q. 1 080,00	Q. 2 830,00	Q. 10 571,09	
3	Tanque de succión de 5 m3	1,00	unidad	Q. 28 060,89	Q. 28 060,89	Q. 12 650,89	Q. 6 160,00	Q. 18 810,89	Q. 6 250,00	Q. 3 000,00	Q. 9 250,00	Q. 28 060,89	
4	Caseta de bombeo	1,00	unidad	Q. 16 079,13	Q. 16 079,13	Q. 7 229,13	Q. 2 500,00	Q. 9 729,13	Q. 4 550,00	Q. 1 800,00	Q. 6 350,00	Q. 16 079,13	
5	Equipo de bombeo	1,00	unidad	Q. 16 564,16	Q. 16 564,16	Q. 15 359,56	Q. 0,00	Q. 15 359,56	Q. 1 204,60	Q. 0,00	Q. 1 204,60	Q. 16 564,16	
6	Tubería PVC conducción y accesorios	306,00	metro	Q. 23,64	Q. 7 235,00	Q. 5 595,00	Q. 500,00	Q. 6 095,00	Q. 900,00	Q. 240,00	Q. 1 140,00	Q. 7 235,00	
7	Tanque de distribución de 20 m3	1,00	unidad	Q. 59 994,83	Q. 59 994,83	Q. 20 388,83	Q. 18 106,00	Q. 38 494,83	Q. 2 500,00	Q. 9 000,00	Q. 21 500,00	Q. 59 994,83	
8	Hipoplorador	1,00	unidad	Q. 7 093,71	Q. 7 093,71	Q. 3 469,96	Q. 1 403,75	Q. 4 873,71	Q. 500,00	Q. 720,00	Q. 2 220,00	Q. 7 093,71	
9	Tubería PVC distribución y accesorios	1 134,00	metro	Q. 15,31	Q. 17 364,06	Q. 15 744,06	Q. 0,00	Q. 15 744,06	Q. 900,00	Q. 720,00	Q. 1 620,00	Q. 17 364,06	
10	Caja rompe presión 1,00 m3 C.V.F.	1,00	unidad	Q. 5 777,36	Q. 5 777,36	Q. 2 183,86	Q. 1 373,50	Q. 3 557,36	Q. 1 500,00	Q. 720,00	Q. 2 220,00	Q. 5 777,36	
11	Paso de zanjón tipo "B"	1,00	unidad	Q. 4 502,92	Q. 4 502,92	Q. 1 467,92	Q. 875,00	Q. 2 342,92	Q. 1 800,00	Q. 360,00	Q. 2 160,00	Q. 4 502,92	
12	Conexiones domiciliarias	38,00	unidad	Q. 11 55,84	Q. 43 921,98	Q. 36 807,98	Q. 1 564,00	Q. 38 371,98	Q. 3 750,00	Q. 1 800,00	Q. 5 550,00	Q. 43 921,98	
Totales					Q. 223 260,13	Q. 129 43,28	Q. 35 232,25	Q. 164 575,53	Q. 38 704,60	Q. 19 980,00	Q. 58 684,60	Q. 223 260,13	
				Imprevistos	Q. 11 163,01								
				Transporte	Q. 11 163,01								
				Costo directo	Q. 245 586,15								
				Prestaciones	Q. 11 736,92								
				Dirección de campo	Q. 24 558,62								
				Gastos administrativos	Q. 61 396,54								
				Utilidades	Q. 49 117,24								
				Gastos indirectos	Q. 146 809,32								
				Costo total	Q. 392 395,47								

Apéndice A3

Presupuesto por renglones						
Proyecto: Sistema de abastecimiento de agua potable			Ubicación: La Torera, San José La Arada, Chiquimula			
Calculo: Sergio A. Ramos U.			Fecha: marzo 2011			
No.	Renglón/Descripción	Cantidad	Unidad	Unitario	Costo	Total
1	Trabajos preliminares generales					
1,1	Replanteo topográfico y trazo.	2 124,00	metro	Q. 5,04	Q. 10 712,39	
2	Captación de brote definido					
2,1	Muros de concreto ciclópeo, losas de concreto reforzado, caja reunidora de 1 m3, caja válvula de limpieza y rebalse 3" Ø y caja válvula 1 1/4" Ø de salida.	1,00	global	Q. 18 579,44	Q 18 579,44	
3	Tanque de succión de 5 m3					
3,1	Muros de concreto ciclópeo, losas de concreto reforzado, caja válvula 3" Ø limpieza y rebalse y caja válvula 1 1/4" Ø salida.	1,00	global	Q. 49 319,00	Q 49 319,00	
4	Caseta de bombeo					
4,1	Muros de block reforzados, sisado ambos lados, losa de concreto reforzado y piso de concreto.	1,00	global	Q. 28 260,21	Q 28 260,21	
5	Equipo de bombeo					
5,1	Equipo de bombeo completo, tubería PVC 1 1/4" Ø y accesorios.	1,00	global	Q. 29 112,68	Q 29 112,68	
6	Tubería PVC conducción y accesorios					
6,1	Tubería PVC 1 1/4" Ø conducción y accesorios	306,00	metro	Q. 41.56	Q 12 716,02	
7	Tanque de distribución de 20 m3					
7,1	Muros de concreto ciclópeo, losas de concreto reforzado, caja válvula limpieza y rebalse 3" Ø y caja válvula 1 1/2" Ø salida.	1,00	global	Q.105 445,16	Q 105 445,16	
8	Hipoclorador					
8,1	Muros y losas de concreto reforzado, tubería PVC 1/2" Ø y equipado.	1,00	global	Q. 12 467,70	Q 12 467,70	
9	Tubería PVC distribución y accesorios					
9,1	Tuberías PVC 1 1/2" Ø, 1 1/4"Ø, 1" Ø 160 PSI, 3/4" Ø 250 PSI Y 1/2" Ø 315 PSI y accesorios.	1 134,00	metro	Q. 26,91	Q 30 518,56	
10	Caja rompe presión 1,00 m3 con válvula de flote					
10,1	Muros de concreto ciclópeo, losas de concreto reforzado, caja válvula 2" Ø limpieza y rebalse y caja válvula 1/2" Ø entrada y salida.	1,00	global	Q. 10 154,12	Q 10 154,12	
11	Paso de zanjón tipo "B"					
11,1	Bases de concreto ciclópeo y protección PVC con concreto reforzado.	1,00	unidad	Q. 7 914,20	Q 7 914,20	
12	Conexiones domiciliarias					
12,1	Conexiones domiciliarias tipo predial tuberías PVC 1/2" Ø 315 PSI y HG 1/2" Ø, medidores, llaves de paso y llaves de chorro de 1/2" Ø.	38,00	unidad	Q. 2 031,47	Q 77 195,99	
				Total	Q 392 395,47	

Apéndice A4

Cronograma de ejecución															
Proyecto: Sistema de abastecimiento de agua potable			Ubicación: La Torera, San José La Arada, Chiquimula												
Calculo: Sergio A. Ramos U.			Fecha: marzo 2011												
No.	Rengión/Descripción	Cantidad	Unidad	Mes 1			Mes 2			Mes 3					
				Semanas			Semanas			Semanas					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Trabajos preliminares generales	2 124,00	metro												
2	Captación de brote definido	1,00	global												
3	Tanque de succión de 5 m3	1,00	global												
4	Caseta de bombeo	1,00	global												
5	Equipo de bombeo	1,00	global												
6	Tubería PVC conducción y accesorios	306,00	metro												
7	Tanque de distribución de 20 m3	1,00	unidad												
8	Hipoclorador	1,00	unidad												
9	Tubería PVC distribución y accesorios	1 134,00	metro												
10	Caja rompe presión 1.00 m3 C.V.F.	1,00	unidad												
11	Paso de zanjón tipo "B"	1,00	unidad												
12	Conexiones domiciliarias	38,00	unidad												

Apéndice B1

Diseño hidráulico														
Proyecto: Sistema de alcantarillado sanitario														
Ubicación: La Torera, San José La Arada, Chiquimula														
Calculo: Sergio A. Ramos U. Fecha: marzo 2011														
De pozo	A pozo	Longitud m	Cota m		Pendiente terreno	Caudal diseño lts/seg	Diámetro pul	Velocidad m/seg	Pendiente tubería %	Cota Invert		Altura pozo		
			Inicial	Final						Inicial	Final	Inicial	Final	
1	2	21,28	1035,11	1031,64	16,31	0,28	4,00	0,92	16,17	1033,91	1030,47	1,20	1,17	
2	3	17,03	1031,64	1028,94	15,85	0,96	4,00	1,33	15,68	103,44	1027,77	1,20	1,17	
3	4	42,08	1028,94	1023,87	12,05	1,83	4,00	1,46	11,98	1027,74	1022,70	1,20	1,17	
4	5	12,52	1023,87	1023,01	6,87	2,69	4,00	1,43	8,23	1022,67	1021,64	1,20	1,17	
5	6	14,11	1023,01	1021,74	9,00	3,56	4,00	1,49	7,37	1021,61	1020,57	1,40	1,17	
6	7	13,26	1021,74	1021,69	0,38	4,42	4,00	0,91	1,66	1020,54	1020,32	1,20	1,17	
7	8	25,11	1021,69	1019,91	6,81	5,95	4,00	1,60	6,69	1020,49	1018,81	1,20	1,17	
9	10	21,89	1036,40	1032,40	18,27	6,44	4,00	2,43	18,14	1035,20	1031,23	1,20	1,17	
10	11	16,60	1032,40	1028,38	24,22	7,31	4,00	2,78	24,04	1031,20	1027,21	1,20	1,17	
11	12	21,86	1028,38	1024,51	17,70	8,35	4,00	2,57	17,57	1027,18	1023,34	1,20	1,17	
12	13	5,58	1024,51	1023,94	10,22	9,88	4,00	2,11	9,68	1023,31	1022,77	1,20	1,17	
13	14	18,00	1023,94	1022,44	8,33	1,53	4,00	1,15	8,27	1022,74	1021,27	1,20	1,17	
15	16	25,31	1042,22	1035,68	25,84	2,02	4,00	1,97	25,72	1041,02	1034,51	1,20	1,17	
16	17	27,27	1038,68	1032,50	11,66	2,89	4,00	1,65	11,55	1034,48	1031,33	1,20	1,17	
17	18	27,27	1032,50	1016,78	57,65	3,75	4,00	3,14	57,54	1031,30	1015,61	1,20	1,17	
18	19	5,79	1016,78	1015,21	27,12	5,44	4,00	2,54	26,60	1015,58	1014,04	1,20	1,17	
19	20	12,20	1015,21	1015,04	1,39	7,29	4,00	0,90	1,15	1014,01	1013,87	1,20	1,17	
20	21	29,91	1015,04	1008,24	0,76	9,13	4,00	2,79	23,63	1013,84	1007,07	1,20	1,17	
26	25	15,69	1029,38	1025,57	24,28	0,28	4,00	1,06	24,09	1028,18	1024,40	1,20	1,17	
25	18	41,86	1025,57	1016,78	21,00	0,55	4,00	1,24	20,93	1024,37	1015,61	1,20	1,17	
18	24	29,28	1016,78	1015,14	5,60	0,83	4,00	0,88	5,60	1015,61	1013,97	1,17	1,17	
24	23	14,89	1015,14	1014,57	3,83	1,11	4,00	0,83	3,63	1013,94	1013,40	1,20	1,17	
23	22	22,26	1014,57	1014,08	2,20	1,79	4,00	0,78	2,07	1013,37	1012,91	1,20	1,17	
26	12	23,13	1029,38	1023,96	2,74	2,07	4,00	1,84	20,74	1028,21	1022,79	1,17	1,17	
27	12	14,62	1024,87	1023,96	6,22	2,34	4,00	1,23	6,02	1023,67	1022,79	1,20	1,17	
27	7	19,98	1024,87	1021,69	15,92	2,62	4,00	1,79	15,77	1023,67	1020,52	1,20	1,17	
14	29	15,09	1022,44	1021,56	5,83	4,15	4,00	1,33	5,63	1021,24	1020,39	1,20	1,17	
29	8	14,21	1021,56	1019,98	11,12	5,68	4,00	1,88	10,91	1020,36	1018,81	1,20	1,17	
8	28	40,94	1019,98	1019,51	1,15	2,74	4,00	0,68	1,15	1018,78	1018,31	1,20	1,20	
22	30	7,65	1014,08	1012,86	15,95	0,68	4,00	1,19	15,56	1012,88	1011,69	1,20	1,17	
30	31	20,82	1012,86	1009,10	2,93	1,55	4,00	0,83	2,79	1011,66	1011,08	1,20	1,17	
31	32	39,86	1009,10	1008,24	7,90	0,87	4,00	1,01	7,83	1011,05	1007,93	1,20	1,17	

Apéndice B2

Presupuesto general												
Proyecto: Sistema de alcantarillado sanitario												
Ubicación: La Torera, San José La Arada,												
Chiquimula												
Fecha: marzo												
Calculo: Sergio A. Ramos U.												
2011												
N o.	Renglón/Descripción	Cantidad	Unidad	Costo		Costo de materiales			Costo de mano de obra			Costo total
				Unitario	Total	Locales	Comunitarios	Total	Calificada	No calificada	Total	
1	Trabajos preliminares generales	996,00	metro	Q. 6,48	Q. 6 455,00	Q. 2 555,00	Q. 900,00	Q. 3 455,00	Q. 2 100,00	Q. 900,00	Q. 3 000,00	Q. 6 455,00
2	Excavación tubería principal	835,00	metro3	Q. 52,66	Q. 43 970,65	Q. 33 945,65	Q. 0,00	Q. 33 945,65	Q. 7 625,00	Q. 2 400,00	Q. 10 025,00	Q. 43 970,65
3	Instalación de tubería principal 4" Ø	534,00	metro	Q. 81,99	Q. 43 784,06	Q. 37 334,06	Q. 0,00	Q. 37 334,06	Q. 3 750,00	Q. 2 700,00	Q. 6 450,00	Q. 43 784,06
4	Instalación de tubería principal 6" Ø	162,00	metro	Q. 69,21	Q. 27 412,16	Q. 25 262,16	Q. 0,00	Q. 25 262,16	Q. 1 250,00	Q. 900,00	Q. 2 150,00	Q. 27 412,16
5	Relleno compactado de tubería principal	738,00	metro3	Q. 25,22	Q. 18 610,00	Q. 13 800,00	Q. 0,00	Q. 13 800,00	Q. 3 250,00	Q. 1 560,00	Q. 4 810,00	Q. 18 610,00
6	Construcción de pozos de visita	32,00	unidad	Q. 3 844,04	Q. 123 009,36	Q. 94 426,86	Q. 4 162,50	Q. 98 589,36	Q. 16 500,00	Q. 7 920,00	Q. 24 420,00	Q. 123 009,36
7	Instalación domiciliar	33,00	unidad	Q. 1 329,80	Q. 43 883,35	Q. 28 708,10	Q. 1 925,25	Q. 30 633,35	Q. 4 250,00	Q. 9 000,00	Q. 13 250,00	Q. 43 883,35
8	Fosa séptica	2,00	unidad	Q. 44 786,43	Q. 89 572,87	Q. 29 258,37	Q. 17 314,50	Q. 46 572,87	Q. 25 000,00	Q. 18 000,00	Q. 43 000,00	Q. 89 572,87
9	Pozo absorción	4,00	unidad	Q. 6 667,36	Q. 26 669,45	Q. 21 641,95	Q. 1 587,50	Q. 23 229,45	Q. 2 000,00	Q. 1 440,00	Q. 3 440,00	Q. 26 669,45
Totales					Q. 423 366,90	Q. 286 932,15	Q. 25 889,75	Q. 312 821,90	Q. 65 725,00	Q. 44 820,00	Q. 110 545,00	Q. 423 366,90
	Imprevistos				Q. 15 641,10							
	Transporte				Q. 15 641,10							
	Costo directo				Q. 454 649,09							
	Prestaciones				Q. 13 145,00							
	Dirección de campo				Q. 45 464,91							
	Gastos administrativos				Q. 113 662,27							
	Utilidades				Q. 136 394,73							
	Gastos indirectos				Q. 308 666,91							
	Costo total				Q. 785 384,61							

Apéndice B3

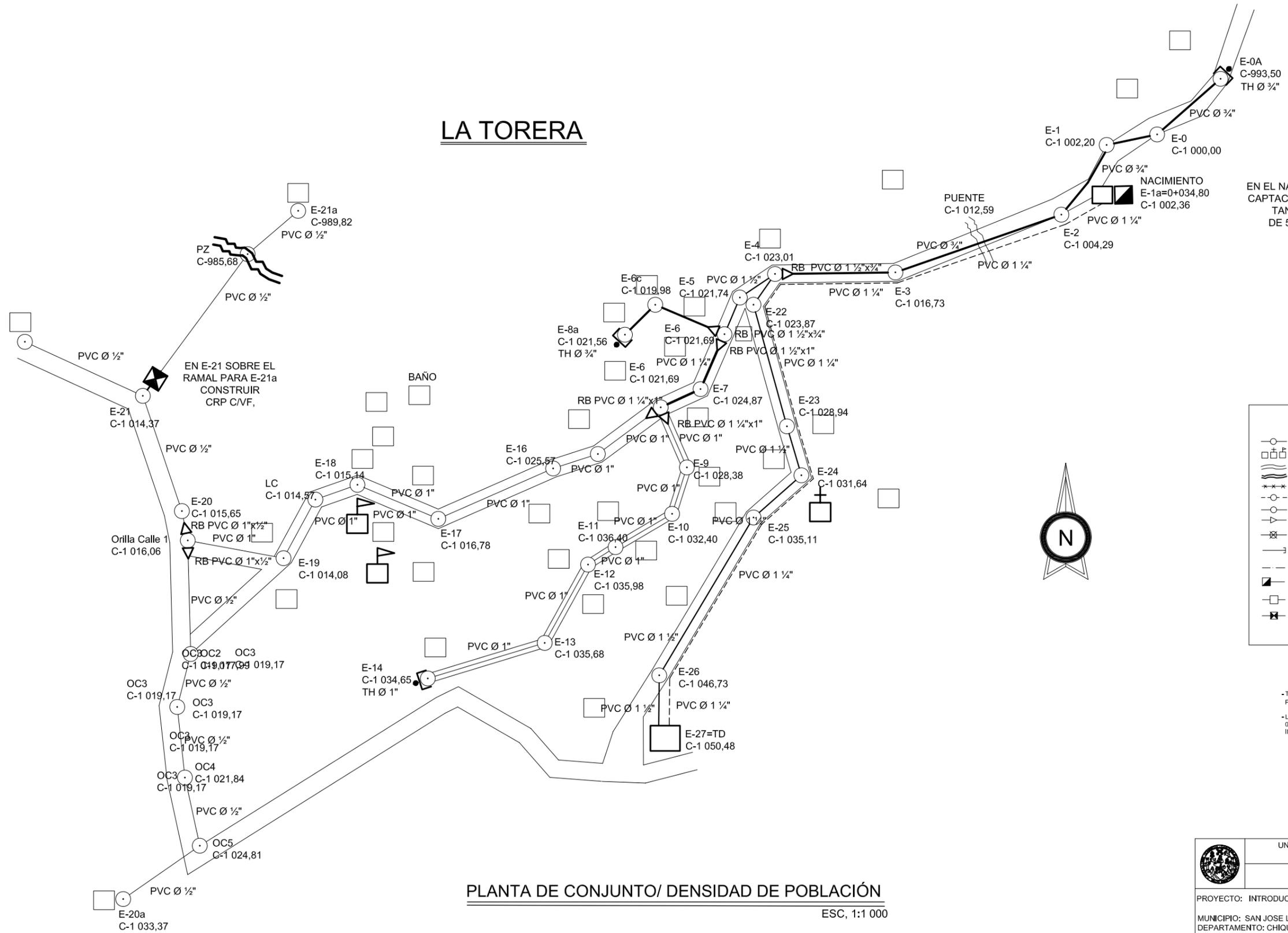
Presupuesto por renglón						
Proyecto: Sistema de alcantarillado sanitario			Ubicación: La Torera, San José La Arada,			
Chiquimula						
Calculo: Sergio A. Ramos U.			Fecha: marzo 2011			
No.	Renglón/Descripción	Cantidad	Unidad	Costo		
				Unitario	Total	
1	Trabajos preliminares generales					
1.1	Limpieza, trazo y nivelación del área.	2 124,00	metro	Q. 5,04	Q. 10 712,39	
2	Excavación tubería principal					
2.1	Excavación realizada con maquinaria pesada, a la vez entranquillando donde sea necesario.	1,00	global	Q. 18 579,44	Q. 18 579,44	
3	Instalación de tubería principal 4" Ø					
3.1	Colocación de tubería de 4" Ø, con sus accesorios necesarios para su conexión norma 3034.	1,00	global	Q. 49 319,00	Q. 49 319,00	
4	Instalación de tubería principal 6" Ø					
4.1	Colocación de tubería de 6" Ø, con sus accesorios necesarios para su conexión norma 3034.	1,00	global	Q. 28 260,21	Q. 28 260,21	
5	Relleno compactado de tubería principal					
5.1	Se realizará por medio de relleno compactado controlado por medio de capas, por medio de bailarinas, apoyadas con retroexcavadora para el acarreo del material.	1,00	global	Q. 29 112,68	Q. 29 112,68	
6	Construcción de pozos de visita					
6.1	Piso de concreto, muros de ladrillo tayuyo, tallados en su interior, con tapadera y otros para su control, altura promedio 1.25 m.	306,00	metro	Q. 41.56	Q. 12 716,02	
7	Instalación domiciliar					
7.1	Se colocará una candela de tubo de cemento de 12" Ø, con una conexión de PVC 4" Ø norma 3034 y accesorios para su acoplamiento con el colector general norma 3034.	1,00	global	Q.105 445,16	Q.105 445,16	
8	Fosa séptica					
8.1	Piso, muros de concreto ciclópeo, losa y tapadera de concreto reforzado, con accesorios necesarios para su funcionamiento norma 3034.	1,00	global	Q. 12 467,70	Q. 12 467,70	
9	Pozo absorción					
9.1	Excavación a mano, con relleno de agregado grueso, con brocal de ladrillo tayuyo de punta y sogá, losa de concreto reforzado y accesorios necesarios para su funcionamiento norma 3034.	1 134,00	metro	Q. 26,91	Q. 30 518,56	
				Total	Q. 392 395,47	

Apéndice B4

Cronograma de ejecución														
Proyecto: Sistema de alcantarillado sanitario				Ubicación: La Torera, San José La Arada,										
Calculo: Sergio A. Ramos U.				Chiquimula										
Fecha:				marzo 2011										
No.	Cantidad	Unidad	Mes 1			Mes 2			Mes 3					
			Semanas			Semanas			Semanas					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	996,00	metro												
2	835,00	metro 3												
3	534,00	metro												
4	162,00	metro												
5	738,00	metro 3												
6	32,00	unidad												
7	33,00	unidad												
8	2,00	unidad												
9	4,00	unidad												

