



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

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SAN JUAN, ALDEA ARGUETA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA, DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

Norman Leonel Siguí Gil

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, agosto de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SAN JUAN, ALDEA ARGUETA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA, DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

NORMAN LEONEL SIGUÍ GIL

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO 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. Luis Gregorio Alfaro Véliz
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 AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SAN JUAN, ALDEA ARGUETA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA, DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha febrero de 2010.


Norman Leonel Siguí Gil



Guatemala 14 de julio de 2011.
Ref.EPS.DOC.812.07.11.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

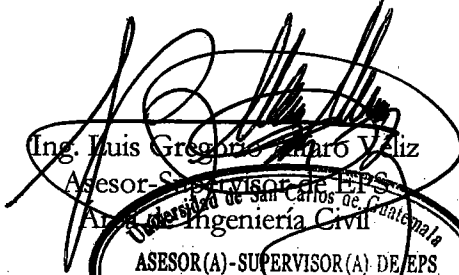
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Norman Leonel Siguí Gil** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200512157**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SAN JUAN, ALDEA ARGUETA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Luis Gregorio Amaro Veliz
Asesor-Supervisor de EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

c.c. Archivo
LGAV/ra



Guatemala, 14 de julio de 2011.

Ref.EPS.D.578.07.11

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

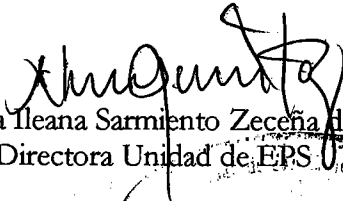
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SAN JUAN, ALDEA ARGUETA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Norman Leonel Siguí Gil**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

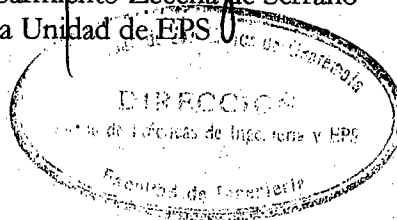
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor -Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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



NISZ/ra



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



Guatemala,
20 de julio de 2011

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

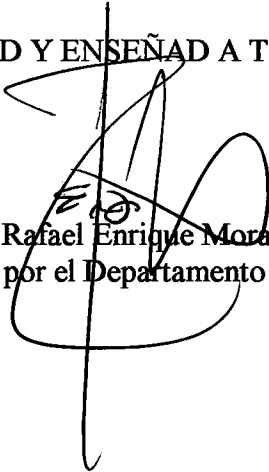
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SAN JUAN, ALDEA ARGUETA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Norman Leonel Siguí Gil, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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 INGENIERÍA
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. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Norman Leonel Siguí Gil, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SAN JUAN, ALDEA ARGUETA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, agosto 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 AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SAN JUAN, ALDEA ARGUETA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA, DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, presentado por el estudiante universitario Norman Leonel Sigui Gil, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, agosto de 2011

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Leonel y Patricia, a quienes amo; porque gracias a ellos soy como soy, me enseñaron el buen camino y sobre todo porque a ellos les debo mi vida.

Mis hermanos

Mynor y Axel, por su compañía a lo largo de toda mi vida, en la que hemos compartido tantos momentos y por todo el apoyo que siempre me han brindado. Gracias por crecer junto a mí.

Mi novia

Inés, por estar a mi lado, desde hace más de un año, dándome apoyo y amor. Por ser la mujer que me inspira a seguir luchando y porque la amo.

Mis amigos

Porque no es fácil encontrar tan buenos amigos, con los que uno crece y comparte tan buenos momentos. Amigos con los que siempre se puede contar.

Mis familiares

A mis demás familiares, que directa o indirectamente me han apoyado y siempre habían esperado verme como ingeniero civil.

AGRADECIMIENTOS A:

- Mis padres** Por su esfuerzo en darme una buena educación y amor a lo largo de todos estos años. Porque me apoyaron y siguen apoyando para ser cada día mejor.
- Mi novia** Por estar a mi lado alentándome a seguir adelante y terminar este trabajo de graduación.
- Mis amigos** A todos los amigos que me ayudaron a lo largo de mi carrera, con su amistad y compartiendo su conocimiento.
- Mi asesor** Ing. Luis Alfaro, por ser guía en todo el EPS, brindando consejo y conocimiento técnico para poder realizar un buen trabajo.
- Municipalidad de Sololá** Por haberme aceptado durante el EPS. A todos los trabajadores de la OMA por brindarme su amistad y conocimiento.
- Mis profesores** Por su dedicación y esfuerzo en la enseñanza que me formó.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	I
FIGURAS	I
TABLAS	II
LISTADO DE SÍMBOLOS	III
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Características físicas	1
1.1.1. Localización y colindancias	1
1.1.2. Ubicación geográfica	2
1.1.3. Topografía	2
1.1.4. Aspectos climáticos	2
1.1.5. Tipo de vivienda	3
1.1.6. Situación demográfica	3
1.1.7. Población actual	3
1.2. Características de infraestructura	4
1.2.1. Vías de acceso	4
1.2.2. Servicios públicos	4
1.3. Características socioeconómicas	5
1.3.1. Origen de la comunidad	5

1.3.2.	Actividad económica	7
1.3.3.	Idioma y religión	7
1.3.4.	Organización de la comunidad.....	8

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1.	Diseño del sistema de agua potable para el caserío San Juan, aldea Argueta del municipio de Sololá del departamento de Sololá.	11
2.1.1.	Sistema de agua potable	11
2.1.2.	Descripción del proyecto.....	12
2.1.3.	Localización de la fuente.....	12
2.1.4.	Calidad del agua	12
2.1.4.1.	Análisis físico-químico.....	13
2.1.4.2.	Análisis bacteriológico.....	13
2.1.5.	Aforos.....	14
2.1.6.	Levantamiento topográfico.....	14
2.1.6.1.	Planimetría	15
2.1.6.2.	Altimetría	15
2.1.7.	Período de diseño	16
2.1.8.	Cálculo de la población	16
2.1.9.	Requerimientos de diseño	18
2.1.9.1.	Caudal de diseño	18
2.1.9.2.	Bases de diseño.....	18
2.1.9.3.	Dotación	19
2.1.10.	El consumo y sus variaciones.....	20
2.1.10.1.	Consumo medio diario	20
2.1.10.2.	Caudal máximo diario.....	21
2.1.10.3.	Caudal máximo horario	22
2.1.10.4.	Caudal de bombeo	23
2.1.11.	Diseño hidráulico.....	24

2.1.11.1.	Diseño y tipo de tubería.....	24
2.1.11.2.	Diseño de la línea de conducción.....	24
2.1.11.2.2.	Diseño de equipo de bombeo a utilizar	34
2.1.11.2.2.1.	Carga dinámica total	35
2.1.11.2.2.2.	Sobre presión por golpe de ariete	36
2.1.11.2.2.3.	Selección de la bomba	38
2.1.11.2.2.4.	Especificaciones del equipo de bombeo	43
2.1.11.3.	Sistema de desinfección.....	44
2.1.11.4.	Volumen del tanque de almacenamiento	46
2.1.11.5.	Volumen del tanque de succión.....	47
2.1.11.6.	Diseño de la red de distribución	48
2.1.12.	Obras hidráulicas	53
2.1.12.1.	Cajas de captación.....	53
2.1.12.2.	Válvulas de limpieza.....	54
2.1.12.3.	Válvulas de aire	55
2.1.12.4.	Cajas rompe presión	57
2.1.12.5.	Pasos de zanjón	57
2.1.12.6.	Conexión predial.....	58
2.1.12.7.	Pasos aéreos.....	58
2.1.12.8.	Diseño del tanque de distribución.....	59
2.1.13.	Evaluación de impacto ambiental	68
2.1.14.	Presupuesto	70
2.1.15.	Programa de operación y mantenimiento.....	72

2.1.16.	Propuesta de tarifa.....	72
2.1.17.	Evaluación socio-económica.....	73
2.1.17.1.	Valor presente neto.....	73
2.1.17.2.	Tasa interna de retorno.....	74
2.2.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío	
	Hierba Buena del municipio de Sololá del departamento de Sololá .	76
2.2.1.	Descripción del proyecto.....	76
2.2.1.1.	Alcance del proyecto.....	76
2.2.2.	Topografía.....	77
2.2.2.1.	Levantamiento topográfico.....	77
2.2.2.2.	Altimetría y planimetría.....	77
2.2.3.	Período de diseño.....	77
2.2.4.	Cálculo de la población futura.....	78
2.2.5.	Parámetros del caudal de diseño.....	78
2.2.5.1.	Consideraciones generales.....	79
2.2.5.1.1.	Caudal.....	79
2.2.5.1.2.	Velocidad.....	79
2.2.5.1.3.	Tirante.....	80
2.2.5.1.4.	Uso del agua.....	80
2.2.5.2.	Caudal domiciliar.....	80
2.2.5.3.	Caudal por conexiones ilícitas.....	81
2.2.5.4.	Caudal de infiltración.....	82
2.2.5.5.	Caudal comercial.....	82
2.2.5.6.	Caudal industrial.....	83
2.2.6.	Requerimientos de diseño.....	84
2.2.6.1.	Dotación y factor de retorno.....	84
2.2.6.2.	Factor de caudal medio.....	84
2.2.6.3.	Caudal máximo.....	85
2.2.6.4.	Factor de <i>Harmond</i>	85

2.2.6.5.	Caudal de diseño.....	85
2.2.6.6.	Sección llena y parcialmente llena	86
2.2.6.7.	Velocidad de diseño	87
	2.2.6.7.1. Fórmula de <i>Manning</i>	87
	2.2.6.7.2. Velocidad máxima y mínima	88
2.2.6.8.	Cálculo de cotas invert	88
2.2.6.9.	Diámetros de tubería	89
	2.2.6.10. Pozos de visita.....	90
	2.2.6.11. Profundidad de tubería	91
	2.2.6.12. Tabla de resultados	91
2.2.7.	Evaluación de impacto ambiental.....	96
2.2.8.	Planos constructivos.....	96
2.2.9.	Presupuesto	97
2.2.10.	Cronograma de ejecución	98
2.2.11.	Especificaciones técnicas.....	100
2.2.12.	Evaluación socio-económica	106
	2.2.12.1. Valor presente neto	106
	2.2.12.2. Tasa interna de retorno	108
CONCLUSIONES		109
RECOMENDACIONES		111
BIBLIOGRAFÍA.....		113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Relación entre caudal medio diario y caudal máximo diario	21
2.	Relación entre caudal medio diario y caudal máximo horario	22
3.	Presión atmosférica vs. altitud.....	41
4.	Esquema de una red de distribución abierta	49
5.	Esquema de una red de distribución cerrada	50
6.	Captación de brote definido.....	53
7.	Ubicación de válvulas de limpieza	55
8.	Esquema de una válvula de limpieza	55
9.	Esquema de una válvula de aire	56
10.	Ubicación de válvulas de aire	56
11.	Esquema de una caja rompe presión	57
12.	Paso de zanjón.....	58
13.	Paso aéreo	59
14.	Planta de la losa del tanque de distribución	60
15.	Momentos positivos en la losa.....	62
16.	Armado de losa	65
17.	Dimensionamiento del muro de gravedad	66
18.	Flujo de caja del proyecto.....	74
19.	Flujo de caja simplificado	75
20.	Relación de diámetros, sección llena y parcialmente llena.....	86
21.	Flujo de caja del proyecto.....	107
22.	Flujo de caja simplificado	108

TABLAS

I.	Costo mensual por bombeo	32
II.	Costo mensual por tubería.....	34
III.	Costo mensual total de la línea de impulsión.....	34
IV.	Presión de vapor y carga de presión de vapor del agua	42
V.	Cálculo del peso y de los momentos en el muro.....	67
VI.	Listado taxativo	70
VII.	Presupuesto del proyecto	71
VIII.	Cálculo del valor presente neto.....	73
IX.	Diseño PV-1 a PV-42.....	92
X.	Diseño de PV-17 a PV-42.....	93
XI.	Diseño de PV-41 a PV-63.....	94
XII.	Diseño de PV-53 a PV 63 y PV-63 a PV-69.....	95
XIII.	Listado taxativo	96
XIV.	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario	98
XV.	Cronograma de ejecución del sistema de alcantarillado sanitario	99
XVI.	Anchos de zanja según la profundidad.	102
XVII.	Cálculo del valor presente neto.....	106

LISTADO DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
g	Aceleración gravitacional
z	Ancho de zanja (m)
A	Área de la tubería (m^2)
h_{vp}	Carga de presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo
h_{sp}	Carga de presión estática sobre el fluido en el almacenamiento
$NPSH_D$	Carga de succión neta disponible
$NPSH_R$	Carga de succión neta requerida
CDT	Carga dinámica total
Q	Caudal
Q_{com}	Caudal comercial
Q_B	Caudal de bombeo
Q_e	Caudal del agua en la entrada al sistema de desinfección
Q_{dom}	Caudal domiciliario
Q_{ind}	Caudal industrial

QMD	Caudal máximo diario
QMH	Caudal máximo horario
Q_{ci}	Caudal por conexiones ilícitas
Q_i	Caudal por infiltración
Q_{md}	Caudal medio diario
$Q_{unitario}$	Caudal unitario
C	Coefficiente de fricción
n	Coefficiente de rugosidad
CT	Cota del terreno
CIE	Cota invert de entrada (pozo de visita)
CIS	Cota invert de salida (pozo de visita)
CIS_o	Cota invert de salida inicial (caja de visita)
D_c	Demanda de cloro (mg/l)
\emptyset	Diámetro de la tubería
\emptyset_{int}	Diámetro interno de la tubería
H	Diferencia de cotas de terreno
H_d	Diferencia de cotas entre el tanque de succión y el tanque de distribución
h_s	Diferencia de elevación desde el nivel del fluido en el depósito, a la línea central de la entrada de succión de la bomba

DH	Distancia horizontal
Dot	Dotación (l/hab/día)
e	Eficiencia de la bomba
E	Espesor de la pared de la tubería (cm)
f _{qm}	Factor de caudal medio
f _{dm}	Factor de día máximo
FH	Factor de <i>Harmond</i>
f _{hm}	Factor de hora máxima
FR	Factor de retorno
F _c	Flujo de cloro en gramos/hora
GA	Golpe de ariete
°C	Grados Celsius
kPa	Kilopascales
L _{dis}	Longitud de diseño
E	Módulo de elasticidad del material de la tubería
K	Módulo de elasticidad volumétrica del agua
No Hab	Número de habitantes
s	Pendiente de la tubería
H _f	Pérdida de carga
h _{fM}	Pérdida de carga mayor
h _{fM}	Pérdida de carga menor
H _f	Pérdida de impulsión

H_v	Pérdida de velocidad en la tubería
H_f	Pérdida en la tubería en metros
H_m	Pérdidas menores por accesorios
t_b	Período de bombeo
n	Período de diseño
γ_{cc}	Peso específico del concreto ciclópeo
γ_{agua}	Peso específico del agua
γ_{suelo}	Peso específico del suelo
P_o	Población actual
P_f	Población futura de diseño
POT	Potencia de la bomba
H_{PV}	Profundidad de pozo de visita
L_2	Segunda longitud a encontrar
R	Tasa de crecimiento
t	Tiempo de llenado del recipiente
v	Velocidad
V	Velocidad a sección llena (m/s)
Vol	Volumen de excavación (m ³)
Vol	Volumen del recipiente
Vol _T	Volumen del tanque

GLOSARIO

Aforo	Medición del caudal de agua que lleva una corriente.
Aguas negras	Agua que se desecha después de haber servido para un fin, puede ser doméstica, comercial o industrial.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos del ser humano.
Agua sanitariamente segura	Agua libre de microorganismos patógenos y de sustancias químicas dañinas a la salud.
Caudal	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un instante dado. Sus expresiones más usuales son litros por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto.
Cavitación	Fenómeno que se suscita cuando la presión disminuye en el ojo del impulsor de una bomba, hasta ser menor que la presión de vapor de agua.

Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde la candela hasta el colector principal.
Consumo	Cantidad de agua que realmente es usada por una persona.
Cotas invert	Cota o altura de la parte inferior e interior del tubo ya instalado.
Demanda	Cantidad de agua utilizada por el usuario.
Diámetro	Línea recta que pasa por el centro y dos puntos cualesquiera de la circunferencia del círculo o de la superficie de la esfera.
Dotación	Cantidad de agua que se asigna a una persona por día.
Infiltración	Introducir gradualmente un líquido en los poros o intersticios de un cuerpo sólido.
Tirante	Altura del agua dentro de una tubería.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-, realizado en el municipio de Sololá del departamento de Sololá, el cual tiene como objetivo fundamental proporcionar soluciones técnicas en respuesta a las necesidades reales de la población.

El trabajo se divide en la fase de investigación y en la fase de servicio técnico profesional. La primera se refiere a lo que es la monografía y características más importantes de las comunidades a beneficiar, la segunda comprende el desarrollo de los proyectos diseñados.

El primer proyecto es el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío San Juan de la aldea Argueta, y el segundo proyecto es el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Hierba Buena. Para ambos se presentan los aspectos técnicos y requerimientos de diseño, el procedimiento de diseño, la elaboración de planos, presupuestos y cronogramas de ejecución.

OBJETIVOS

General

Contribuir al desarrollo del municipio de Sololá, a través del diseño de proyectos que sean prioridad en las comunidades del municipio.

Específicos

1. Diseñar un sistema de agua potable para el caserío San Juan de la aldea Argueta, para abastecer a sus habitantes actuales y futuros, de este líquido vital.
2. Realizar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Hierba Buena, capaz de cubrir la comunidad entera y así mejorar las condiciones sanitarias de la misma.
3. A través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), poner en práctica los conocimientos adquiridos en la formación académica, y de esta forma contribuir al desarrollo del país.

INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), es la actividad que se realiza con el objetivo de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera, a través del estudio completo de proyectos que puedan aportar soluciones a la problemática que sufre la mayoría de comunidades del interior del país en materia de ingeniería civil, contribuyendo así a mejorar las condiciones de vida de éstas.

Luego del análisis de las necesidades de cada comunidad del municipio de Sololá del departamento de Sololá, se determinó como de suma prioridad el diseño de un sistema de agua potable en el caserío San Juan de la aldea Argueta y como segundo proyecto el diseño de la red de alcantarillado para el caserío Hierba Buena.

Debido a la sobresaliente contaminación del lago de Atitlán, hay gran interés en proyectos de agua y saneamiento para el departamento de Sololá.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Características físicas

1.1.1. Localización y colindancias

San Juan Argueta se sitúa al noroeste de la ciudad de Sololá y a una altura de 2 113,5 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con el cantón Pixabaj y el lugar llamado María Tecún, Muchulic Bac; al poniente con Pop Abaj, al oriente con los cantones Pixabaj y Chaquijya, y al sur con la cuenca del río Kisk'ap.

Administrativamente el caserío San Juan, pertenece a la aldea Argueta del municipio y departamento de Sololá.

El caserío Hierba Buena se encuentra en el área poniente del municipio de Sololá a una distancia de 1 kilómetro de la cabecera municipal y a 142 kilómetros de la ciudad capital. Se encuentra a una altura de 2 150 metros sobre el nivel del mar.

Este caserío colinda al norte con el caserío Panca, al oeste con el cantón Chuaxic, y Chuiquel, al sur con Kisk'ap y San Antonio y al este con Barrio San Antonio, todas ellas pertenecientes al municipio y departamento de Sololá.

1.1.2. Ubicación geográfica

El caserío Hierba Buena se ubica en latitud 14° 46' 39" norte y longitud 91° 11' 37" oeste. El caserío San Juan está a una latitud de 14° 49' 15" norte y longitud 91° 13' 35" oeste.

1.1.3. Topografía

La topografía de ambos caseríos es montañosa y quebrada, especialmente en el caserío Hierba Buena. Los dos caseríos se caracterizan por un suelo fértil, ideal para la agricultura de diversas hortalizas.

1.1.4. Aspectos climáticos

El clima frío es característico de estos dos caseríos, debido a la gran altitud en la que se encuentran. Por las mañanas puede haber un calor ligero, pero por las tardes el frío predomina con un viento muchas veces fuerte.

Según datos anuales de la estación meteorológica del INSIVUMEH, El Tablón, ubicada en el departamento de Sololá: la temperatura máxima oscila entre 20 °C y 23 °C, y la mínima entre 8 °C y 10 °C. Se promedian 120 días de lluvia anuales. La humedad relativa anual oscila entre 70 y 80%. El brillo solar medio es de 190 horas. La velocidad media del viento es de 5,6 km/h.

1.1.5. Tipo de vivienda

El caserío San Juan cuenta con 72 viviendas, en su mayoría son de block sin repello y un pequeño porcentaje son de madera o adobe. Casi todas las viviendas poseen techo de lámina galvanizada y piso de cemento.

En el caserío Hierba Buena existen 103 viviendas. Por su cercanía al casco urbano de Sololá, la mayoría son de block y un buen número tienen losa tradicional de concreto armado. La mayoría posee piso de cemento y solo unas pocas están repelladas en el exterior e interior.

1.1.6. Situación demográfica

Sololá es uno de los departamentos del país con más proporción de población indígena de Guatemala: un 94% del total de habitantes, perteneciente a los grupos kaqchikel, kiché y tzutuj'il. La población del caserío Hierba Buena es de origen maya kaqchikel y del caserío San Juan maya kiché.

1.1.7. Población actual

En la comunidad Hierba Buena existen 103 viviendas y tiene un total de 618 habitantes. En cuanto a la distribución por sexo, las mujeres representan el 56,1% y los hombres el 43,9%. La población es mayoritariamente joven con edad menor a 20 años distribuidos de la siguiente forma: 3,95% de niños y niñas menores de 1 año, 24,74% de 1 a 9 años, y 27,41% de 9 a 20 años. En resumen, se puede decir que la población es mayoritariamente femenina y joven.

El caserío San Juan cuenta con 72 viviendas y aproximadamente 430 habitantes, según el censo hecho por la misma comunidad. En cuanto a la distribución por sexo, las mujeres representan el 52,73% y los hombres el 47,27%. La población es mayoritariamente joven con edad menor a 20 años distribuidos de la siguiente forma: 2,57% de niños y niñas menores de 1 año, 24,44% de 1 a 9 años, y 27,82% de 9 a 20 años.

1.2. Características de infraestructura

1.2.1. Vías de acceso

El caserío Hierba Buena cuenta con dos vías de acceso. Estas se encuentran en la carretera hacia el municipio San José Chacayá a aproximadamente 1 kilómetro del casco urbano de la cabecera departamental. El primer acceso es un empedrado de aproximadamente 300 metros, el segundo acceso es de terracería. Llegar al área central del caserío se torna difícil en invierno ya que la mayor parte es de terracería.

El acceso al caserío San Juan, es de carretera asfaltada de aproximadamente 1 500 metros hasta llegar a la entrada del lugar, dentro del caserío todos los caminos son de terracería.

1.2.2. Servicios públicos

El caserío San Juan cuenta ya con algunos sistemas de agua potable ineficientes. No cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario ni pluvial, por lo que las aguas pluviales corren por las calles de la comunidad hacia los

riachuelos. Solamente cuentan con letrinas de tipo tradicional. Todas las viviendas están conectadas al sistema eléctrico, pero el alumbrado público es inexistente.

En el caserío Hierba Buena si existe un sistema de agua potable eficiente, que abastece a toda la comunidad. Las aguas negras y pluviales son descargadas hacia las calles que posteriormente dirigen el agua al barranco, esto debido a que no existe un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial. Existe alumbrado público en casi todas las calles y todas las viviendas cuentan con este servicio.

1.3. Características socioeconómicas

1.3.1. Origen de la comunidad

Caserío San Juan

El nombre San Juan Argueta proviene de un apellido español. Durante el reinado de Carlos V de España, dos frailes, Juan de Argueta y Juan de Barraneché, al pasar por estas tierras les pareció un lugar propicio para el establecimiento de una hacienda y desde entonces le llamaron San Juan Argueta, que con el tiempo se convirtió en únicamente San Juan. Estos frailes permanecieron en la hacienda, siendo posaderos para los viajeros que venían de México.

En 1890, los padres de familia al ver la necesidad que tenían los niños de aprender, construyeron la escuela que llegaba hasta tercer grado primaria. Los primeros linderos fueron marcados por el rey de España hasta que en 1909 le

pagaron a un ingeniero para remedir el límite, siendo este de 35 caballerías con 400 manzanas y unos metros.

Caserío Hierba Buena

Es llamado así por el agua de nacimiento que usaban para lavar los productos agrícolas que vendían en el mercado. Los compradores al ver que los productos eran lavados con agua limpia, comenzaron a llamar al lugar Hierba Buena, por sus buenas verduras y legumbres.

La comunidad comenzó a poblarse aproximadamente en 1940, siendo los primeros habitantes Gabriel Tuy, Cayetano Chiroy, Santiago Cosiguá Chumil, Albino Cosiguá y Juan Zerat (primer alcalde comunitario).

Desde sus inicios las primeras familias empezaron a trabajar la tierra sembrando maíz y frijol. Los colores de la vestimenta que utilizaban se relacionaban con los colores del maíz: rojo, amarillo, blanco y negro. Actualmente utilizan trajes típicos más modernos, con colores y estilos variados.

Hierba Buena fue reconocido como centro poblado hasta 1976, y se declaró caserío perteneciente al municipio de Sololá.

Desde su llegada las primeras familias empezaron a trabajar en la agricultura, específicamente en la siembra del maíz y frijol.

El idioma que se habla en la comunidad es el Maya Kaqchikel, aunque gran parte de la población también domina el castellano; respecto al traje, las mujeres utilizaban: güipil, corte, sute, una cinta para sostener el cabello, faja. Los hombres: camisa, pantalón, faja, jerga, caites, saco (chaquet) y sombrero.

Los colores de la vestimenta se relacionaban con los colores del maíz, rojo, amarillo, blanco y negro.

En ambos caseríos la participación de la mujer ha aumentado en los últimos años por la orientación e implementación de leyes estatales y tienen valores importantes que contribuyen al desarrollo de la comunidad.

Los días especiales y tradicionales en las comunidades son: Semana Santa, se conmemora la pasión, muerte y resurrección de Jesús, es una época de unión familiar y de reflexión; el día 1 de noviembre se celebra el día de todos los Santos y de los Difuntos, fechas en que se reúnen todas las familias elaboran coronas de flores y se encaminan al cementerio a recordar a sus seres queridos. En Navidad y Año Nuevo cuando se conmemora el nacimiento de Jesús, se realizan actividades religiosas, la quema de cuetillos y para estas fechas se comen manzanas, uvas y tamales.

1.3.2. Actividad económica

En general ambas poblaciones se dedican a la agricultura de diferentes productos ya que cada familia cuenta con pequeñas parcelas. Los cultivos varían, siendo los principales cebolla, papa, maíz y frijol.

1.3.3. Idioma y religión

La religión predominante en ambas comunidades es la cristiana evangélica, pero se pueden encontrar varios habitantes que practican la religión católica y algunos pocos mantienen alguna religión maya.

En el caserío Hierba Buena predomina el idioma maya kaqchikel y en el caserío San Juan el maya kiché. En las dos comunidades la mayoría de los habitantes hablan castellano como segundo idioma. A pesar que mantienen como idioma principal las lenguas mayas, el lenguaje escrito prácticamente ha desaparecido, pocas personas saben escribir en kaqchikel o kiché.