Apéndice A10. Planos sistema de abastecimiento de agua potable

LA TORERA



EN EL NACIMIENTO CONSTRUIR CAPTACION BROTE DEFINIDO + TANQUE DE SUCCION DE 5 m³ PARA BOMBEO

REFERENCIAS	
	ESTACION
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CARRERA DE TERRACERIA
	QUEBRADA
	CERCO
	TUBERIA DE CONDUCCION
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	REDUCIDOR BUSHING (R B)
	VALVULA DE COMPUERTA
	TAPON HEMBRA
	LINEA PIEZOMETRICA
	CAJA DE CAPTACION
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T D)
	CAJA DE ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE (C R P C V F)

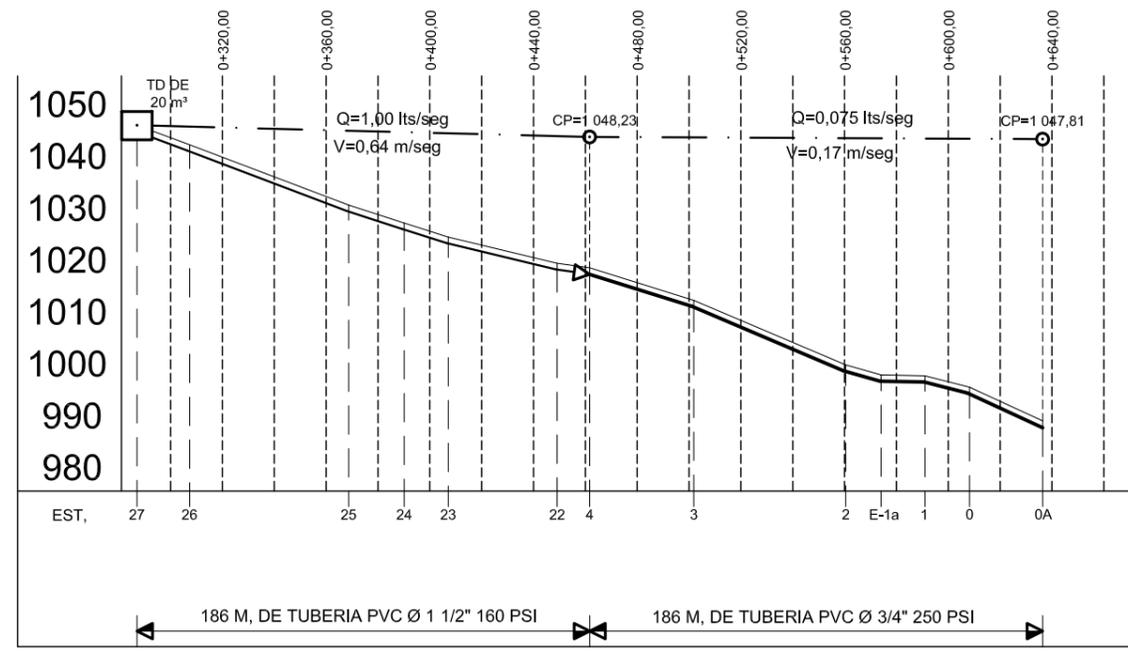
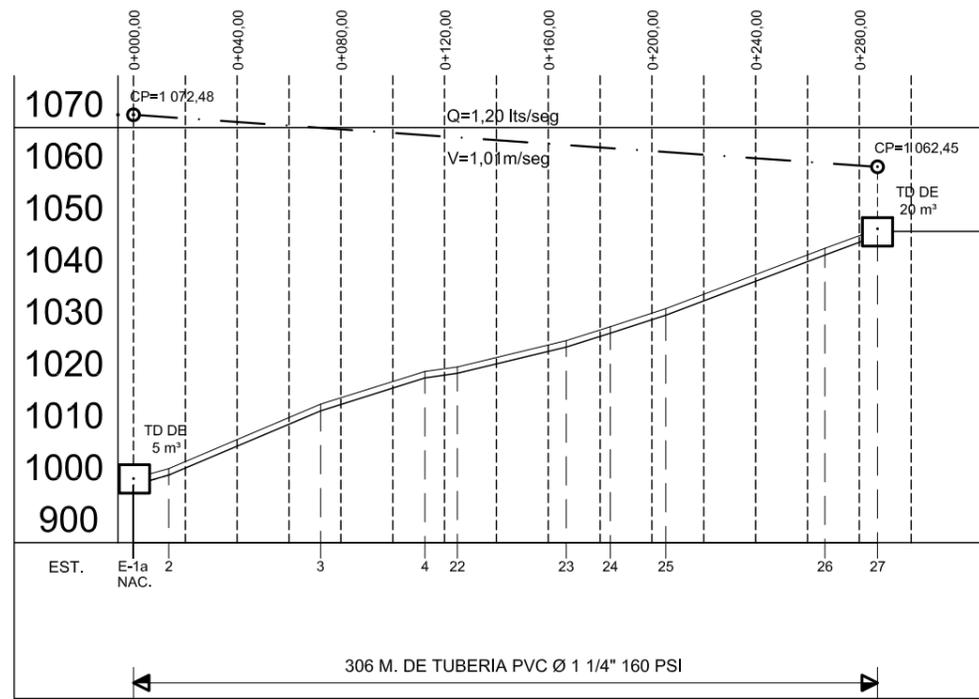
NOTAS

- TODA LA TUBERIA Y ACCESORIOS SON PVC, SALVO OTRA INDICACION,
- LA PROFUNDIDAD DE ZANJA SERA DE 0,80 m COMO MINIMO, SALVO OTRA INDICACION.

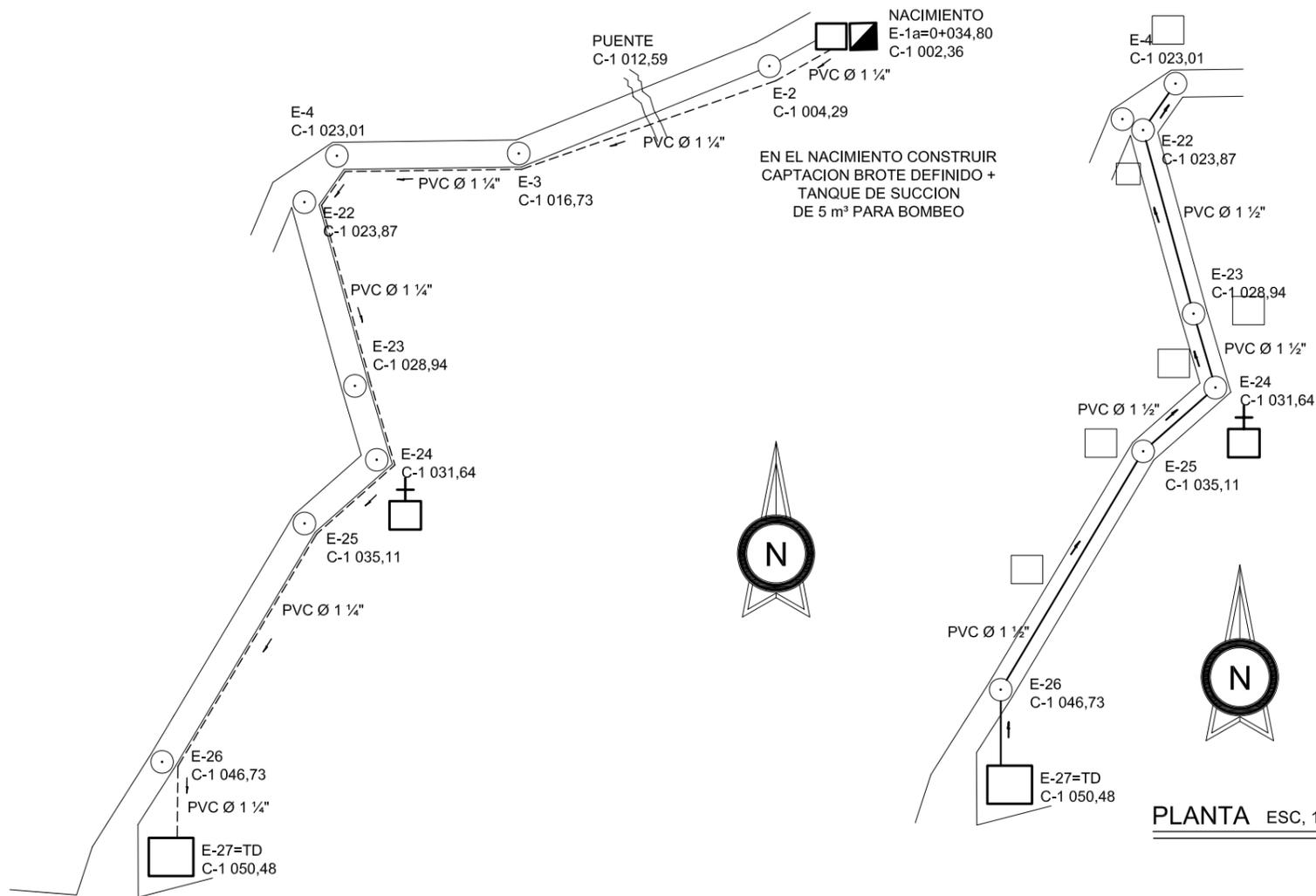
PLANTA DE CONJUNTO/ DENSIDAD DE POBLACIÓN

ESC, 1:1 000

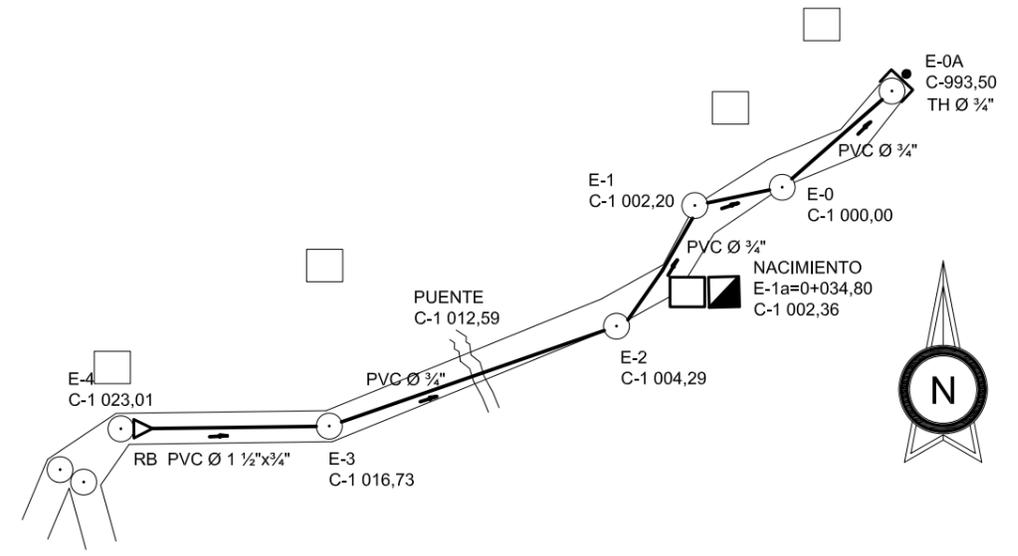
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS	
PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA LA TORERA		
MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA,		
CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO		
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA	Vo.Bo.: _____ ALCALDE MUNICIPAL	ESCALA: INDICADA 1/14
SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA		
FECHA: MAYO 2 011		



PERFIL ESC, H= 1:2 000, V=1:1 000



PLANTA ESC, 1:2 000

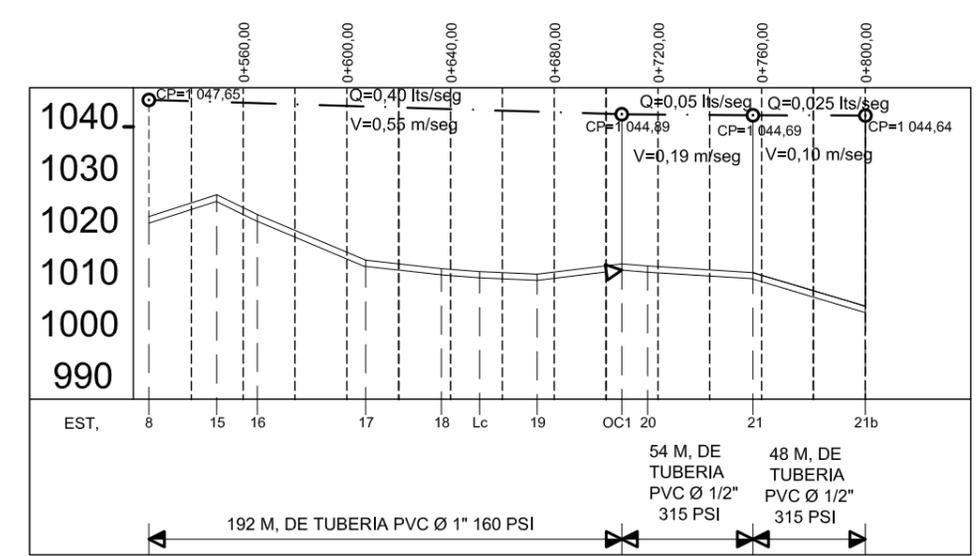
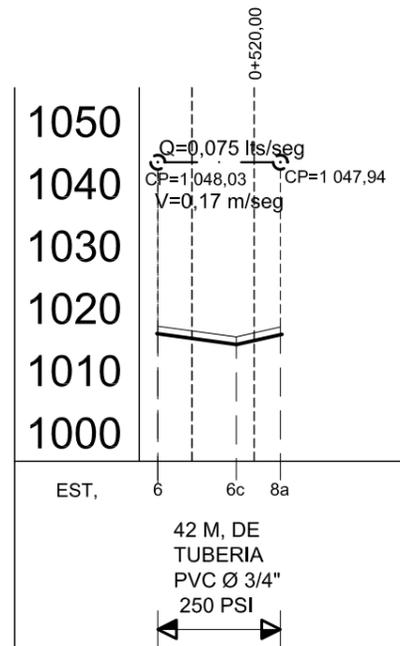
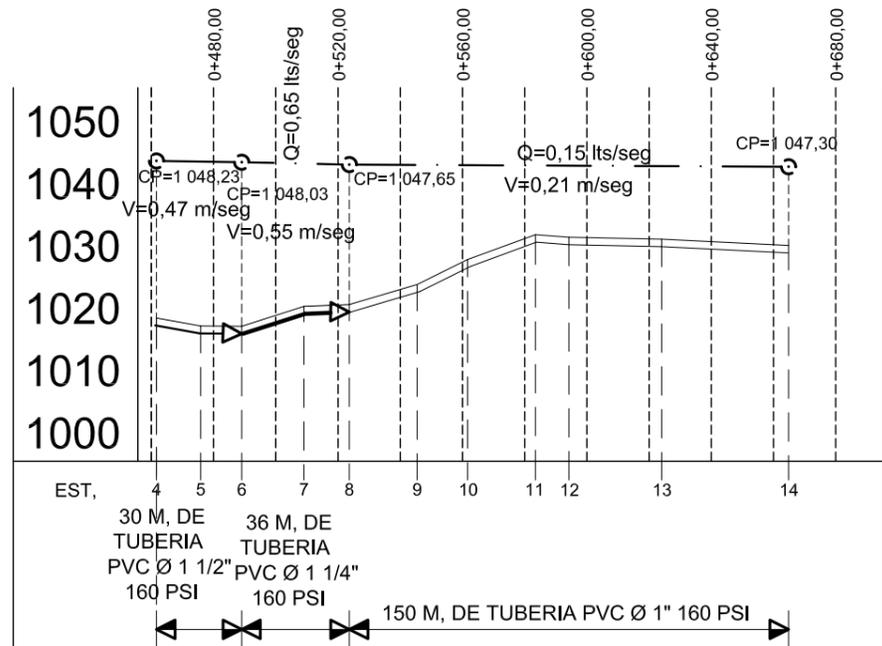


REFERENCIAS

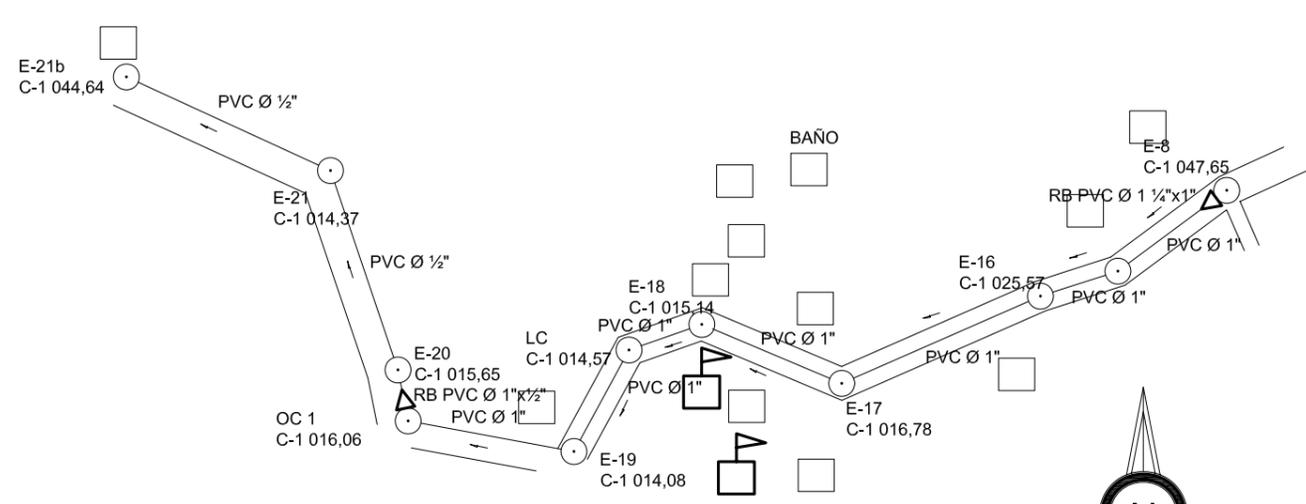
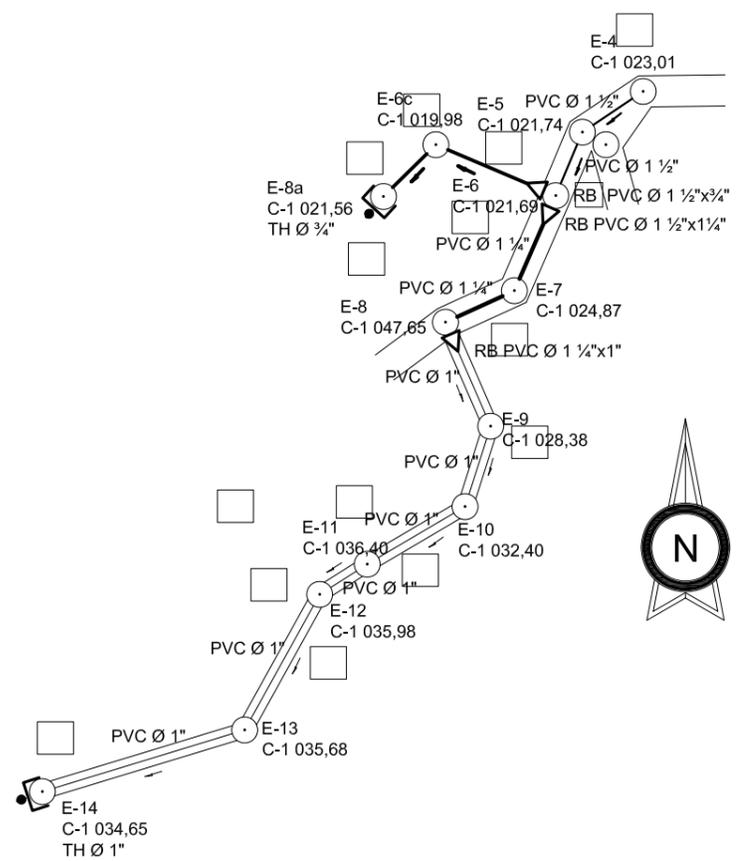
- ESTACIÓN
- CASA, IGLESIA, ESCUELA
- ▬ CARRERA DE TERRACERIA
- ▬ QUEBRADA
- ▬ CERCO
- TUBERIA DE CONDUCCION
- TUBERIA DE DISTRIBUCION
- REDUCIDOR BUSHING (R B)
- ⊗ VALVULA DE COMPUERTA
- ⊔ TAPON HEMBRA
- ▬ LINEA PIEZOMETRICA
- ▬ CAJA DE CAPTACION
- TANQUE DE DISTRIBUCION (T D)
- ⊗ CAJA DE ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE (C R P C V F)

- NOTAS**
- TODA LA TUBERIA Y ACCESORIOS SON PVC, SALVO OTRA INDICACION.
 - LA PROFUNDIDAD DE ZANJA SERA DE 0,80 m, COMO MINIMO, SALVO OTRA INDICACION.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS		
PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA LA TORERA		
MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA,		
CONTENIDO: PLANTA PERFIL		
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA	Vo.Bo.: ALCALDE MUNICIPAL	ESCALA: INDICADA
SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA		2/14
FECHA: MAYO 2 011		



PERFIL ESC, H= 1:2 000, V=1:1 000

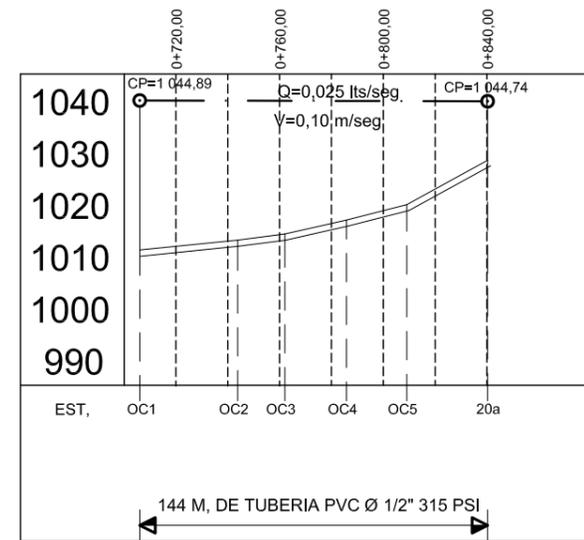
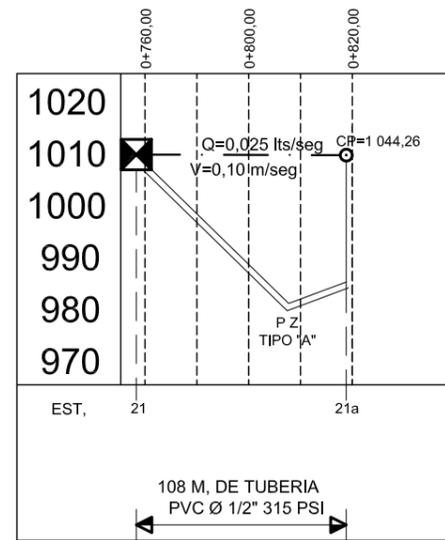


- REFERENCIAS**
- ESTACIÓN
 - CASA, IGLESIA, ESCUELA
 - ▬ CARRETERA DE TERRACERÍA
 - ▬ QUEBRADA
 - ×××× CERCO
 - TUBERIA DE CONDUCCION
 - TUBERIA DE DISTRIBUCION
 - △ REDUCIDOR BUSHING (R B)
 - ⊗ VALVULA DE COMPUERTA
 - ⊔ TAPON HEMBRA
 - LINEA PIEZOMETRICA
 - CAJA DE CAPTACION
 - TANQUE DE DISTRIBUCION (T D)
 - ⊗ CAJA DE ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE (C R P C/V F)

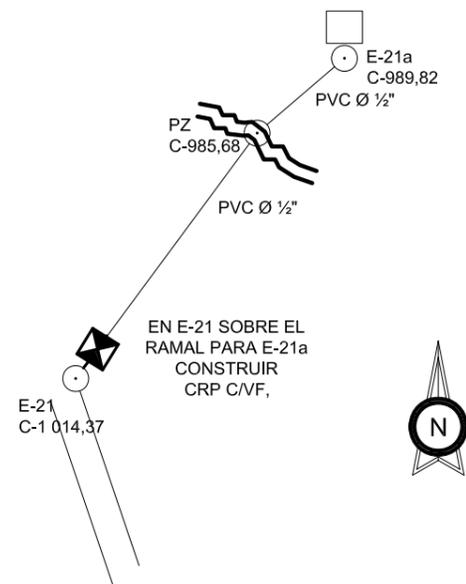
- NOTAS**
- TODA LA TUBERIA Y ACCESORIOS SON PVC, SALVO OTRA INDICACION.
 - LA PROFUNDIDAD DE ZANJA SERA DE 0.80 m, COMO MINIMO, SALVO OTRA INDICACION.