1.3.4. Organización de la comunidad

Los dos caseríos como todos los oriundos del municipio de Sololá, presentan la misma organización comunitaria. Esta se resume de la siguiente manera:

- Alcalde comunitario

Es la persona elegida por la comunidad mediante asambleas y consultas, quien por un período específico de un año, representa la autoridad comunal, promoviendo y liderando asambleas, movilizaciones, resolución de conflictos y acciones sociopolíticas, en beneficio de su comunidad, interrelacionado con las diversas expresiones de organización local y municipal, especialmente con la municipalidad indígena, con quien constituye una asamblea de autoridades a nivel municipal.

Referente de gobierno indígena con legitimidad, identidad, autonomía y libre ejercicio del derecho indígena y del sistema jurídico Maya, la cual se reúne los viernes y martes de cada semana; y de forma extraordinaria las veces que sean necesarias.

- Órgano de coordinación (COCODE)

Estructura comunitaria que impulsa la participación de la población en la planificación y ejecución del desarrollo y en la gestión pública a nivel local. Los COCODES forman parte del Sistema de Consejos de Desarrollo que funciona a nivel nacional.

Según el Decreto 11-2002 del Congreso de la República, Ley del los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, su objetivo primordial es el de organizar y coordinar la administración pública a través de la formulación de políticas de desarrollo, planes y programas presupuestarios, teniendo como una de sus funciones la de promover, facilitar y apoyar la organización y participación efectiva de la comunidad y sus organizaciones, en la priorización de necesidades, problemas y sus soluciones, para el desarrollo integral de la comunidad.

- Comités y comisiones

Estas instancias cumplen diversas funciones, sobre las cuales se constituyen. Tanto en el caserío Hierba Buena como en el caserío San Juan existen: el comité pro-mejoramiento de camino, comités de camino por sectores, comité de agua potable, entre otros.

También se tiene a la comisión de la mujer, quien se constituye en torno al objetivo primordial de concienciar a personas del género femenino, sobre la importancia y necesidad de su participación dentro del proceso de desarrollo de la comunidad; así mismo promueven a mujeres lideresas para abordar los problemas sociales económicos y ambientales existentes dentro de la cabecera

y plantear soluciones para la erradicación de estos obstáculos que no les permite tener una mejor vida.

- Junta escolar o consejo de padres de familia

La junta escolar es una organización civil con personalidad jurídica, que está integrada por padres y madres de niños y niñas inscritas en la escuela y por los maestros y maestras, cuyo objetivo es interactuar efectivamente en el proceso educativo de una comunidad determinada, y apoyar allí, la descentralización de los recursos económicos en la prestación de los servicios de apoyo de los centros educativos oficiales.

- Espiritualidad y religiosidad

La espiritualidad y religiosidad de la comunidad se presenta de forma variada, existiendo expresiones enraizadas en la cosmovisión del pueblo maya, representadas por los Ajq'ij o guías espirituales, lugares sagrados o altares ceremoniales, y valores y expresiones cotidianas que permanecen en la mayoría de las familias y que constituyen el sustento de la identidad cultural propia de la comunidad. Pero también existen expresiones religiosas cristianas como la evangélica y la católica las cuales son representadas en la comunidad por los feligreses, las iglesias y/o capillas, los catequistas, pastores y agrupaciones relacionadas.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de agua potable para el caserío San Juan, aldea Argueta del municipio de Sololá del departamento de Sololá

2.1.1. Sistema de agua potable

El sistema de abastecimiento de agua potable que se diseñará para el caserío San Juan, será capaz de abastecer a todos los habitantes del lugar, con un servicio continuo de agua potable en cantidad suficiente para las necesidades de la población.

El proyecto constará principalmente en una línea de conducción, línea de bombeo y línea principal de distribución. Toda la red de tuberías será de material PVC. La línea de conducción es la que conduce el caudal de la captación hacia el tanque de succión o tanque de bombeo, ubicado en un punto más bajo. Por medio de una bomba se impulsa el caudal a través de la línea de bombeo, hacia un tanque de almacenamiento ubicado en el punto más alto de la comunidad.

Este tanque distribuirá el agua por medio de la línea de distribución que a su vez se divide en cinco pequeños ramales que conducirán el agua hacia cada vivienda. La distribución será por gravedad y contará con una serie de accesorios y válvulas necesarias para el buen funcionamiento del sistema.

2.1.2. Descripción del proyecto

El proyecto tiene como finalidad abastecer a toda la población del caserío San Juan con agua potable, brindando un servicio continuo. Este caserío ya cuenta con el servicio de agua potable pero el actual es ineficiente y no abastece a los 432 habitantes actuales, por lo que el nuevo diseño pretende abarcar todas las viviendas, proporcionando la cantidad de líquido necesario para las actividades diarias de las personas.

El sistema estará constituido de una red abierta de tuberías de PVC que conducirán el agua hacia cada predio, siendo así una conexión predial. El proyecto contará con un sistema de bombeo y la distribución será por gravedad.

2.1.3. Localización de la fuente

La fuente que será captada con la finalidad de abastecer a la población, se encuentra ubicada dentro de los límites territoriales del caserío. Debido a que no está en un punto alto, se requiere del sistema de bombeo hacia el tanque de almacenamiento. El nacimiento de agua fue comprado con aportes de cada habitante ya que este se encuentra dentro de una propiedad privada.

2.1.4. Calidad del agua

Está comprobado que la mayoría de las enfermedades gastrointestinales, son causadas por la mala calidad de agua que beben y utilizan las personas. La calidad del agua está determinada por sus características físicas, químicas y bacteriológicas. En Guatemala, estas características deben cumplir con límites establecidos en la norma COGUANOR 29001. En esta norma se establecen los parámetros que se examinan para determinar si el agua es potable o no.

Cumpliendo con los límites mínimos, se garantiza que el agua sea apta para el consumo humano.

La norma establece límites máximos aceptables y límites máximos permisibles. El primero es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud de los mismos. El límite máximo permisible es el valor arriba del cual el agua no es adecuada para el consumo humano.

2.1.4.1. Análisis físico-químico

El análisis físico es aquel que examina los parámetros físicos del agua, es decir aquellos relativos a su comportamiento físico. Estos parámetros son más de carácter sensorial, son importantes porque el agua debe ser agradable sensorialmente para el consumidor, de lo contrario esta sería rechazada. Los parámetros físicos que se examinan son: turbiedad, color, olor, y sabor.

El análisis químico, es el que examina características químicas relativas a sustancias contenidas en el agua que determinan su calidad. Entre la gran cantidad de parámetros químicos que se examinan, se encuentran: cloro residual, dureza total, potencial de hidrógeno (pH), cloruro, sulfato, calcio, magnesio, sólidos totales disueltos, entre otros.

2.1.4.2. Análisis bacteriológico

Este análisis examina todas las características del agua relativas a la presencia de las bacterias que determinan su calidad. Las características para

agua potable estipulan el número permisible de microorganismos coliformes totales y coliformes fecales en términos de las porciones normales de volumen y del número de porciones que se examina.

2.1.5. Aforos

Existen diversos métodos para aforar un caudal de agua. El aforo del caudal del nacimiento a captar, se hizo con el método volumétrico. Este método es recomendable para caudales pequeños y consiste en determinar en cuanto tiempo se llena de agua un recipiente de volumen conocido. El caudal se da en unidades de volumen sobre tiempo, de la siguiente forma:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q = caudal (l/s)
V = volumen (litros)
t = tiempo (segundos)

Para el cálculo de caudal se utilizó una cubeta con capacidad para cinco galones. Se tomó el tiempo promedio que tomaba en llenarse de agua. Se debe convertir el caudal a unidades de litros por segundo para el diseño. Finalmente se determinó que el caudal que produce la fuente es de 1,2 l/s.

2.1.6. Levantamiento topográfico

Un levantamiento topográfico, se realiza con el fin de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra, y

posteriormente su representación en un plano. Tiene por objeto el cálculo de superficies de volúmenes y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante plantas y perfiles.

Es primordial contar con una buena representación gráfica, que contemple tanto los aspectos altimétricos, como planimétricos, para ubicar de buena forma el proyecto. Además de la línea de tubería, se deben ubicar fuentes de agua, estructuras existentes, pasos de zanjón, quebradas y cualquier detalle que se considere de importancia.

Para la realización del diseño de abastecimiento de agua potable se realizó un levantamiento topográfico para una red abierta, debido a la dispersión de sus viviendas, con lo cual se pretende cubrir a la mayor parte de la población.

2.1.6.1. Planimetría

La planimetría, es la parte de la topografía que comprende los métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala, sobre una superficie plana de todos los detalles interesantes del terreno, prescindiendo de su relieve.

2.1.6.2. Altimetría

La altimetría, se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y

de la distancia inclinada entre cada dos puntos. Como resultado se consigue representar el relieve del terreno.

2.1.7. Período de diseño

El período de diseño, es aquel tiempo en el cual el proyecto brindará un servicio eficiente, es decir son los años que se tiene contemplado que funcionará correctamente el sistema. Para determinar el período de diseño se deben considerar cuestiones como la durabilidad de los materiales de construcción, los costos y tasas de interés vigentes, crecimiento de la población incluyendo posibles cambios en el desarrollo de la comunidad y factibilidad para hacer ampliaciones en el futuro.

Para un proyecto de abastecimiento de agua potable, el período de diseño que se utiliza es de 20 años. En este proyecto se tomará de 21 años por retraso en trámites de gestión y financiamiento.

2.1.8. Cálculo de la población

El cálculo de la población futura, es la determinación de cuantos habitantes se prevé que tendrá la comunidad al final del período de diseño. Para esto existen muchos métodos, la elección de qué método utilizar, depende del criterio del diseñador, de las características sociales de la población y del lugar donde se realiza el proyecto.

Para el caso del caserío San Juan, se utilizó el método de proyección geométrico. Este método se usa especialmente para poblaciones que aún no han alcanzado su desarrollo completo y crecen manteniendo un porcentaje uniforme, obtenido en los períodos pasados. Es una proyección logarítmica que

tiene como base una tasa de crecimiento poblacional, que es obtenida según información de los censos pasados.

La fórmula que utiliza este método para el cálculo de la población futura es la siguiente:

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

Donde:

- P = población futura
- P_o = población actual
- r = tasa de crecimiento poblacional (en porcentaje/100)
- n = período de diseño

La tasa de crecimiento poblacional para el municipio de Sololá, se ha determinado como 3,17% según datos de la municipalidad de Sololá. La población actual del caserío San Juan es de 432 habitantes. Se procede a calcular la población futura a 21 años como sigue:

Datos:

- P_o = 432 habitantes
- r = 3,17% = 0,0317
- n = 21 años

$$P = 432(1 + 0,0317)^{21} \approx 807 \text{ habitantes}$$

2.1.9. Requerimientos de diseño

2.1.9.1. Caudal de diseño

El caudal de diseño depende de varios factores que se reflejan en las actividades domésticas de la población. El consumo de agua cambia con las estaciones, los días de la semana y las horas del día; por lo que para el diseño del sistema de agua potable se deben tomar en cuenta todas estas variaciones para poder satisfacerlas en todo momento.

2.1.9.2. Bases de diseño

Para el diseño de un abastecimiento de agua potable, hay diversos factores a tomar en cuenta. En la Guía para el Diseño de Abastecimientos de Agua Potable a Zonas Rurales INFOM/UNEPAR, se establecen las bases de diseño necesarias para este tipo de proyectos.

Se debe considerar las presiones que se dan en las tuberías. Existe la llamada presión estática que es la que se da dentro de la tubería en el momento que el agua está en reposo. La presión dinámica se da por la energía cinética del fluido en movimiento. Para una línea de conducción la presión estática máxima es de 90 m.c.a. y en la línea de distribución es de 40 m.c.a. La presión dinámica máxima en la red de distribución es de 10 m.c.a.

La velocidad a la que fluye el agua dentro de la tubería de PVC, debe estar dentro de los siguientes límites: para conducción entre 0,5 m/s y 3,0 m/s y para la línea de distribución entre 0,4 m/s y 2,0 m/s. Estos límites se dan para evitar sedimentación y erosión dentro de la tubería.

Las tuberías de PVC siempre deben estar enterradas. La profundidad mínima es de 0,60 metros sobre la corona (nivel superior del tubo) y si los terrenos son para uso agrícola, la profundidad mínima será de 0,80 metros. Para tuberías enterradas bajo calles o vías ferroviarias, la profundidad no debe ser menos a 1,20 metros.

Se tienen los siguientes datos para el diseño del sistema para el caserío San Juan:

- Población actual de 432 habitantes
- Población futura de 807 habitantes
- Conexión predial
- Línea de conducción por gravedad hacia tanque de bombeo
- Línea de distribución por gravedad
- Período de diseño de 21 años. Para la bomba el período de diseño es de 10 años

2.1.9.3. Dotación

La dotación es la cantidad de agua que se le asigna diariamente a cada habitante. Para determinar esta cantidad, se deben considerar factores de clima, nivel de vida, actividades productivas, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, administración del sistema y presiones del mismo. La dotación está dada en litros por habitante por día (l/hab/día). Para el caserío San Juan, por ser un sistema de abastecimiento con conexión predial, la dotación adoptada es de 60 l/hab/día.

2.1.10. El consumo y sus variaciones

En un sistema de abastecimiento de agua potable, el consumo de agua varía continuamente en función del tiempo, de las condiciones climáticas, costumbres de la población, condiciones económicas, etc. La finalidad del sistema es suministrar agua en forma continua y con presión suficiente para satisfacer las necesidades de la población. Para esto es necesario prever las variaciones que se pueden dar durante el día. Tales variaciones pueden expresarse en función del caudal medio diario multiplicado por ciertos factores.

2.1.10.1. Consumo medio diario

También llamado caudal medio diario, es el caudal que se estima consumirá la población en un día. Es la media aritmética de los caudales diarios consumidos durante un año. En caso de no contar con registros anuales de consumo, el caudal medio diario se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{md} = \frac{\text{dotación} * \text{No.habitantes}}{86\,400^s/\text{día}}$$

Para el diseño del sistema de agua potable del caserío San Juan, el cálculo del caudal medio diario es como sigue:

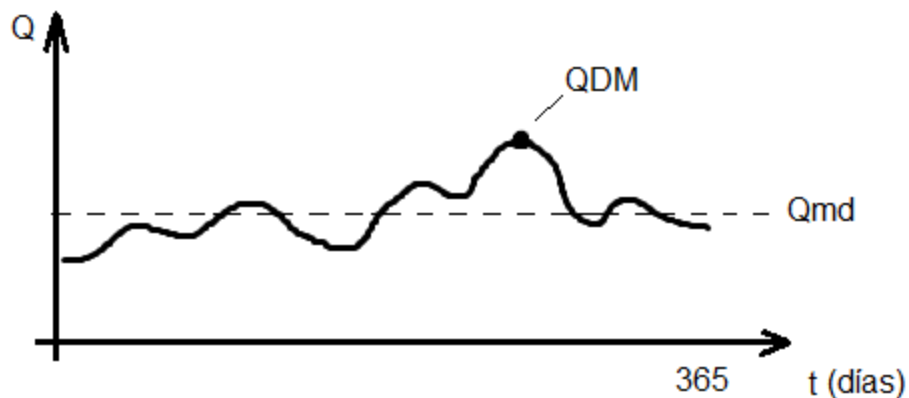
$$Q_{md} = \frac{60 \text{ l/hab/día} * 807 \text{ hab.}}{86\,400^s/\text{día}} = 0,56 \text{ l/s}$$

Se debe tomar en cuenta, en caso existiera, la dotación que debe tener una escuela, iglesias, rastros, etc. En el caserío San Juan, el sistema de agua es para uso exclusivamente doméstico.

2.1.10.2. Caudal máximo diario

Es el consumo máximo durante 24 horas, según los registros de un año, sin tener en cuenta los gastos originados por incendio. Este valor se utiliza para el diseño de la línea de conducción. A falta de registros de caudales, se calcula el caudal de día máximo (QDM) como el producto del caudal medio diario por el factor de día máximo (fdm).

Figura 1. Relación entre caudal medio diario y caudal máximo diario



Fuente: elaboración propia.

El factor de día máximo, según la Norma para Diseño de Acueductos Rurales de UNEPAR, varía entre 1,2 y 1,5, para poblaciones menores a 1 000 habitantes, y para poblaciones mayores a 1 000 habitantes, 1.2.

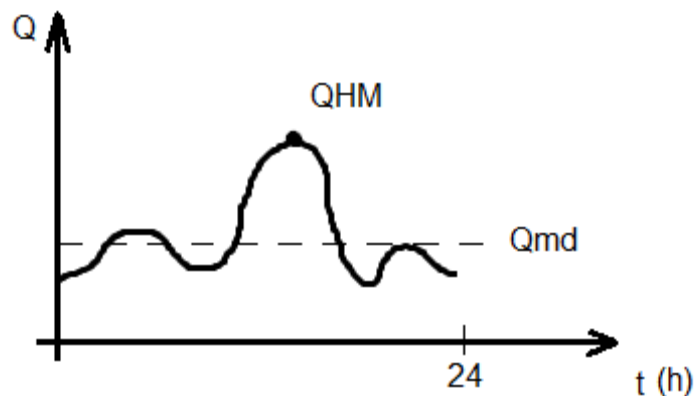
$$QMD = Qmd * fdm$$

$$QMD = 0,56 \text{ l/s} * 1,5 = 0,86 \text{ l/s}$$

2.1.10.3. Caudal máximo horario

También es llamado caudal de hora máxima. Es el caudal correspondiente a la hora de máximo consumo en el día de máximo consumo. Se obtiene a través de registros de consumos, en caso de no contar con estos, se obtiene multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima (f_{hm}).

Figura 2. Relación entre caudal medio diario y caudal máximo horario



Fuente: elaboración propia.

El factor de hora máxima, según la norma de UNEPAR, varía entre 2 y 3, dependiendo de la población. Se utiliza 2 para poblaciones mayores a 1 000 habitantes, y entre 2 y 3 para poblaciones menores a 1 000 habitantes.

$$QHM = Qmd * fhm$$

$$QHM = 0,56 \text{ l/s} * 3 = 1,68 \text{ l/s}$$

2.1.10.4. Caudal de bombeo

Cuando se requiere de un sistema de bombeo para poder llevar el agua hacia la ubicación del tanque de distribución, se debe considerar un caudal de bombeo suficiente para poder cubrir el consumo máximo diario en un determinado período de tiempo de bombeo. Se recomienda que el tiempo de bombeo sea entre 8 y 12 horas diarias. Se debe tomar en cuenta que mientras más sea el tiempo de bombeo, más será el gasto en electricidad, gasolina o diesel por uso de la bomba.

La fórmula para calcular el caudal de bombeo es:

$$Q_b = \frac{QMD * 24 \text{ h/día}}{t_b}$$

Donde:

Q_b = caudal de bombeo

QMD = caudal máximo diario

T_b = horas de bombeo diarias

Para el proyecto de agua del caserío San Juan, se diseñará con un período de bombeo de 8 horas, esto por ser una comunidad pequeña de escasos recursos. El cálculo del caudal de bombeo es el siguiente:

$$Q_b = \frac{0,86 \text{ l/s} * 24 \text{ h/día}}{8 \text{ h/día}} = 2,52 \text{ l/s}$$

2.1.11. Diseño hidráulico

Dentro del diseño hidráulico se encuentran los parámetros y criterios utilizados para la realización del proyecto, los cuales consisten en la determinación de diámetros de tuberías, planos de construcción, diseño de obras complementarias, presupuesto, cronograma, estudio ambiental y otros aspectos importantes para el óptimo funcionamiento del sistema.

2.1.11.1. Diseño y tipo de tubería

Generalmente para sistemas de acueductos, se utiliza tubería de polivinilo rígido (PVC) y tubería de hierro galvanizado (HG). El uso del material de la tubería está determinado por las presiones de trabajo, el costo y depende también si la tubería irá expuesta al ambiente (HG) o enterrada (PVC). Para el sistema de agua potable del caserío San Juan, se utilizará tubería PVC en su totalidad, esto es línea de conducción y línea de distribución.

2.1.11.2. Diseño de la línea de conducción

La línea de conducción comprende la tubería y obras necesarias para conducir el agua desde la salida de la captación, hasta el tanque de succión (por gravedad), y la conducción por bombeo desde el tanque de succión hasta el tanque de distribución. La conducción por bombeo, también llamada línea de impulsión, se divide en tubería de succión y tubería de descarga.

La tubería de succión, es la que va conectada directamente a la entrada de la bomba, uniéndola con el volumen de agua a elevarse. Es

importante tener en cuenta que se debe tener una pendiente de elevación continua hacia la bomba, sin puntos altos, para evitar la formación de burbujas de aire, y que el diámetro sea igual o mayor que el diámetro de la tubería de descarga. Si se quiere una tubería de succión larga, el diámetro de la tubería debe aumentarse para reducir la resistencia al paso del agua.

La tubería de descarga, es la que se coloca en la salida de la bomba. Generalmente dirige el agua hacia un tanque de almacenamiento, aunque puede conectarse directamente a la tubería de distribución.

La conducción puede ser libre o forzada. En la conducción libre, el agua se conduce a presión atmosférica y se diseña el conducto, que puede ser cerrado o abierto, por medio de la fórmula de *Manning*.

$$Q = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * S^{1/2} * A$$

Donde:

- Q = caudal
- Rh = radio hidráulico
- S = pendiente
- A = área de la sección

Para el cálculo de conducciones forzadas, se utiliza la fórmula de *Hazen-Williams*. Esta fórmula permite encontrar las pérdidas de carga en las tuberías. Las que se dan principalmente por fricción. Dicha fórmula solo se aplica para conducción de agua, no para conducción de otro tipo de líquido. A continuación se presenta la fórmula de *Hazen-Williams*:

$$H_f = \frac{1743,811 * L_{dis.} * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \Phi^{4,87}}$$

Donde:

- H_f = pérdida de carga en la tubería (metros).
- $L_{dis.}$ = longitud de diseño (longitud horizontal en metros multiplicada por un factor de 1,05 debido a las irregularidades topográficas del terreno).
- Q = caudal de diseño (caudal proveniente de la captación en l/s).
- C = coeficiente de fricción por tipo de tubería (150 para PVC y 100 para HG).
- Φ = diámetro interno de la tubería (pulgadas).

Para el diseño de la línea de conducción por gravedad del sistema de agua del caserío San Juan, se tienen los siguientes datos:

- Cota de salida de la captación = 1 004,36 m
- Cota del tanque de succión = 997,64 m
- H_f (diferencia de cotas) = 1 004,36 m – 997,66 m = 6,70 m
- $L_{dis.}$ = 156,32 m * 1,05 = 164,14 m
- Q = 1,2 l/s
- C = 150 para PVC

Se debe utilizar la fórmula de *Hazen-Williams* para encontrar los diámetros requeridos, para esto se despeja en la fórmula, el diámetro.

$$\Phi = \left(\frac{1743,811 * L_{dis.} * Q^{1,85}}{C^{1,85} * H_f} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$\phi = \left(\frac{1743,811 * 164,14 * 1,2^{1,85}}{150^{1,85} * 6,70} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 1,42''$$

El diámetro obtenido, es el diámetro teórico que indica que diámetros comerciales se deben escoger. En la línea de conducción se utilizan dos diámetros distintos, para lograr que las pérdidas sean iguales a la altura disponible. Se utilizarán los siguientes diámetros:

$$\Phi_1 = 1 \frac{1}{2}''$$

$$\Phi_2 = 1''$$

Se procede a calcular las pérdidas de carga debidas a estos diámetros:

$$H_{f2} = \frac{1743,811 * 164,14m * 1,2l/s^{1,85}}{150^{1,85} * 1''^{4,87}} = 37,80 \text{ m}$$

$$H_{f1} = \frac{1743,811 * 164,14m * 1,2l/s^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5''^{4,87}} = 5,25 \text{ m}$$

Ahora se calcula la longitud para cada diámetro de tubería. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$L_2 = \frac{L_{dis}(H - H_{f1})}{(H_{f2} - H_{f1})}$$

Donde:

L_2 = longitud de la tubería de diámetro menor.

L_{dis} = longitud de diseño.

H = diferencia de cotas de terreno.

H_{f1} = pérdida de carga en tubería de diámetro menor.

H_{f2} = pérdida de carga en tubería de diámetro mayor.

$$L_2 = \frac{164,14 (6,70 - 5,25)}{(37,80 - 5,25)} = 7,32 \text{ m}$$

La longitud de la tubería de mayor diámetro, se obtiene por la diferencia entre la longitud de diseño y la longitud de la tubería de menor diámetro.

$$L_1 = 164,14\text{m} - 7,32\text{m} = 156,82 \text{ m}$$

Se deben calcular las pérdidas reales, debido a los nuevos diámetros con sus respectivas longitudes. La suma de las pérdidas reales debe ser igual a la diferencia de cotas entre la captación y el tanque de succión.

$$H_{f2} = \frac{1743,811 * 7,32\text{m} * 1,2\text{l/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 1^{4,87}} = 1,69 \text{ m}$$

$$H_{f1} = \frac{1743,811 * 156,82\text{m} * 1,2\text{l/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5^{4,87}} = 5,01 \text{ m}$$

$$H_{f1} + H_{f2} = 1,69\text{m} + 5,01\text{m} = 6,70\text{m} \rightarrow \text{igual a la diferencia de cotas.}$$

2.1.11.2.1. Tubería de descarga

Como se explicó anteriormente, es la tubería que sale de la bomba para conducir el agua hacia el tanque de almacenamiento. La velocidad mínima del agua es de 0,4 m/s y la máxima es de 3 m/s.

En base a los límites de velocidad, se calcula el diámetro de la tubería con la fórmula siguiente:

$$\phi = \sqrt{\frac{1,974 * Q_B}{v}}$$

Donde:

Φ = diámetro de la tubería en pulgadas

v = velocidad del fluido (m/s)

Q_B = caudal de bombeo (l/s)

$$\phi_1 = \sqrt{\frac{1,974 * 2,52}{3}} = 3,53''$$

$$\phi_2 = \sqrt{\frac{1,974 * 2,52}{0,4}} = 1,29''$$

Este cálculo indica el rango de diámetros que se pueden analizar. El análisis será en base a las pérdidas, y al costo mensual de la tubería y el costo mensual, debido al gasto eléctrico de la bomba. Se analizarán las tuberías de diámetro de 2, 2,5 y 3 pulgadas.