PLANTA ESC, 1:2 000

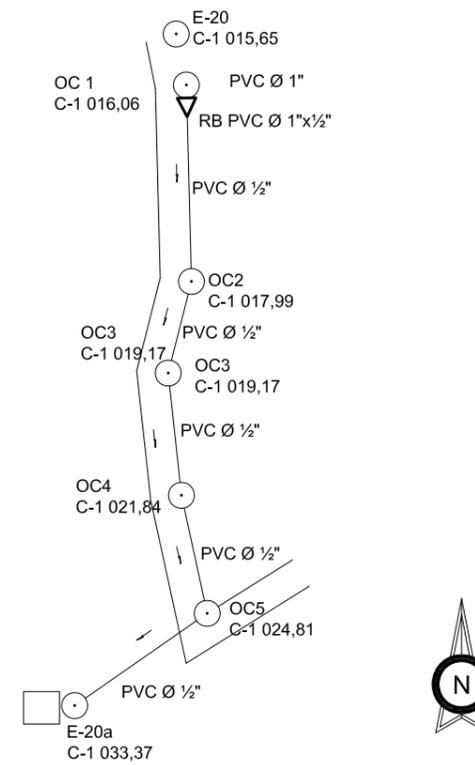
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS	
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA LA TORERA MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA,	
CONTENIDO: <h3 style="text-align: center;">PLANTA PERFIL</h3>	
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA FECHA: MAYO 2 011	Vo.Bo.: _____ ALCALDE MUNICIPAL
ESCALA: INDICADA <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">3</div> <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">/</div> <div style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">14</div>	



PERFIL ESC, H= 1:2 000, V=1:1 000



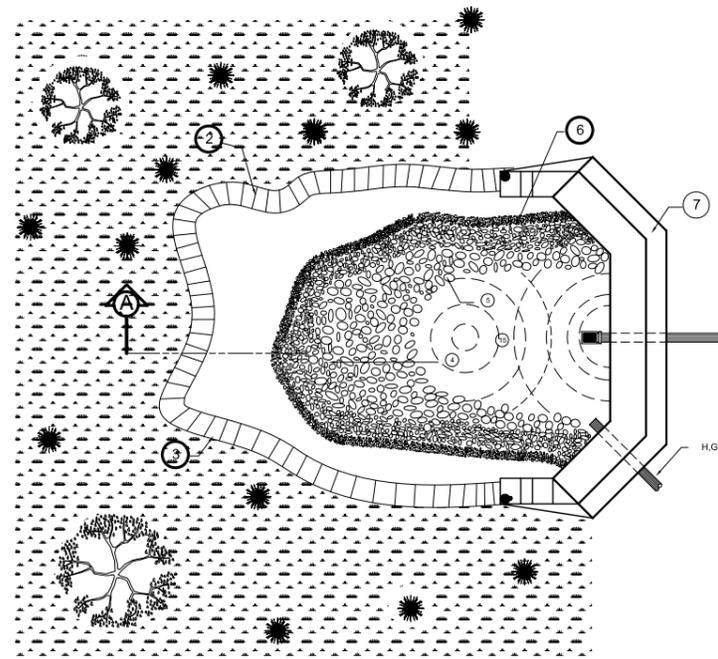
PLANTA ESC, 1:2 000



REFERENCIAS	
	ESTACIÓN
	CASA, IGLESIA, ESCUELA
	CARRERA DE TERRACERÍA
	QUEBRADA
	CERCO
	TUBERIA DE CONDUCCION
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	REDUCIDOR BUSHING (R B)
	VALVULA DE COMPUERTA
	TAPON HEMBRA
	LINEA PIEZOMETRICA
	CAJA DE CAPTACION
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T D)
	CAJA DE ROMPEPRESION CON VALVULA DE FLOTE (C R P C/V F)

- NOTAS**
- TODA LA TUBERIA Y ACCESORIOS SON PVC, SALVO OTRA INDICACION.
 - LA PROFUNDIDAD DE ZANJA SERA DE 0,80 m, COMO MINIMO, SALVO OTRA INDICACION.

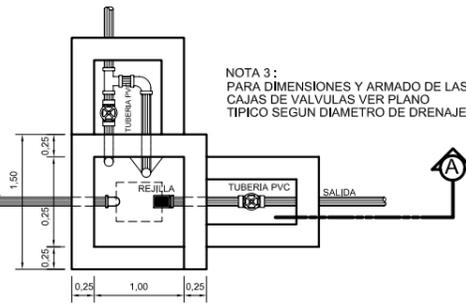
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS	
PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA LA TORERA		
MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA,		
CONTENIDO: PLANTA PERFIL		
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA	Vo.Bo.: _____ ALCALDE MUNICIPAL	ESCALA: INDICADA
SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA		4/14
FECHA: MAYO 2 011		



PLANTA DE CAPTACION DE UN BROTE DEFINIDO

SIN ESCALA

NOTA 1:
EL DESFOGUE DEL REBALSE DEBE ESTAR PROTEGIDO CON REJILLA DE AGUJEROS Ø = 1/4"



NOTA 3:
PARA DIMENSIONES Y ARMADO DE LAS CAJAS DE VALVULAS VER PLANO TÍPICO SEGUN DIAMETRO DE DRENAJE.

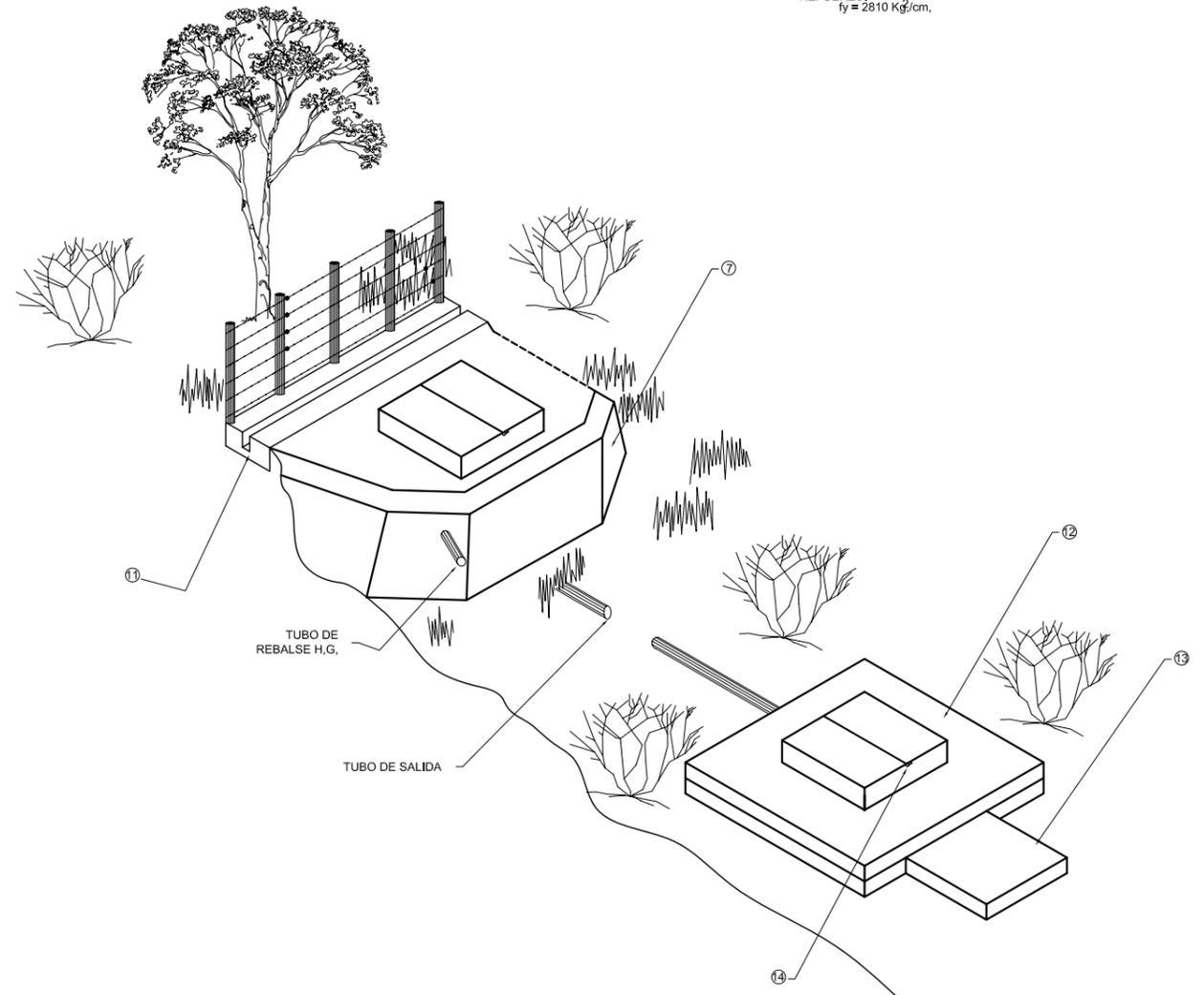
NOTA:
-LA TUBERIA QUE CONDUCE EL AGUA DE LA GALERIA A LA CAJA DE CAPTACION DEBE DISEÑARSE PARA EL CAUDAL MAXIMO QUE PRODUCE LA FUENTE.
-EL REBALSE DE Ø 4" DEBE SER INSTALADO A UN MINIMO DE 5 cm. ABAJO DE LA COTA MAS BAJA DEL BROTE DEL MANANTIAL PARA EVITAR RECARGAS EN EL MISMO.
-LA CONSTRUCCION DE LA VIGA VER CORTE A-A QUEDARA A CRITERIO DEL CONSTRUCTOR CUANDO SE CONSIDERE NECESARIO.

NOTAS GENERALES

1. EN ESTE PLANO UNICAMENTE SE INDICAN LAS ESTRUCTURAS MAS IMPORTANTES QUEDA A CRITERIO DEL INGENIERO CONSTRUCTOR LA DECISION PARA CADA CASO EN PARTICULAR, LA EXCAVACION DEBE HACERSE HASTA ENCONTRAR EL ESTRATO IMPERMEABLE
2. DEBE CAPTARSE LA TOTALIDAD DEL AGUA DEL ACUIFERO DEJANDO PREVISTO REBALSE HACER UNA ZANJA DE DRENAJE INTERCEPTOR PARA PROTEGER Y EVITAR INFILTRACIONES DEL AGUA SUPERFICIAL, ESTA ZANJA ESTARA A UN MINIMO DE 7m. DE LA CAPTACION.

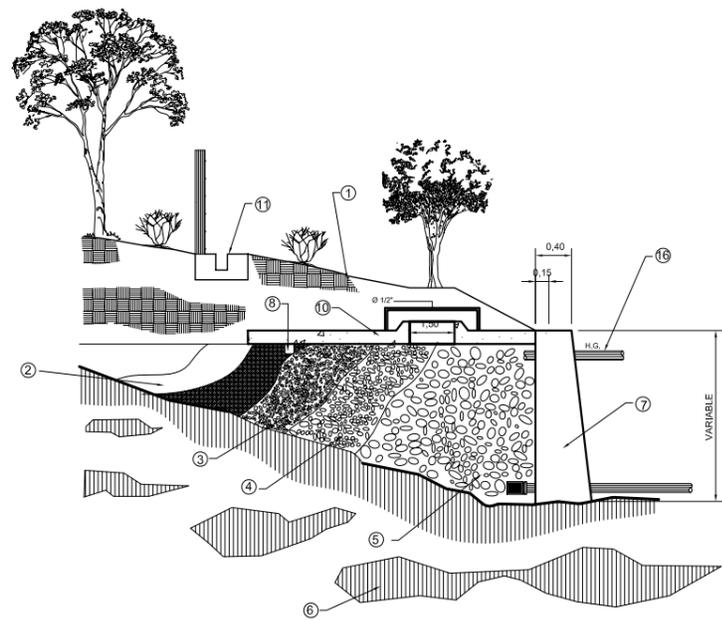
ESPECIFICACIONES

- MAMPOSTERIA DE PIEDRA:
PIEDRA BOLA 67%
MORTERO 33%
EL MORTERO A UTILIZAR SABIETA
PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA(1:2)
- CONCRETO:
F_c=210 Kg./cm² 3 000 Lbs./plg
PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA-PIEDRIN (1:2:3)
- MUROS:
LOS MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA DEBEN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE PROPORCION CEMENTO-ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALISADA
- LOSAS:
LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARSELE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR GERNIDA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION (1:2)
- REFUERZO:
f_y = 2810 Kg/cm².



PERSPECTIVA DE CAPTACION

SIN ESCALA

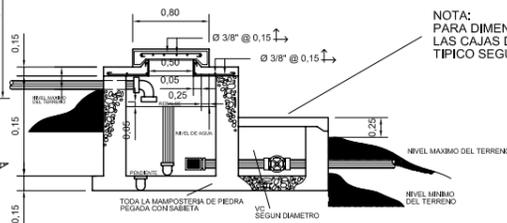


CORTE A-A

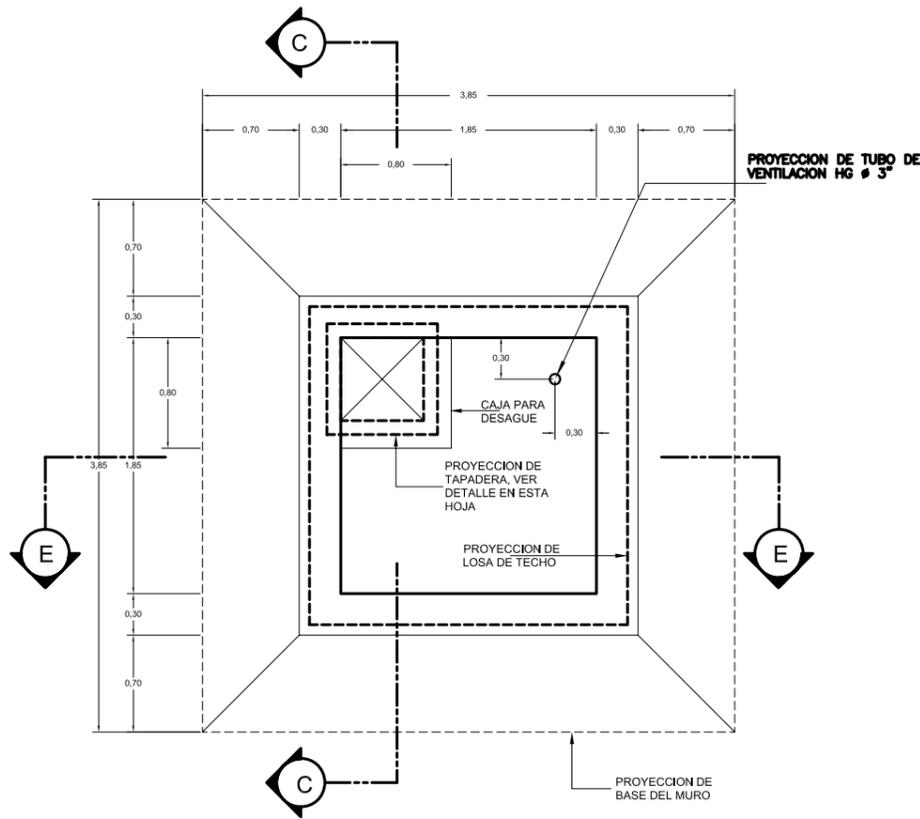
SIN ESCALA

- ① TERRENO NATURAL
- ② ACUIFERO
- ③ GRAVA 1/2"
- ④ GRAVA 3"
- ⑤ PIEDRA BOLA DE 6"-10"
- ⑥ MANTO DE ROCA
- ⑦ MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERIA
- ⑧ VIGA 0,20 X 0,20 4 Ø 3/8" + EST. Ø 1/4" @ 0,20
- ⑨ TAPADERA PARA INSPECCION
- ⑩ SELLO SANITARIO DE CONCRETO ESPESOR 8 cms.
- ⑪ CONTRACUNETTA REVESTIDA
- ⑫ CAJA REUNIDORA
- ⑬ CAJA DE VALVULA DE COMPUERTA
- ⑭ CANDADO PARA INTERPERIE
- ⑮ DEPOSITO DE AGUA
- ⑯ REBALSE Ø 4" MIN.

NOTA:
PARA DIMENSIONES Y ARMADO DE LAS CAJAS DE VALVULAS VER PLANO TÍPICO SEGUN DIAMETRO DE SALIDA.

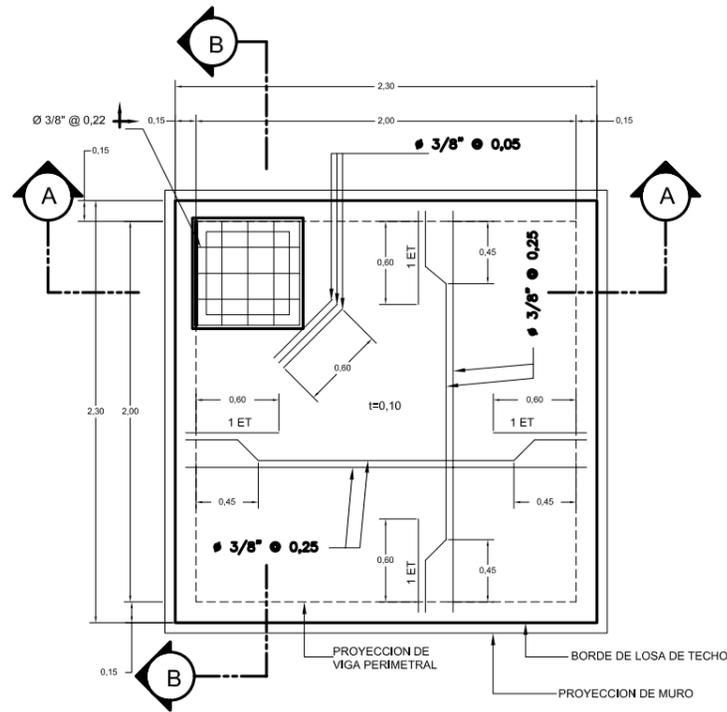


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS		PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA LA TORERA MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA,
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA	SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA	ESCALA: INDICADA 5/14
FECHA: MAYO 2 011	Vo.Bo.: ALCALDE MUNICIPAL	