El primer paso, es revisar que las velocidades que llevaría el caudal de agua en cada diámetro, cumplan con los límites establecidos. Para esto se utiliza la siguiente fórmula:

$$v = \frac{1,974 * Q_B}{\phi^2}$$

Donde:

v = velocidad del fluido (m/s)

Φ = diámetro de la tubería en pulgadas

Q_B = caudal de bombeo (l/s)

Entonces:

$$v_{2''} = \frac{1,974 * 2,52 \text{ l/s}}{2,0''^2} = 1,24 \text{ m/s} \quad v_{2,5''} = \frac{1,974 * 2,52 \frac{\text{l}}{\text{s}}}{2,5''^2} = 0,80 \text{ m/s}$$

$$v_{3''} = \frac{1,974 * 2,52 \text{ l/s}}{3,0''^2} = 0,55 \text{ m/s}$$

Como se puede observar, los tres diámetros cumplen con el rango permitido de velocidades. Ahora se procede a calcular las pérdidas de carga para cada diámetro, por medio de la fórmula de *Hazen-Williams*. Para esto se tienen los siguientes datos:

Cota del tanque de succión	= 997,66 m
Cota del tanque de distribución	= 1 026,54 m
L_{dis}	= 264,74 m
Q_B	= 2,52 l/s
C	= 150 (PVC)

$$H_{2''} = \frac{1743,811 * 264,74\text{m} * 2,52 \text{ l/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 2,0''^{4,87}} = 8,65 \text{ m}$$

$$H_{2,5''} = \frac{1743,811 * 264,74\text{m} * 2,52 \frac{\text{l}}{\text{s}}^{1,85}}{150^{1,85} * 2,0''^{4,87}} = 2,92 \text{ m}$$

$$H_{3''} = \frac{1743,811 * 264,74\text{m} * 2,52 \frac{\text{l}}{\text{s}}^{1,85}}{150^{1,85} * 2,0''^{4,87}} = 1,20 \text{ m}$$

Con estas pérdidas de carga, se puede calcular la potencia de la bomba necesaria para impulsar el agua en cada diámetro de tubería propuesto. Es necesario convertir la potencia a kilowatts para posteriormente obtener el costo mensual por bombeo.

$$\text{Pot} = \frac{Q_B * H_f}{76 * e}$$

Donde:

Pot = potencia de la bomba (Hp)

Q_B = caudal de bombeo (l/s)

H_f = pérdida de carga (m)

e = eficiencia de la bomba. Generalmente es de 70%

$$\text{Pot}_{2''} = \frac{2,52 \text{ l/s} * 8,65\text{m}}{76 * 0,70} = 0,410 \text{ Hp} * \frac{0,746 \text{ Kw}}{1 \text{ Hp}} = 0,306 \text{ Kw}$$

$$\text{Pot}_{2,5''} = \frac{2,52 \text{ l/s} * 2,92\text{m}}{76 * 0,70} = 0,138 \text{ Hp} * \frac{0,746 \text{ Kw}}{1 \text{ Hp}} = 0,103 \text{ Kw}$$

$$\text{Pot}_{3''} = \frac{2,52 \text{ l/s} * 1,20 \text{ m}}{76 * 0,70} = 0,057 \text{ Hp} * \frac{0,746 \text{ Kw}}{1 \text{ Hp}} = 0,042 \text{ Kw}$$

Se debe calcular el número de horas de bombeo al mes, de la siguiente forma:

$$\text{No. horas al mes} = \text{horas de bombeo diarias} * 30 \text{ día/mes}$$

$$\text{No. horas al mes} = 8 \text{ horas} * 30 \text{ día/mes} = 240 \text{ horas al mes}$$

Para establecer el costo de bombeo mensual, se debe primero saber el precio de la energía eléctrica del lugar en quetzales-kilowatt por hora (Q-Kw/h). Para el caserío San Juan se estima un precio de Q2,00 Kw/h. Entonces se tiene lo siguiente:

Costo mensual por bombeo = Pot. * hrs de bombeo al mes * costo energía eléctrica

Se obtiene la siguiente tabla de resultados:

Tabla I. **Costo mensual por bombeo**

Diámetro de tubería	Potencia (Kw)	Costo mensual por bombeo
2"	0,306	Q. 146,79
2,5"	0,103	Q. 49,52
3"	0,042	Q. 20,38

Fuente: elaboración propia.

Para obtener una estimación del costo total debido a cada diámetro analizado, se debe calcular el costo debido a la compra de la tubería. Para esto se toma en cuenta la amortización, que es un término referido al proceso de distribución en el tiempo de un valor duradero. Asumiendo una tasa de interés de 15% anual y un período para amortizar de 10 años, se calcula la amortización de la siguiente forma:

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

Donde:

- A = amortización
- R = tasa de interés mensual (tasa de interés anual/12 meses)
- n = período de amortización (meses)

Entonces:

$$R = \frac{0,15}{12} = 0,0125$$

$$A = \frac{0,0125 * (0,0125 + 1)^{120}}{(0,0125 + 1)^{120} - 1} = 0,016$$

Es necesario calcular la cantidad de tubos que se utilizarán. Esto es la longitud de diseño (264,74 m) dividido entre la longitud de cada tubo (6 m). Se obtiene como resultado que se necesitan 45 tubos para cubrir la longitud de la línea de impulsión.

El costo debido a la compra de la tubería se obtiene de la siguiente forma:

Costo mensual por tub. = amortización * No. de tubos * precio unitario de tub.

Se obtienen los siguientes resultados para cada diámetro de tubería:

Tabla II. **Costo mensual por tubería**

Diámetro	Precio unitario de tubería		Costo mensual por tubería	
2"	Q.	219,00	Q.	159,00
2,5"	Q.	320,00	Q.	232,32
3"	Q.	477,00	Q.	346,31

Fuente: elaboración propia.

El costo total al mes se obtiene de la suma del costo mensual por bombeo más el costo mensual por tubería. Se tiene la siguiente tabla de resultados:

Tabla III. **Costo mensual total de la línea de impulsión**

Diámetro	Costo mensual por bombeo		Costo mensual por tubería		Costo mensual total	
2"	Q.	146,79	Q.	159,00	Q.	305,79
2,5"	Q.	49,52	Q.	232,32	Q.	281,84
3"	Q.	20,38	Q.	346,31	Q.	366,68

Fuente: elaboración propia.

De los resultados, se deduce que el diámetro a utilizar es el de 2,5", esto por ser el más económico. Se concluye que se utilizarán 45 tubos de PVC de 2,5" de diámetro, para la línea de bombeo. La presión de trabajo de la tubería se determinará posteriormente.

2.1.11.2.2. Diseño de equipo de bombeo a utilizar

La buena elección del equipo de bombeo, es de suma importancia, para esto se toman en cuenta factores como eficiencia, costo y período de vida útil.

Además se debe calcular la carga dinámica total, la sobrepresión por golpe de ariete y la potencia real de la bomba debida a la carga dinámica total.

Para el caserío San Juan, la bomba a utilizar será de eje horizontal.

2.1.11.2.2.1. Carga dinámica total

Es la presión real expresada en metros columna de agua, a la cual debe operar una bomba para elevar el caudal de agua hasta el nivel requerido. Para una bomba de eje horizontal, la carga dinámica total se calcula como sigue:

$$CDT = H_d + H_f + H_v + H_m$$

Donde:

CDT = carga dinámica total (m)

H_d = diferencia de cotas entre el tanque de succión y el tanque de distribución

H_f = pérdida de carga por impulsión (m)

H_v = pérdida de carga por velocidad en la tubería (m)

H_m = pérdidas menores por accesorios (m)

Se calcula cada pérdida de la siguiente manera:

$$H_d = 1026,54 \text{ m} - 997,66 \text{ m} = 28,88 \text{ m}$$

$$H_f = \frac{1743,811 * 264,74\text{m} * 2,52 \text{ l/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 2,5^{4,87}} = 2,92 \text{ m}$$

$$H_v = \frac{v^2}{2g} = \frac{0,80^2}{2 * 9,81 \frac{m}{s^2}} = 0,032 \text{ m}$$

$$H_m = H_f * 10\% = 2,92 \text{ m} * 0,10 = 0,292 \text{ m}$$

Se realiza la sumatoria y se obtiene una carga dinámica total de 32,12 metros.

2.1.11.2.2.2. Sobre presión por golpe de ariete

El golpe de ariete es el término utilizado para denominar el choque producido en una conducción por una súbita disminución en la velocidad del fluido. Este se genera debido al cierre rápido de una válvula o al cese de energía. La presión de trabajo de la tubería a utilizar, está determinada por el cálculo de este fenómeno. Se debe verificar que la tubería seleccionada sea capaz de soportar el golpe de ariete.

El golpe de ariete es una onda de presión que se propaga con una velocidad llamada celeridad (α) que se calcula de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} + \frac{\phi_{int}}{e}}}$$

Donde:

- α = celeridad (m/s)
- k = módulo de elasticidad volumétrica del agua (20 700 kg/cm²)
- E = módulo de elasticidad del material (PVC = 3 000 kg/cm²)
- Φ_{int} = diámetro interno de la tubería (pulgadas)
- e = espesor de la pared de la tubería (pulgadas)

$$\alpha = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{20\,700 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{3\,000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} + \frac{2,655''}{0,011''}}} = 337,96 \text{ m/s}$$

A partir del cálculo de la celeridad, se obtiene la sobre presión por golpe de ariete por medio de la siguiente fórmula:

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

Donde:

- ΔP = sobre presión por golpe de ariete (m)
- α = celeridad (m/s)
- v = velocidad del flujo (m/s)
- g = aceleración gravitacional (m/s²)

$$\Delta P = \frac{337,96 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,80 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 27,44 \text{ m}$$

La sumatoria de la sobre presión por golpe de ariete más la altura de bombeo, debe ser menor a la presión de trabajo de la tubería, de lo contrario se debe utilizar una tubería con mayor presión de trabajo.

$$28,88 \text{ m} + 27,44 \text{ m} = 56,32 \text{ m} \rightarrow \text{menor a } 112,11 \text{ m (160 psi.)}.$$

Se comprueba que una tubería de 160 psi podrá soportar la sobre presión por golpe de ariete, por lo tanto está será la presión de trabajo para la línea de bombeo del sistema de agua potable del caserío San Juan.

2.1.11.2.2.3. Selección de la bomba

El siguiente paso para la selección de la bomba, es verificar la potencia necesaria según la carga dinámica total, previamente calculada. Se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Pot} = \frac{Q_B * \text{CDT}}{76 * e}$$

Donde:

Pot = potencia (Hp)

CDT = carga dinámica total (m)

Q_B = caudal de bombeo (l/s)

e = eficiencia de la bomba

$$\text{Pot} = \frac{32,12 \text{ m} * 2,52 \text{ l/s}}{76 * 0,70} \approx 2,00 \text{ Hp}$$

Por lo tanto se utilizará una bomba eléctrica de eje horizontal, con una potencia de 2 Hp y una tubería de 160 psi.

Como último paso para la selección de la bomba, es el cálculo de la altura neta de succión positiva (NPSH). Esta es la altura necesaria para hacer pasar el agua por la tubería de succión hasta el ojo del impulsor. Se divide en altura neta de succión disponible (NPSH_D) y altura neta de succión requerida por la bomba (NPSH_R). Es necesario que la primera sea 10% mayor a la segunda para evitar el fenómeno de cavitación.

La cavitación es el fenómeno que se da cuando se inicia la elevación del agua por la tubería de succión, la presión en el ojo del impulsor de la bomba disminuye hasta corresponder con la presión de vapor de agua. Esto origina la formación de burbujas dentro de la bomba, que pueden dañar rápidamente la misma y hacerla muy ruidosa.

Para seleccionar adecuadamente la bomba, se debe verificar que la NPSH_R de la bomba, sea menor a la disponible. A continuación se muestra el cálculo necesario.

$$NPSH_D = h_{sp} \pm h_s - h_f - h_{vp}$$

Donde:

h_{sp} = carga por presión atmosférica correspondiente a la altitud de operación de la bomba (m)

h_s = diferencia de altura entre el nivel del agua en la succión y el ojo del impulsor (altura estática en la succión)

h_{fs} = pérdida de carga por fricción en la tubería de succión (m)

h_v = carga por presión de vapor del agua (m)

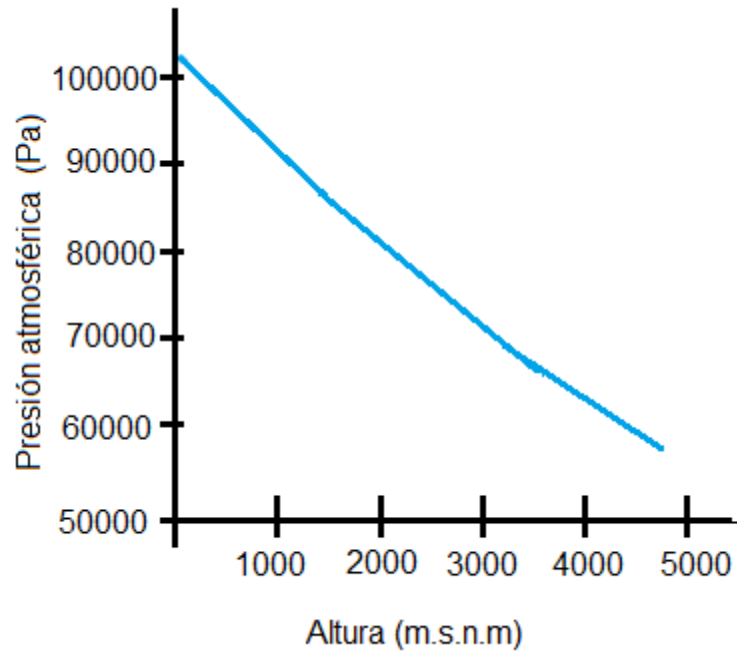
Se tiene como dato que la altura sobre el nivel del mar del caserío San Juan es de aproximadamente 2 113,5 metros. Además se sabe que la altura estática en la succión será de 3,40 metros (h_s). Esta altura se debe tomar como negativa cuando la bomba se encuentra arriba del depósito de agua, de lo contrario se toma como positiva.

La pérdida de carga por fricción, se obtiene por medio de la fórmula de *Hazen-Williams*:

$$H_{fs} = \frac{1743,811 * 3,40\text{m} * 2,52 \text{ l/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 4^{4,87}} = 0,004 \text{ m}$$

La presión atmosférica (absoluta), a determinada altura se puede obtener por medio de la siguiente gráfica.

Figura 3. **Presión atmosférica vs. altitud**



Fuente: elaboración propia.

Se observa que la presión a una altitud de 2 113 m.s.n.m, es aproximadamente de 80 kPa.

Es necesario conocer el peso específico del fluido a una temperatura determinada, y así también se obtiene la carga por presión de vapor. Para estos datos se observa la tabla IV, con un valor de temperatura de 50 °C.

Tabla IV. **Presión de vapor y carga de presión de vapor del agua**

Temperatura (°C)	Presión de vapor absoluta (kPA)	Peso específico (kN/m ³)	Carga de presión de vapor (m)
0	0,610	9,806	0,062
5	0,872	9,807	0,089
10	1,228	9,804	0,125
20	2,338	9,789	0,239
30	4,243	9,765	0,434
40	7,376	9,731	0,758
50	12,330	9,690	1,272
60	19,920	9,642	2,066
70	31,160	9,589	3,250
80	47,340	9,530	4,967
90	70,100	9,467	7,405
100	101,300	9,399	10,780

Fuente: elaboración propia.

Con estos datos se calcula la carga por presión atmosférica de la siguiente forma:

$$h_{sp} = \frac{\text{Presión atmosférica}}{\text{peso específico del líquido}} = \frac{80\,000 \text{ N/m}^2}{9\,690 \text{ N/m}^3} = 8,26 \text{ m}$$

De la tabla anterior se obtiene la carga por presión de vapor (h_v) igual a 1,272 m.

Se procede a calcular la altura neta de succión disponible:

$$\text{NPSH}_D = 8,26\text{m} - 3,40\text{m} - 0,004 - 1,272\text{m} = 3,58\text{m}$$

Como se mencionó anteriormente, la altura neta de succión disponible debe ser un 10 % mayor a la requerida:

$$\text{NPSH}_D > 1,10 * \text{NPSH}_R$$

$$\text{NPSH}_R < \frac{3,58 \text{ m}}{1,10} \rightarrow \text{NPSH}_R < 3,25 \text{ m}$$

La altura neta de succión requerida, debe ser menor a 3,25 m. Al seleccionar la bomba, se debe verificar esto para evitar que se dé el fenómeno de cavitación.

2.1.11.2.2.4. Especificaciones del equipo de bombeo

Se utilizará una bomba centrífuga de eje horizontal de 2 Hp de potencia, que funcionará con energía eléctrica. El período de bombeo será de 8 horas diarias y la eficiencia de la bomba en ningún momento será menor del 65%. Deberá trabajar en etapas múltiples y al momento de seleccionar la bomba se debe tener en mente que el NPSH_R de la bomba debe ser menor que 3,25 m para evitar que se dé el fenómeno de la cavitación.

A la salida del equipo de bombeo deberá proveerse como mínimo de los siguientes dispositivos:

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

Una válvula de verificación impide que el flujo regrese a la bomba cuando no esté en funcionamiento. Debe colocarse una válvula de verificación entre la válvula de apagado y la bomba. Un grifo de muestreo permitirá extraer una cantidad pequeña de fluido para realizar pruebas sin interrumpir la operación.

2.1.11.3. Sistema de desinfección

El proceso de desinfección del agua es el más importante para la potabilización de la misma. La desinfección es la destrucción de los organismos transmisores de las enfermedades (patógenos), existentes en el agua. Este proceso es de carácter obligatorio en un sistema de abastecimiento de agua.

Generalmente el sistema de desinfección, consiste en la adición de cloro, por ser económico, efectivo y de fácil control. El cloro es un elemento gaseoso en condiciones ambientales, es más frecuente utilizar hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio en forma de tabletas, para la desinfección en las áreas rurales.

Se utiliza un dosificador de cloro que emplea tabletas de hipoclorito de calcio. Este sistema funciona automáticamente, sin necesidad de electricidad, solo requiere el cambio constante de tabletas cada cierto tiempo. Las tabletas son de 300 gramos.

Según la norma COGUANOR 29 001, la cantidad mínima de cloro que se debe aplicar es de 2 mg/l, la desinfección debe ser tal que asegure una concentración de cloro residual de 0,2 a 0,5 mg/l en el punto más lejano de la red.

Para calcular el flujo de cloro se utiliza la siguiente fórmula:

$$F_{Cl} = Q_e * D_{Cl}$$

Donde:

F_{Cl} = flujo de cloro (mg/h)

Q_e = caudal de entrada al sistema de desinfección en este caso es el caudal de bombeo (l/h)

D_{Cl} = demanda de cloro (2 mg/l)

$$Q_e = 2,52 \frac{l}{s} * \frac{60 s}{1 \text{ min}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 9\,072 \text{ l/h}$$

$$D_{Cl} = 2,0 \frac{\text{mg}}{l} * \frac{1 \text{ g}}{1\,000 \text{ mg}} = 0,002 \text{ g/l}$$

$$F_{Cl} = 9\,072 \text{ l/h} * 0,002 \text{ g/l} = 18,14 \text{ g/h}$$

Ahora se procede a determinar la cantidad de tabletas (C_t) que se consumirán en un mes:

$$C_t = 18,14 \frac{\text{g}}{\text{h}} * \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} * \frac{30 \text{ día}}{1 \text{ mes}} * \frac{1 \text{ tableta}}{300 \text{ g}} \approx 44 \text{ tabletas al mes}$$

2.1.11.4. Volumen del tanque de almacenamiento

El volumen del tanque de almacenamiento o tanque de distribución, se calcula de acuerdo a la demanda real de las comunidades. La cantidad de agua que pueda almacenar el tanque, debe ser la suficiente para abastecer a la población en un día completo. El volumen se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol}_{\text{TD}} = \frac{\text{Qmd} * \% \text{ de almacenamiento} * 86\ 400}{1\ 000}$$

Donde:

Vol_{TD} = volumen del tanque (m^3)

Qmd = caudal medio diario (l/s)

El porcentaje de almacenamiento se toma entre 25% a 40% para sistemas por gravedad, y entre 40% a 65% para sistemas de bombeo. Para el caso del caserío San Juan, por ser una población pequeña, se tomará 40%.

$$\text{Vol}_{\text{TD}} = \frac{0,56 \frac{\text{l}}{\text{s}} * 0,40 * 86\ 400}{1\ 000} = 19,35 \text{ m}^3 \approx 20 \text{ m}^3$$

Se tendrá un tanque de almacenamiento de 20 m^3 de capacidad, con profundidad de 1 m, un ancho de 4 m y un largo de 5 m.

2.1.11.5. Volumen del tanque de succión

El tanque de succión es donde se almacena momentáneamente el agua que proviene de la captación, para luego ser dirigida por bombeo hacia el tanque de distribución. El volumen de este depósito depende del caudal proveniente de la captación, del volumen del tanque de distribución, caudal de bombeo y el tiempo de llenado del tanque de almacenamiento en horas.

El tiempo de llenado se calcula de la siguiente manera:

$$\text{tiempo llenado} = \frac{\text{Vol}_{\text{TD}} * \frac{1\ 000\ \text{l}}{1\ \text{m}^3}}{Q_{\text{B}} * \frac{3\ 600\ \text{s}}{1\ \text{h}}}$$

Donde:

Vol_{TD} = volumen del tanque de distribución (m^3)

Q_{B} = caudal de bombeo (l/s)

$$\text{tiempo llenado} = \frac{20\ \text{m}^3 * \frac{1\ 000\ \text{l}}{1\ \text{m}^3}}{2,52\ \frac{\text{l}}{\text{s}} * \frac{3\ 600\ \text{s}}{1\ \text{h}}} = 2,2\ \text{horas}$$

Con este resultado y el dato del caudal de la captación, se procede al cálculo del volumen del tanque de succión:

$$\text{Vol}_{\text{TS}} = \frac{(Q_{\text{B}} - Q_{\text{Cap.}}) * 3\ 600\ \text{s/h} * \text{tiempo de llenado}}{1\ 000\ \text{l/m}^3}$$

Donde:

Vol_{TS} = volumen del tanque de succión (m^3)

Q_B = caudal de bombeo (l/s)

$Q_{cap.}$ = caudal proveniente de la captación (l/s)

$$Vol_{TS} = \frac{\left(2,52 \frac{l}{s} - 1,2 \frac{l}{s}\right) * 3600 \frac{s}{h} * 2,2 h}{\frac{1000 l}{m^3}} \approx 15 m^3$$

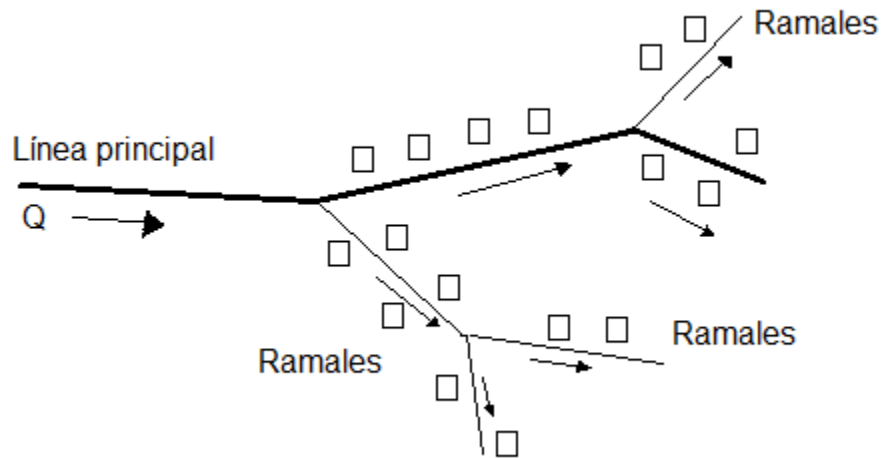
Por lo tanto el tanque tendrá 1 m de profundidad, 3 m de ancho y 5 m de largo, lo que da un volumen de $15 m^3$.

2.1.11.6. Diseño de la red de distribución

Para el diseño de la red de distribución, se debe tomar en cuenta la densidad de vivienda, sectorización, ubicación del tanque de distribución y la topografía de la población. Estos factores determinan el tipo de red de distribución, que puede ser red abierta o red cerrada.

Una red de distribución abierta se aplica en poblaciones poco densas, dónde las viviendas están relativamente dispersas. Consta de una tubería o línea principal que se divide en varios ramales, alimentados por el caudal de la línea principal.

Figura 4. **Esquema de una red de distribución abierta**



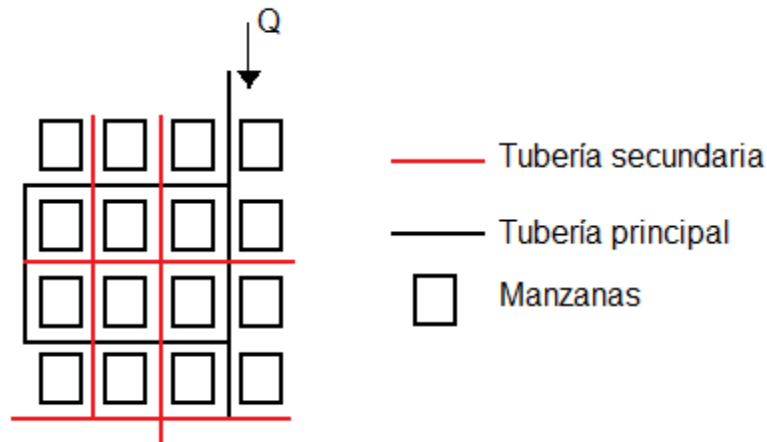
Fuente: elaboración propia.

Una red de distribución cerrada es técnicamente mejor que una abierta. Un circuito cerrado elimina los extremos muertos y permite la circulación del agua. Si ocurre un fuerte gasto de agua en algún tramo del circuito, se establece siempre un equilibrio, que provoca flujo de agua del resto de los tramos que lo conectan.

Si el diseñador cree conveniente, se puede hacer una combinación de ambos métodos. Esto se utiliza cuando la población está bien sectorizada con algunas casas dispersas en la periferia.

Para el caserío San Juan, debido a la dispersión de las viviendas y su poca cantidad, se diseñará como una red de distribución abierta.

Figura 5. Esquema de una red de distribución cerrada



Fuente: elaboración propia.

El caudal que irá en cada ramal se determina como el mayor entre el caudal de vivienda y el caudal de uso simultáneo. A continuación se muestra el cálculo de estos caudales.

$$Q_{viv} = \frac{Q_{HM}}{\text{No. total de viviendas}} * (\text{No. de viviendas en el ramal})$$

$$Q_{sim} = k\sqrt{n - 1}$$

Donde:

Q_{viv} = caudal de vivienda (l/s)

Q_{HM} = caudal de hora máxima (l/s)

Q_{sim} = caudal de uso simultáneo (l/s)

k = factor de caudal instantáneo. Entre 0,15 y 0,20

N = número de viviendas futuras en el ramal

Para ejemplificar, se realizará el diseño del ramal 1 del sistema para el caserío San Juan.

Datos:

No. Viviendas futuras totales en la población	= 135 viviendas
No. Viviendas futuras en el ramal 1	= 32 viviendas
Caudal de hora máximo	= 1,68 l/s
Longitud de diseño	= 282,44 m
Cota inicial del terreno	= 1 011,82 m
Cota final del terreno	= 1 005,26 m
Diferencia de cota inicial y final	= 6,55 m

$$Q_{\text{viv}} = \frac{1,68 \text{ l/s}}{135 \text{ viviendas}} * (32 \text{ viviendas}) = 0,40 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{sim}} = 0,15\sqrt{32 - 1} = 0,84 \text{ l/s}$$

Como se puede observar, el caudal de uso simultáneo es el mayor, por lo tanto es el que se utiliza para diseñar la tubería del ramal 1. Se procede a calcular el diámetro teórico de la tubería.