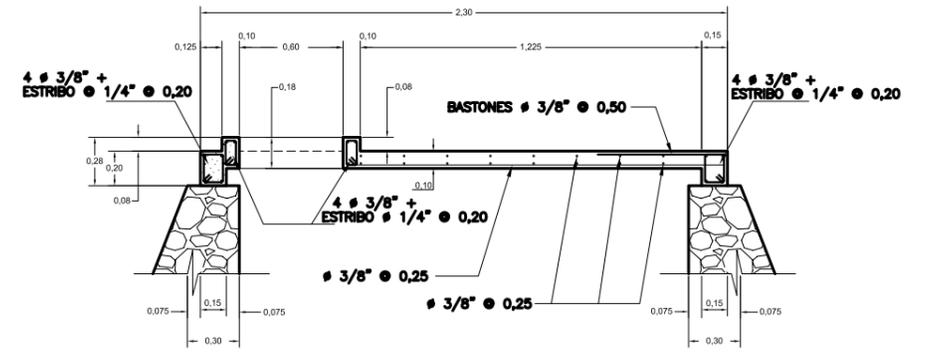
PLANTA DE TANQUE

ESCALA 1:25



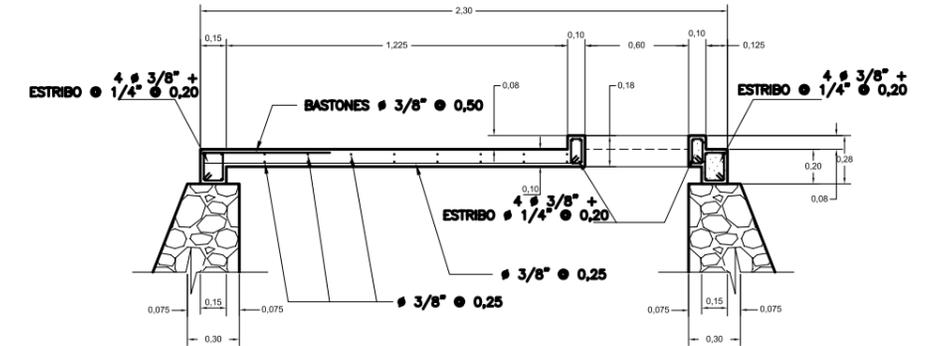
PLANTA DE LOSA DE TECHO

ESCALA 1:25



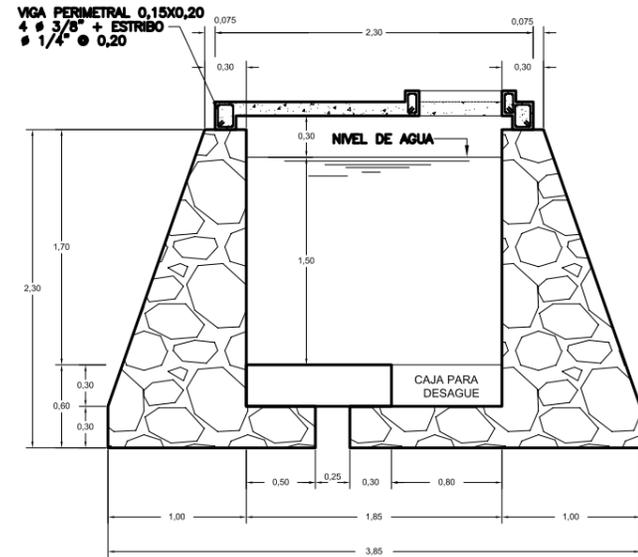
SECCION A-A

ESCALA 1:20



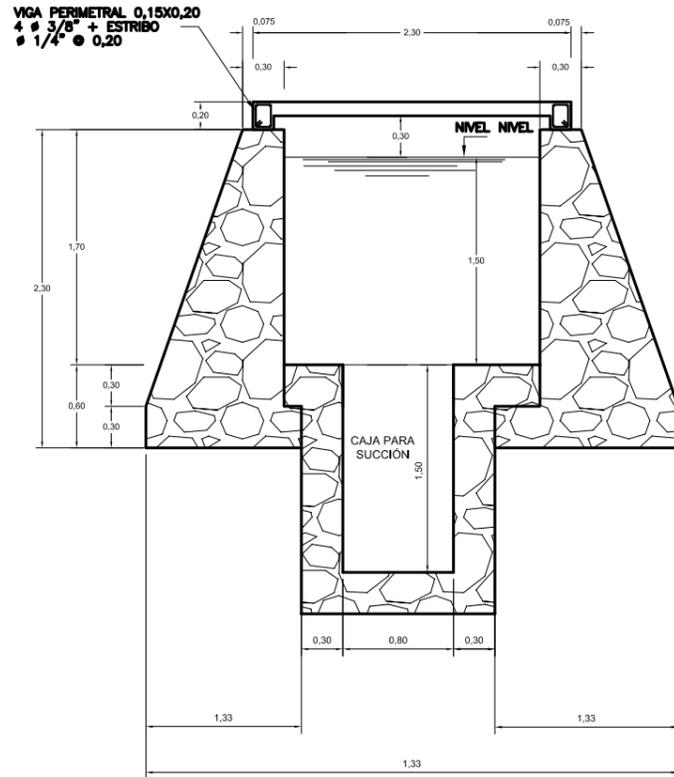
SECCION B-B

ESCALA 1:20



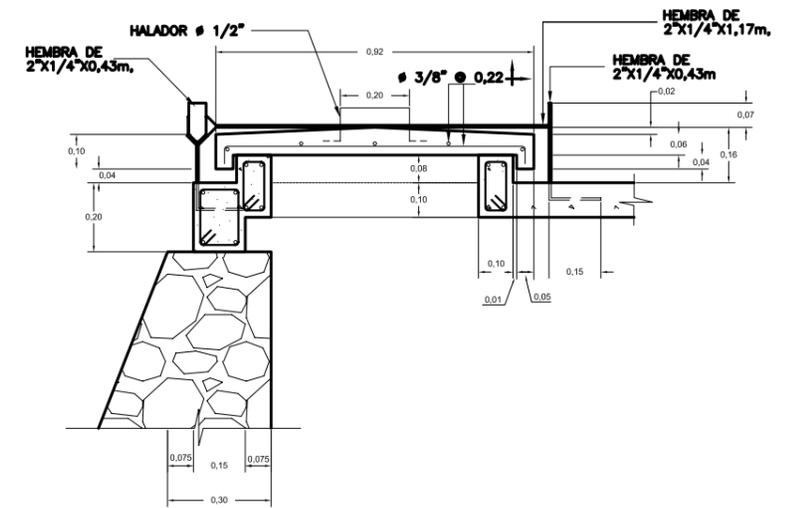
SECCION C-C

ESCALA 1:25



SECCION E-E

ESCALA 1:25



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:10

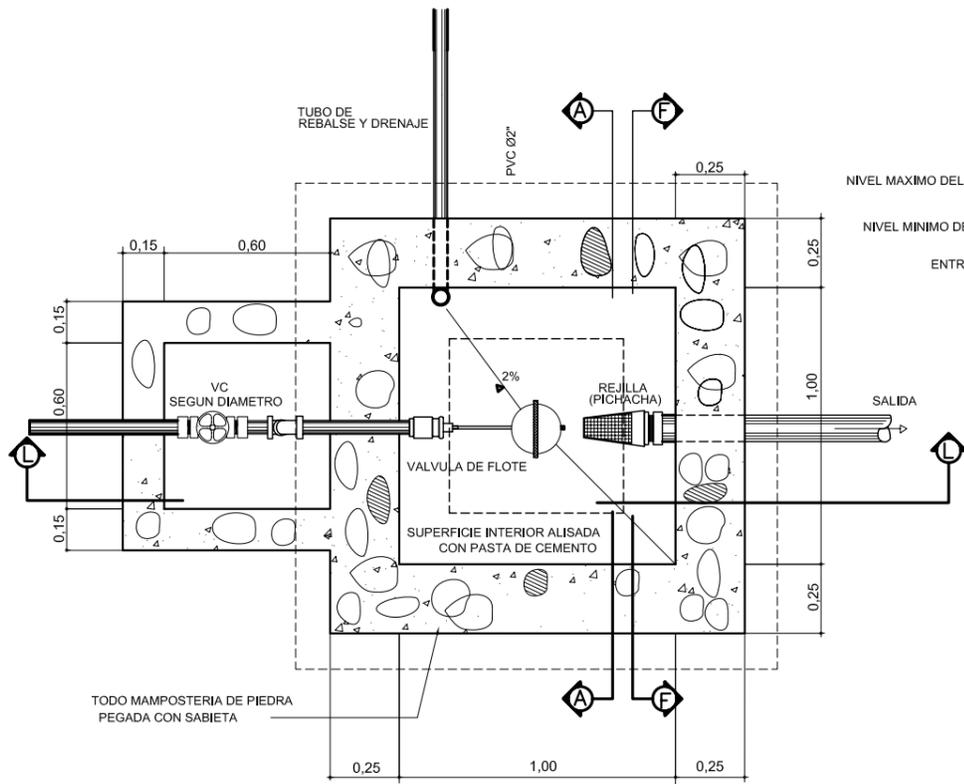
NOTAS GENERALES

MATERIALES

- 1* CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/Plg²) A LOS 28 DIAS
- 2* ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
- 3* VARIOS: LOS MUROS ESTAN DISENADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
- 4* TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- 5* LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3cm, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
- 6* EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE AFISONADO.
- 7* LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
- 8* LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.
- 9* LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
- 10* LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE MAMPOSTERIA: 67% PIEDRA BOLA 33% SABIETA-CEMENTO-ARENA 1:2
- 11* EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0,03m.

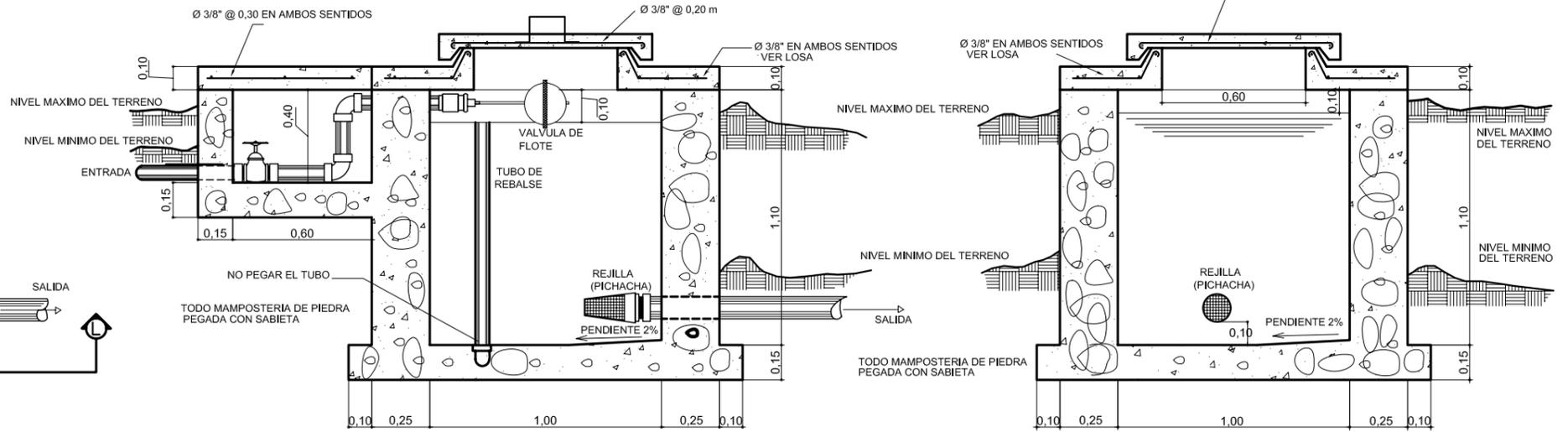
LISTA DE MATERIALES		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
CEMENTO	96	sacos
PIEDRIN	0,75	m ³
PIEDRA	14,00	m ³
ARENA DE RIO	15,00	m ³
TABLA DE PINO RUSTICA 1"x12"x10'	15	U
PARALES DE 3"x4"x8'	15	U
CLAVO DE 3"	15	lbs
ALAMBRE DE AMARRE	16	lbs
HIERRO DE 1/4"	6	var
HIERRO DE 3/8"	7	var
HEMBRA DE 2" X 1/4"	9	U

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
	PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA LA TORERA MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA,
CONTENIDO: TANQUE DE SUCCION DE 5 m³	
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA	ESCALA: INDICADA <div style="text-align: right; font-size: 2em; font-weight: bold;">6/14</div>
FECHA: MAYO 2 011	Vo.Bo.: _____ ALCALDE MUNICIPAL



PLANTA

ESCALA 1:12,5

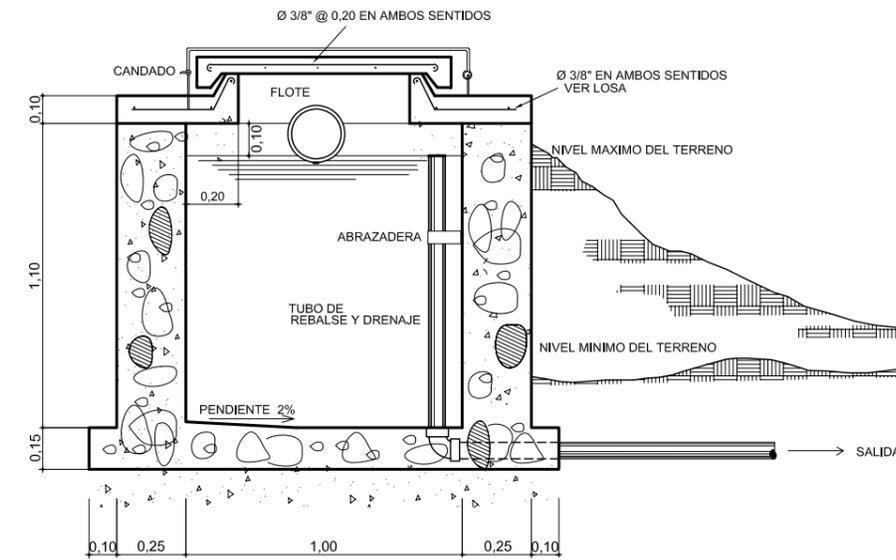


SECCION L-L

ESCALA 1:12,5

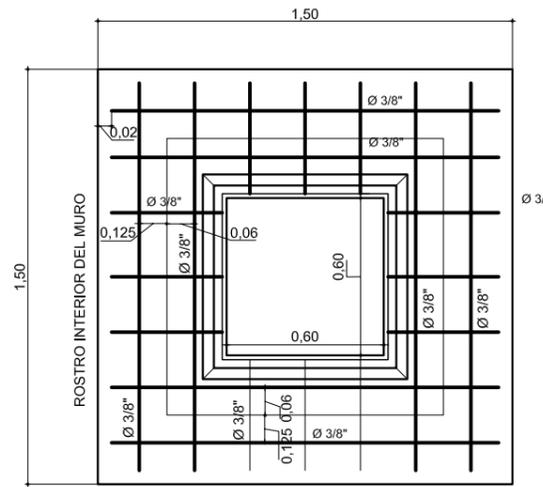
SECCION F-F

ESCALA 1:12,5



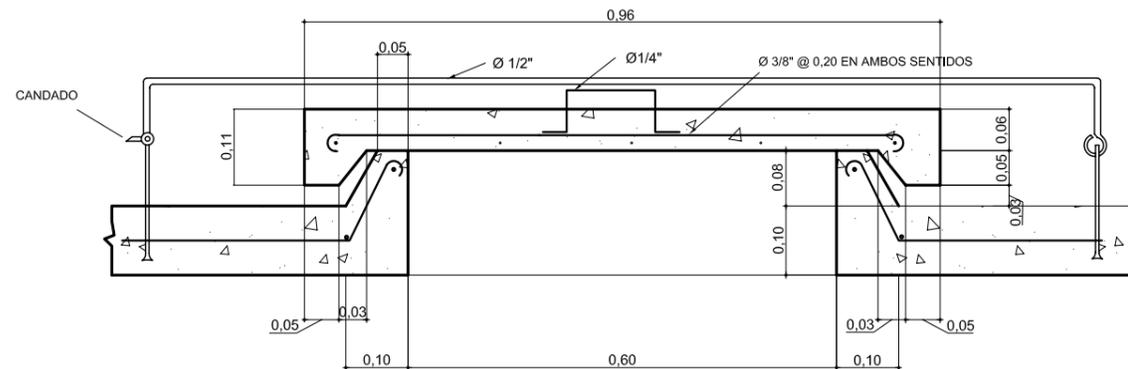
SECCION A-A

ESCALA 1:12,5



DETALLE DE LOSA

ESCALA 1:12,5



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:5

NOTAS :

MAMPOSTERIA 67 % PIEDRA
33 % SABIETA 1; CEMENTO
2; ARENA DE RIO
CONCRETO = Fc 3 Ksl
ACERO DE REFUERZO Fy = 40 Ksl

ESPECIFICACIONES PARA VALVULAS DE FLOTE

MATERIALES
CUERPO Y VARILLA: BRONCE
SELLO : CAUCHO
PELOTA: COBRE

PRESION DE TRABAJO
100 lbs/pulg.2 EN ROSCAS

INSTALACION
HORIZONTAL, DESVIACION MAXIMA PERMITIDA 45°

LISTA DE MATERIALES

ACCESORIOS DE ENTRADA (SEGUN DISEÑO)	CANTIDAD	UNIDAD
ADAPTADORES MACHO (PVC)	2	U
VALVULA DE COMPUERTA (Br)	1	U
CODOS DE 90° (PVC)	2	U
ADAPTADOR HEMBRA PVC	1	U
VALVULA DE FLOTE	1	U
ACCESORIOS DE SALIDA (SEGUN DISEÑO)		
PICHACHA (Br)	1	U
ADAPTADORES MACHO (PVC)	1	U
ACCESORIOS DE DRENAJE Y REBALSE		
TEE PVC (SEGUN CASO)	1	U
CODOS DE 90° PVC	1	U
CEMENTO	11	sacos
PIEDRA	1,4	m3
ARENA DE RIO	1,5	m3
PARALES DE 3" x 3" x 10"	38	pt
TABLA DE PINO RUSTICA 1" x 12" x 10"	60	pt
CLAVO	2	lbs
ALAMBRE DE AMARRE	1	lbs
HIERRO DE 3/8"	6	var
HIERRO DE 1/2"	2	var

REFERENCIAS

EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE REBALSE SERA MAYOR QUE EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ENTRADA Y EL MINIMO SERA 2"



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

PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA LA TORERA

MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA
DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA,

CONTENIDO:

C R P C/VF DE 1 m³

EPESISTA:
SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA

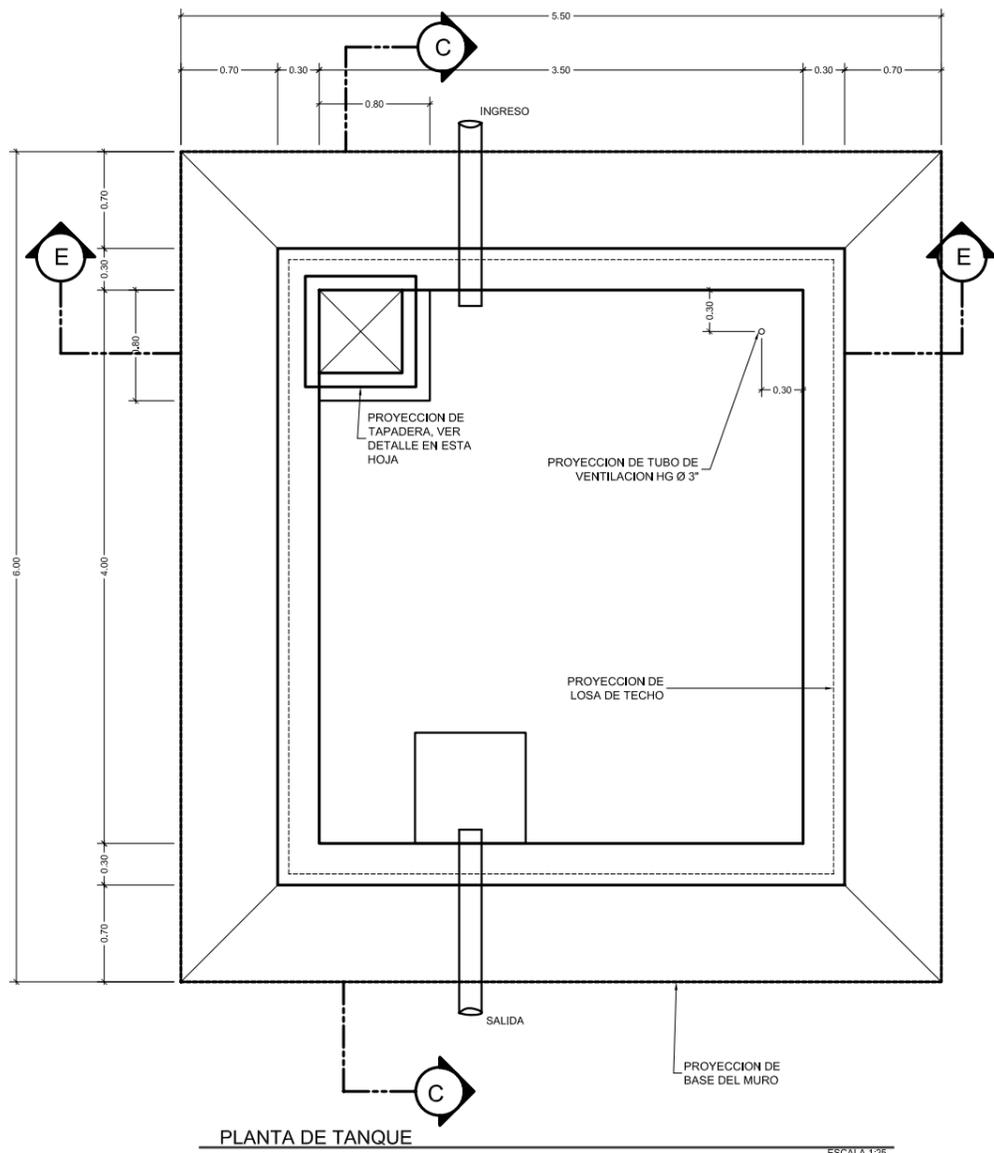
SUPERVISOR:
ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

FECHA:
MAYO 2 011

Vo.Bo.:
ALCALDE MUNICIPAL

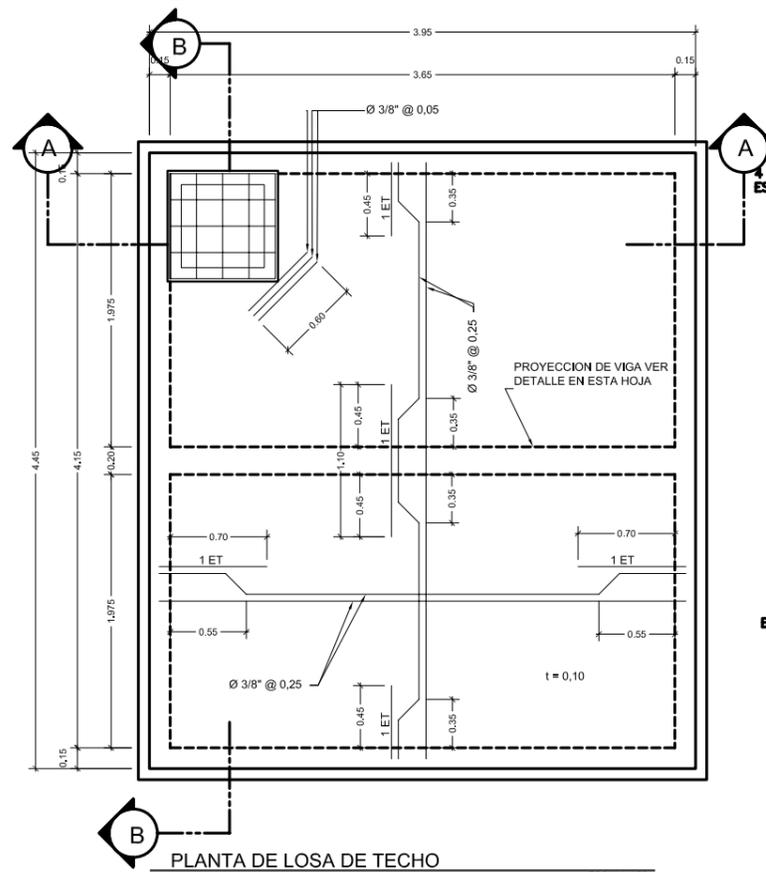
ESCALA:
INDICADA

7/14



PLANTA DE TANQUE

ESCALA 1:25

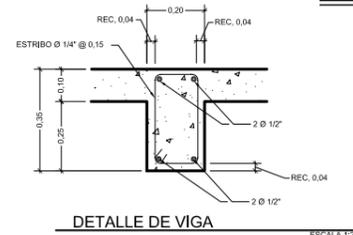


PLANTA DE LOSA DE TECHO

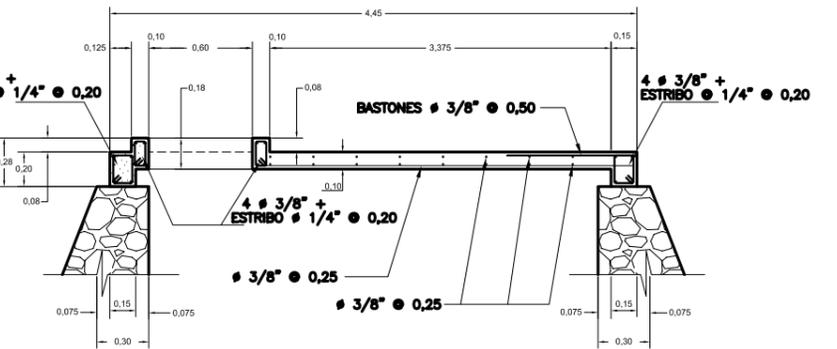
ESCALA 1:25

NOTAS GENERALES:

- MATERIALES:
- 1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/plg²) A LOS 28 DIAS
 - 2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
 - 3° VARIOS:
 - LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
 - TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
 - LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3cm, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
 - EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
 - LA LOSA DEL TECHO EBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
 - LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEZBILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UN CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.
 - LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE COCNETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
 - LOS MUROS DE TANQUE SERAN DE MAMPOSTERIA:
 - 67% PIEDRA BOLA
 - 33% SABIETA-CEMENTO-ARENA 1:2
 - EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0,03m.