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * 282,44 \text{ m} * 0,84 \text{ l/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 6,55 \text{ m}} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 1,40 \approx 1 \frac{1}{2}''$$

Con este diámetro de 1,5" se calcula la pérdida de carga y la velocidad de la tubería.

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 282,44 * 0,84 \text{ l/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5^{4,87}} = 4,67 \text{ m}$$

$$v = \frac{1,974 * 0,84 \text{ l/s}}{2,5^2} = 0,73 \text{ m/s}$$

Se recomienda que la velocidad no sea mayor a 2 m/s. En este caso la velocidad cumple con el límite. Ahora se calcula la cota piezométrica al inicio y al final.

Cota piezométrica inicial = 1 025,41 m (donde inicia el ramal 1)

Cota piezométrica final = 1 025,41 m – 4,67 m = 1 020,74 m

Se debe calcular la presión dinámica y la presión estática dentro de la tubería. La presión dinámica debe estar entre 10 y 40 metros columna de agua.

Presión dinámica inicial = 1 025,41 m – 1 025,41 m = 0,00 m

Presión dinámica final = 1 020,74 m – 1 005,26 m = 15,48 m

Presión estática inicial = 1 026,55 m – 1 011,82 m = 14,72 m

Presión estática final = 1 026,55 m – 1 005,26 m = 21,28 m

Se calcula la cantidad de tubos a utilizar:

$$\text{No. tubos} = \frac{282,44 \text{ m}}{6 \frac{\text{tubos}}{\text{m}}} \approx 47 \text{ tubos}$$

Por lo tanto se utilizarán 47 tubos de PVC de 160 psi, con un diámetro de 1 ½".

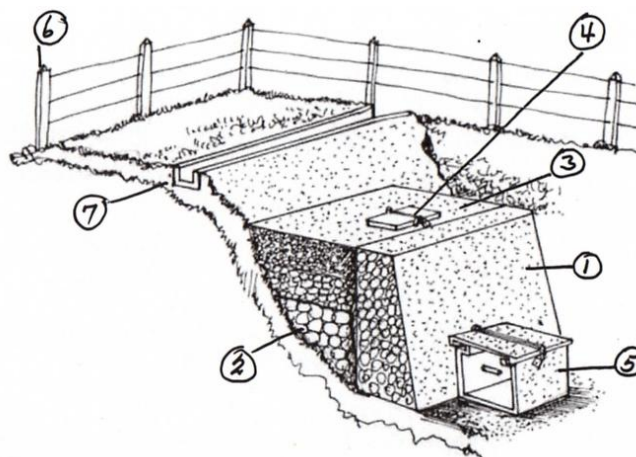
2.1.12. Obras hidráulicas

2.1.12.1. Cajas de captación

Son las obras necesarias para captar el agua de la fuente, que abastecerá a la población. Existen diversos tipos de captaciones, estos varían según el tipo de fuente de agua a captar, que puede ser superficial, subterránea o incluso agua de lluvia.

Entre las captaciones de agua superficial se encuentran las de brote definido, que es el caso de la fuente para el caserío San Juan. La caja de captación deberá ser construida de material impermeable y de tal manera que de completa protección sanitaria. También se debe proteger con un cerco para evitar que las personas y animales puedan ingresar.

Figura 6. Captación de brote definido



Fuente: elaboración propia.

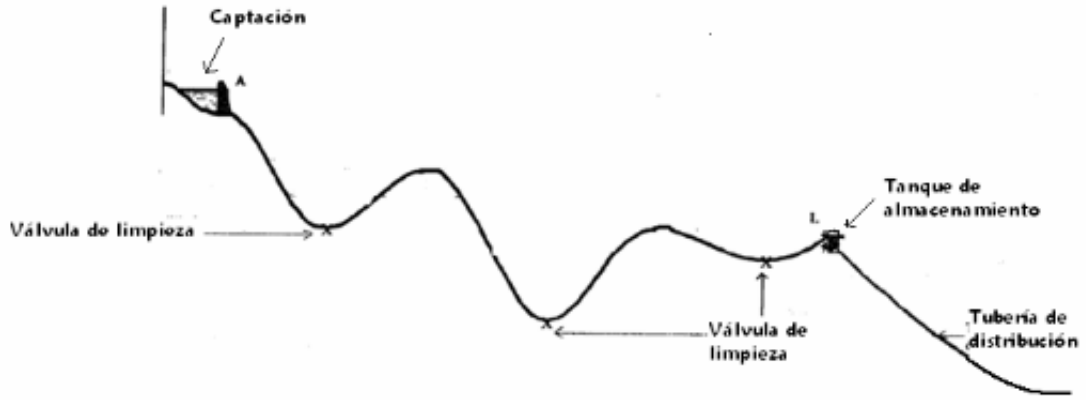
En la figura 6, se pueden observar las partes de una captación de brote definido y se definen como se muestra a continuación:

1. Muro de captación: retiene el agua y la canaliza.
2. Base de roca: está hecha de piedra bola con diámetro mayor a dos pulgadas, esta sirve como filtro.
3. Sello sanitario de la captación: su función es impedir la contaminación del nacimiento. Está hecho de concreto.
4. Tapadera de inspección: permite la inspección visual y limpieza de ser necesaria. Debe estar cerrada con candado.
5. Caja para válvula de salida: sirve para la protección de la válvula de control del caudal de captación. Se hace generalmente de mampostería y una tapadera de concreto. La válvula preferiblemente es de bronce, adaptada a la tubería de PVC.
6. Cerco: impide el ingreso de personas ajenas y animales.
7. Cuneta: sirve para el desvío de las aguas de lluvia con el fin de evitar la contaminación del manantial.

2.1.12.2. Válvulas de limpieza

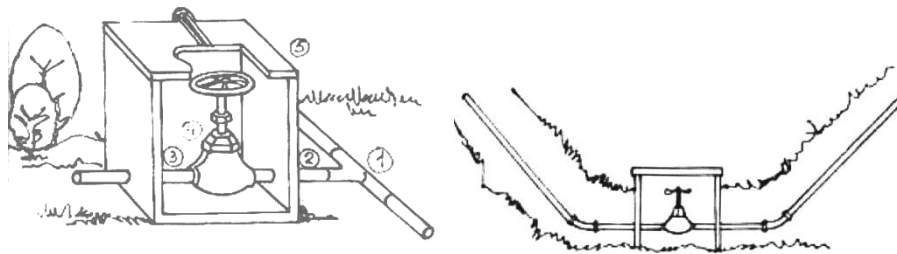
Las válvulas de limpieza, son dispositivos que se colocan en los puntos más bajos de la línea de conducción, con el fin de permitir la descarga de sedimentos acumulados.

Figura 7. **Ubicación de válvulas de limpieza**



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Esquema de una válvula de limpieza**



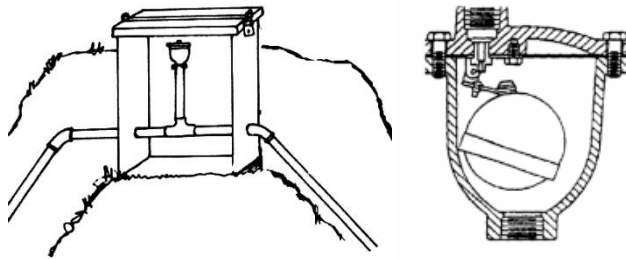
Fuente: elaboración propia.

2.1.12.3. **Válvulas de aire**

El aire disuelto en el agua, o aquel que quede atrapado dentro de la tubería, tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad de aire que se acumula, puede reducir la sección de la tubería y por lo tanto, su capacidad de conducción. La cantidad acumulada de aire puede ser

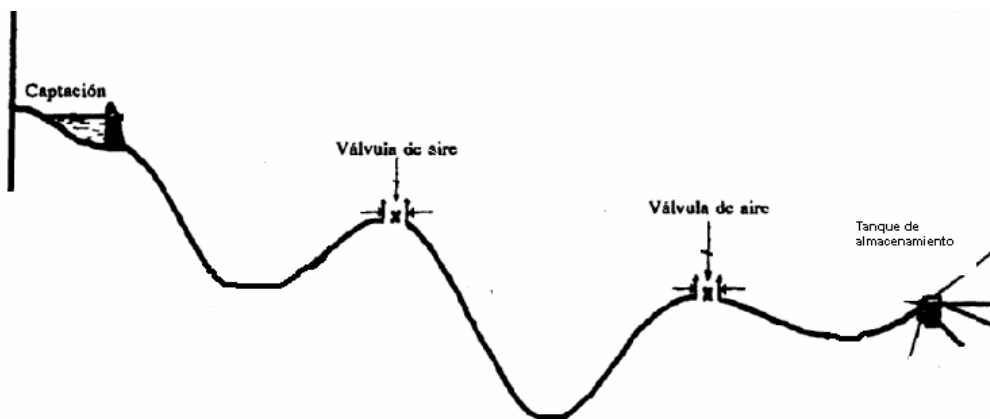
tanta que llega a impedir completamente la circulación del agua. Las válvulas de aire permiten tanto la entrada como salida del mismo.

Figura 9. **Esquema de una válvula de aire**



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Ubicación de válvulas de aire**



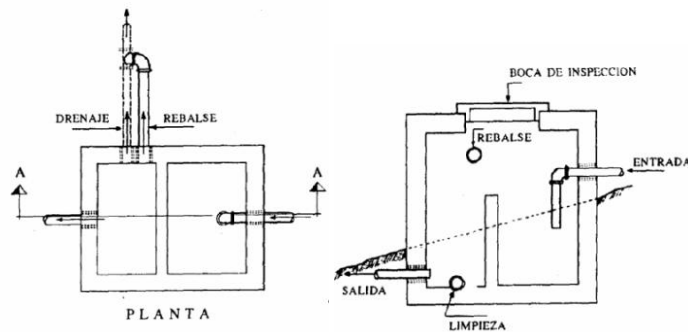
Fuente: elaboración propia.

También se deben colocar válvulas de aire en los puntos donde la línea piezométrica, pasa demasiado cerca de la cota del terreno.

2.1.12.4. Cajas rompe presión

Cuando en un tramo de la línea de conducción se tiene un gran desnivel, se puede utilizar una caja rompe presión para seccionarlo. Con esto se logra que cada sección trabaje con una carga acorde con la presión de trabajo de la tubería seleccionada. En otras palabras, las cajas rompe presión hacen que en el punto donde se ubican, la presión sea nuevamente cero.

Figura 11. Esquema de una caja rompe presión

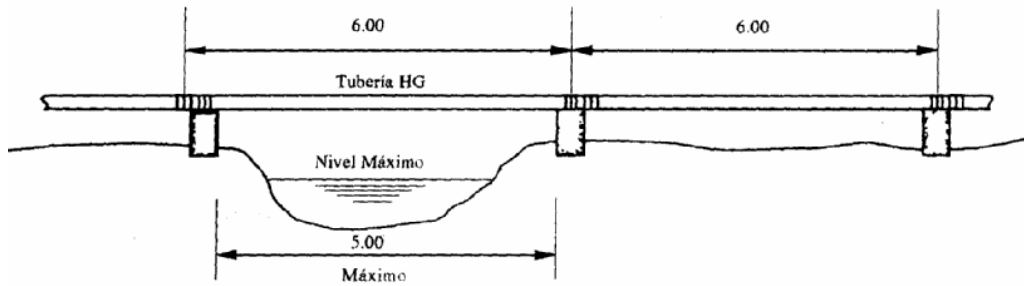


Fuente: elaboración propia.

2.1.12.5. Pasos de zanjón

Los pasos de zanjón, se utilizan cuando existe un hundimiento del terreno que no sea muy grande, para esto se utiliza tubería de acero galvanizado.

Figura 12. Paso de zanjón



Fuente: elaboración propia.

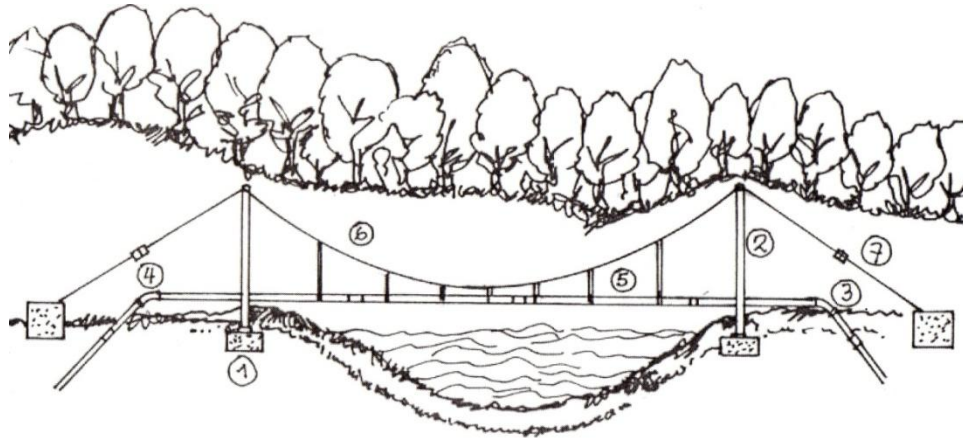
2.1.12.6. Conexión predial

La conexión predial, consiste en la tubería y los accesorios necesarios para conectar la tubería de la red de distribución hacia un grifo dentro del predio de cada vivienda. Entre los accesorios se pueden mencionar: codos, válvulas y reductores.

2.1.12.7. Pasos aéreos

Se hacen cuando la tubería tiene que atravesar un gran hundimiento o un río. En caso de ser un río el obstáculo, se debe preveer el crecimiento del mismo en invierno.

Figura 13. Paso aéreo



Fuente: elaboración propia.

En la figura 13, se muestran las partes de un paso aéreo. Estas se nombran como se muestra a continuación:

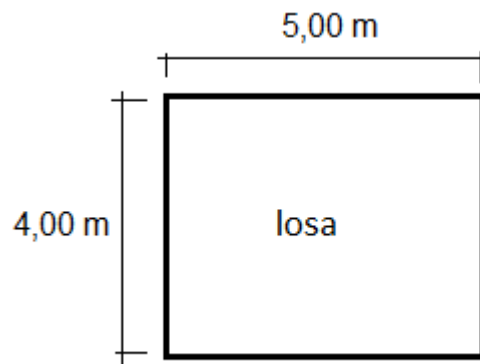
1. Anclajes
2. Torres de concreto reforzado
3. Adaptador hembra
4. Codo HG (de ser necesario)
5. Tubería de HG
6. Cables de suspensión
7. Cables de tensión

2.1.12.8. Diseño del tanque de distribución

Como se definió anteriormente en el inciso 2.1.11.4, el tanque de distribución tendrá un volumen de 20 m^3 ($5 \times 4 \times 1 \text{ m}$).

Primero debe diseñar la losa de concreto armado (losa tradicional). A continuación en la figura 14, se muestra la planta de la losa.

Figura 14. **Planta de la losa del tanque de distribución**



Fuente: elaboración propia.

Se tiene que:

Longitud A = 4,00 m
Longitud B = 5,00 m
Relación A/B = 0,80 m \longrightarrow Losa en 2 sentidos.

Se calcula el espesor de losa (t):

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{2(4,00 + 5,00)}{180} = 0,10\text{m}$$

Datos requeridos:

Peso específico del concreto	= 2 400	kg/m ³
f'c	= 210	kg/cm ²
Fy	= 2 810	kg/cm ²
Carga viva (CV)	= 200	kg/m ² (Asumida)
b	= 100	cm (se diseña para 1 m)

Se calcula la carga muerta; multiplicando el espesor por el peso específico del concreto:

Carga muerta (CM)	= 0,10 m (2 400 kg/m ³)	= 240 kg/m ²
Carga última (CU)	= 1,4CM + 1,7CV	= 676 kg/m ²

Ahora se deben calcular los momentos que actúan en la losa. Para esto se utilizará el método 3 del ACI-318. Este método proporciona coeficientes para calcular tanto momentos positivos como negativos, dependiendo del "caso" en el que se encuentre la losa a diseñar. Es decir dependen si la losa es continua en alguno de sus lados y en qué lados. Esta losa se trabajará como caso 1, sin continuidad en sus cuatro lados.

Se calculan los momentos:

$$M_{A(-)} = \text{Coef.} * CU * A^2$$

$$M_{A(-)} = 0 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{A(+)} = \text{Coef.}_{CM} * 1,4CM * A^2 + \text{Coef.}_{CV} * 1,7CV * A^2$$

$$M_{A(+)} = 0,056 * 1,4 * 240 * (4)^2 + 0,056 * 1,7 * 200 * (4)^2 = 605,70 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{B(-)} = \text{Coef.} * CU * B^2$$

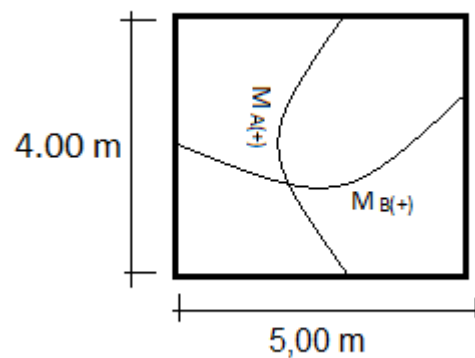
$$M_{B(-)} = 0 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{B(+)} = \text{Coef.}_{CM} * 1,4CM * B^2 + \text{Coef.}_{CV} * 1,7CV * B^2$$

$$M_{B(+)} = 0,023 * 1,4 * 240 * (5)^2 + 0,023 * 1,7 * 200 * (5)^2 = 388,70 \text{ kg/m}^2$$

En la figura 15, se observa cómo se distribuyen los momentos en la losa (no hay momentos negativos).

Figura 15. **Momentos positivos en la losa**



Fuente: elaboración propia.

Se procede a calcular el peralte de la losa (d):

$$d = t - \text{recubrimiento} - (\text{diámetro de la varilla}/2)$$

Se utilizará varilla # 3 (3/8"):

$$d = 10 - 2 - (0,95 \text{ cm}/2) = 7,5 \text{ cm}$$

Calcular área de acero mínimo (A_s):

$$A_s = 0,40 \frac{14,1}{F_y} b * d = 0,40 \frac{14,1}{2810} 100 * 7,5 = 1,50 \text{ cm}^2$$

Se debe obtener el espaciamiento para esta área de acero. Se debe tener en cuenta que el espaciamiento máximo es 3 veces el espesor de la losa ($S_{\text{máx.}} = 3t$). Utilizando una regla de tres:

$$\begin{array}{l} 1,50 \text{ cm}^2 \longrightarrow 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 \longrightarrow S \end{array}$$

Resolviendo el espaciamiento se obtiene:

$$S = 47,3 \text{ cm}$$

Como es mayor al espaciamiento máximo, no se utiliza.

$$S_{\text{máx}} = 3 (10 \text{ cm}) = 30 \text{ cm}$$

Ahora se calcula el área de acero para este nuevo espaciamiento, de la misma forma, utilizando regla de tres:

$$\begin{array}{l} A_s \longrightarrow 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 \longrightarrow 30 \text{ cm} \end{array}$$

Se obtiene $A_s = 2,36 \text{ cm}^2$

Se debe comprobar que está área de acero, resiste los momentos que se han calculado previamente, para eso se utiliza la siguiente fórmula:

$$M_{As} = 0,9 \left[As * Fy \left(d - \frac{As * Fy}{1,7f'c * b} \right) \right] / 100$$

$$M_{As} = 0,9 \left[2,36 * 2810 \left(7,5 - \frac{2,36 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right] / 100 = 436 \text{ kg} - \text{m}$$

Como se puede observar, este momento es menor al $M_{A(+)}$. Debido a esto se debe calcular el As que soportará estos momentos y el espaciamiento correcto.

$$As = \frac{0,85f'c}{Fy} \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825f'c}} \right]$$

Donde:

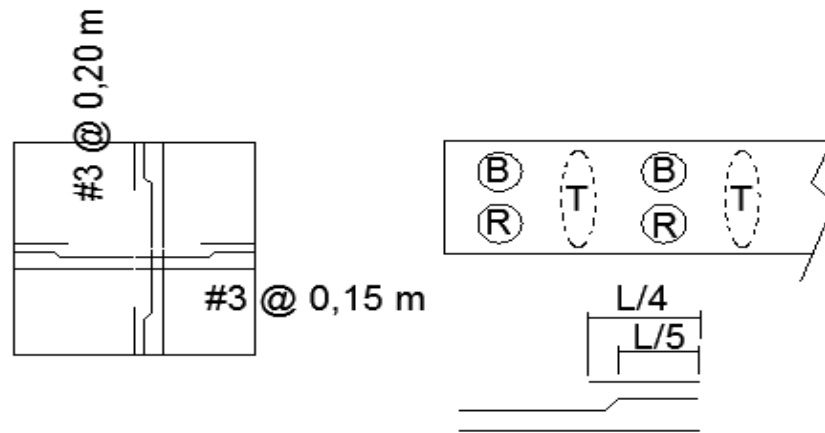
Mu = momento al cual se le calculará el área de acero (kg/m^2).

Así, encontrando cada área de acero y con regla de tres se encuentran los respectivos espaciamientos, se obtiene lo siguiente:

$$M_{A(+)} \longrightarrow As = 3,31 \text{ cm}^2 \longrightarrow S = 20,0 \text{ cm}$$

En la figura 16, se muestra el armado final de la losa:

Figura 16. Armado de losa



Fuente: elaboración propia.

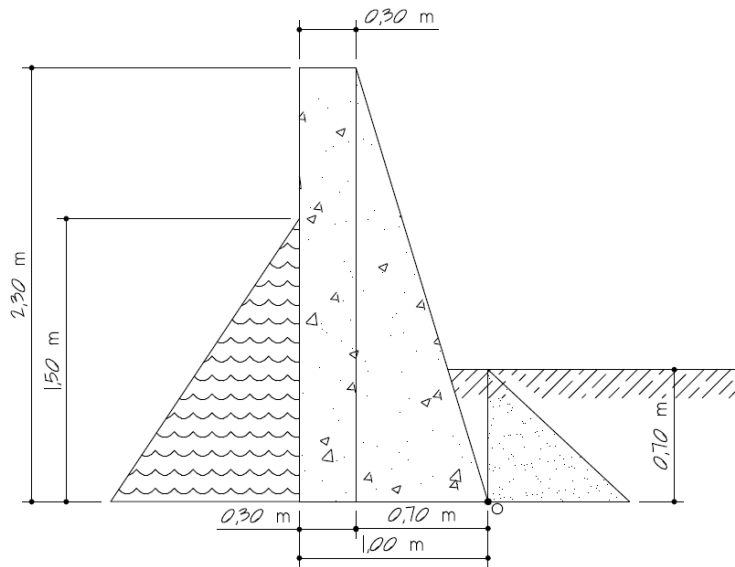
Una vez calculado el armado de la losa, se procede a dimensionar los muros que serán de concreto ciclópeo. Para esto se tienen los siguientes datos.

Datos:

γ agua	=	1 000 kg/m ³
γ suelo	=	1 300 kg/m ³
γ concreto ciclópeo	=	1 500 kg/m ³
Valor soporte del suelo (Vs)	=	12 000 kg/m ²
∅	=	30°

Se estiman las dimensiones del muro, según condiciones de carga y suelo:

Figura 17. Dimensionamiento del muro de gravedad



Fuente: elaboración propia.

Coeficientes de empuje de *Ranking*:

$$K_a = 1$$

$$K_p = 3$$

Cálculo de los empujes activo y pasivo según la teoría de *Ranking*:

$$P_a = \frac{\gamma * h^2 * K_a}{2} = \frac{\left(1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}\right) * (1,50 \text{ m})^2 * 1}{2} = 1\,125 \text{ kg/m}$$

$$P_p = \frac{\gamma_s * h^2 * K_p}{2} = \frac{\left(1\,300 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}\right) * (0,70 \text{ m})^2 * 3}{2} = 955,50 \text{ kg/m}$$

Cálculo de los momentos de presión que actúan al pie del muro:

$$M_a = P_a \times h / 3 = (1\,125 \text{ kg/m})(1,50 / 3) = 562,5 \text{ kg -m}$$

$$M_p = P_p \times h / 3 = (955,50 \text{ kg/m})(0,70 / 3) = 222,95 \text{ kg -m}$$

Cálculo del peso del muro, descomponiendo la forma geométrica real:

Tabla V. **Cálculo del peso y de los momentos en el muro**

Figura	Área (m ²)	Y concreto ciclópeo (kg/m ³)	W (kg/m)	Brazo (m)	Momento (kg-m)
Rectángulo	0,690	1 500	1 035,00	0,85	879,75
Triángulo	0,805	1 500	1 207,50	0,47	563,50
Sumatoria			2 242,50		1 443,25

Fuente: elaboración propia.

Sumatoria de momentos:

$$M_r = M_p + M_w = 222,95 \text{ kg -m} + 1\,443,25 \text{ kg-m} = 1\,666,20 \text{ kg -m}$$

$$M_{act} = M_a = 562,5 \text{ kg-m}$$

Verificación contra volteo.

$$F.S. = \frac{M_r}{M_{act}} > 1,5; \frac{1666,20 \text{ kg - m}}{562,5 \text{ kg - m}} = 2,96 > 1,5 \text{ Sí chequea.}$$

Verificación contra deslizamiento:

$$F_f = P_p * 0,6 * \text{tg } \emptyset = 2\,242,50 \text{ kg} * 0,6 * \text{tg}(30^\circ) = 776,86 \text{ kg}$$

$$F. S. = \frac{F_f + P_p}{P_a} > 1,5 = \frac{776,86 + 2\ 242,50}{1\ 125} = 1,54 \text{ Sí chequea.}$$

Verificación de la capacidad soporte del suelo.

$$X = \frac{M_r - M_{act}}{W} = \frac{1\ 666,20 - 562,5}{2\ 242,50} = 0,49$$

$$e = \frac{B}{2} - X = \frac{1,00}{2} - 0,49 = 0,01$$

$$q = \frac{W}{B} \pm \frac{W * e}{\frac{1}{6} * b^2} = \frac{2\ 242,50}{1,00} \pm \frac{2\ 242,50 * 0,01}{\frac{1}{6} * (1,00)^2}$$

$$q = 2\ 242,50 \pm 105,3$$

$$q_{\text{máx}} = 2\ 242,50 + 105,3 = 2\ 347,80 \text{ kg/m}^2 < V_s = 12\ 000 \text{ kg/m}^2 \text{ Sí cumple}$$

$$q_{\text{mín}} = 2\ 242,50 - 105,3 = 2\ 137,20 \text{ kg/m}^2 > 0 \text{ No hay presiones negativas}$$

2.1.13. Evaluación de impacto ambiental

El impacto ambiental, es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, provocado por la acción humana o fuerzas naturales.

Una evaluación de impacto ambiental, es hacer un diagnóstico del área en donde se realizará o realizó la construcción de un proyecto, determinando en detalle, la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será

impactada directamente por la obra. La importancia radica en permitir analizar cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área impactada y el efecto o impacto para cada uno de los factores ambientales.

El más sofisticado diseño de un proyecto, puede ser desestimado, si en el análisis de sus elementos justificativos, no se incorporan equitativamente los componentes ambientales de su impacto en el medio natural y social. Es bien sabido, que aún con todos sus efectos positivos, cualquier proyecto puede generar también impactos negativos en las comunidades aledañas y en el ambiente natural.