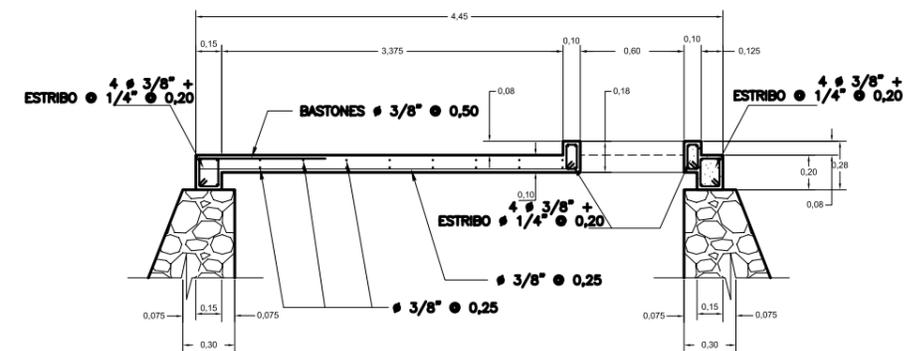


DETALLE DE VIGA



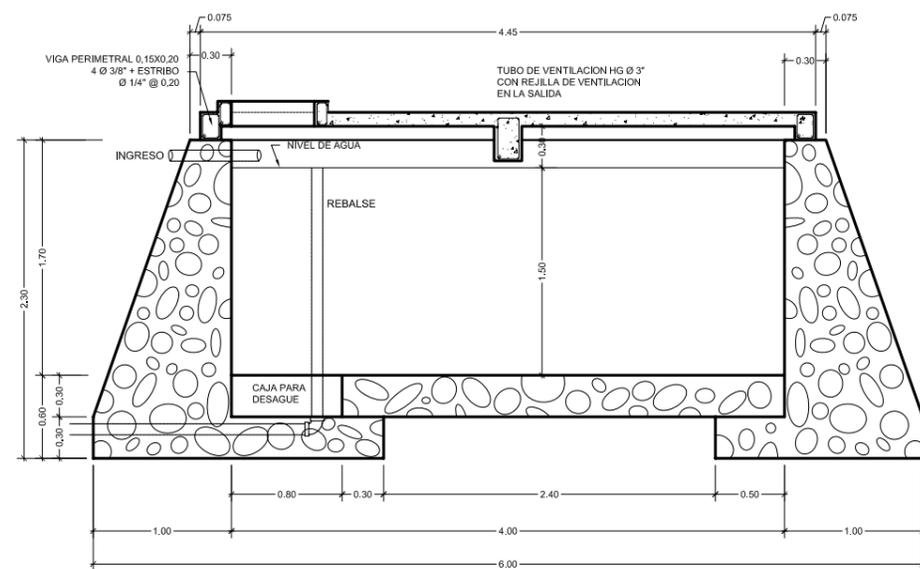
SECCION A-A

ESCALA 1:20



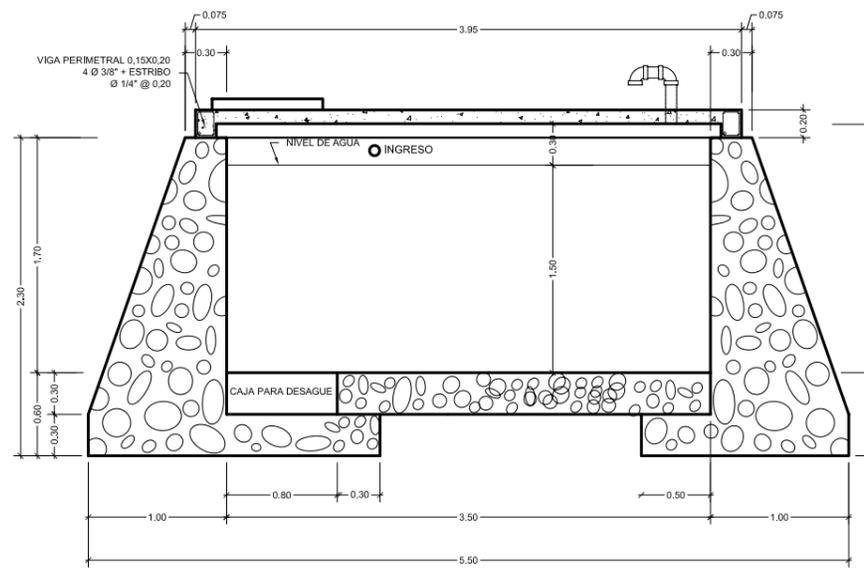
SECCION B-B

ESCALA 1:20



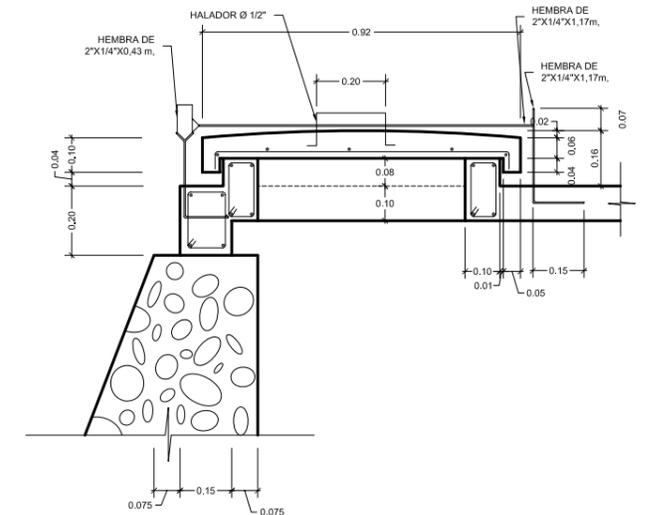
SECCION C-C

ESCALA 1:25



SECCION E-E

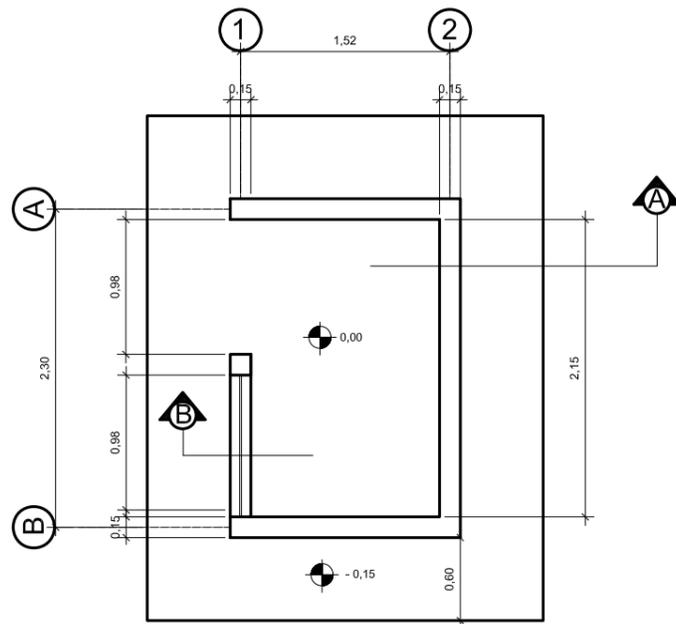
ESCALA 1:25



DETALLE DE TAPADERA

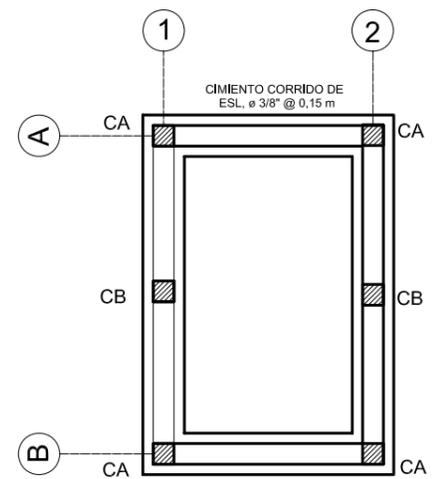
ESCALA 1:10

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS	
PROYECTO: INTRODUCCION DE AGUA POTABLE ALDEA LA TORERA MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA,	
CONTENIDO: TAQUE DE DISTRIBUCION DE 20 m³	
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA FECHA: MAYO 2 011	ESCALA: INDICADA 8 14 Vo.Bo.: ALCALDE MUNICIPAL



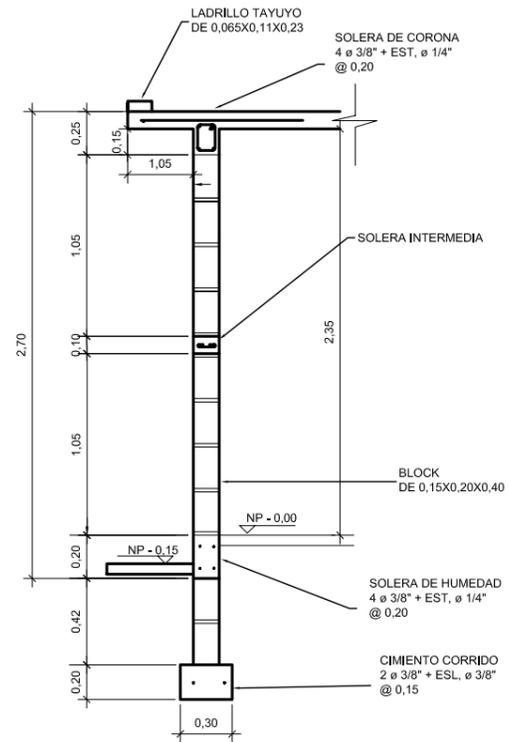
PLANTA DE COTAS

ESCALA: 1:25



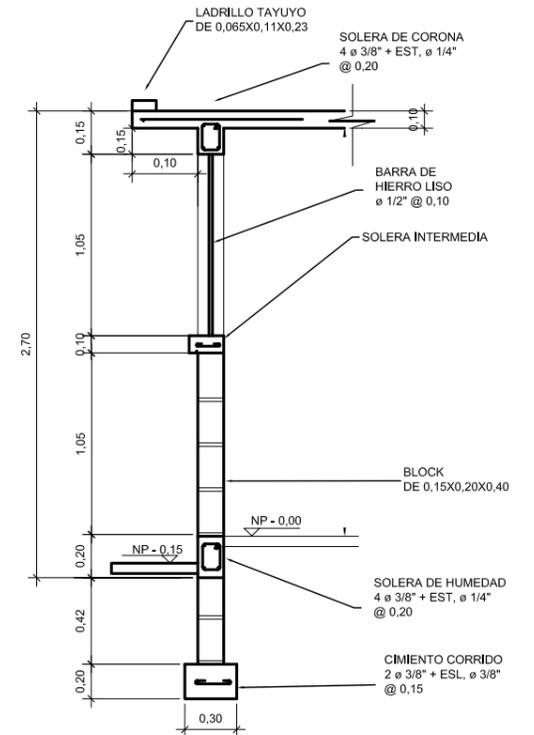
PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS

ESCALA: 1:25



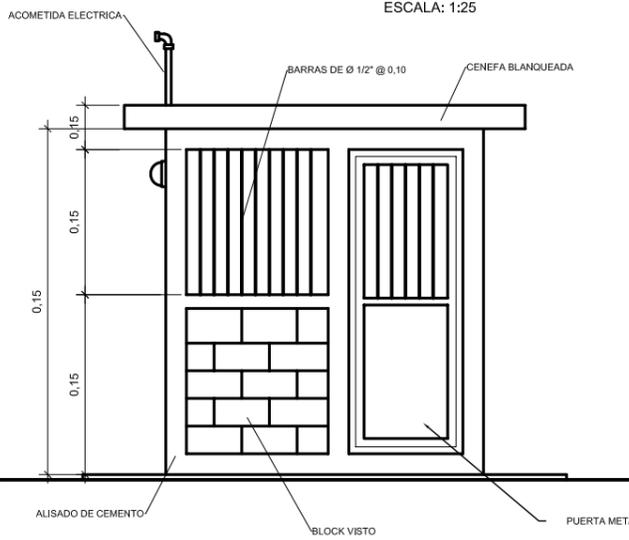
SECCIÓN "A"

ESCALA: 1:20



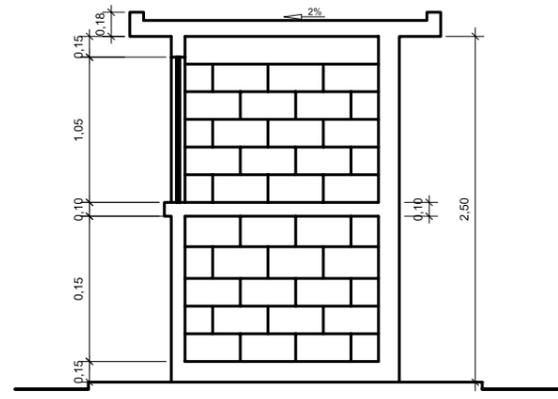
SECCIÓN "B"

ESCALA: 1:20



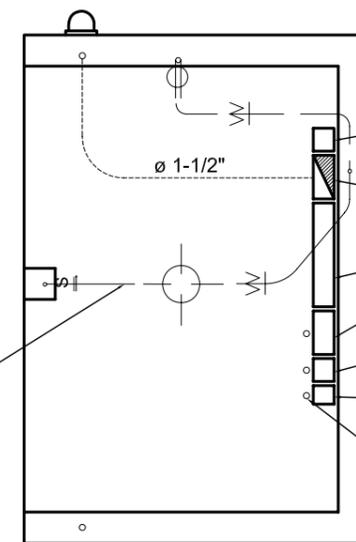
FACHADA FRONTAL

ESCALA: 1:25



FACHADA LATERAL

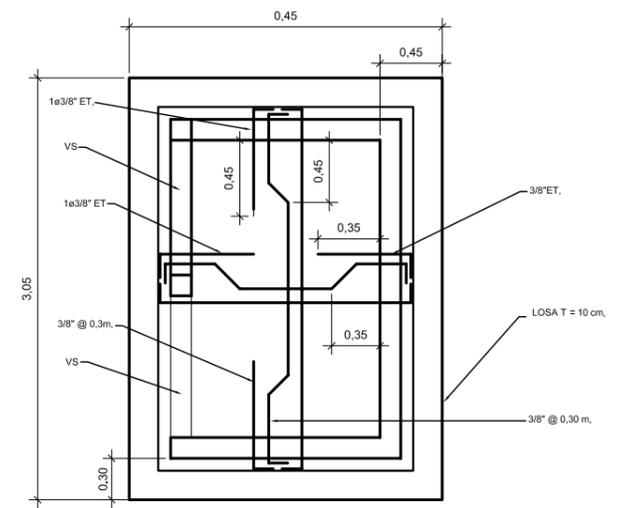
ESCALA: 1:25



PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS

ESCALA: 1:25

- ① INTERRUPTOR DE CUCHILLAS CON SEGURO DE CARTUCHO,
- ② TABLERO DE FLIPONES
- ③ ARRANCADOR MAGNETICO
- ④ BOTONERA
- ⑤ GUARDANIVEL AL TANQUE DE SUCCION,
- ⑥ GUARDANIVEL AL TANQUE (SEGUN CASO)
- ⑦ MANGAS DE POLIDUCTO A 0,10 m DE LA PARED PARA GUARDANIVELES DE ø 1" BOMBA ø 1-1/2"



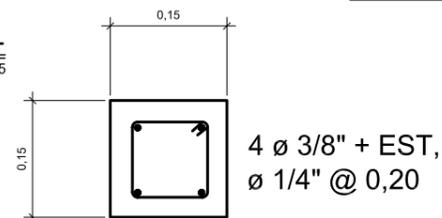
PLANTA DE ARMADO DE LOSA

ESCALA: 1:25

LISTA DE MATERIALES

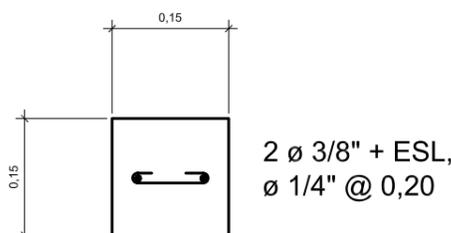
MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD
1- BLOQUE DE 0,15X0,20X0,40	175	U
2- LADRILLO TAYUYO 0,065X0,11X0,23	50	U
3- CEMENTO	33	sacos
4- PIEDRIN	2	m ³
5- ARENA DE RIO	3	m ³
6- CAL HIDRATADA	4	bol
7- ARENA AMARILLA	0,50	m ³
8- ARENA BLANCA	0,25	m ³
9- HIERRO DE 3/8" (COMERCIAL)	47	var
10- HIERRO DE 1/4" (COMERCIAL)	17	var
11- ALAMBRE DE AMARRE	50	lbs
12- CLAVO DE 2 1/2"	20	lbs
13- HIERRO DE 1/2" (COMERCIAL)	2	var
14- TABLA DE 1"x12"x6"	16	U
15- TABLA DE 1"x12"x6"	4	U
16- PARRAL DE 3"x3"x8"	14	U
17- PUERTA METALICA	1	U
18- ALAMBRE THW CAL. 12	14	m
19- POLIDUCTO ø 1/2"	7	m
20- POLIDUCTO 1-1/4"	5	U
21- ARMADURA DOBLE DE BAQUELITA	1	U
22- INTERRUPTOR SENCILLO DE BAQUELITA	1	U
23- FLAFONERO	1	U
24- BOMBILLA DE 60 WATTS	1	U
25- CAJA RECTANGULAR DE EMPOTRAR	2	U
26- CAJA OCTOGONAL	1	U
27- TUBO CONDUIT GALVANIZADO ø 1-1/4" CON GANCHO Y ACCESORIOS DE ACOMETIDA	1,50	m
28- CAJA SOCKET	1	U

f'c = 3Ksi (Concreto)
 Fy = 40Ksi (Acero de refuerzo)
 Fu = 45 Kg/cm2 (Resistencia unidad de block)



COLUMNNA C A

ESCALA: 1:10



COLUMNNA C B

ESCALA: 1:10

PLANILLA DE SOLERAS

TIPO	MEDIDAS	REFUERZO
SOLERA DE HUMEDAD	0,15X0,20	4 ø 3/8" + EST, ø 1/4" @ 0,20
SOLERA INTERMEDIA	0,10X0,15	2 ø 3/8" + ESL, ø 1/4" @ 0,20
SOLERA DE CORONA	0,15X0,20	4 ø 3/8" + EST, ø 1/4" @ 0,20
VIGA SOLERA	0,15X0,25	6 ø 3/8" + EST, ø 1/4" @ 0,15

PLANILLA DE COLUMNAS

TIPO	MEDIDAS	REFUERZO
CA	0,15X0,15	4 ø 3/8" + EST, ø 1/4" @ 0,20
CB	0,15X0,15	2 ø 3/8" + ESL, ø 1/4" @ 0,20

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

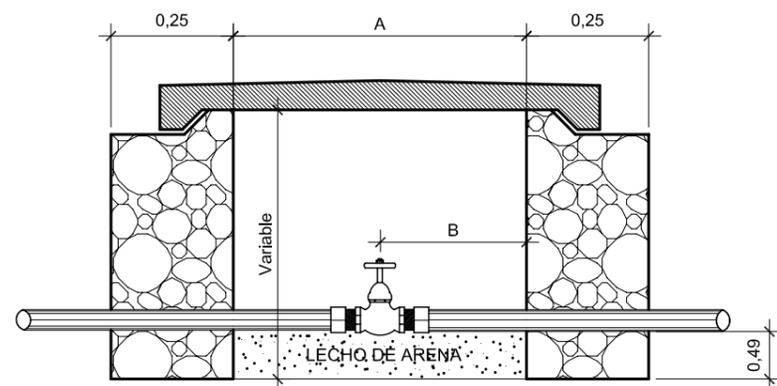
PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA LA TORERA

MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA
 DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA,

CONTENIDO:
CASETA DE BOMBEO

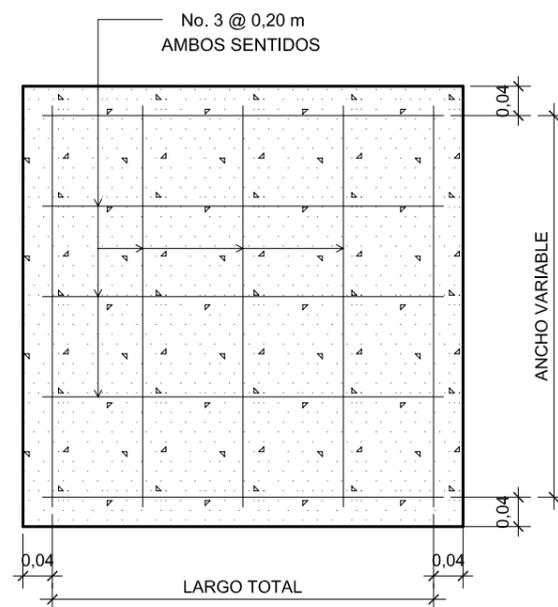
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA	ESCALA: INDICADA
SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA	Vo.Bo.: ALCALDE MUNICIPAL
FECHA: MAYO 2 011	