Las personas pueden ser afectadas indirectamente por el proyecto, mediante la alteración de su modo de vida, la pérdida de los lazos comunitarios, el incremento del ruido, la contaminación. Las alteraciones en el ambiente natural, pueden incluir: erosión del suelo, cambios en las corrientes de agua y en el nivel freático, modificaciones en la vida animal y vegetal.

El término de evaluación ambiental, se aplica al riguroso análisis de los impactos de las alternativas de desarrollo de un proyecto. La evaluación ambiental no es una actividad aislada a ejecutar en un momento del tiempo, debe verse antes bien como un proceso continuo que está integrado en el ciclo del proyecto durante la planificación, el diseño, la construcción, el mantenimiento y la operación. Un estudio más limitado o plan de acción, para analizar determinados impactos, se conoce como un plan de mitigación o plan de manejo ambiental.

Se identifica la magnitud potencial de los impactos y la profundidad de los estudios requeridos, mientras que el alcance considera el rango de impactos, el

área afectada y la duración de los impactos, para establecer los límites o el rango de los factores ambientales a estudiar.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), proporciona un listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades; clasificando cada proyecto en categorías. En la tabla VI, se muestra únicamente la parte del listado taxativo que es de interés en este proyecto.

Tabla VI. **Listado taxativo**

Tabulación	Clase	Descripción	Categorías			
			Alto impacto	de moderado a alto impacto	de moderado a bajo impacto	bajo impacto
Construcción, servicios comunitarios de inversión pública.	9 199	Diseño y operación de proyectos de introducción de agua potable.			Todas	

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, listado taxativo.

Con base en el listado taxativo, se determina que este proyecto se clasifica como de moderado a bajo impacto, por lo que solo es necesario hacer un diagnóstico de bajo impacto.

2.1.14. Presupuesto

Para el presupuesto se utilizó un factor de indirectos de 35 % (utilidad, imprevistos, gastos administrativos, supervisión y fianzas). Como factor de ayudante se utilizó 24 % y de prestaciones 27,5 %.

Tabla VII. Presupuesto del proyecto

RENGLONES DE TRABAJO					
	Descripción	Cant.	U	C.U	Costo Total
1	Trabajos preliminares				
1.1	Bodega	1	Global	Q 6 652,80	Q 6 652,80
1.2	Replanteo topográfico	2,151	km	Q 2 291,28	Q 4 928,54
1.3	Limpieza, chapeo y destronque	2,151	ml	Q 5,73	Q 12,32
2	Captación y conducción.				
2.1	Tanque de captación	1	un	Q 21 333,17	Q 21 333,17
2.2	Línea de conducción por gravedad	164,14	ml	Q 74,66	Q 12 254,16
3	Bombeo				
3.1	Caseta de bombeo	1	un	Q 5 144,61	Q 5 144,61
3.2	Instalación eléctrica de caseta de bombeo	1	Global	Q 687,38	Q 687,38
3.3	Línea de bombeo	264,74	ml	Q 116,49	Q 30 839,26
3.4	Equipo de bombeo	1	Global	Q 26 241,36	Q 26 241,36
3.5	Tanque de succión	1	un	Q 22 539,33	Q 22 539,33
4	Desinfección				
4.1	Dosificador de cloro automático	1	un	Q 14 251,65	Q 14 251,65
5	Red de distribución				
5.1	Línea principal	844,00	ml	Q 104,47	Q 88 176,62
5.2	Ramal 1	282,44	ml	Q 92,52	Q 26 130,79
5.3	Ramal 2	239,34	ml	Q 69,64	Q 16 667,36
5.4	Ramal 3	213,34	ml	Q 67,53	Q 14 407,83
5.5	Ramal 4	88,82	ml	Q 60,81	Q 5 401,39
5.6	Ramal 5	27,58	ml	Q 60,81	Q 1 677,22
5.7	Tanque de distribución	1	un	Q 27 122,46	Q 27 122,46
6	Obras de arte				
6.1	Caja para válvulas de compuerta	12	un	Q 959,83	Q 11 517,97
6.2	Caja para válvulas de limpieza	1	un	Q 1 292,47	Q 1 292,47
7	Conexión predial	72	un	Q 605,55	Q 43 599,29
TOTAL					Q 380 877,98

Fuente: elaboración propia.

2.1.15. Programa de operación y mantenimiento

Consiste en desarrollar todas las actividades que implican, hacer eficiente el sistema de abastecimiento de agua potable. Dentro de las actividades de programación, operación y mantenimiento, pueden mencionarse: cobro a los usuarios del sistema, instalación, limpieza, cambio y/o reparación de tuberías y artefactos hidráulicos, limpieza de obras de arte, cloración, pagos al personal, energía eléctrica para bombeo, etc.

En este proyecto, es conveniente que el comité de agua potable del caserío San Juan, sea el encargado de administrar correctamente las actividades de operación y mantenimiento del sistema, conforme lo establecido en el manual de operación y mantenimiento para proyectos de agua potable de la municipalidad de Sololá, para poder así disminuir los costos de las actividades anteriormente mencionadas.

2.1.16. Propuesta de tarifa

Para cubrir los costos de operación y mantenimiento del sistema, es necesario establecer una tarifa mensual por vivienda, la cual debe ser adecuada para no afectar los escasos recursos económicos de las familias.

La propuesta de tarifa que se le planteó al comité de agua del caserío San Juan, es de Q 15,00 (quince quetzales exactos) mensuales por vivienda, para poder mantener un servicio eficiente durante los 20 años del período de diseño.

2.1.17. Evaluación socio-económica

2.1.17.1. Valor presente neto

El valor presente neto (VPN), es un método que se utiliza para evaluar proyectos. Permite determinar si una inversión generará utilidades o pérdidas, en un período de tiempo establecido.

Para determinar el VPN, se deben conocer los ingresos y egresos que se tendrán durante el período de diseño del proyecto. Como egresos se tiene el costo total de ejecución del proyecto (inversión de la municipalidad de Sololá), y costos de operación y mantenimiento (Q. 1 100,00). Como ingresos se tendrá un pago único inicial por vivienda de Q 200,00 para la acometida eléctrica, y la tarifa mensual por vivienda.

Se tabulan los datos como se muestra en la tabla VIII:

Tabla VIII. **Cálculo del valor presente neto**

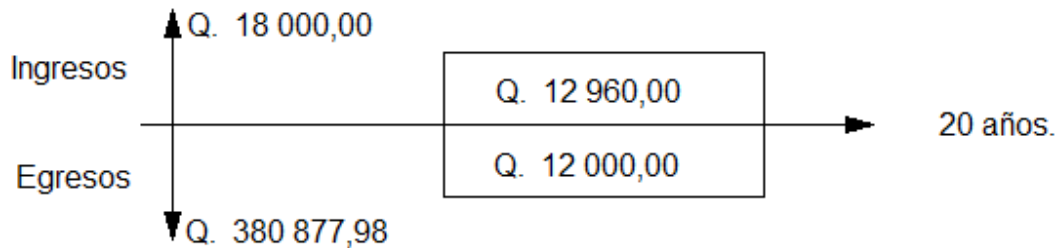
	Operación	Resultado
Costo inicial		Q. 380 877,98
Ingreso inicial	(Q. 250/viv) * (72 viv)	Q. 18 000,00
Costos anuales	(Q. 1 000/mes) * (12 meses)	Q. 12 000,00
Ingresos anuales	(Q. 15/viv) * (72 viv) * (12 meses)	Q. 12 960,00
Vida útil del proyecto		20 años

Fuente: elaboración propia.

Por ser un proyecto de carácter social, la tasa de interés debe ser lo más baja posible, por lo que se tomará 6 % de tasa de interés anual. Una manera

de visualizar los ingresos y egresos del proyecto, es a través de un flujo de caja, como se muestra en la figura 18.

Figura 18. **Flujo de caja del proyecto**



Fuente: elaboración propia.

Se calcula el VPN de la siguiente forma:

$$VPN = -380\,877,98 + 18\,000,00 - \frac{12\,000,00 * 1}{(1 + 0,06)^{20}} + \frac{12\,960,00 * 1}{(1 + 0,06)^{20}} = -362\,578,65$$

Como se puede observar, el VPN es negativo, lo que significa que no produce utilidad alguna. Esto es por ser un proyecto de carácter social, su objetivo es promover desarrollo en la comunidad.

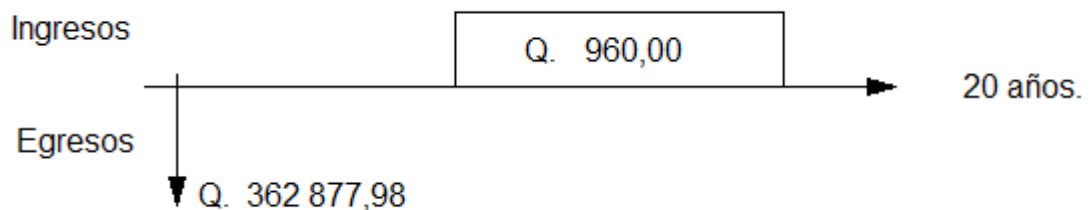
2.1.17.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR), es una tasa porcentual que indica, la rentabilidad promedio anual que genera el capital que permanece invertido en el proyecto. Se define también como la tasa que iguala el valor presente neto a cero. Su valor no depende del tiempo y representa el máximo costo que el inversionista podría pagar por el capital prestado. Se expresa en porcentaje.

Si la tasa interna de retorno, es mayor a la tasa de interés, significa que el proyecto tiene un rendimiento mayor al mínimo requerido.

Para calcular la TIR, se debe simplificar el flujo de caja que se analizó para el valor presente neto (figura 18). Como los Q. 18 000,00 y los Q. 380 877,98 se encuentran enfrentados en el mismo período de tiempo, y los Q. 12 960,00 de igual forma se encuentra en el mismo período de tiempo que los Q. 12 000,00, se simplifica el flujo de caja a la figura 19:

Figura 19. **Flujo de caja simplificado**



Fuente: elaboración propia.

$$960,00 * (1 + TIR)^{-20} = 362 877,98$$

$$TIR = -25,68 \%$$

Se observa que la tasa de interés (6%), es mayor a la tasa interna de retorno. Esto indica que el proyecto no genera ganancias, pero como se explicó anteriormente, por ser un proyecto de carácter social no se rechaza, ya que su objetivo es el desarrollo de la comunidad.

2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Hierba Buena del municipio de Sololá del departamento de Sololá

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para una población actual de 618 habitantes y 1 678 habitantes a futuro. La red de tuberías estará constituida de tubería PVC de 6 pulgadas de diámetro, teniendo una longitud aproximada de 2,07 kilómetros lineales. El sistema contará con 84 pozos de visita de ladrillo tayuyo. El alcantarillado transportará las aguas residuales a un punto alejado de la comunidad, dónde se construirá posteriormente una planta de tratamiento de aguas residuales. Una vez tratadas, las aguas residuales serán descargadas en un río cercano.

2.2.1.1. Alcance del proyecto

El proyecto cubrirá todas las viviendas existentes en el caserío Hierba Buena. Su construcción ayudará a mejorar las condiciones sanitarias de la comunidad y contribuirá a reducir la contaminación del medio ambiente, sobre todo del lago de Atitlán. El sistema será de tipo sanitario, es decir que no contempla la descarga de aguas pluviales.

2.2.2. Topografía

2.2.2.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se hizo por medio de teodolito, cinta métrica y nivel. A través del uso de dicho equipo, se ubicaron todos los puntos importantes y se determinó la configuración del terreno. El levantamiento topográfico es la base del diseño de un sistema de alcantarillado.

2.2.2.2. Altimetría y planimetría

Como se explicó en el capítulo anterior incisos 2.1.6.1. y 2.1.6.2., la altimetría es la parte de la topografía que mide las diferencias de elevación del terreno estudiado; y la planimetría comprende los métodos para conseguir la representación a escala del terreno, sobre una superficie plana.

2.2.3. Período de diseño

El período de diseño para un sistema de alcantarillado, se establece entre 30 a 40 años, a partir de la fecha de construcción. Para este diseño se considerará un período de 32 años, esto considerando 2 años por gestión, ejecución y búsqueda de financiamiento por parte de la comunidad.

2.2.4. Cálculo de la población futura

Se utilizará el método de proyección futura de crecimiento geométrico. Para esto se tomará una tasa de crecimiento poblacional de 3,17 % proyectada en el tiempo establecido como período de diseño.

La fórmula de crecimiento geométrico es la siguiente:

$$P = P_0(1 + r)^n$$

Donde:

P = población futura

P₀ = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional (en porcentaje/100)

n = período de diseño

La población actual del caserío Hierba Buena, es de 618 habitantes y el período de diseño es de 32 años, entonces se tiene lo siguiente:

$$P = 618 \text{ hab} * (1 + 0,0317)^{32} \approx 1678 \text{ habitantes}$$

2.2.5. Parámetros del caudal de diseño

Los parámetros a considerar en el diseño de un sistema de alcantarillado, son: la topografía del lugar, densidad de vivienda (6 hab/viv), período de diseño, población actual y futura, dotación de agua potable, factor de retorno, factor de conexiones ilícitas y condiciones socio-económicas del lugar.

2.2.5.1. Consideraciones generales

2.2.5.1.1. Caudal

Un sistema de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, se diseña con el caudal máximo. El caudal fluye a presión atmosférica, es decir que las tuberías funcionan como un canal abierto (escurre por gravedad), a pesar de ser conducidas por conductos cerrados (tubería circular en este caso).

El caudal de diseño será la sumatoria de los caudales máximos de uso doméstico (domiciliar), comercial, industrial, de infiltración y de conexiones ilícitas.

A partir del cálculo del caudal de diseño, se encuentran las relaciones hidráulicas. Estas se encuentran tabuladas de manera que, partiendo de la relación entre el caudal de diseño y el caudal a sección llena (q/Q), se encuentren las relaciones hidráulicas entre velocidades de diseño y sección llena (v/V), y tirantes de diseño y sección llena (d/D).

2.2.5.1.2. Velocidad

La velocidad del caudal, está determinada por la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y el tipo de la misma. La velocidad de diseño (v) se determina por medio de la fórmula de *Manning* y la relación hidráulica v/V . Se debe verificar que cumpla con los límites mínimos y máximos de la norma establecida.

2.2.5.1.3. Tirante

El tirante, es la altura que lleva el caudal de agua, desde su superficie hasta el fondo. Con la relación q/Q , se calcula la relación hidráulica entre el tirante de diseño y el diámetro interno de la tubería. Se debe verificar que esta relación cumpla con los límites de la norma establecida.

2.2.5.1.4. Uso del agua

El caudal total de diseño, como se explicó anteriormente, es la suma de diferentes caudales que están definidos por el tipo de actividad que los genera. Los diferentes tipos de actividades que pueden generar agua residual, influyen en el tamaño del caudal que generan y en la caracterización de las aguas residuales. Es muy diferente el agua residual de un hogar común, que el agua residual de una industria de textiles.

2.2.5.2. Caudal domiciliar

El caudal domiciliar, es la cantidad de agua por unidad de tiempo, que se desecha de las viviendas hacia el colector principal. Este se debe al consumo interno en el hogar, debido a actividades diarias como uso del inodoro, duchas, lavado de ropa, etc.

El caudal domiciliar está directamente relacionado con el suministro de agua potable para cada hogar (dotación), que a su vez está afectado por un factor de retorno. Este factor indica cuánto del agua potable que ingresa al hogar, llega al drenaje. Se integra como un porcentaje entre 70 y 90 %.

El caudal domiciliar se obtiene de la siguiente fórmula:

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

Donde:

Q_{dom}	= caudal domiciliar (l/s)
Dot	= dotación (l/hab/día)
F.R	= factor de retorno (porcentaje/100)
No. Hab.	= número de habitantes a futuro

2.2.5.3. Caudal por conexiones ilícitas

Este es el caudal producido por las viviendas que ilícitamente conectan las tuberías de agua pluvial a la red de alcantarillado. El INFOM especifica que se debe tomar como mínimo el 10% del caudal domiciliar, sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial se debe considerar un porcentaje más alto.

Para el drenaje sanitario del caserío Hierba Buena, se tomará un factor de 20% del caudal domiciliar.

$$Q_{\text{ci}} = Q_{\text{dom}} * 0,20$$

Donde:

Q_{ci}	= caudal por conexiones ilícitas (l/s)
Q_{dom}	= caudal domiciliar (l/s)

2.2.5.4. Caudal de infiltración

El caudal de infiltración, se refiere a aquel generado por agua del nivel freático que se infiltra en la red de tuberías. Depende de la profundidad del nivel freático, de la profundidad de la tubería, tipo de tubería, tipo de juntas y la calidad de la mano de obra.

La infiltración se da principalmente en tuberías de concreto, para el sistema del caserío Hierba Buena, no se tomará en cuenta la infiltración ya que será construido con tubería de PVC que no la permite.

2.2.5.5. Caudal comercial

Es el caudal de aguas residuales provenientes de comercios de cualquier tipo como; comedores, restaurantes, hoteles, mercados, etc. Este tipo de caudal, como el caudal domiciliario, depende de la dotación de agua potable. La dotación se estima entre 600 y 3 000 l/comercio/día, dependiendo del tipo de comercio.

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. comercios}}{86\ 400}$$

Donde:

- Q_{com} = caudal comercial (l/s)
- Dot. = dotación comercial (l/com/día)
- No. Comercios = número de comercios existentes

El caserío Hierba Buena, es una comunidad rural donde no existe ningún tipo de comercio. Por lo cual no se tomará en cuenta este tipo de caudal para el diseño.

2.2.5.6. Caudal industrial

Este es el caudal que se refiere a las aguas provenientes de industrias de cualquier tipo. También depende del consumo diario de agua potable, que se estima según el tipo de industria. Existen tablas donde se puede ver el valor de consumo de agua diaria de cada tipo de industria.

$$Q_{\text{ind}} = \frac{\text{Dot} * \text{No. industrias}}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{com}	= caudal comercial (l/s)
Dot.	= dotación industrial (l/ind/día)
No. industrias	= número de industrias existentes

Dado que en el caserío Hierba Buena, no existen industrias, no se contemplara este caudal en la integración de caudales.

2.2.6. Requerimientos de diseño

2.2.6.1. Dotación y factor de retorno

Como se explicó anteriormente, estos factores se utilizan en el cálculo del caudal domiciliar. Para el caserío Hierba Buena se estima una dotación diaria de 200 l/hab. Esto porque es una comunidad en las proximidades del casco urbano de Sololá, con sistema de agua potable en buenas condiciones y conexión domiciliar. El factor de retorno que se utilizará es de 80%.

2.2.6.2. Factor de caudal medio

Este, es un factor que regula la aportación del caudal en la tubería de drenaje. La sumatoria total de los caudales anteriormente descritos (caudal sanitario), dividido entre el número total de habitantes, nos da el valor de este factor.

$$f_{qm} = \frac{Q_{san}}{\text{No. habitantes}}$$

Donde:

f_{qm} = factor de caudal medio

Q_{san} = caudal sanitario (sumatoria de $Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{ci}$)

El factor de caudal medio no debe ser mayor a 0,005 ni menor a 0,002.

2.2.6.3. Caudal máximo

Como se mencionó anteriormente, un sistema de alcantarillado se diseña con el caudal máximo de aguas residuales de la población. Para obtener este caudal, se debe afectar el caudal sanitario (caudal medio) por un factor establecido. Una forma de establecer dicho factor, es por la fórmula de *Harmond*.

2.2.6.4. Factor de *Harmond*

Es el valor estadístico que determina la probabilidad del número de usuarios, que estarán haciendo uso simultáneo del servicio, a lo que debe que se le llama también factor de flujo instantáneo. Se obtiene de la siguiente manera.

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

Donde:

FH = factor de *Harmond* (adimensional)

P = población futura acumulada en el tramo

2.2.6.5. Caudal de diseño

El caudal de diseño es con el que se establecen las condiciones hidráulicas sobre las que se diseñará el sistema de alcantarillado. Este caudal debe calcularse para cada tramo de la red.

Se obtiene de la siguiente manera:

$$Q_{dis} = \text{No. habitantes} * FH * fqm$$

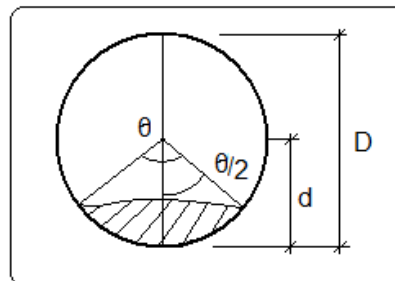
Donde:

- Q_{dis} = caudal de diseño (l/s)
- FH = factor de *Harmond*
- fqm = factor de caudal medio
- No. Hab. = número de habitantes que contribuyen al tramo estudiado

2.2.6.6. Sección llena y parcialmente llena

La sección llena se refiere a la sección total del tubo de conducción, la sección parcialmente llena es la que en realidad cubrirá el caudal máximo de diseño. En otras palabras la sección parcialmente llena se debe al tirante del caudal de diseño. En la figura 20 se muestra la relación.

Figura 20. Relación de diámetros, sección llena y parcialmente llena



Fuente: elaboración propia.

El caudal que transportaría la tubería a sección llena, se obtiene como sigue:

$$Q = \frac{\pi}{4} * \phi^2 * v$$

Donde:

- Q = caudal a sección llena (m³/s)
- Φ = diámetro de la tubería (m)
- v = velocidad a sección llena (m/s)

2.2.6.7. Velocidad de diseño

2.2.6.7.1. Fórmula de *Manning*

Es una fórmula utilizada para flujo de canales (flujo sin presión), que calcula la velocidad de flujo (sección llena) dentro de la tubería. La velocidad multiplicada por el área de la sección del tubo, da como resultado el caudal a sección llena.

La fórmula de *Manning* para conductos circulares es la siguiente:

$$v = \frac{0,03429}{n} * \phi^{\frac{2}{3}} * s^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- v = velocidad a sección llena (m/s)
- Φ = diámetro de la tubería (pulgadas)
- s = pendiente de la tubería

n = coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad depende del tipo de material de la tubería o canal. Para tubería de PVC se considera un coeficiente de 0,01.

2.2.6.7.2. Velocidad máxima y mínima

El rango límite de velocidad, es el principal criterio de diseño. Si la velocidad está por debajo del límite, ocurrirá sedimentación en la tubería; por el contrario si sobrepasa el límite puede haber corrosión en la misma.

Las normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM, establecen el siguiente rango de velocidades:

Tubería de concreto: $0,60 \text{ m/s} < v < 3,00 \text{ m/s}$

Tubería de PVC: $0,40 \text{ m/s} < v < 4,00 \text{ m/s}$

Es importante revisar que la velocidad cumpla estos límites, de lo contrario se debe cambiar la pendiente y/o el diámetro de la tubería, hasta cumplir con la norma.

2.2.6.8. Cálculo de cotas invert

La cota invert es el nivel que determina la parte inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita. Se divide en cota invert de entrada y cota invert de salida. La primera es la cota a la entrada del pozo de visita y la segunda es la

cota a la salida del mismo. El cálculo de cotas invert cuando la tubería de entrada es igual a la de salida, es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{CIS}_o &= \text{CT} - 1,4\text{m} \\ \text{CIE} &= \text{CIS}_o - \text{DH} * \frac{s}{100} \\ \text{CIS} &= \text{CIE} - 0,03\text{m} \end{aligned}$$

Donde:

- CIS_o = cota invert de salida inicial (salida del primer pozo de visita)
- CIE = cota invert de entrada en pozos de visita (m)
- CIS = cota invert de salida en pozos de visita (m)
- DH = distancia horizontal entre los pozos de visita (m)
- s = pendiente del terreno en porcentaje

2.2.6.9. Diámetros de tubería

Para el diseño de alcantarillados sanitarios, el INFOM establece los siguientes diámetros mínimos.

- Para tuberías de concreto, 8 pulgadas
- Para tuberías de PVC, 6 pulgadas

En la conexión domiciliar, se establecen los siguientes diámetros mínimos:

- Para tuberías de concreto, 6 pulgadas
- Para tuberías de PVC, 4 pulgadas

2.2.6.10. Pozos de visita

Los pozos de visita son estructuras de distintas formas, pero generalmente cilíndricas, que tienen propósitos de inspección y mantenimiento de la red, y disipadores de la energía en las tuberías.

Los pozos de visita se ubican en los siguientes casos:

- Cuando ocurra cambio de diámetro
- En cambios de pendiente
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24"
- En las intersecciones de tuberías y colectores
- En el inicio de cada ramal
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta, en diámetros hasta 24"
- A distancias no mayores de 300 metros en línea recta, en diámetros superiores a 24"

La profundidad del pozo de visita al inicio de cada ramal será de 1,40 metros como mínimo. Para los demás pozos de visita, la profundidad está dada en función de las cotas invert de salida y la cota del terreno, como se muestra a continuación:

$$H_{PV} = CT - CIS - 0,15m$$

Donde:

H_{PV} = profundidad del pozo de visita (m)

CT = cota del terreno (m)

CIS = cota invert de salida (m)

2.2.6.11. Profundidad de tubería

Es importante considerar la profundidad a la que estará enterrada la tubería, esto para protegerla de cargas externas, del clima y de accidentes de cualquier tipo. Se debe velar por mantener la pendiente de diseño en toda la profundidad de la tubería.

Se establecen las siguientes profundidades mínimas para tuberías:

- Tubería de concreto:
 - ✓ Bajo tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 1,00 m.
 - ✓ Bajo tránsito pesado = 1,20 m.
- Tubería de PVC:
 - ✓ Bajo tránsito liviano = 0,60 m.
 - ✓ Bajo tránsito pesado = 1,20 m.