9/14



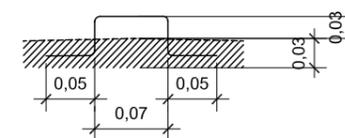
ELEVACIÓN DE CAJA

SIN ESCALA



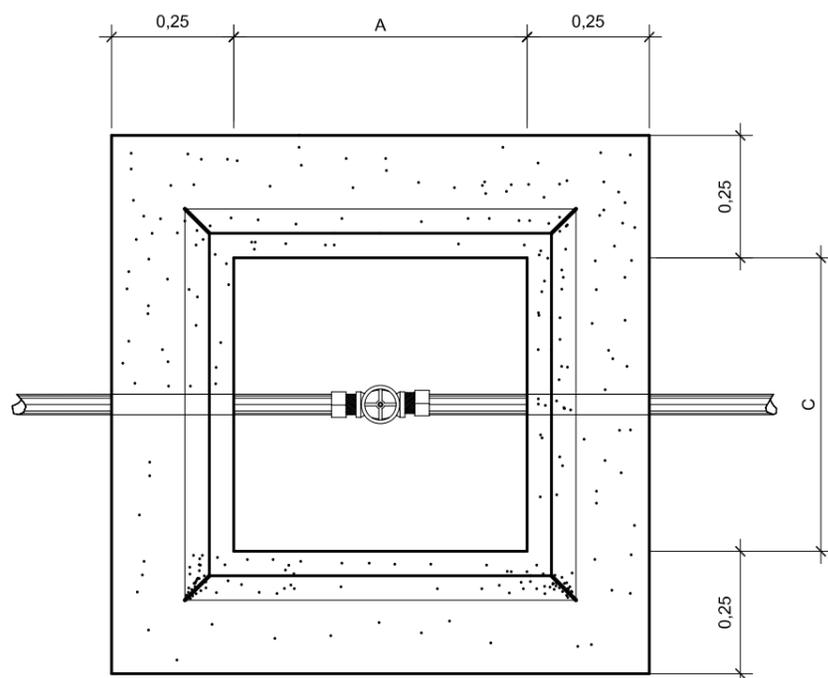
ARMADO DE TAPADERA

SIN ESCALA



DETALLE DE HALADOR DE TAPADERA

SIN ESCALA



PLANTA DE CAJA

SIN ESCALA

NOTAS:

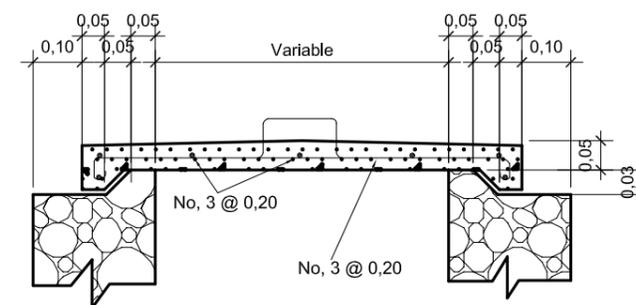
- 1, LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN CENTÍMETROS
- 2, EL SUELO SOPORTE DE LAS VÁLVULAS HA DE SER ARENOSO
- 3, LA ALTURA DE LA CAJA DEBERA ADECUARSE A LAS CONDICIONES DEL TERRENO PERO CONSERVANDO LAS ALTURAS MINIMAS.
- 4, LAS PAREDES DE LA CAJA SE CONSTRUIRÁN DE MAMPOSTERIA CON PIEDRA BOLA.
- 5, EL DETALLE DE ARMADO ES TIPICO PARA LAS TAPADERAS
- 6, EL RECUBRIMIENTO MÍNIMO ES DE 0,05 M,

NOTAS:

- MAMPOSTERIA 67 % PIEDRA
 33 % SABIETA 1: CEMENTO
 2: ARENA DE RIO
 CONCRETO = F'c 3 Ksi
 ACERO DE REFUERZO Fy = 40 Ksi

DIMENSIONES CMS

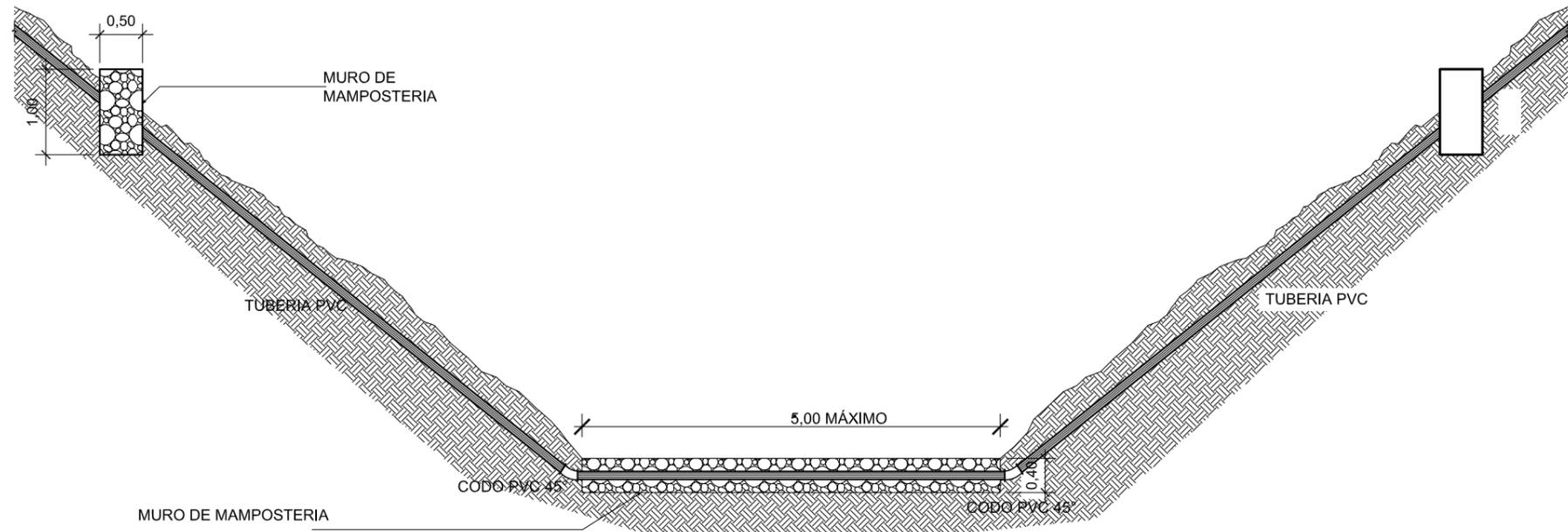
Ø	A	B	C
½"	30	15	25
1"	30	15	25
1 ½"	35	17	25
2"	40	20	30
2 ½"	45	22	35
3"	50	25	40
4"	60	30	50



SECCIÓN DE TAPADERA

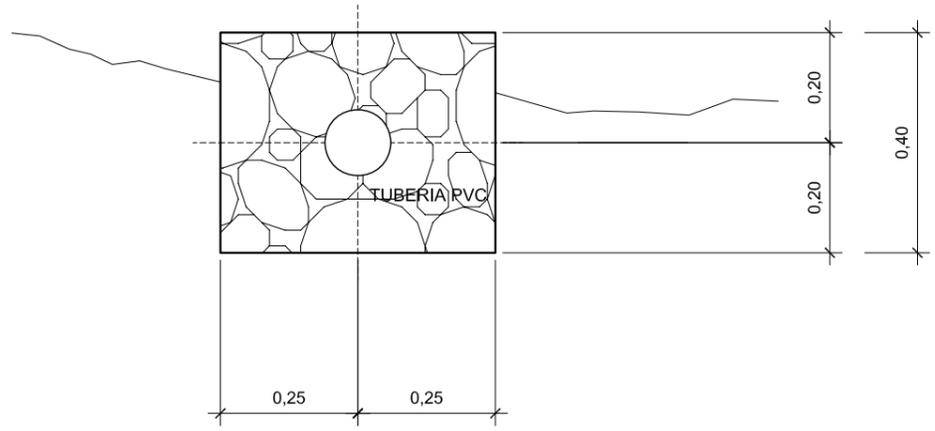
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS	
PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA LA TORERA		
MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA,		
CONTENIDO:		
<h2>CAJA DE VALVULAS</h2>		
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA	SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA	ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO 2 011	Vo.Bo.: _____ ALCALDE MUNICIPAL	11 / 14



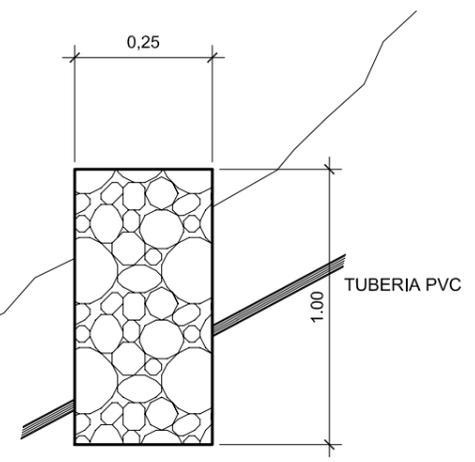
PAZO ZANJON TIPO "A" DETALLE LONGITUDINAL

NOTAS :
 MAMPOSTERIA 67 % PIEDRA
 33 % SABIETA 1: CEMENTO
 2: ARENA DE RIO
 CONCRETO = F'c 3 Ksi
 ACERO DE REFUERZO Fy = 40 Ksi



DETALLE TRANSVERSAL

ESC, 1:20



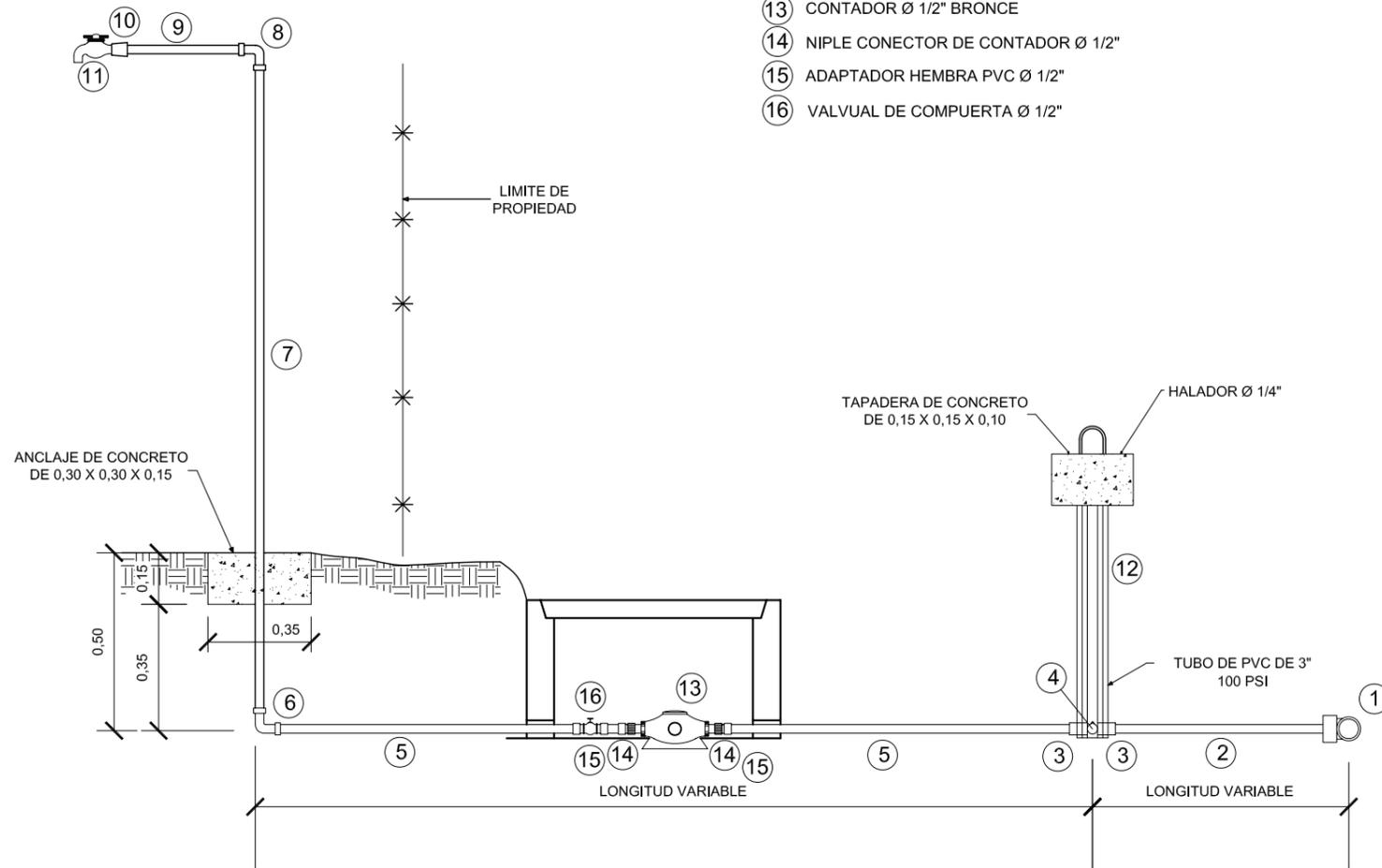
MURO DE MAMPOSTERIA

ESC, 1:20

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA LA TORERA	
MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA,	
CONTENIDO: <h2 style="text-align: center;">PASOS TÍPICOS DE ZANJÓN</h2>	
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA	Vo,Bo.: _____ ALCALDE MUNICIPAL
SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA	
FECHA: MAYO 2 011	
ESCALA: INDICADA 12/14	

REFERENCIA DE MATERIALES

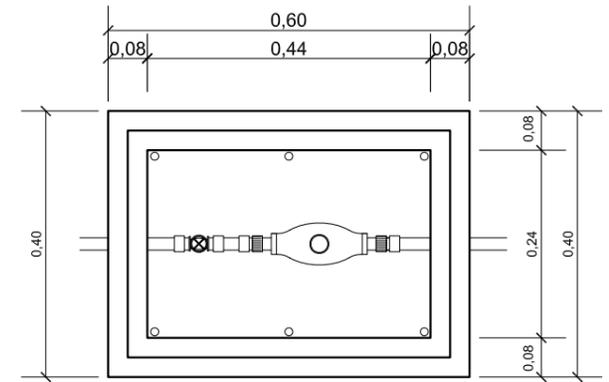
- ① TEE REDUCTORA PVC Ø TEBERIA PRINCIPAL X 1/2"
- ② NIPLE (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
- ③ ADAPTADOR MACHO Ø 1/2"
- ④ LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
- ⑤ TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
- ⑥ CODO PVC 90° Ø 1/2" CON ROSCA
- ⑦ NIPLE HG 1,50 Ø 1/2"
- ⑧ CODO HG 90° Ø 1/2"
- ⑨ NIPLE HG 0,15 Ø 1/2"
- ⑩ COPLA HG DE Ø 1/2"
- ⑪ GRIFO DE 1/2" DE BRONCE
- ⑫ TUBERIA PVC DE Ø 3" 100 PSI
- ⑬ CONTADOR Ø 1/2" BRONCE
- ⑭ NIPLE CONECTOR DE CONTADOR Ø 1/2"
- ⑮ ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1/2"
- ⑯ VALVUAL DE COMPUERTA Ø 1/2"



CONEXION DOMICILIAR TIPICA

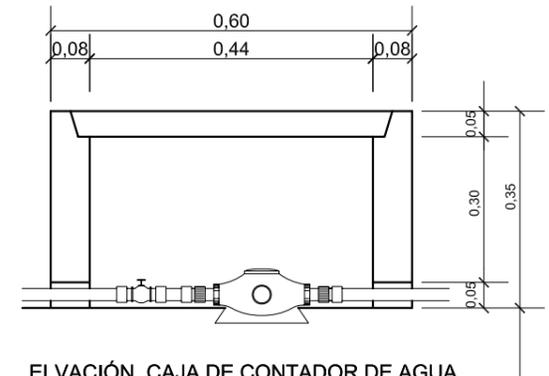
SIN ESCALA

f'c = 3Ksi (Concreto)
Fy = 40Ksi (Acero de refuerzo)



PLANTA CAJA DE CONTADOR DE AGUA

ESCALA 1:10



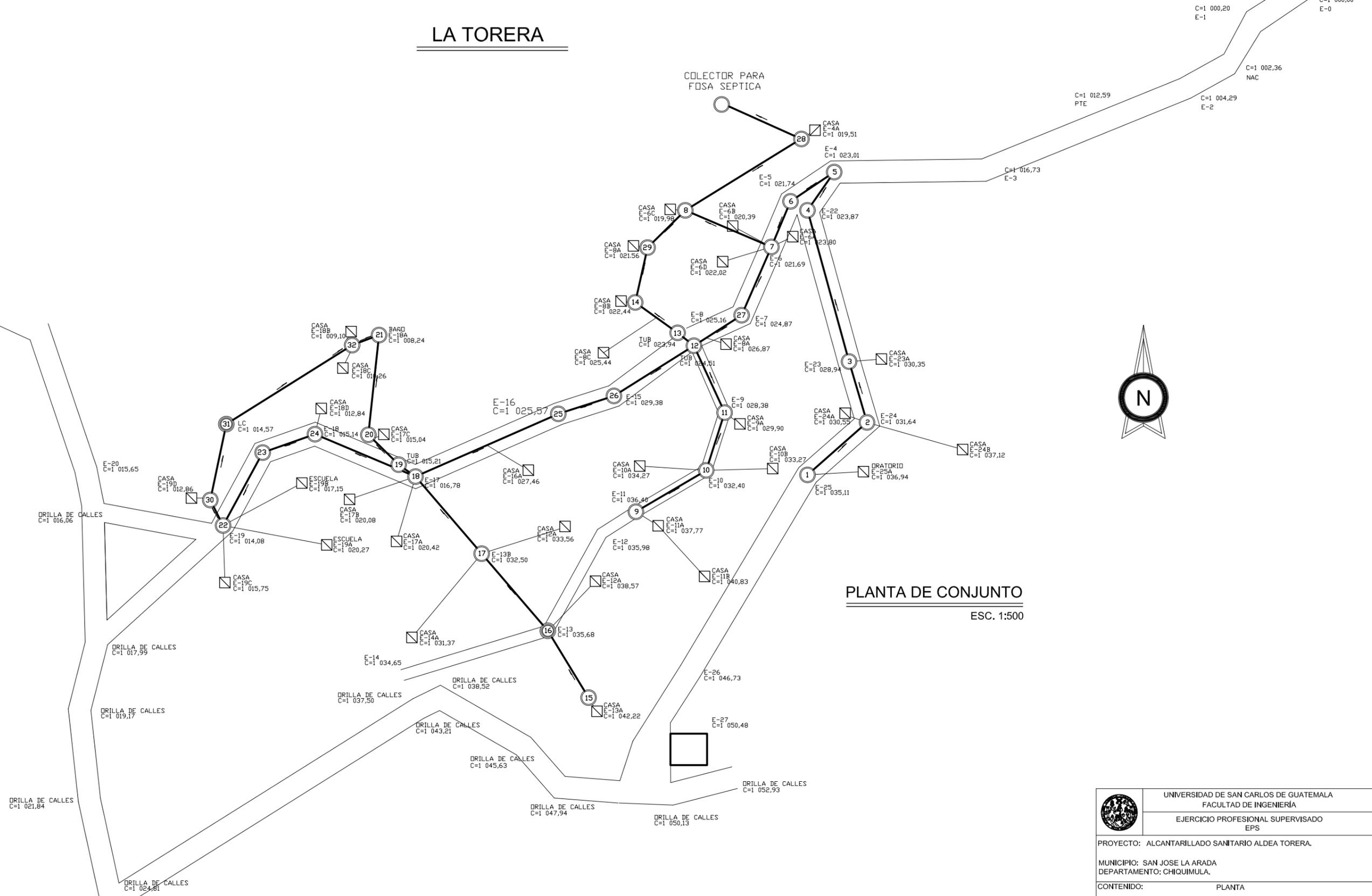
ELVACION CAJA DE CONTADOR DE AGUA

ESCALA 1:10

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS	
PROYECTO: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE ALDEA LA TORERA		
MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA,		
CONTENIDO:		
<h2>CONEXIÓN DOMICILIAR</h2>		
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA	Vo,Bo.: _____ ALCALDE MUNICIPAL	ESCALA: INDICADA
SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA		13 / 14
FECHA: MAYO 2 011		

C2. Sistema de alcantarillado sanitario

LA TORERA



PLANTA DE CONJUNTO
ESC. 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
EPS

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA TORERA.

MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA
DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA.