2.2.6.12. Tabla de resultados

A continuación se muestran las tablas de diseño del sistema de alcantarillado:

Tabla IX. Diseño PV-1 a PV-42

Pozos de Visita	Casas		Habitantes		Q _{cas}		Q _{com}		Q _{com}		FOM		FH		Q _{ca}		Cotas terreno		DH (m)	S (%)	φ	S _{sub} (m)	Área (m ²)	Sección llana		q/Q		v/W		d/D		V		Cotas Invert.	
	Act.	Acum.	Act.	Fut.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.						Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Q (L/s)	Q (L/s)	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.
1	1,1	5	5	30	81	0,151	0,030	0,181	0,002	4,267	0,772	1.005,83	999,06	21,93	0,31	6	30	0,018	6,201	113,124	0,0068	0,2809	0,0580	1,75	1.004,43	997,85									
1,1	2	0	5	30	81	0,151	0,030	0,181	0,002	4,267	0,772	999,06	991,67	41,90	0,18	6	17,5	0,018	4,736	86,400	0,0089	0,3075	0,0660	1,46	997,82	990,48									
2	3	0	5	30	81	0,151	0,030	0,181	0,002	4,267	0,772	991,67	990,84	13,38	0,06	6	5,5	0,018	2,655	48,437	0,0159	0,3672	0,0870	0,97	990,45	989,72									
3	4	10	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	990,84	988,49	27,19	0,09	6	8,6	0,018	3,320	60,568	0,0369	0,4753	0,1310	1,58	989,69	987,35									
4	5	0	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	988,49	978,92	85,87	0,11	6	11,1	0,018	3,772	68,811	0,0325	0,4570	0,1230	1,72	987,32	977,79									
5	6	0	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	978,92	977,13	31,37	0,06	6	5,7	0,018	2,703	49,310	0,0453	0,5040	0,1440	1,36	977,76	975,97									
6	7	0	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	977,13	975,11	30,68	0,07	6	6,5	0,018	2,887	52,656	0,0424	0,4963	0,1400	1,43	975,94	973,95									
7	8	0	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	975,11	973,19	25,50	0,08	6	7,5	0,018	3,101	56,562	0,0395	0,4842	0,1350	1,5	973,92	972,00									
8	9	0	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	973,19	968,01	78,66	0,07	6	7	0,018	2,996	54,644	0,0409	0,4887	0,1370	1,46	971,97	966,47									
9	10	0	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	968,01	966,98	55,73	0,02	6	2	0,018	1,601	29,209	0,0765	0,5909	0,1870	0,95	966,44	965,32									
10	11	0	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	966,98	965,00	17,20	0,23	6	21	0,018	5,189	94,646	0,0236	0,4162	0,1060	2,16	965,29	961,68									
11	12	0	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	963,00	954,79	22,40	0,37	6	35	0,018	6,698	122,188	0,0183	0,3883	0,0930	2,57	961,65	953,81									
12	13	0	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	954,79	953,36	6,09	0,24	6	23,5	0,018	5,489	100,122	0,0223	0,4087	0,1030	2,24	953,78	952,35									
13	14	0	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	953,36	946,02	11,25	0,65	6	70	0,018	9,473	172,800	0,0129	0,3452	0,0790	3,27	952,32	944,44									
14	15	0	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	946,02	940,93	13,34	0,38	6	38	0,018	6,980	127,317	0,0175	0,3805	0,0920	2,66	944,41	939,35									
15	16	0	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	940,93	934,10	17,79	0,38	6	45	0,018	7,595	138,548	0,0161	0,3699	0,0880	2,81	938,32	931,31									
16	42	0	15	90	244	0,452	0,090	0,543	0,002	4,115	2,234	934,10	932,69	11,17	0,13	6	5	0,018	2,532	46,183	0,0484	0,5147	0,1490	1,3	931,28	930,72									

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Diseño de PV-17 a PV-42

Codos de Vista De PV A PV	Casas		Habitantes		Q _{es}		Q _c		Q _l		FOM		FH		Q _{es}		Cotas terreno		DH (m)	S (%)	φ (m)	S _{max} (%)	Área (m ²)	Sección llena		g/Q		v/v		d/D		V(m/s)		Cotas Invert.		Altura PV
	Act.	Acum.	Act.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Inicial	Final	Inicial	Final						Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
17	18	4	4	24	65	0.121	0.024	0.145	0.002	4.290	0.621	1.036	52	1.034	88	6.50	0.25	6	20	0.018	5.063	92.366	0.0067	0.2829	0.0580	1.43	1.035	12	1.033	81	1.25					
18	19	0	4	24	65	0.121	0.024	0.145	0.002	4.290	0.621	1.036	88	1.034	88	6.50	0.22	6	23	0.018	5.430	99.051	0.0063	0.2765	0.0560	1.5	1.033	78	1.018	61	2.00					
19	20	1	5	30	81	0.151	0.030	0.181	0.002	4.267	0.772	1.020	04	1.015	54	65.99	0.13	6	12	0.018	3.922	71.546	0.0108	0.3282	0.0730	1.29	1.018	58	1.014	27	1.50					
20	21	1	6	36	98	0.181	0.036	0.217	0.002	4.246	0.922	1.015	54	1.005	32	53.79	0.19	6	19	0.018	4.935	90.027	0.0102	0.3223	0.0710	1.59	1.014	24	1.004	02	1.50					
21	22	0	6	36	98	0.181	0.036	0.217	0.002	4.246	0.922	1.015	54	1.005	32	53.79	0.35	6	34	0.018	6.602	120.430	0.0077	0.2984	0.0630	1.97	1.003	99	1.000	36	1.50					
22	22,1	3	9	54	147	0.271	0.054	0.326	0.002	4.194	1.366	1.001	64	992	40	28.82	0.32	6	32	0.018	6.405	116.834	0.0117	0.3339	0.0750	2.14	1.000	33	991	11	1.50					
23	23,1	0	15	90	244	0.452	0.090	0.543	0.002	4.115	2.234	992	40	986	18	47.10	0.13	6	13	0.018	4.082	74.467	0.0300	0.4453	0.1180	1.82	991	08	984	96	1.50					
24	24	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	988	18	982	17	53.46	0.08	6	7.7	0.018	3.142	57.311	0.0390	0.4820	0.1340	1.51	984	93	980	81	2.00					
25	25	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	988	18	982	17	53.46	0.08	6	7.7	0.018	3.142	57.311	0.0390	0.4820	0.1340	1.51	984	93	980	81	2.00					
26	26	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	988	18	982	17	53.46	0.14	6	13.5	0.018	4.160	75.886	0.0443	0.5018	0.1430	2.09	976	64	975	45	1.50					
27	27	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	988	18	982	17	53.46	0.27	6	26.5	0.018	5.829	106.321	0.0316	0.4523	0.1210	2.64	975	27	972	59	2.00					
28	28	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	988	18	982	17	53.46	0.22	6	22	0.018	5.311	96.874	0.0347	0.4662	0.1270	2.48	972	56	967	37	1.50					
29	29	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	988	18	982	17	53.46	0.51	6	51	0.018	8.086	147.496	0.0228	0.4112	0.1040	3.33	967	34	961	91	1.50					
30	30	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	988	18	982	17	53.46	0.07	6	7	0.018	2.996	54.644	0.0615	0.5539	0.1680	1.66	961	88	959	55	1.50					
31	31	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	988	18	982	17	53.46	0.12	6	12	0.018	3.922	71.546	0.0470	0.5104	0.1470	2	959	52	956	22	1.50					
32	32	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	988	18	982	17	53.46	0.14	6	13	0.018	4.082	74.467	0.0451	0.5040	0.1440	2.06	958	19	956	87	1.50					
33	33	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	988	18	982	17	53.46	0.19	6	19	0.018	4.935	90.027	0.0373	0.4775	0.1320	2.36	956	84	952	21	1.50					
34	34	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	988	18	982	17	53.46	0.13	6	13	0.018	4.082	74.467	0.0451	0.5040	0.1440	2.06	952	18	950	88	1.50					
35	35	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	988	18	982	17	53.46	0.16	6	15	0.018	4.385	79.991	0.0420	0.4931	0.1390	2.16	950	85	949	88	1.50					
36	36	6	29	174	472	0.875	0.175	1.050	0.002	3.987	4.185	950	10	948	57	28.25	0.05	6	5	0.018	2.532	46.183	0.0906	0.6205	0.2030	1.57	948	80	947	39	1.50					
37	37	0	36	216	586	1.086	0.217	1.303	0.002	3.938	5.131	948	57	944	59	21.97	0.18	6	18	0.018	4.804	87.626	0.0586	0.5458	0.1640	2.62	947	36	943	40	1.50					
38	38	0	36	216	586	1.086	0.217	1.303	0.002	3.938	5.131	948	59	943	09	16.55	0.09	6	9	0.018	3.397	61.961	0.0828	0.6040	0.1940	2.05	943	37	941	88	1.50					
39	39	0	36	216	586	1.086	0.217	1.303	0.002	3.938	5.131	948	59	943	09	16.55	0.06	6	6	0.018	2.773	50.591	0.1014	0.6419	0.2150	1.78	941	85	940	98	1.50					
40	40	0	36	216	586	1.086	0.217	1.303	0.002	3.938	5.131	948	59	943	09	16.55	0.22	6	22	0.018	5.311	96.874	0.0530	0.5294	0.1560	2.81	940	95	936	80	1.50					
41	41	0	36	216	586	1.086	0.217	1.303	0.002	3.938	5.131	948	59	943	09	16.55	0.21	6	21	0.018	5.189	94.646	0.0542	0.5335	0.1580	2.77	936	77	931	60	1.50					
42	42	0	36	216	586	1.086	0.217	1.303	0.002	3.938	5.131	948	59	943	09	16.55	0.01	6	1.5	0.018	1.387	25.295	0.2028	0.7832	0.3050	1.09	931	57	931	35	1.50					

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Diseño de PV-41 a PV-63

Potos de Vista	Casas		Habitantes		Q _{des}		Q _c		Q _m		FQM		FH		Q _{bs}		Cobasteirreno		DH		S (%)	φ (m)	S _{des} (%)	Área (m ²)	Sección llena		q/Q	v/V	d/D	V		CotasInvert.
	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Final	Inicial	Final	Final	Final	Final	Final	Final	Final	Final					Final	Final				Final	Final	
42	70	0	51	306	831	1,538	0,308	1,846	0,002	3,851	7,108	932,69	930,09	928,19	27,01	0,07	6	8	0,018	3,202	58,417	0,1217	0,6761	0,2350	2,17	931,29	928,8	928,84	926,9			
70	69	0	51	306	831	1,538	0,308	1,846	0,002	3,851	7,108	930,09	928,19	27,01	0,07	6	7	0,018	2,996	54,644	0,1301	0,6897	0,2430	2,07	928,84	926,9						
71	72	4	4	24	65	0,121	0,024	0,145	0,002	4,290	0,621	1 005,72	989,39	69,57	0,23	6	23	0,018	5,430	99,051	0,0063	0,2765	0,0560	1,5	1 004,32	988,3						
72	72,1	1	5	30	81	0,151	0,030	0,181	0,002	4,267	0,772	989,39	983,56	53,77	0,11	6	10,5	0,018	3,669	66,925	0,0115	0,3339	0,0750	1,23	988,29	982,6						
72,1	73	7	12	72	195	0,362	0,072	0,494	0,002	4,152	1,803	983,56	977,75	53,77	0,11	6	10,5	0,018	3,669	66,925	0,0269	0,4309	0,1120	1,58	982,61	976,9						
73	74	4	16	96	261	0,483	0,097	0,579	0,002	4,104	2,377	977,75	976,32	17,02	0,08	6	8	0,018	3,202	58,417	0,0407	0,4887	0,1370	1,56	976,94	975,5						
74	75	0	16	96	261	0,483	0,097	0,579	0,002	4,104	2,377	976,32	976,30	3,47	0,01	6	1	0,018	1,132	20,654	0,1151	0,6661	0,2290	0,75	975,55	975,5						
75	76	1	17	102	277	0,513	0,103	0,615	0,002	4,093	2,519	976,30	975,50	11,01	0,07	6	7	0,018	2,996	54,644	0,0461	0,5083	0,1460	1,52	975,48	974,7						
76	77	0	17	102	277	0,513	0,103	0,615	0,002	4,093	2,519	975,50	975,20	24,33	0,01	6	1	0,018	1,132	20,654	0,1219	0,6761	0,2350	0,77	974,68	974,4						
43	44	10	10	60	163	0,302	0,060	0,362	0,002	4,179	1,513	978,82	975,91	72,67	0,04	6	4	0,018	2,264	41,307	0,0366	0,4730	0,1300	1,07	977,42	974,5						
44	77	1	11	66	179	0,332	0,066	0,398	0,002	4,165	1,658	975,91	975,20	9,96	0,07	6	9	0,018	3,397	61,961	0,0268	0,4309	0,1120	1,46	974,48	973,5						
77	45	0	28	168	456	0,845	0,169	1,013	0,002	3,994	4,048	975,20	970,42	32,99	0,14	6	12	0,018	3,922	71,546	0,0566	0,5397	0,1610	2,12	973,55	969,5						
45	46	1	29	174	472	0,875	0,175	1,050	0,002	3,987	4,185	970,42	968,06	14,29	0,17	6	16	0,018	4,529	82,614	0,0507	0,5231	0,1530	2,37	969,56	967,2						
46	47	0	29	174	472	0,875	0,175	1,050	0,002	3,987	4,185	968,06	966,64	8,58	0,17	6	16,5	0,018	4,599	83,895	0,0499	0,5189	0,1510	2,39	967,25	965,8						
47	48	0	29	174	472	0,875	0,175	1,050	0,002	3,987	4,185	966,64	963,09	13,06	0,27	6	27	0,018	5,883	107,319	0,0390	0,4820	0,1340	2,84	965,80	962,2						
48	49	0	29	174	472	0,875	0,175	1,050	0,002	3,987	4,185	963,09	960,39	6,62	0,41	6	40	0,018	7,161	130,625	0,0320	0,4546	0,1220	3,26	962,25	959,6						
49	50	0	29	174	472	0,875	0,175	1,050	0,002	3,987	4,185	960,39	957,71	11,25	0,24	6	23,5	0,018	5,489	100,122	0,0418	0,4931	0,1390	2,71	959,57	956,9						
50	51	0	29	174	472	0,875	0,175	1,050	0,002	3,987	4,185	957,71	953,17	21,97	0,21	6	20	0,018	5,063	92,366	0,0453	0,5040	0,1440	2,55	956,89	952,9						
51	52	0	29	174	472	0,875	0,175	1,050	0,002	3,987	4,185	953,17	940,55	50,38	0,25	6	25	0,018	5,661	103,288	0,0405	0,4687	0,1370	2,77	952,47	939,8						
52	63	0	29	174	472	0,875	0,175	1,050	0,002	3,987	4,185	940,55	938,76	5,36	0,33	6	33	0,018	6,504	118,646	0,0353	0,4685	0,1280	3,05	939,84	938,0						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Diseño de PV-53 a PV 63 y PV-63 a PV-69

Pozos de Visita De PV A PV	Casas		Habitantes		Q _{dom}		Q _{C1}		Q _C		FQM		FH		Q _{bs}		Cotas terreno		DH (m)	S (%)	φ (in)	S _{subo} (%)	Área (m ²)	Sección llena		q/Q		v/V		d/D		v (m/s)		Cotas Invert.		Altura PV
	Act.	Acum.	Act.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Final	Inicial	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.						Final	Inicial	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	Final	Inicial	Fut.	Fut.	Fut.	Fut.	
53	54	6	6	36	98	0.181	0.036	0.217	0.002	4.246	0.922	955.35	956.18	66.93	-0.01	6	1	0.018	1.132	20.654	0.0446	0.5018	0.1430	0.57	953.95	953.28	3.00									
54	55	9	15	90	244	0.452	0.090	0.543	0.002	4.115	2.234	956.18	951.19	43.55	0.11	6	7	0.018	2.996	54.644	0.0409	0.4887	0.1370	1.46	953.25	950.20	1.25									
55	56	3	18	108	293	0.543	0.109	0.652	0.002	4.083	2.660	951.19	948.96	25.14	0.09	6	9	0.018	3.397	61.961	0.0429	0.4975	0.1410	1.69	950.17	947.91	1.25									
56	57	1	19	114	309	0.573	0.115	0.688	0.002	4.073	2.801	948.96	945.59	16.74	0.20	6	20	0.018	5.063	92.366	0.0303	0.4476	0.1190	2.27	947.88	944.53	1.25									
57	58	3	22	132	358	0.664	0.133	0.796	0.002	4.044	3.221	945.59	942.66	17.13	0.17	6	17	0.018	4.668	85.157	0.0378	0.4775	0.1320	2.23	944.50	941.59	1.25									
58	59	1	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	942.66	941.24	14.12	0.10	6	10	0.018	3.580	65.312	0.0514	0.5252	0.1540	1.88	941.56	940.14	1.25									
59	60	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	941.24	941.08	10.88	0.01	6	1	0.018	1.132	20.654	0.1627	0.7350	0.2720	0.83	940.11	940.00	1.25									
60	61	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	941.08	940.27	9.65	0.08	6	8	0.018	3.202	58.417	0.0575	0.5417	0.1620	1.73	939.97	939.20	1.25									
61	62	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	940.27	939.60	9.21	0.07	6	7	0.018	2.996	54.644	0.0615	0.5539	0.1680	1.66	939.17	938.53	1.25									
62	63	0	23	138	375	0.694	0.139	0.832	0.002	4.036	3.360	939.60	938.76	4.69	0.18	6	18	0.018	4.804	87.626	0.0383	0.4798	0.1330	2.3	938.50	937.66	1.50									
63	64	0	52	312	847	1.568	0.314	1.882	0.002	3.845	7.237	938.76	938.59	12.21	0.01	6	1	0.018	1.132	20.654	0.3504	0.9109	0.4080	1.03	937.36	937.23	2.00									
64	65	0	52	312	847	1.568	0.314	1.882	0.002	3.845	7.237	938.59	939.54	10.92	-0.09	6	0.5	0.018	0.801	14.604	0.4956	0.9974	0.4970	0.8	937.20	937.15	3.00									
65	66	0	52	312	847	1.568	0.314	1.882	0.002	3.845	7.237	939.54	933.82	40.67	0.14	6	14	0.018	4.236	77.279	0.0937	0.6259	0.2060	2.65	937.12	931.43	3.00									
66	67	0	52	312	847	1.568	0.314	1.882	0.002	3.845	7.237	933.82	933.67	16.80	0.01	6	1	0.018	1.132	20.654	0.3504	0.9109	0.4080	1.03	931.40	931.23	3.00									
67	68	0	52	312	847	1.568	0.314	1.882	0.002	3.845	7.237	933.67	929.57	10.49	0.39	6	39	0.018	7.071	128.981	0.0561	0.5376	0.1600	3.8	931.20	927.10	3.00									
68	69	0	52	312	847	1.568	0.314	1.882	0.002	3.845	7.237	929.57	928.19	16.86	0.08	6	0.5	0.018	0.801	14.604	0.4956	0.9974	0.4970	0.8	927.07	926.99	1.50									

Fuente: elaboración propia.

2.2.7. Evaluación de impacto ambiental

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN–, proporciona un listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades; clasificando cada proyecto en categorías. En la tabla XIII, se muestra únicamente la parte del listado taxativo que es de interés en este proyecto.

Tabla XIII. **Listado taxativo**

Tabulación	Clase	Descripción	Categorías			
			Alto impacto	de moderado a alto impacto	de moderado a bajo impacto	bajo impacto
Construcción, servicios comunitarios de inversión pública.	9 199	Diseño y operación de proyectos de introducción de agua potable.			Todas	

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, listado taxativo.

Con base en el listado taxativo, se determina que este proyecto se clasifica como de moderado a bajo impacto, por lo que solo es necesario hacer un diagnóstico de bajo impacto.

2.2.8. Planos constructivos

Los planos son la parte final del diseño de un proyecto de este tipo. En ellos se plasma gráficamente cómo debe construirse la red de alcantarillado. Para este proyecto se presentan los siguientes planos.

- Plano índice del alcantarillado sanitario
- Planta general del sistema y especificaciones técnicas
- Curvas de nivel del terreno para futura planta de tratamiento de aguas residuales
- Planta y perfil del ramal 1
- Planta y perfil del ramal 2
- Planta y perfil del ramal 3 y ramal 3,1
- Planta y perfil de ramal 4, colector 1 y colector 2
- Detalles de pozos de visita, cajas de visita y conexión domiciliar

2.2.9. Presupuesto

Para el presupuesto se utilizó un factor de indirectos de 35 % (utilidad, imprevistos, gastos administrativos, supervisión y fianzas). Como factor de ayudante se utilizó 24 % y de prestaciones 27,5 %.

Se hizo el presupuesto por medio del método de renglones de trabajo, cuantificando primero los costos unitarios de cada renglón de trabajo.

El presupuesto para el sistema de alcantarillado del caserío Hierba Buena, es el que se muestra en la tabla XIV.

Tabla XIV. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

RENGLONES DE TRABAJO					
	Descripción	Cantidad	Unidad	C.U	Costo Total
1	Trabajos preliminares				
1.1	Replanteo topográfico	2.07	km	Q 1,080.00	Q 2,235.60
2	Tubería PVC				
2.1	Ramal 1	504.95	ml	Q 315.60	Q 159,364.51
2.2	Ramal 2	644.84	ml	Q 315.60	Q 203,514.43
2.3	Ramal 3	242.52	ml	Q 315.60	Q 76,540.41
2.4	Ramal 3.1	230.6	ml	Q 315.60	Q 72,778.41
2.5	Ramal 4	210.95	ml	Q 315.60	Q 66,576.78
2.6	Colector 1	104.24	ml	Q 315.60	Q 32,898.62
2.7	Colector 2	55.86	ml	Q 315.60	Q 17,629.67
3	Pozos de visita				
3.1	Pozo de visita 1.25 m	24	un	Q 2,356.45	Q 56,554.92
3.2	Pozo de visita 1.50 m	46	un	Q 2,856.17	Q 131,383.91
3.3	Pozo de visita 2.00 m	7	un	Q 3,537.68	Q 24,763.77
3.4	Pozo de visita 2.50 m	1	un	Q 4,107.85	Q 4,107.85
3.5	Pozo de visita 3.00 m	6	un	Q 4,679.52	Q 28,077.13
4	Conexiones domiciliare	104	un	Q 3,605.16	Q 374,936.23
	TOTAL			Q	1,251,362.23

Fuente: elaboración propia.

2.2.10. Cronograma de ejecución

El proyecto esta propuesto para terminarse en 8 meses a partir del comienzo de la ejecución. El cronograma se muestra en la tabla XV.

Tabla XV. Cronograma de ejecución del sistema de alcantarillado sanitario

Actividad	1er. Mes	2do. Mes	3er. Mes	4to. Mes	5to. Mes	6to. Mes	7mo. Mes	8vo. Mes	Inversión
1 Trabajos preliminares	■								Q 2 235,60
2 Tubería PVC		■	■	■					Q 629 302,83
3 Pozos de visita				■	■	■			Q 244 887,57
4 Conexión domiciliar							■	■	Q 374 936,23
									Q 1 251 362,23

Fuente: elaboración propia.

2.2.11. Especificaciones técnicas

- Movilización y desmovilización

La movilización consistirá en los trabajos y operaciones preparatorias que incluirán todo lo necesario para el traslado del equipo, al lugar de la obra y todos los trabajos y operaciones que se deban realizar antes de comenzar las actividades en los diferentes renglones establecidos en el contrato.

La desmovilización, es la actividad de retiro del contratista y de sus recursos del sitio de la obra una vez finalizada y aprobada la misma.

- Replanteo y levantamiento topográfico para construcción.

Este trabajo consiste en el suministro de personal calificado, del equipo necesario y del material para efectuar levantamientos y replanteos topográficos, cálculos y registros de datos para el control del trabajo.

El personal, equipo y material deberá cumplir con lo siguiente:

Personal. El contratista debe suministrar cuadrillas de topografía técnicamente calificadas, capaces de ejecutar el trabajo en tiempo y con la exactitud requerida. Siempre que se estén realizando trabajos topográficos de replanteo, deberá estar presente en el proyecto un supervisor calificado para la cuadrilla.

Equipo. El contratista debe suministrar instrumentos de topografía y equipo de soporte capaces de alcanzar las tolerancias especificadas.

Material. El contratista debe suministrar herramientas e insumos aceptables del tipo y de la calidad utilizada normalmente en los trabajos de levantamientos topográficos efectuados en carreteras y adecuados para el uso indicado. Debe suministrar estacas y mojones de una longitud tal que provean un empotramiento sólido en el terreno y con un área superficial afuera del terreno suficiente para colocar las marcas legibles necesarias.

Replanteo de la línea central. El personal de la supervisora colocará las referencias de los puntos de control horizontal y vertical, establecidos en los planos.

El personal de la supervisora también suministrará los datos a utilizarse en el establecimiento de controles de los principales elementos del proyecto.

Levantamientos topográficos para construcción. El contratista, con las referencias entregadas por la supervisora y la información suministrada en los planos y/o programas o archivos computarizados del diseño geométrico, colocará las estacas de construcción.

- Limpia, chapeo y destronque.

Este trabajo consiste en el chapeo, tala, destronque, remoción y eliminación de toda clase de vegetación y desechos que están dentro de los límites del derecho de vía y en las áreas de bancos de préstamo, excepto la vegetación que sea designada para que permanezca en su lugar, o que tenga que ser removida de acuerdo con otras secciones de estas especificaciones generales. El trabajo también incluye la debida preservación de la vegetación que se deba conservar, a efecto de evitar cualquier daño que se pueda ocasionar.

- Excavación de zanjas.

Este trabajo consiste en la excavación, remoción y retiro de material de las zanjas, de acuerdo a la tabla XVI.

Tabla XVI. **Anchos de zanja según la profundidad**

Profundidad de zanja	Ancho de zanja
0,80 m – 2,00 m	0,75 m
2,00 m – 3,00 m	1,00 m
3,00 m – 4,00 m	1,20 m
4,00 m – 6,00 m	1,50 m

Fuente: elaboración propia.

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 0,80 m.

- Construcción de pozos y cajas de visita.

La elaboración de los pozos de visita y cajas de visita, se hará de acuerdo a lo siguiente:

- ✓ En cada inicio de ramal, se colocará un pozo de visita, con una profundidad igual a 1,40 m.

- ✓ El diámetro de la tapadera de los pozos de visita y cajas de visita será de 0,84 m mínimo.
- ✓ El espesor de las tapaderas será con un mínimo de 0,12 m.
- ✓ Las tapaderas deberán identificarse en bajo relieve, con la nomenclatura de la planta de diseño hidráulico.
- ✓ El diámetro interno del fondo de los pozos de visita será de 1,20 m.
- ✓ Se usará ladrillo tayuyo con medidas 6,5 X 11 X 23 cm, se colocarán de punta.
- ✓ Se usará mortero tipo N (1 cemento, $\frac{1}{2}$ - 1 $\frac{1}{4}$ cal, 2 $\frac{1}{4}$ -3 arena).
- ✓ Hacer la mezcla sin agregarle agua. Sólo agregarle agua a la cantidad de mezcla que se va a utilizar, para conocer la cantidad de agua adecuada, recurrir al método de la cuchara invertida, el cual consiste en que una vez agregada el agua a la mezcla, revolver la misma con el agua, tomar un poco de mezcla con una cuchara de albañil y posteriormente voltearla a modo que la mezcla queda hacia abajo, cuando la mezcla quede pegada en la cuchara entre 2 y 3 segundos, la mezcla estará en su punto óptimo de agua.
- ✓ El interior de los pozos se alisará hasta la altura de 0,30 m sobre la cota de corona, de tubería de entrada, la mezcla de alisado se hará con una proporción 1:3.

- ✓ El concreto deberá tener una resistencia a compresión de $F'c=210$ kg/cm^2 a los 28 días, la proporción a usar será de 1:2:3
- ✓ El acero de refuerzo será $f'y= 281$ kg/cm^2 , grado 40.
- Colocación de tubería.

Antes de colocar la tubería, el delegado residente debe comprobar que las zanjas hayan sido excavadas, se debe verificar que el fondo de las zanjas esté plano y no tenga ningún borde o deformación y los lechos o superficies de cimentación conformados y terminados estén como se indica en los planos.

La unión entre dos tubos puede ser del tipo integral de campana y espiga o del tipo de anillo de acople. La colocación de las alcantarillas se debe principiar en el extremo de aguas abajo con los extremos de campana en la dirección aguas arriba. En el caso de unión de tipo de campana, se utilizará un empaque de hule, el procedimiento para unir los tubos es el siguiente:

- ✓ Limpiar los extremos de los tubos (espiga y campana), teniendo cuidado de no dejar lodo o arena en los mismos.
- ✓ Asegurarse de que los primeros 3 surcos estén limpios, colocar el hule en dos surcos consecutivos del extremo del tubo y en correspondencia con la parte lisa de la campana.
- ✓ Verificar que el hule quede firmemente asentado.