CONTENIDO: PLANTA

PLANTA GENERAL

EPESISTA:
SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA

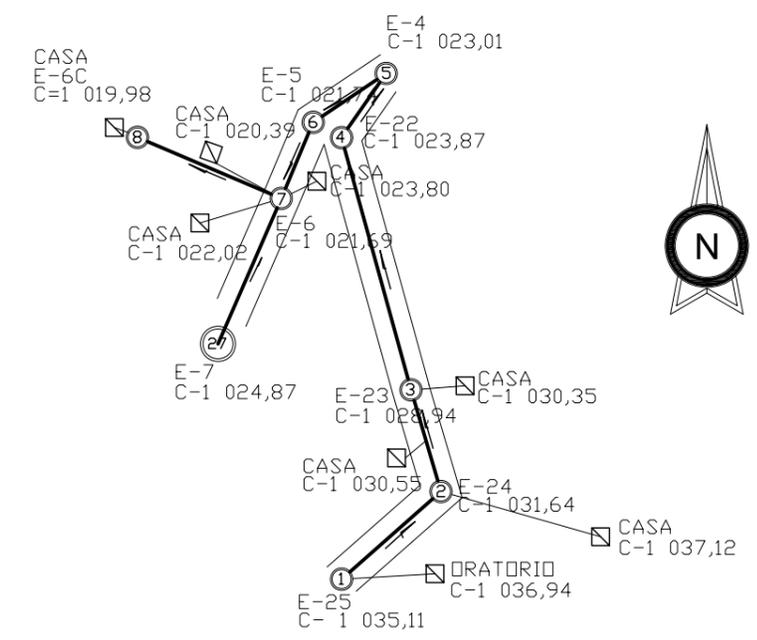
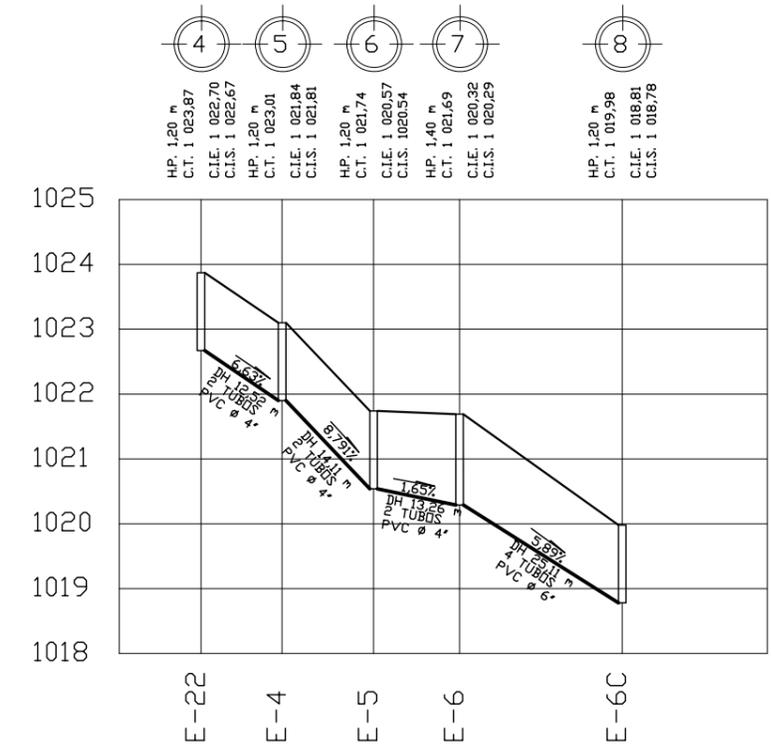
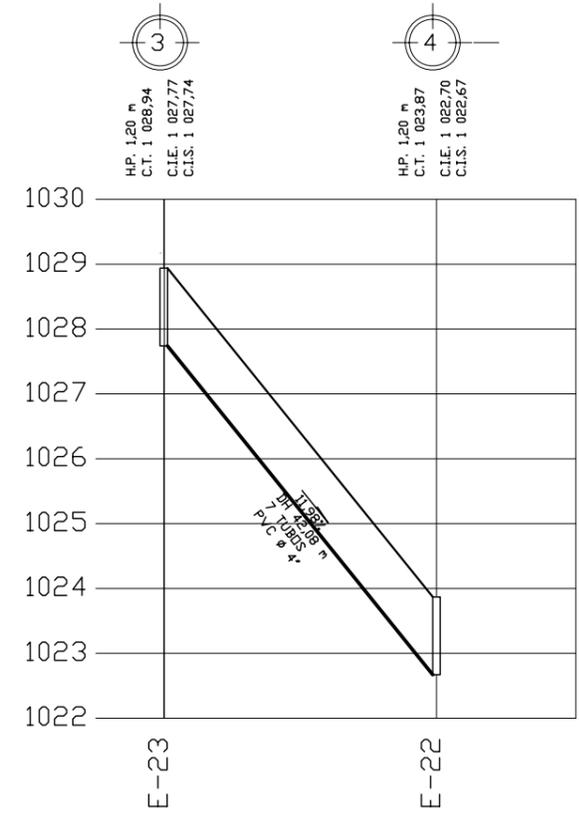
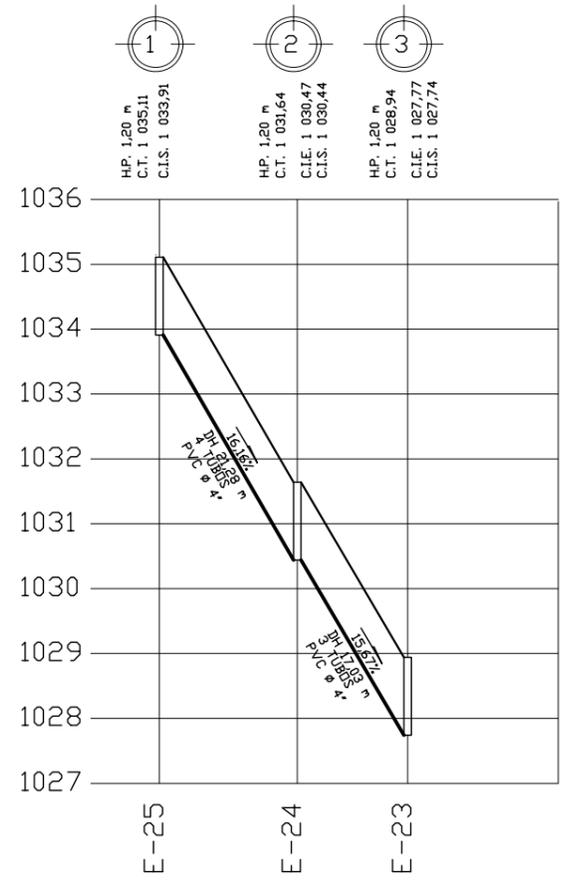
SUPERVISOR:
ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

FECHA:
MAYO 2011

Vo.Bo.: _____
ALCALDE MUNICIPAL

ESCALA:
INDICADA

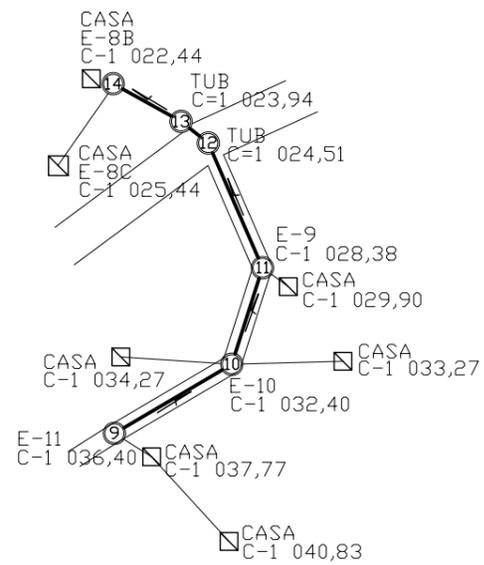
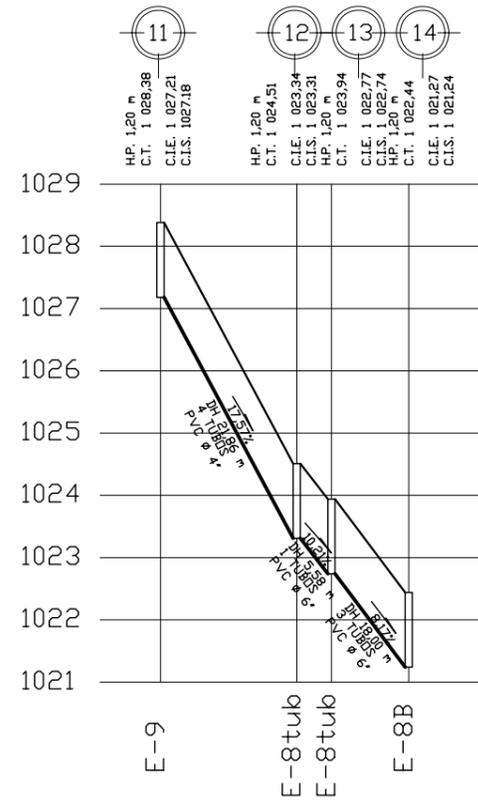
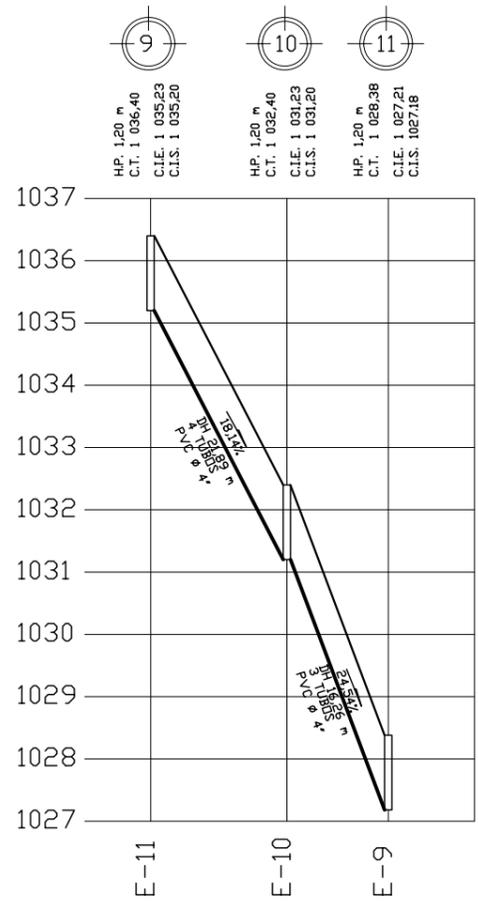
1/8



PLANTA PERFIL

ESC. V= 1:100
ESC. H= 1:1 000

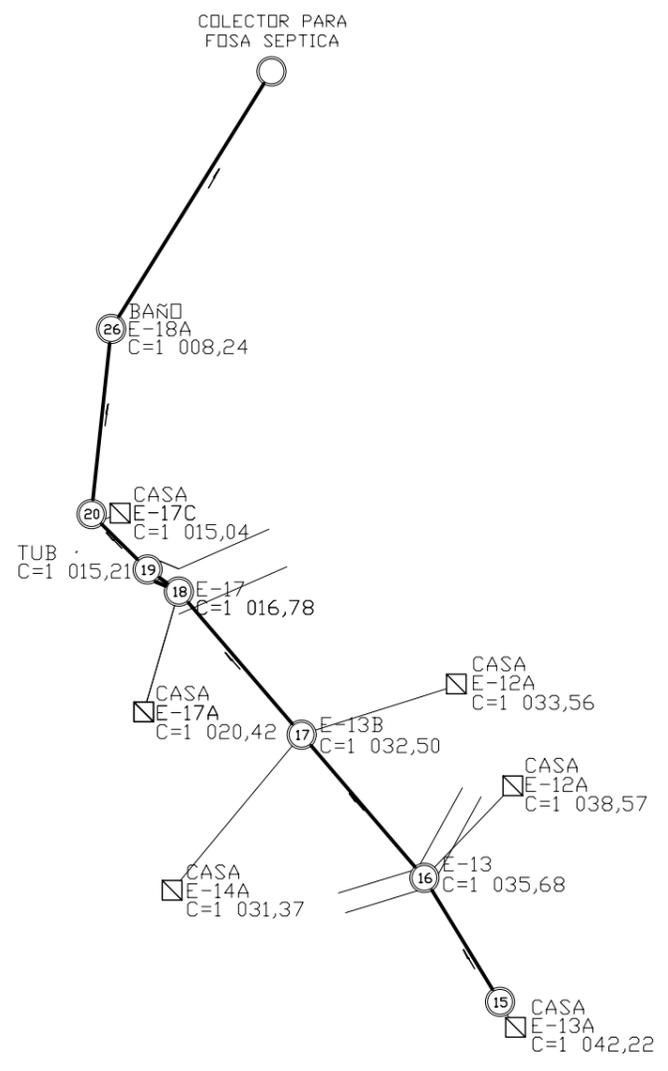
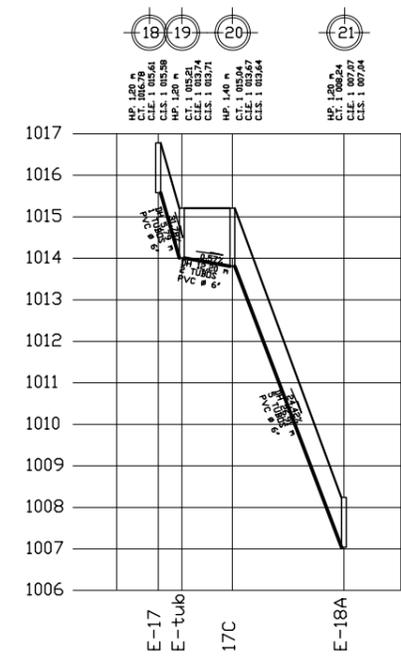
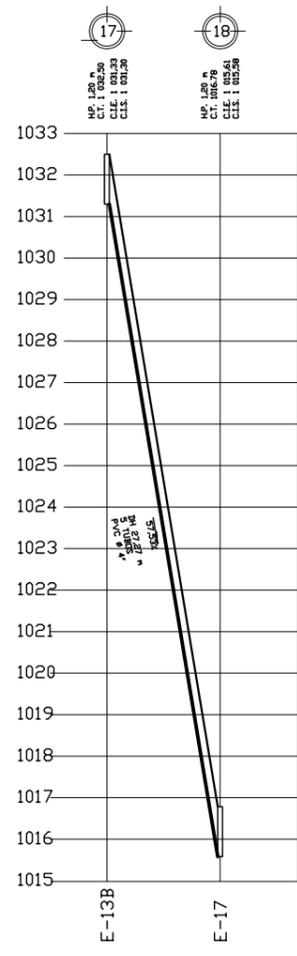
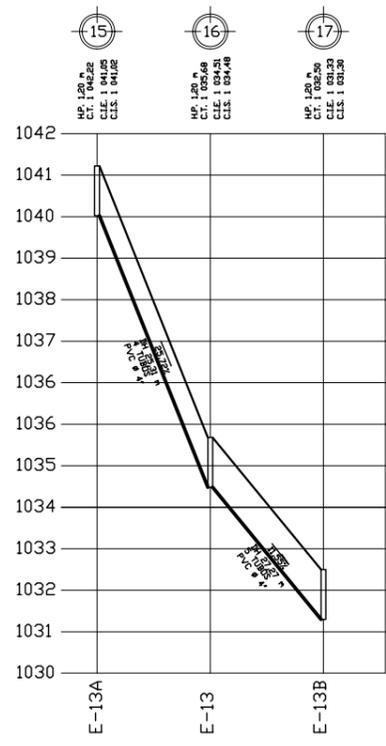
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA TORERA.		
MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA.		PLANTA PERFIL
CONTENIDO:		
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA	ESCALA: INDICADA 2/8	
SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA	Vo.Bo.: _____ ALCALDE MUNICIPAL	
FECHA: MAYO 2 011		



PLANTA PERFIL

ESC. V= 1:100
ESC. H= 1:1 000

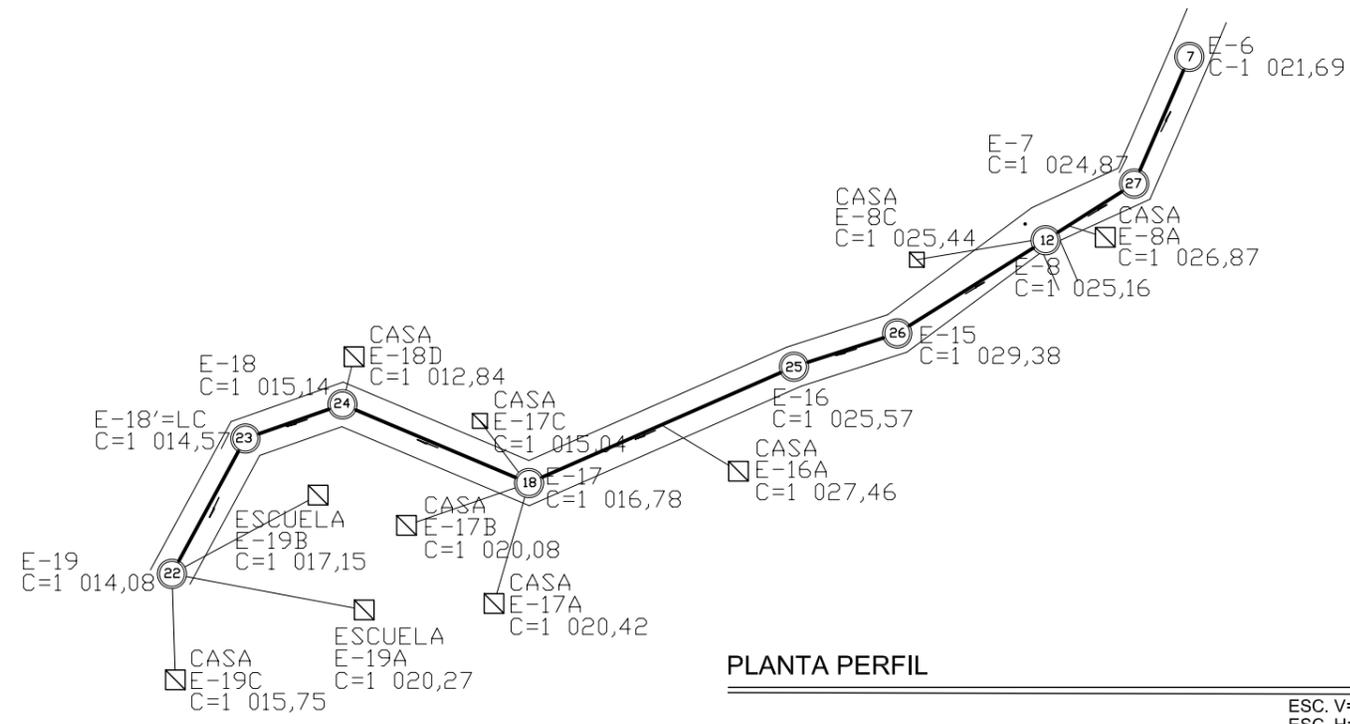
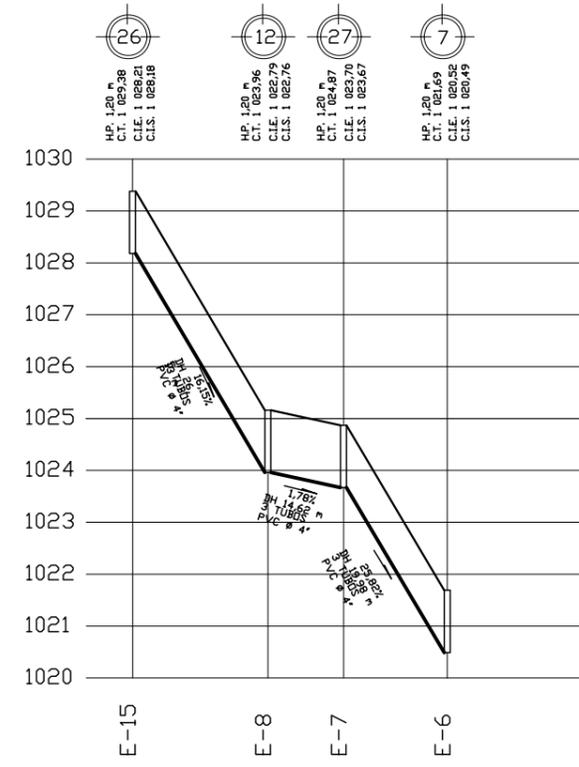
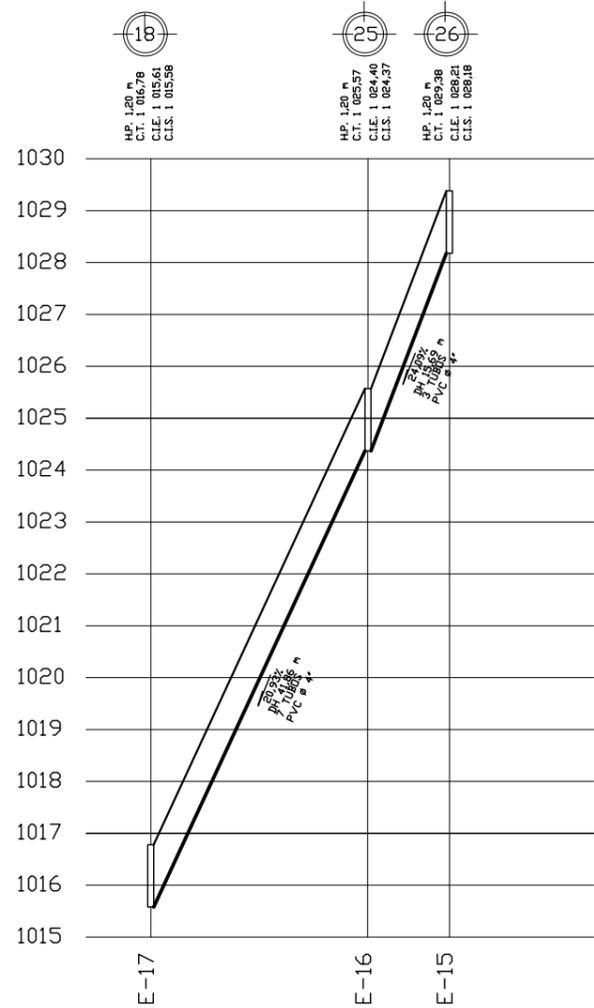
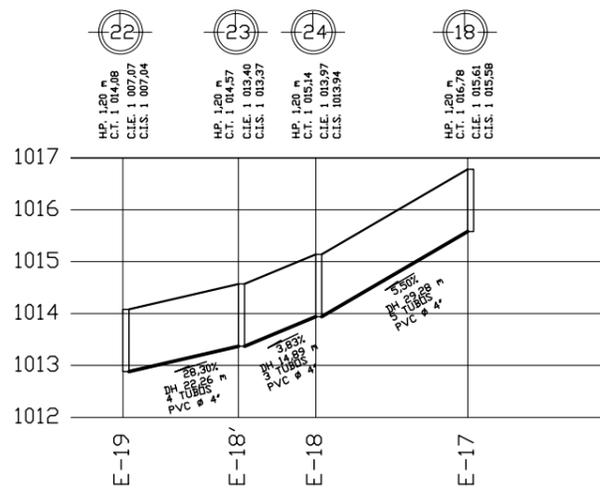
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA TORERA.			
MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA.			
CONTENIDO: PLANTA PERFIL			
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA		ESCALA: INDICADA	
SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 3 <hr style="width: 100%;"/> 8 </div>	
FECHA: MAYO 2 011		Vo.Bo.: _____ ALCALDE MUNICIPAL	



PLANTA PERFIL

ESC. V= 1:100
ESC. H= 1:1 000

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		ESCALA: INDICADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS		4 / 8
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA TORERA. MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA.		
CONTENIDO: <h3 style="text-align: center;">PLANTA PERFIL</h3>		
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA	Vo.Bo.: _____ ALCALDE MUNICIPAL	
SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA		
FECHA: MAYO 2011		