- ✓ Aplicar lubricante generosamente en la campana y sobre el lomo del caucho únicamente, se puede hacer con una brocha, esponja o trapo.
- ✓ Alinear la unión, luego introducir la espiga en la campana y empujar.
- Conexiones domiciliarias.

La tubería para éstas conexiones es de 4 pulgadas para PVC, con una pendiente que varía del 2% al 6%, que saldrán de la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a esta en un ángulo de 45° a favor de la corriente del caudal interno del colector.

Las cajas domiciliarias se construirán con tubería de concreto de diámetro mínimo de 12 pulgadas a una altura de 1,00 m mínimo sobre el nivel del suelo, para la silleta se utilizara Y o T 6X4 pulgadas PVC.

- Relleno de zanja.

Los materiales del relleno inicial, se requieren para dar un desempeño estructural adecuado a la tubería, el relleno inicial necesita solo extenderse hasta $\frac{3}{4}$ " del diámetro del tubo. Sin embargo las especificaciones AASHTO y ASTM, extienden el relleno inicial desde el centro geométrico de la tubería hasta 15 a 30 cm por encima del lomo del tubo, para proporcionar protección al tubo de las operaciones de construcción durante la colocación del relleno final y para proteger el tubo. Se pueden utilizar como relleno inicial materiales clase I, II, III ó IV de baja plasticidad, compactado por capas de 0,25 m máximo. Para el relleno final se puede usar el material excavado.

El relleno se debe efectuar lo más rápido posible, después de instalada la tubería, para proteger ésta contra rocas que puedan, caen en la zanja y eliminar la posibilidad de desplazamiento o flotación en caso de que se produzca una inundación, evitando también la erosión del suelo que sirve de soporte a la tubería.

2.2.12. Evaluación socio-económica

2.2.12.1. Valor presente neto

Para determinar el VPN, se deben conocer los ingresos y egresos que se tendrán durante el período de diseño del proyecto. Como egresos se tiene el costo total de ejecución del proyecto (inversión de la municipalidad de Sololá), y costos de operación y mantenimiento (Q. 500,00). Como ingresos se tendrá un pago único inicial por vivienda de Q. 200,00, y la tarifa mensual por vivienda de Q. 5,00.

Se tabulan los datos como se muestra en la tabla XVII.

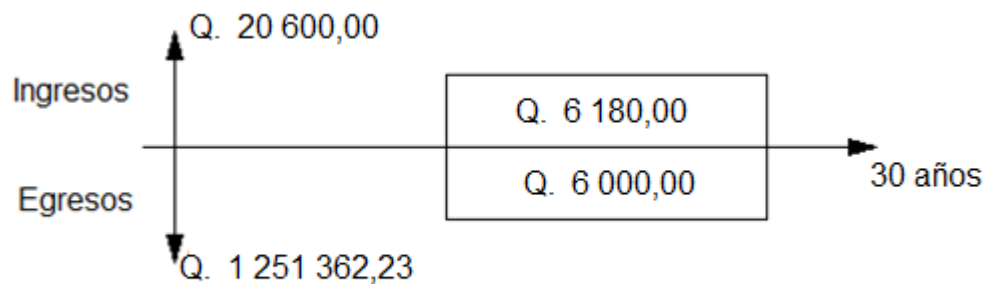
Tabla XVII. **Cálculo del valor presente neto**

	Operación	Resultado
Costo inicial		Q 1 251 362,23
Ingreso inicial	(Q. 200/viv) * (103 viv)	Q. 20 600,00
Costos anuales	(Q. 500/mes) * 12 meses	Q. 6 000,00
Ingresos anuales	(Q. 5/viv) * (103 viv) * (12 meses)	Q. 6 180,00
Vida útil del proyecto		30 años

Fuente: elaboración propia.

Por ser un proyecto de carácter social, la tasa de interés debe ser lo más baja posible, por lo que se tomará 6 % de tasa de interés anual. Una manera de visualizar los ingresos y egresos del proyecto, es a través de un flujo de caja, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 21. **Flujo de caja del proyecto**



Fuente: elaboración propia.

Se calcula el VPN de la siguiente forma:

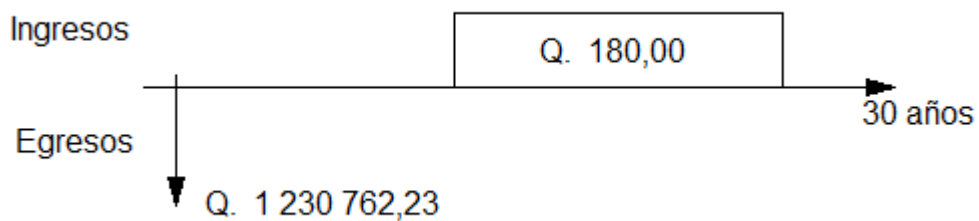
$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -1\,251\,362,23 + 20\,600,00 - \frac{6\,000,00 * 1}{(1 + 0,06)^{30}} + \frac{6\,180,00 * 1}{(1 + 0,06)^{30}} \\ &= -1\,230\,730,96 \end{aligned}$$

Como se puede observar, el VPN es negativo, lo que significa que no produce utilidad alguna. Esto es por ser un proyecto de carácter social, su objetivo es promover desarrollo en la comunidad.

2.2.12.2. Tasa interna de retorno

Para calcular la TIR se debe simplificar el flujo de caja que se analizó para el valor presente neto (figura 18). El flujo de caja simplificado se muestra en la figura 22.

Figura 22. Flujo de caja simplificado



Fuente: elaboración propia.

$$180,00 * (1 + TIR)^{-30} = 1\ 230\ 762,23$$

$$TIR = -25,50 \%$$

Se observa que la tasa de interés (6%) es mayor a la tasa interna de retorno. Esto indica que el proyecto no genera ganancias, pero como se explicó anteriormente, por ser un proyecto de carácter social no se rechaza, ya que su objetivo es el desarrollo de la comunidad.

CONCLUSIONES

1. El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío San Juan, cumplirá con las expectativas de los habitantes por lo menos durante 20 años a partir de su construcción. Este proyecto contribuirá a mejorar la calidad de vida de la comunidad. Se beneficiará a un total de 432 habitantes distribuidos en 72 viviendas.
2. El costo total del proyecto de abastecimiento de agua potable para el caserío San Juan es de Q. 380 877,98, lo que equivale a un costo de Q. 177,15 por metro lineal. Se construirá completamente con tubería de PVC de distintos diámetros de 160 psi.
3. El sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Hierba Buena, está contemplado para funcionar eficientemente durante un período de diseño de 30 años, a partir de su construcción. Se cubrirán las 103 viviendas existentes dentro del caserío, con un total de 618 habitantes. El drenaje sanitario contribuirá a mejorar las condiciones sanitarias de la comunidad, además logrará contribuir con la limpieza del Lago de Atitlán.
4. El proyecto de alcantarillado sanitario tiene un costo de Q. 1 251 362,23 lo que es equivalente a un costo de Q. 604,52 por metro lineal. Estará construido con tubería de PVC de 6 pulgadas de diámetro, en su totalidad. Se cuenta con terreno comunitario para futura planta de tratamiento de aguas residuales.

5. Ambos proyectos se trabajaron en base a los reglamentos de diseño de sistemas de agua potable y sistemas de alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

6. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), es una oportunidad para el estudiante, de aplicar los conocimientos obtenidos durante la carrera de ingeniería civil, en el ámbito rural. El epeista logra ganar experiencia en trabajo de campo y de oficina, enfrentándose a los problemas que viven las comunidades del país.

RECOMENDACIONES

1. Seguir cuidadosamente las especificaciones técnicas de diseño de ambos proyectos, para garantizar la calidad y buen funcionamiento de los mismos.
2. Ejecutar los proyectos de acuerdo a los planos de diseño, sin realizar cambios para lograr que los sistemas funcionen eficazmente y cumplan con los objetivos propuestos. Esto bajo la supervisión de un profesional calificado.
3. Para el sistema de alcantarillado sanitario, se debe hacer conciencia a los habitantes del buen uso del mismo. No es un alcantarillado pluvial y no debe usarse para tirar basura.
4. Hacer ver a la comunidad de San Juan que el agua es un recurso finito y, que se debe utilizar de forma moderada y apropiada. Se debe enseñar el buen manejo del agua, dentro del hogar para evitar su contaminación.

BIBLIOGRAFÍA

1. BLANK, Leland; TARQUIN, Anthony. *Ingeniería Económica*. 6ª ed. México, McGraw Hill. 2007. 816 p.
2. CORCHO ROMERO, Freddy; DUQUE SERNA, José. *Acueductos. Teoría y diseño*. Colombia: Universidad de Medellín. 2005. 639 p.
3. INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, 1997. 25 p.
4. . *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 100 p.

APÉNDICES



**ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO
Y EXAMEN BACTERIOLOGICO DEL AGUA**

FACULTAD DE INGENIERIA

Lugar: Caserío San Juan, Aldea Argueta
 Fuente: Nacimiento
 Día: 25/10/2010 Hora: 09:30 a.m.
 Condiciones de Transporte: Hielera
 Tomada por: Norman Leonel Siguí Gil
 Interesado: Norman Leonel Siguí Gil
 Depto: Sololá Municipio: Sololá

No.	Análisis	Resultados	unidades
1	Alcalinidad	82	mg/L CaCO ₃
2	Dureza	106	mg/L CaCO ₃
3	Cloruros	7.5	mg/L Cl ⁻
4	Fluoruros	0.3	mg/L F ⁻
5	Amoniaco	12.2	mg/L NH ₃
6	Nitratos	18.92	mg/L NO ₃
7	Nitritos	0.099	mg/L NO ₂
8	Hierro	0.37	mg/L Fe
9	Manganeso	0.2	mg/L Mn
10	Color	17	unidades
11	Turbiedad	4.8	mg/L NTU
12	Olor	Inodora	
13	Conductividad	138.4	µS/cm
14	Solidos disueltos	73	mg/L
15	pH	7.3	unidades de pH
16	Sulfatos	2	mg/L SO ₄
17	Aspecto	claro	

18	Coliformes totales	>2420	NMP/100 cm ³
19	Coliformes fecales	258	NMP/100 cm ³

[Handwritten Signature]
ZENY MICH SANTOS
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria

LABORATORIO REGIONAL DE INGENIERIA SANITARIA Y RECURSOS HIDRAULICOS
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO UNIFICADO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
 DOCTORA ALBA TABARIN MOLINA
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

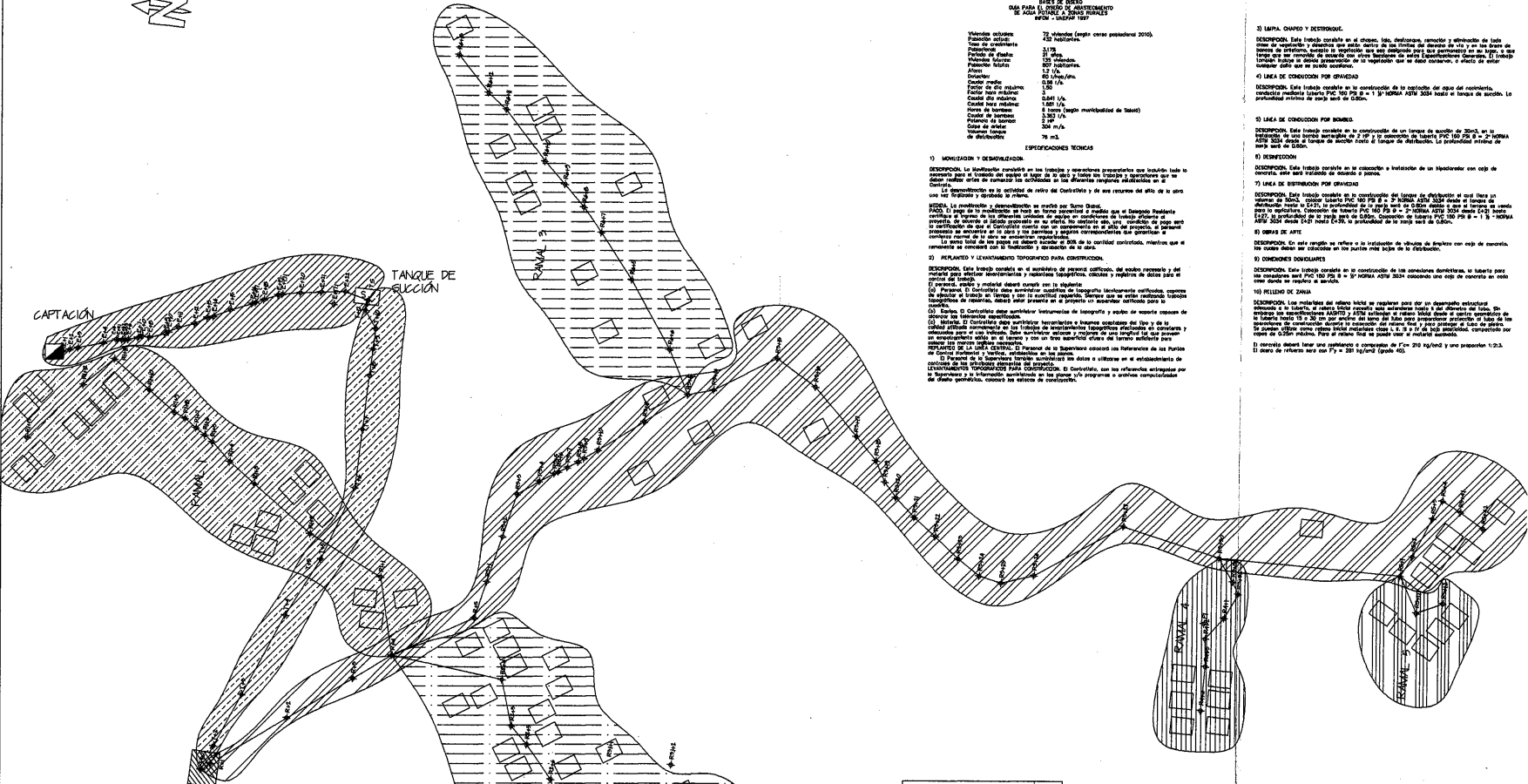


BASES DE DISEÑO
 DEL PLAN DE DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE A SOJOLA TIANJIL
 AÑO: 1987

Manejo urbano	75 viviendas (según censo población 2015)
Población actual	430 habitantes
Dist. de captación	317 m
Período de flujo	12 h
Manejo técnico	100 habitantes
Manejo hidr. (m³)	800 habitantes
Altura	127 m.s.n.m.
Costo unitario	1.00 \$/m³
Factor de crecimiento	1.20
Costo del sistema	2.841 \$/m³
Costo del terreno	2.841 \$/m³
Costo de instalación	2.841 \$/m³
Costo de operación	2.841 \$/m³
Costo de mantenimiento	2.841 \$/m³
Costo de saneamiento	2.841 \$/m³
Costo de agua	2.841 \$/m³
Costo de electricidad	2.841 \$/m³
Costo de otros servicios	2.841 \$/m³
Costo total	2.841 \$/m³

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 1) MOTIVACIÓN Y DEMONSTRACIÓN**
 DESCRIPCIÓN: La motivación consistió en las reuniones y charlas informativas que tuvieron lugar en el municipio para explicar el proyecto y sus beneficios a la población. Se realizaron reuniones en las principales zonas del municipio y se entregó material informativo a la comunidad. Se realizaron también reuniones con los líderes comunitarios y se les explicó el proyecto y sus beneficios. Se realizaron también reuniones con los representantes de la municipalidad y se les explicó el proyecto y sus beneficios. Se realizaron también reuniones con los representantes de la municipalidad y se les explicó el proyecto y sus beneficios.
- 2) RELEVAMIENTO Y CENSAMIENTO TOPOGRÁFICO PARA DISTRIBUCIÓN**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el levantamiento topográfico del terreno para determinar el punto de captación y el punto de distribución. Se realizaron levantamientos topográficos en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se realizaron también levantamientos topográficos en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 3) LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de la línea de conducción y distribución. Se diseñó la línea de conducción y distribución en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñó también la línea de conducción y distribución en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 4) LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de la línea de conducción por gravedad. Se diseñó la línea de conducción por gravedad en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñó también la línea de conducción por gravedad en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 5) OBRAS DE ARTE**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de las obras de arte. Se diseñaron las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñaron también las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 6) DISEÑO DE OBRAS DE ARTE**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de las obras de arte. Se diseñaron las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñaron también las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 7) LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN POR GRAVEDAD**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de la línea de distribución por gravedad. Se diseñó la línea de distribución por gravedad en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñó también la línea de distribución por gravedad en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 8) OBRAS DE ARTE**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de las obras de arte. Se diseñaron las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñaron también las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 9) DISEÑO DE OBRAS DE ARTE**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de las obras de arte. Se diseñaron las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñaron también las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 10) RELENO DE ZANJAS**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el relleno de las zanjas. Se relleno las zanjas en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se relleno también las zanjas en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.



SIMBOLOGIA

1	LINEA DE CONDUCCION
2	LINEA DE BOMBEO
3	LINEA DE DISTRIBUCION
4	RAMAL 1
5	RAMAL 2
6	RAMAL 3
7	RAMAL 4
8	RAMAL 5
9	RAMAL 6
10	RAMAL 7
11	RAMAL 8
12	RAMAL 9
13	RAMAL 10
14	RAMAL 11
15	RAMAL 12
16	RAMAL 13
17	RAMAL 14
18	RAMAL 15
19	RAMAL 16
20	RAMAL 17
21	RAMAL 18
22	RAMAL 19
23	RAMAL 20
24	RAMAL 21
25	RAMAL 22
26	RAMAL 23
27	RAMAL 24
28	RAMAL 25
29	RAMAL 26
30	RAMAL 27
31	RAMAL 28
32	RAMAL 29
33	RAMAL 30
34	RAMAL 31
35	RAMAL 32
36	RAMAL 33
37	RAMAL 34
38	RAMAL 35
39	RAMAL 36
40	RAMAL 37
41	RAMAL 38
42	RAMAL 39
43	RAMAL 40
44	RAMAL 41
45	RAMAL 42
46	RAMAL 43
47	RAMAL 44
48	RAMAL 45
49	RAMAL 46
50	RAMAL 47
51	RAMAL 48
52	RAMAL 49
53	RAMAL 50
54	RAMAL 51
55	RAMAL 52
56	RAMAL 53
57	RAMAL 54
58	RAMAL 55
59	RAMAL 56
60	RAMAL 57
61	RAMAL 58
62	RAMAL 59
63	RAMAL 60
64	RAMAL 61
65	RAMAL 62
66	RAMAL 63
67	RAMAL 64
68	RAMAL 65
69	RAMAL 66
70	RAMAL 67
71	RAMAL 68
72	RAMAL 69
73	RAMAL 70
74	RAMAL 71
75	RAMAL 72
76	RAMAL 73
77	RAMAL 74
78	RAMAL 75
79	RAMAL 76
80	RAMAL 77
81	RAMAL 78
82	RAMAL 79
83	RAMAL 80
84	RAMAL 81
85	RAMAL 82
86	RAMAL 83
87	RAMAL 84
88	RAMAL 85
89	RAMAL 86
90	RAMAL 87
91	RAMAL 88
92	RAMAL 89
93	RAMAL 90
94	RAMAL 91
95	RAMAL 92
96	RAMAL 93
97	RAMAL 94
98	RAMAL 95
99	RAMAL 96
100	RAMAL 97
101	RAMAL 98
102	RAMAL 99
103	RAMAL 100

INDICE

LINEA DE CONDUCCION	011
LINEA DE BOMBEO	011
LINEA DE DISTRIBUCION	011, 411
RAMAL 1	011
RAMAL 2	011
RAMAL 3	411
RAMAL 4	411
RAMAL 5	411
RAMAL 6	411
RAMAL 7	411
RAMAL 8	411
RAMAL 9	411
RAMAL 10	411
RAMAL 11	411
RAMAL 12	411
RAMAL 13	411
RAMAL 14	411
RAMAL 15	411
RAMAL 16	411
RAMAL 17	411
RAMAL 18	411
RAMAL 19	411
RAMAL 20	411
RAMAL 21	411
RAMAL 22	411
RAMAL 23	411
RAMAL 24	411
RAMAL 25	411
RAMAL 26	411
RAMAL 27	411
RAMAL 28	411
RAMAL 29	411
RAMAL 30	411
RAMAL 31	411
RAMAL 32	411
RAMAL 33	411
RAMAL 34	411
RAMAL 35	411
RAMAL 36	411
RAMAL 37	411
RAMAL 38	411
RAMAL 39	411
RAMAL 40	411
RAMAL 41	411
RAMAL 42	411
RAMAL 43	411
RAMAL 44	411
RAMAL 45	411
RAMAL 46	411
RAMAL 47	411
RAMAL 48	411
RAMAL 49	411
RAMAL 50	411
RAMAL 51	411
RAMAL 52	411
RAMAL 53	411
RAMAL 54	411
RAMAL 55	411
RAMAL 56	411
RAMAL 57	411
RAMAL 58	411
RAMAL 59	411
RAMAL 60	411
RAMAL 61	411
RAMAL 62	411
RAMAL 63	411
RAMAL 64	411
RAMAL 65	411
RAMAL 66	411
RAMAL 67	411
RAMAL 68	411
RAMAL 69	411
RAMAL 70	411
RAMAL 71	411
RAMAL 72	411
RAMAL 73	411
RAMAL 74	411
RAMAL 75	411
RAMAL 76	411
RAMAL 77	411
RAMAL 78	411
RAMAL 79	411
RAMAL 80	411
RAMAL 81	411
RAMAL 82	411
RAMAL 83	411
RAMAL 84	411
RAMAL 85	411
RAMAL 86	411
RAMAL 87	411
RAMAL 88	411
RAMAL 89	411
RAMAL 90	411
RAMAL 91	411
RAMAL 92	411
RAMAL 93	411
RAMAL 94	411
RAMAL 95	411
RAMAL 96	411
RAMAL 97	411
RAMAL 98	411
RAMAL 99	411
RAMAL 100	411

- 3) LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de la línea de conducción y distribución. Se diseñó la línea de conducción y distribución en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñó también la línea de conducción y distribución en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 4) LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de la línea de conducción por gravedad. Se diseñó la línea de conducción por gravedad en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñó también la línea de conducción por gravedad en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 5) OBRAS DE ARTE**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de las obras de arte. Se diseñaron las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñaron también las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 6) DISEÑO DE OBRAS DE ARTE**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de las obras de arte. Se diseñaron las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñaron también las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 7) LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN POR GRAVEDAD**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de la línea de distribución por gravedad. Se diseñó la línea de distribución por gravedad en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñó también la línea de distribución por gravedad en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 8) OBRAS DE ARTE**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de las obras de arte. Se diseñaron las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñaron también las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 9) DISEÑO DE OBRAS DE ARTE**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el diseño de las obras de arte. Se diseñaron las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se diseñaron también las obras de arte en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.
- 10) RELENO DE ZANJAS**
 DESCRIPCIÓN: Este trabajo consistió en el relleno de las zanjas. Se relleno las zanjas en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución. Se relleno también las zanjas en las principales zonas del municipio y se determinó el punto de captación y el punto de distribución.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SOJOLA, SOJOLA

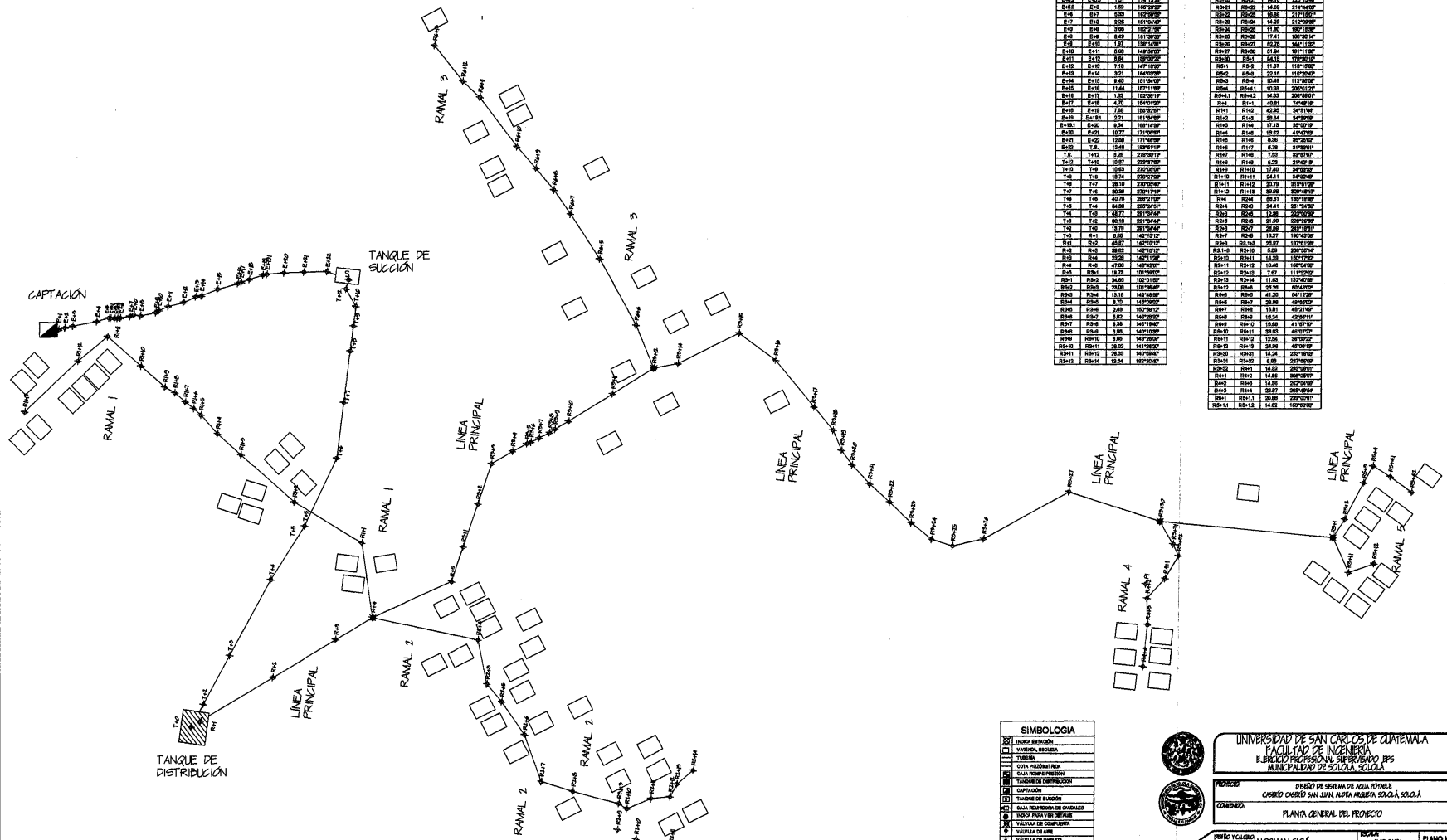
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE
 CARRERA: INGENIERIA CIVIL