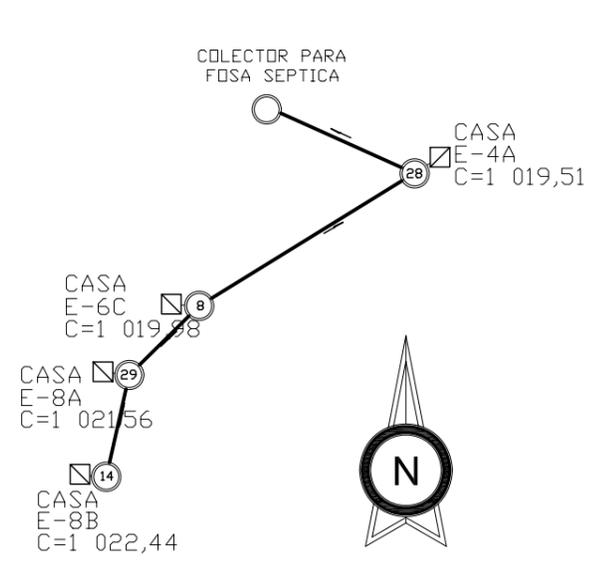
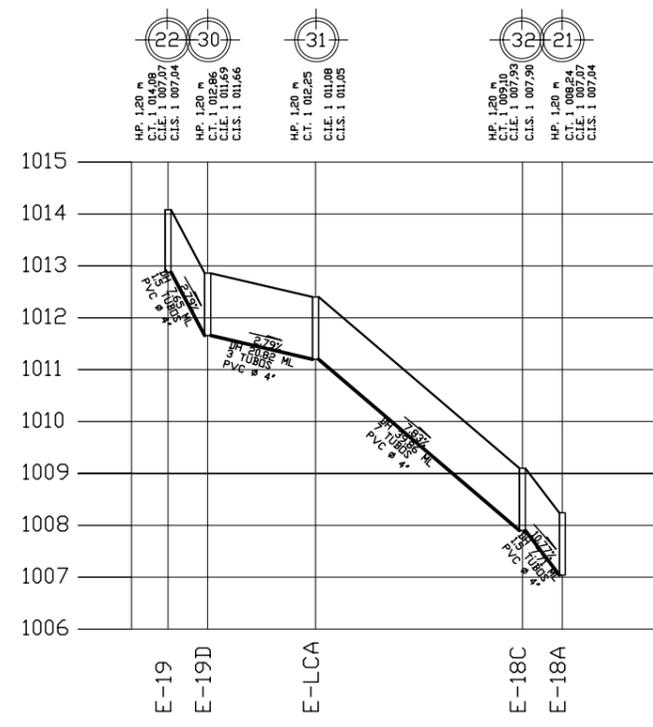
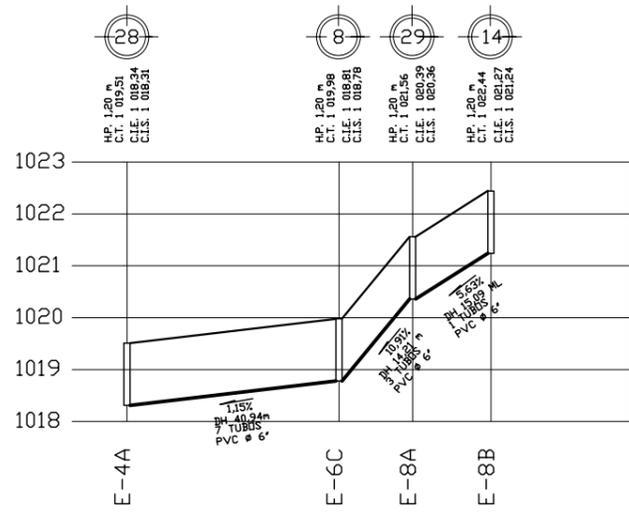


PLANTA PERFIL

ESC. V= 1:100
ESC. H= 1:1 000

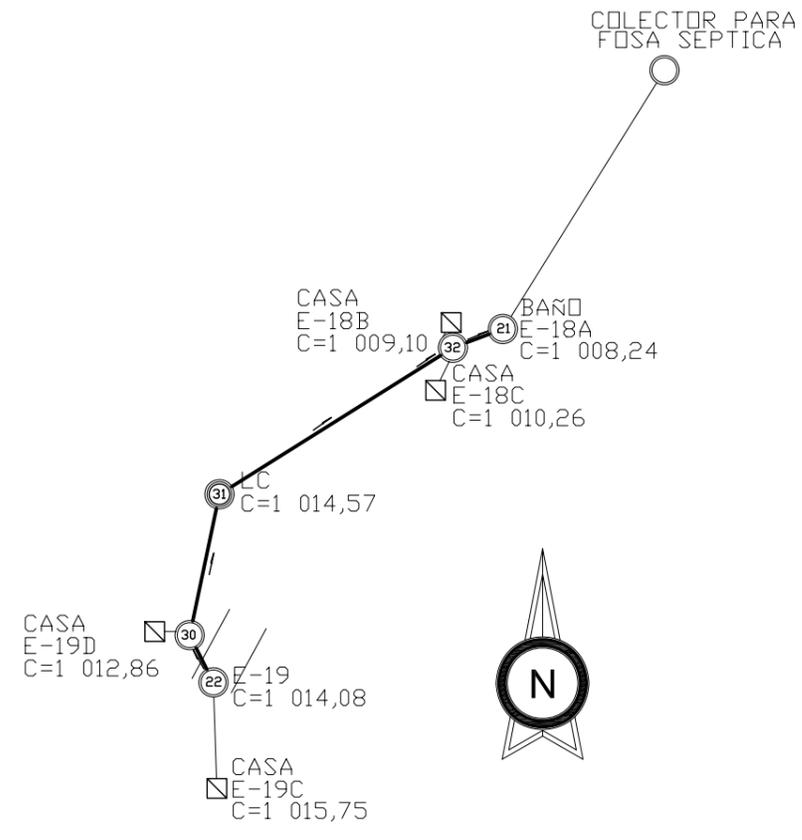


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA TORERA. MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA.		
CONTENIDO: <h2 style="margin: 0;">PLANTA PERFIL</h2>		ESCALA: INDICADA <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">5</div> <hr style="width: 100%;"/> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">8</div>
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA		
SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA		
FECHA: MAYO 2 011		Vo.Bo.: _____ ALCALDE MUNICIPAL

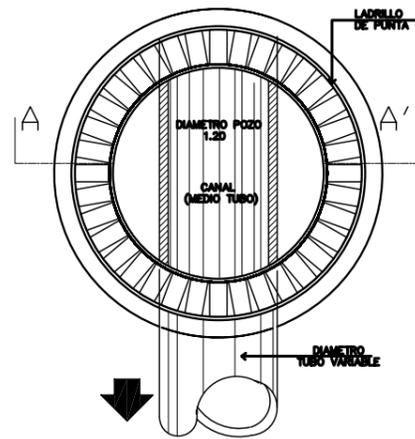


PLANTA PERFIL

ESC. V= 1:100
ESC. H= 1:1 000

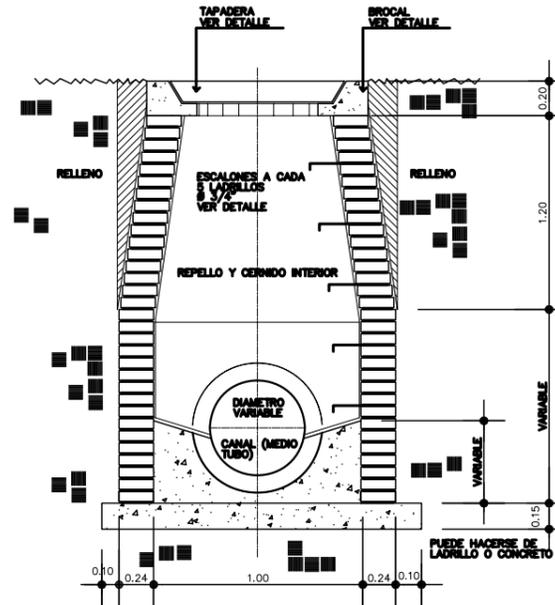


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA TORERA.			
MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA.			
CONTENIDO:			
PLANTA PERFIL			
EPESISTA: SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA		ESCALA: INDICADA	
SUPERVISOR: ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA		6 <hr style="width: 100%;"/> 8	
FECHA: MAYO 2 011		Vo.Bo.: _____ ALCALDE MUNICIPAL	



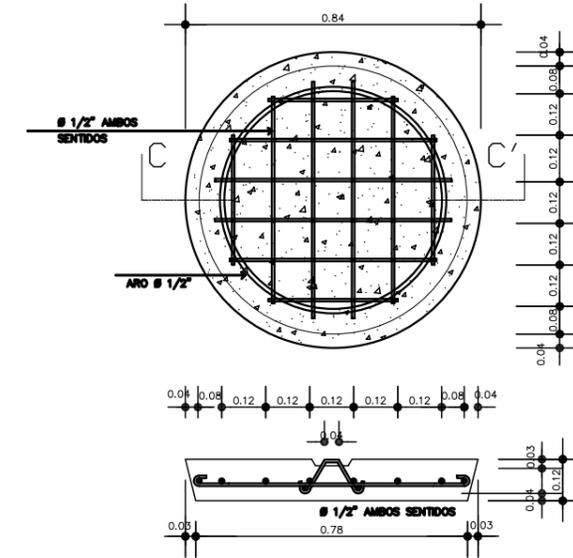
PLANTA

ESC. 1:20



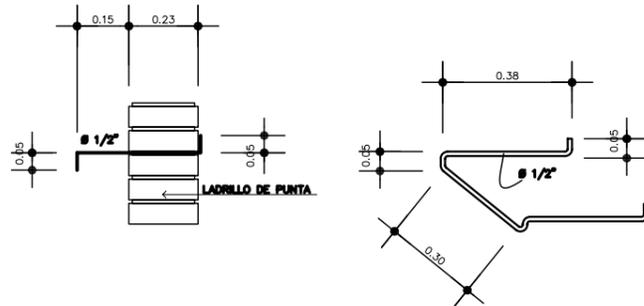
SECCIÓN A-A'

ESC. 1:20



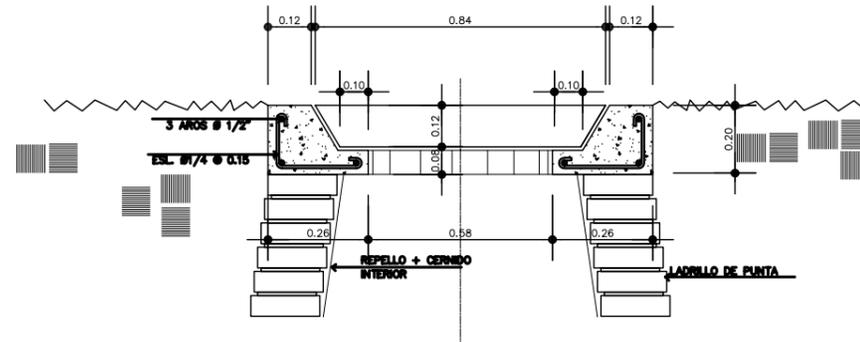
TAPADERA POZO, PLANTA + SECCIÓN C-C'

ESC. 1:10



DETALLE DE ESCALON

ESC. 1:10



DETALLE DE BROCAL DE POZO

ESC. 1:10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
EPS

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA TORERA.

MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA
DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA.

CONTENIDO:

DETALLE DE POZO DE VISITA

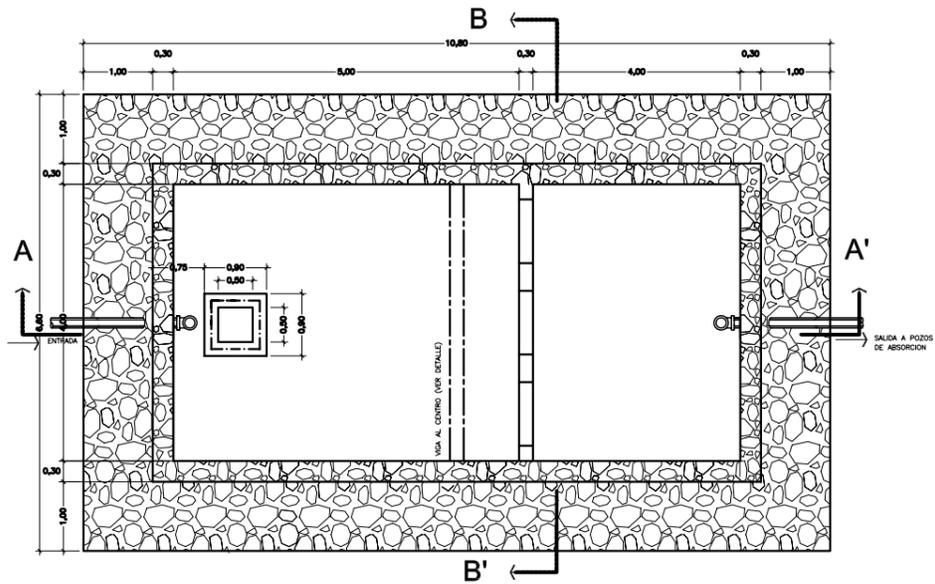
EPESISTA:
SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA
SUPERVISOR:
ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA

FECHA:
MAYO 2011

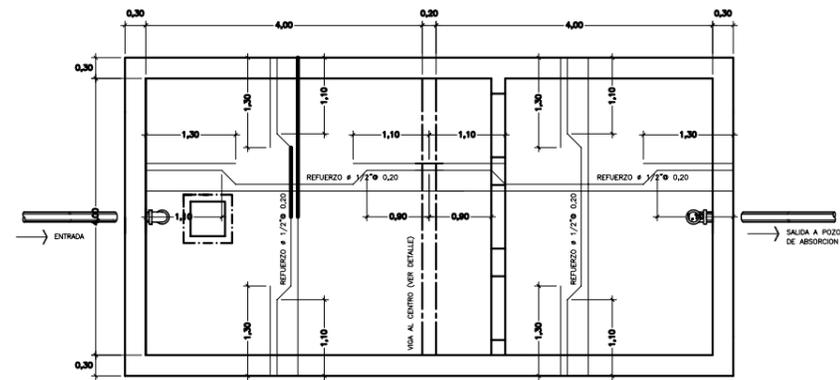
Vo.Bo.:
ALCALDE MUNICIPAL

ESCALA:
INDICADA

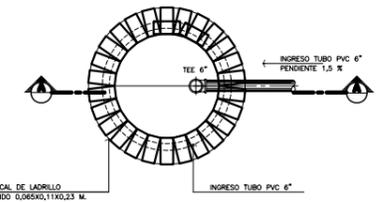
7/8



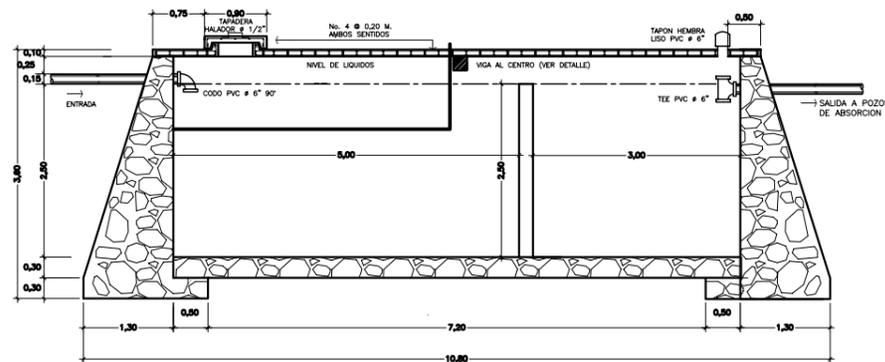
PLANTA FOSA SEPTICA ESCALA 1:50



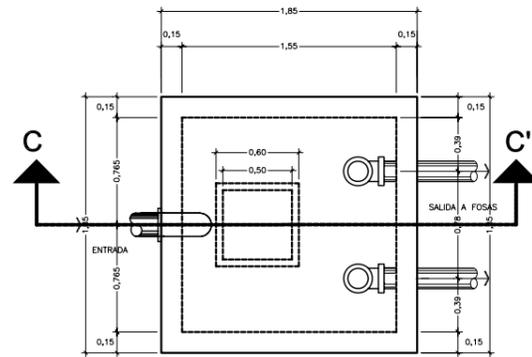
PLANTA ARMADO DE LOSA SUPERIOR ESCALA 1:50



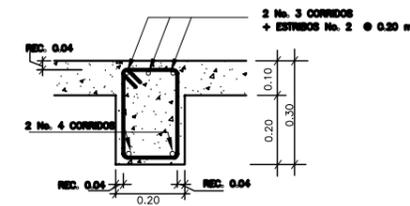
PLANTA POZO DE ABSORCION ESCALA 1:50



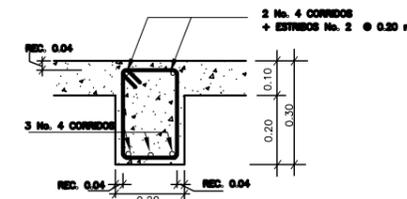
SECCION A-A' ESCALA 1:50



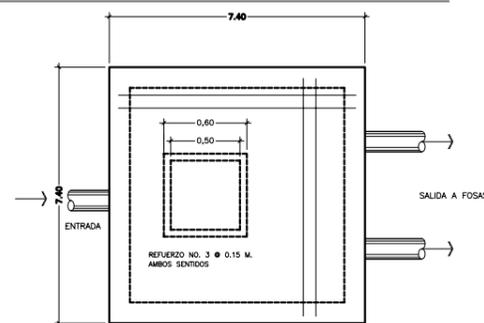
CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDAL ESCALA 1:25



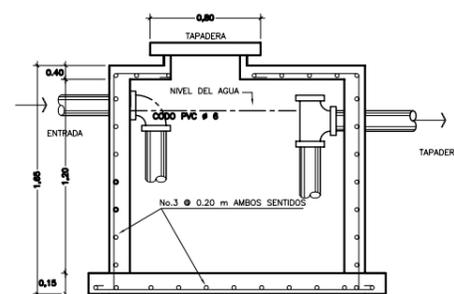
DETALLE DE VIGA CENTRAL ESCALA 1:10



DETALLE DE VIGA CENTRAL ESCALA 1:10

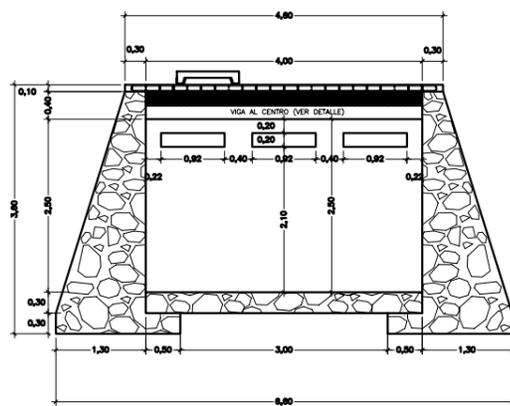


REUERZO DE LOSA ESCALA 1:25

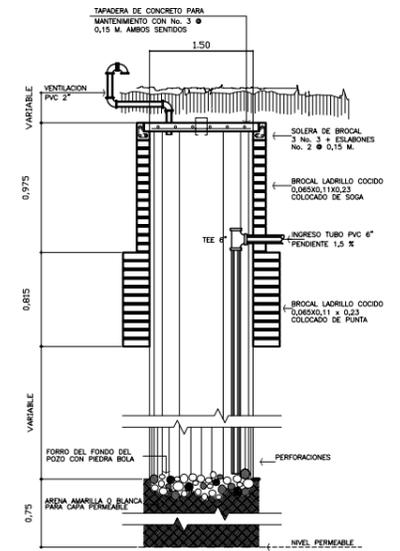


SECCION C-C' ESCALA 1:25

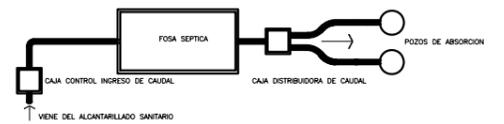
VIGA AL CENTRO (VER DETALLE)



SECCION B-B' ESCALA 1:50



SECCION A-A ESCALA 1:50



ESQUEMA DE DESFOGÜE ESCALA 1:50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 1.- TODA LA TUBERÍA Y ACCESORIOS PARA LAS INSTALACIONES DE LA FOSA SÉPTICA SERÁ PVC Ø 6".
- 2.- EL ESPACIAMIENTO ENTRE POZOS DE ABSORCIÓN SERÁ COMO MÍNIMO DE 4.00 M.
- 3.- EL CONCRETO A UTILIZAR EN Muros SERÁ TIPO CICLÓPEO, EN PROPORCIÓN 66 % PIEDRA BOLA Y 33 % DE SABIETA, EN PROPORCIÓN 1 : 2, CEMENTO : ARENA; PARA LA LOSA SE UTILIZARÁ CONCRETO REFORZADO EN PROPORCIÓN 1 : 2 : 3, CEMENTO : ARENA : PIEDRÍN.
- 4.- LA RESISTENCIA DEL CONCRETO SERÁ DE $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Y EL ACERO DE REFUERZO DE $F_y = 2810 \text{ KG/cm}^2$.
- 5.- SER CONSTRUIRÁN 2 FOSAS SÉPTICAS CON 2 POZOS DE ABSORCIÓN CADA UNA.



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

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA TORERA.

MUNICIPIO: SAN JOSE LA ARADA
DEPARTAMENTO: CHIQUIMULA.

CONTENIDO: **FOSA SÉPTICA Y POZO DE ABSORCIÓN**

EPESISTA:
SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA

SUPERVISOR:
ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA

FECHA:
MAYO 2011

Vo.Bo.: _____
ALCALDE MUNICIPAL

ESCALA:
INDICADA

8 / 8

ANEXOS

Anexo D: sistema de abastecimiento de agua potable

D1. Examen bacteriológico

D2. Análisis físico químico-sanitario

D1. Examen bacteriológico



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

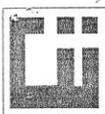


Nº 004156

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-304 359	
O.T. No. 25 197	INTERESADO: <u>SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA</u> (carné 42476)	PROYECTO: "Introducción de agua potable Aldea La Torera, San José La Arada, Chiquimula"	
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA-USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>La Torera</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2009-05-24; 16 h 00 min.</u>	
FUENTE: <u>Nacimiento brote definido</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2009-05-25; 13 h 14 Min</u>	
MUNICIPIO: <u>San José La Arada</u>		CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Chiquimula</u>			
SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>Lig. cantidad</u>		
ASPECTO: <u>Lig. turbia</u>	CLORO 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	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
00,10 cm ³	+++++	+++++	+++++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		≥ 16 x 10 ²	≥ 16 x 10 ²
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN II. Calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, sedimentación, filtración, desinfección). Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua. Guatemala, 2009 -06-09			
Vo.Bo.	 Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC	 Zender Muc Santos Ing. Químico Cel. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

D2. Análisis físico químico-sanitario



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



Nº 004155

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO					
O.T. No. 25 197				INF. No. 23 681	
INTERESADO:	SERGIO ANTONIO RAMOS URRUTIA (Carné 42476)	PROYECTO:	EPS "Introducción de agua potable Aldea La Torera, San José La Arada, Chiquimula"		
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	La Torera	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2009-05-24; 16 h 00 min.		
FUENTE:	Nacimiento brote definido	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2009-05-25; 13 h 14 min.		
MUNICIPIO:	San José La Arada	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Chiquimula				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Lig. Turbio	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	29,1° C
2. COLOR:	29,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	186,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	08,90 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH) :	05,90 unidades		
SUSTANCIAS		SUSTANCIAS		SUSTANCIAS	
	mg/L		mg/L		mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,23	6. CLORUROS (Cl)	07,00	11. SOLIDOS TOTALES	121,00
2. NITRITOS (NO ₂)	00,00	7. FLUORUROS (F)	00,72	12. SOLIDOS VOLÁTILES	19,00
3. NITRATOS (NO ₃)	02,86	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	44,00	13. SOLIDOS FIJOS	102,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	02,35	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	08,00
5. MANGANESO (Mn)	00,212	10. DUREZA TOTAL	62,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	99,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L		CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/L	
00,00		00,00		28,00	
ALCALINIDAD TOTAL mg/L					
28,00					

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física ASPECTO turbia (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad 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 2 605, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2009-06-09

Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Zelma Muñoz Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