CONDOMINIO: PLANO INDICE

PREFO Y CALIBRA: NORMAN SOLI
 INICIAVA: PLANO No. I/II

FECHA: 2005/12/27
 CARRERA: INGENIERIA CIVIL

REV. INGENIERIA CIVIL

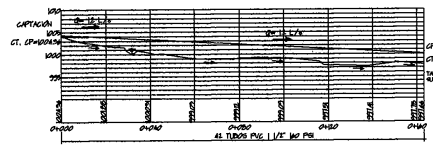
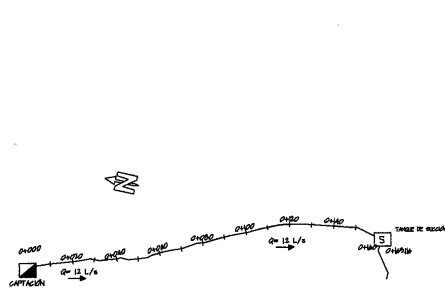


PLANTA GENERAL DEL SISTEMA

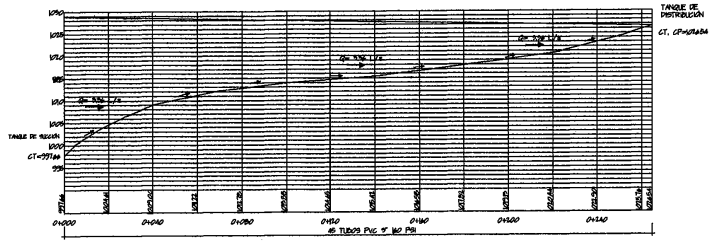
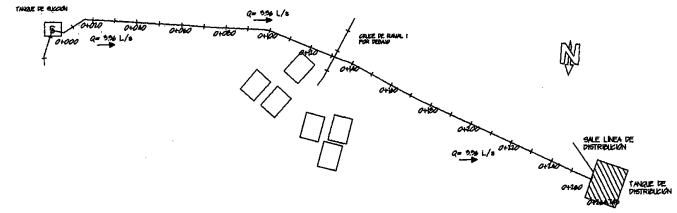
ESCALA: 1/1000

LIBRETA TOPOGRAFICA		
EST	PO	ASBMT
R41	R42	5.84 1073972
R43	R44	6.44 1073972
R45	R46	13.35 1073972
R47	R48	7.89 1073972
R49	R50	1.75 1073972
R51	R52	1.81 1073972
R53	R54	1.08 1073972
R55	R56	1.33 1073972
R57	R58	1.08 1073972
R59	R60	2.09 1073972
R61	R62	1.87 1073972
R63	R64	8.59 1073972
R65	R66	7.19 1073972
R67	R68	3.71 1073972
R69	R70	8.96 1073972
R71	R72	11.84 1073972
R73	R74	1.82 1073972
R75	R76	4.73 1073972
R77	R78	7.89 1073972
R79	R80	2.71 1073972
R81	R82	10.77 1073972
R83	R84	13.68 1073972
R85	R86	1.04 2700012
R87	R88	10.87 2700012
R89	R90	13.68 2700012
R91	R92	20.00 2700012
R93	R94	40.36 2700012
R95	R96	48.77 2700012
R97	R98	50.18 2700012
R99	R100	13.79 2700012
R101	R102	45.87 1420012
R103	R104	86.00 1420012
R105	R106	47.00 1420012
R107	R108	19.73 1073972
R109	R110	34.80 1073972
R111	R112	29.00 1073972
R113	R114	13.15 1420012
R115	R116	2.00 1420012
R117	R118	3.00 1420012
R119	R120	8.00 1420012
R121	R122	11.00 1420012
R123	R124	13.00 1420012
R125	R126	15.00 1420012
R127	R128	17.00 1420012
R129	R130	19.00 1420012
R131	R132	21.00 1420012
R133	R134	23.00 1420012

LIBRETA TOPOGRAFICA		
EST	PO	ASBMT
R135	R136	25.00 1420012
R137	R138	27.00 1420012
R139	R140	29.00 1420012
R141	R142	31.00 1420012
R143	R144	33.00 1420012
R145	R146	35.00 1420012
R147	R148	37.00 1420012
R149	R150	39.00 1420012
R151	R152	41.00 1420012
R153	R154	43.00 1420012
R155	R156	45.00 1420012
R157	R158	47.00 1420012
R159	R160	49.00 1420012
R161	R162	51.00 1420012
R163	R164	53.00 1420012
R165	R166	55.00 1420012
R167	R168	57.00 1420012
R169	R170	59.00 1420012
R171	R172	61.00 1420012
R173	R174	63.00 1420012
R175	R176	65.00 1420012
R177	R178	67.00 1420012
R179	R180	69.00 1420012
R181	R182	71.00 1420012
R183	R184	73.00 1420012
R185	R186	75.00 1420012
R187	R188	77.00 1420012
R189	R190	79.00 1420012
R191	R192	81.00 1420012
R193	R194	83.00 1420012
R195	R196	85.00 1420012
R197	R198	87.00 1420012
R199	R200	89.00 1420012
R201	R202	91.00 1420012
R203	R204	93.00 1420012
R205	R206	95.00 1420012
R207	R208	97.00 1420012
R209	R210	99.00 1420012
R211	R212	101.00 1420012
R213	R214	103.00 1420012
R215	R216	105.00 1420012
R217	R218	107.00 1420012
R219	R220	109.00 1420012
R221	R222	111.00 1420012
R223	R224	113.00 1420012
R225	R226	115.00 1420012
R227	R228	117.00 1420012
R229	R230	119.00 1420012
R231	R232	121.00 1420012
R233	R234	123.00 1420012
R235	R236	125.00 1420012
R237	R238	127.00 1420012
R239	R240	129.00 1420012
R241	R242	131.00 1420012
R243	R244	133.00 1420012
R245	R246	135.00 1420012
R247	R248	137.00 1420012
R249	R250	139.00 1420012
R251	R252	141.00 1420012
R253	R254	143.00 1420012
R255	R256	145.00 1420012
R257	R258	147.00 1420012
R259	R260	149.00 1420012
R261	R262	151.00 1420012
R263	R264	153.00 1420012
R265	R266	155.00 1420012
R267	R268	157.00 1420012
R269	R270	159.00 1420012
R271	R272	161.00 1420012
R273	R274	163.00 1420012
R275	R276	165.00 1420012
R277	R278	167.00 1420012
R279	R280	169.00 1420012
R281	R282	171.00 1420012
R283	R284	173.00 1420012
R285	R286	175.00 1420012
R287	R288	177.00 1420012
R289	R290	179.00 1420012
R291	R292	181.00 1420012
R293	R294	183.00 1420012
R295	R296	185.00 1420012
R297	R298	187.00 1420012
R299	R300	189.00 1420012
R301	R302	191.00 1420012
R303	R304	193.00 1420012
R305	R306	195.00 1420012
R307	R308	197.00 1420012
R309	R310	199.00 1420012
R311	R312	201.00 1420012
R313	R314	203.00 1420012
R315	R316	205.00 1420012
R317	R318	207.00 1420012
R319	R320	209.00 1420012
R321	R322	211.00 1420012
R323	R324	213.00 1420012
R325	R326	215.00 1420012
R327	R328	217.00 1420012
R329	R330	219.00 1420012
R331	R332	221.00 1420012
R333	R334	223.00 1420012
R335	R336	225.00 1420012
R337	R338	227.00 1420012
R339	R340	229.00 1420012
R341	R342	231.00 1420012
R343	R344	233.00 1420012
R345	R346	235.00 1420012
R347	R348	237.00 1420012
R349	R350	239.00 1420012
R351	R352	241.00 1420012
R353	R354	243.00 1420012
R355	R356	245.00 1420012
R357	R358	247.00 1420012
R359	R360	249.00 1420012
R361	R362	251.00 1420012
R363	R364	253.00 1420012
R365	R366	255.00 1420012
R367	R368	257.00 1420012
R369	R370	259.00 1420012
R371	R372	261.00 1420012
R373	R374	263.00 1420012
R375	R376	265.00 1420012
R377	R378	267.00 1420012
R379	R380	269.00 1420012
R381	R382	271.00 1420012
R383	R384	273.00 1420012
R385	R386	275.00 1420012
R387	R388	277.00 1420012
R389	R390	279.00 1420012
R391	R392	281.00 1420012
R393	R394	283.00 1420012
R395	R396	285.00 1420012
R397	R398	287.00 1420012
R399	R400	289.00 1420012
R401	R402	291.00 1420012
R403	R404	293.00 1420012
R405	R406	295.00 1420012
R407	R408	297.00 1420012
R409	R410	299.00 1420012
R411	R412	301.00 1420012
R413	R414	303.00 1420012
R415	R416	305.00 1420012
R417	R418	307.00 1420012
R419	R420	309.00 1420012
R421	R422	311.00 1420012
R423	R424	313.00 1420012
R425	R426	315.00 1420012
R427	R428	317.00 1420012
R429	R430	319.00 1420012
R431	R432	321.00 1420012
R433	R434	323.00 1420012
R435	R436	325.00 1420012
R437	R438	327.00 1420012
R439	R440	329.00 1420012
R441	R442	331.00 1420012
R443	R444	333.00 1420012
R445	R446	335.00 1420012
R447	R448	337.00 1420012
R449	R450	339.00 1420012
R451	R452	341.00 1420012
R453	R454	343.00 1420012
R455	R456	345.00 1420012
R457	R458	347.00 1420012
R459	R460	349.00 1420012
R461	R462	351.00 1420012
R463	R464	353.00 1420012
R465	R466	355.00 1420012
R467	R468	357.00 1420012
R469	R470	359.00 1420012
R471	R472	361.00 1420012
R473	R474	363.00 1420012
R475	R476	365.00 1420012
R477	R478	367.00 1420012
R479	R480	369.00 1420012
R481	R482	371.00 1420012
R483	R484	373.00 1420012
R485	R486	375.00 1420012
R487	R488	377.00 1420012
R489	R490	379.00 1420012
R491	R492	381.00 1420012
R493	R494	383.00 1420012
R495	R496	385.00 1420012
R497	R498	387.00 1420012
R499	R500	389.00 1420012
R501	R502	391.00 1420012
R503	R504	393.00 1420012
R505	R506	395.00 1420012
R507	R508	397.00 1420012
R509	R510	399.00 1420012
R511	R512	401.00 1420012
R513	R514	403.00 1420012
R515	R516	405.00 1420012
R517	R518	407.00 1420012
R519	R520	409.00 1420012
R521	R522	411.00 1420012
R523	R524	413.00 1420012
R525	R526	415.00 1420012
R527	R528	417.00 1420012
R529	R530	419.00 1420012
R531	R532	421.00 1420012
R533	R534	423.00 1420012
R535	R536	425.00 1420012
R537	R538	427.00 1420012
R539	R540	429.00 1420012
R541	R542	431.00 1420012
R543	R544	433.00 1420012
R545	R546	435.00 1420012
R547	R548	437.00 1420012
R549	R550	439.00 1420012
R551	R552	441.00 1420012
R553	R554	443.00 1420012
R555	R556	445.00 1420012
R557	R558	447.00 1420012
R559	R560	449.00 1420012
R561	R562	451.00 1420012
R563	R564	453.00 1420012
R565	R566	455.00 1420012
R567	R568	457.00 1420012
R569	R570	459.00 1420012
R571	R572	461.00 1420012
R573	R574	463.00 1420012
R575	R576	465.00 1420012
R577	R578	467.00 1420012
R579	R580	469.00 1420012
R581	R582	471.00 1420012
R583	R584	473.00 1420012
R585	R586	475.00 1420012
R587	R588	477.00 1420012
R589	R590	479.00 1420012
R591	R592	481.00 1420012
R593	R594	483.00 1420012
R595	R596	485.00 1420012
R597	R598	487.00 1420012
R599	R600	489.00 1420012
R601	R602	491.00 1420012
R603	R604	493.00 1420012
R605	R606	495.00 1420012
R607	R608	497.00 1420012
R609	R610	499.00 1420012
R611	R612	501.00 1420012
R613	R614	503.00 1420012
R615	R616	505.00 1420012
R617	R618	507.00 1420012
R619	R620	509.00 1420012
R621	R622	511.00 1420012
R623	R624	513.00 1420012
R625	R626	515.00 1420012
R627	R628	517.00 1420012
R629	R630	519.00 1420012
R631	R632	521.00 1420012
R633	R634	523.00 1420012
R635	R636	525.00 1420012
R637	R638	527.00 1420012
R639	R640	529.00 1420012
R641	R642	531.00 14

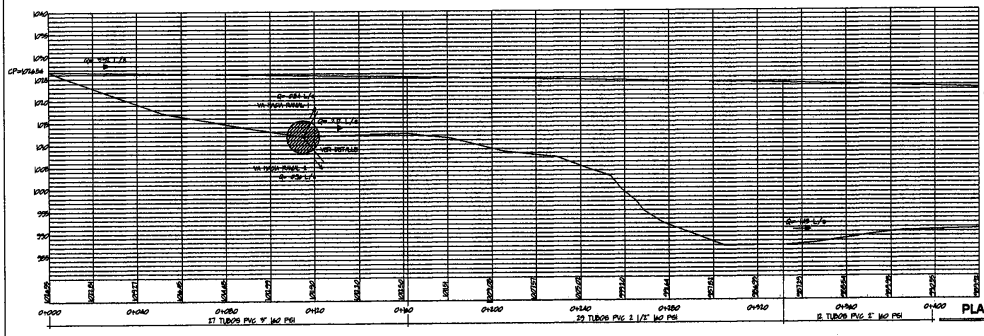
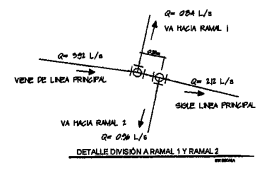
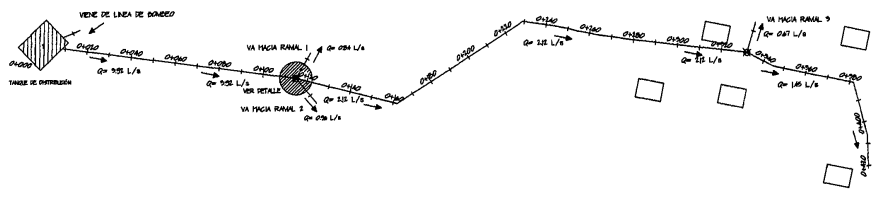


PLANTA Y PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN
 ESCALA VERTICAL: 1:500
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000



PLANTA Y PERFIL LÍNEA DE BOMBEO
 ESCALA VERTICAL: 1:500
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

SIMBOLOGIA	
[Symbol]	LÍNEA BOMBEO
[Symbol]	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
[Symbol]	TUBERÍA
[Symbol]	DOTA PILOMETRICA
[Symbol]	CAJA REGISTRADORA
[Symbol]	TANQUE DE DISTRIBUCION
[Symbol]	CAPTACION
[Symbol]	TANQUE DE RESERVA
[Symbol]	CAJA REGULADORA DE DEBITOS
[Symbol]	SEÑAL PARA VERIFICACION
[Symbol]	VALVULA DE COMPRESION
[Symbol]	VALVULA DE AIRE
[Symbol]	TANQUE DE LIMPIO
[Symbol]	REGULADOR
[Symbol]	DOTO A 40 Y 60
[Symbol]	PIE
[Symbol]	TARQUIMETRO
[Symbol]	CAJA PARA VALVULAS



PLANTA Y PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCION 0+000 A 0+400
 ESCALA VERTICAL: 1:500
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

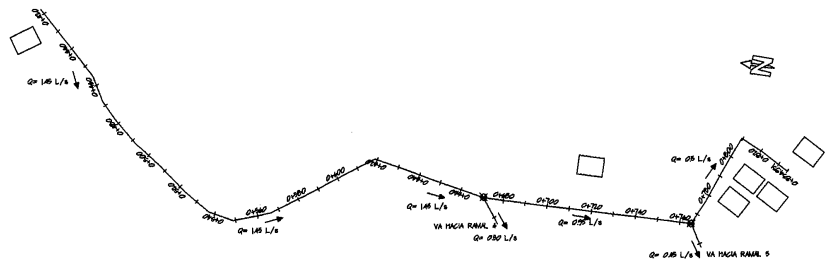
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE
CANTÓN: CANTÓN SAN ANTONIO NEGRITA, SOLOLA, GUATEMALA
CONTRATO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE COLECCIÓN DE BOMBEO Y LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 0+000 A 0+400

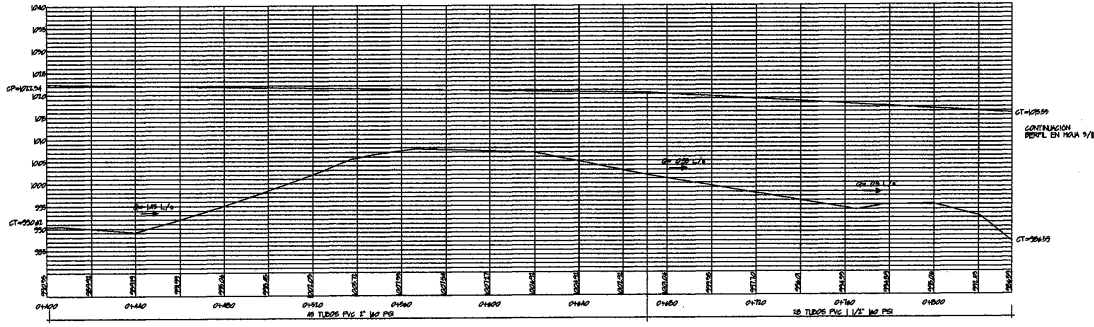
PROYECTISTA: NORMAN SOLÍS
INDICADA: INDICADA
PLANO No.: 3 / 11

PROYECTISTA: NORMAN SOLÍS
INDICADA: INDICADA
PLANO No.: 3 / 11

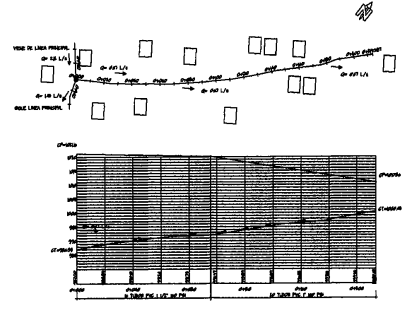
PROYECTISTA: NORMAN SOLÍS
INDICADA: INDICADA
PLANO No.: 3 / 11



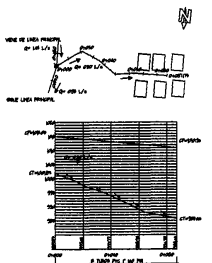
SIMBOLOGIA	
[Symbol]	INDICIA ESTACION
[Symbol]	INDICIA REDONDA
[Symbol]	TUBERIA
[Symbol]	CON RESERVOIRIO
[Symbol]	VALVULA DE PRESION
[Symbol]	TAMBIER DE DISTRIBUCION
[Symbol]	CAJONCILLO
[Symbol]	TANGENTE DE BUDAJON
[Symbol]	CAJA MEDIDORA DE CANTIDADES
[Symbol]	INDICIA PARA TUBERIA
[Symbol]	VALVULA DE CORTA
[Symbol]	VALVULA DE AIRE
[Symbol]	VALVULA DE CERRADA
[Symbol]	PERFORADOR
[Symbol]	BOQUILLA 1/2" X 1/2"
[Symbol]	BOQUILLA 1/2" X 1"
[Symbol]	TAP DE BARRIO
[Symbol]	BOQUILLA 1/2" X 1/2"



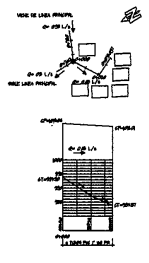
PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION DE 0+400 A FINAL
 ESCALA VERTICAL: 1/500
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PLANTA Y PERFIL DEL RAMAL 3
 ESCALA VERTICAL: 1/500
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



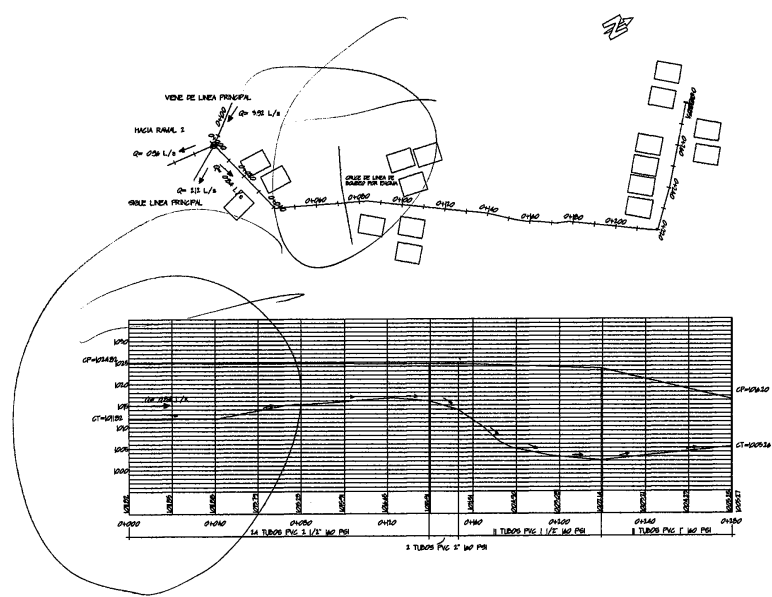
PLANTA Y PERFIL DEL RAMAL 4
 ESCALA VERTICAL: 1/500
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



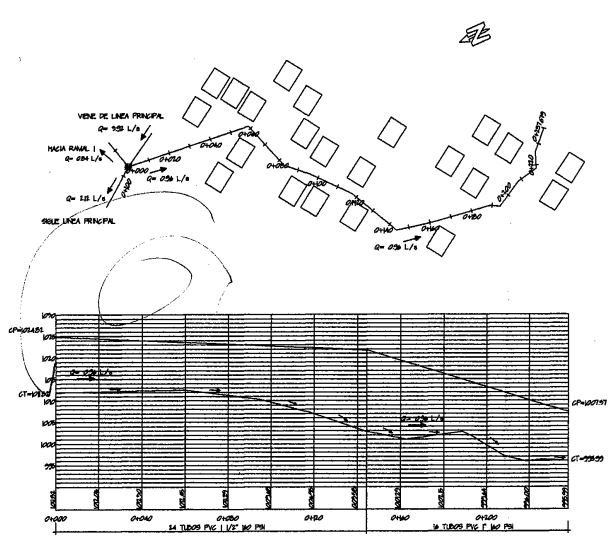
PLANTA Y PERFIL DEL RAMAL 5
 ESCALA VERTICAL: 1/500
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE CARRIO CARRO SAN JUAN, AGUA MEQUEN, SOLOLA, SOLOLA GOBIERNO: PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE DISTRIBUCION DE 0+400 A FINAL Y RAMALES 3, 4 Y 5		
PROYECTO CARGO:	NORMAN SOLI	INDICADA
FECHA:	NORMAN SOLI	PLANO No. 1/1
PROF. PEDRO CALZADILLA INGENIERO EN CIVIL		

SIMBOLOGIA	
[Symbol]	INDICIA ESTACION
[Symbol]	VIVIENDA, ESCUELA
[Symbol]	TUBERIA
[Symbol]	COMO INSTRUMENTOS
[Symbol]	CAJA EQUIPO PRESION
[Symbol]	TANQUE DE DETENCION
[Symbol]	CAPTACION
[Symbol]	TANQUE DE BOQUIN
[Symbol]	CAJA REINFORZO DE CILINDRO
[Symbol]	INDICIA PARA VER DETALLE
[Symbol]	VALVULA DE CERRAMIENTO
[Symbol]	VALVULA DE AIRE
[Symbol]	VALVULA DE IMPULSION
[Symbol]	INDICADOR
[Symbol]	BOQUIN 4" x 8" SP
[Symbol]	YEB
[Symbol]	TRACILLO LINEAL
[Symbol]	CAJA PARA VENTILAS

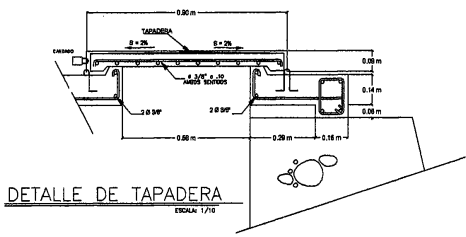
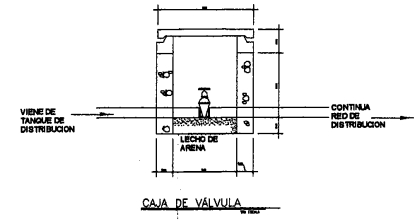
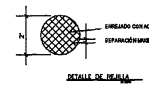
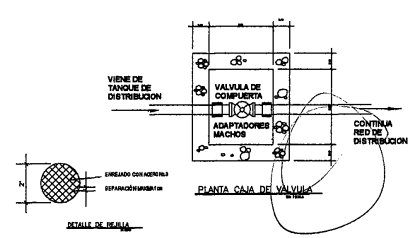
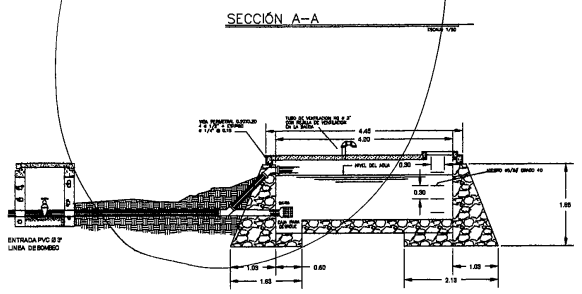
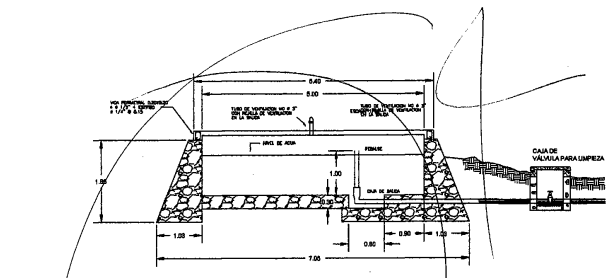
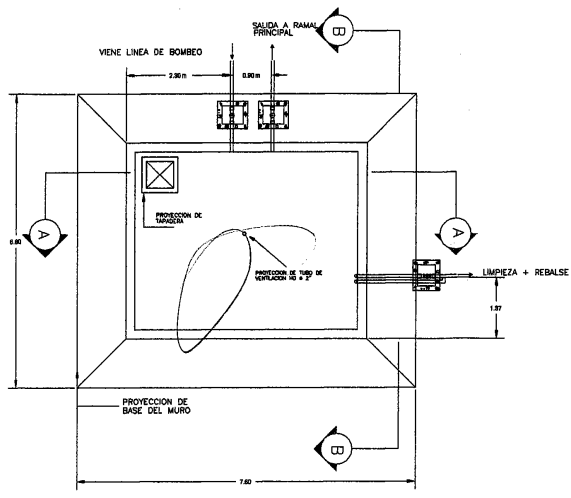
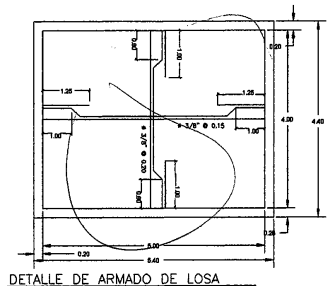


PLANTA Y PERFIL DEL RAMAL 1
 ESCALA VERTICAL: 1/500
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

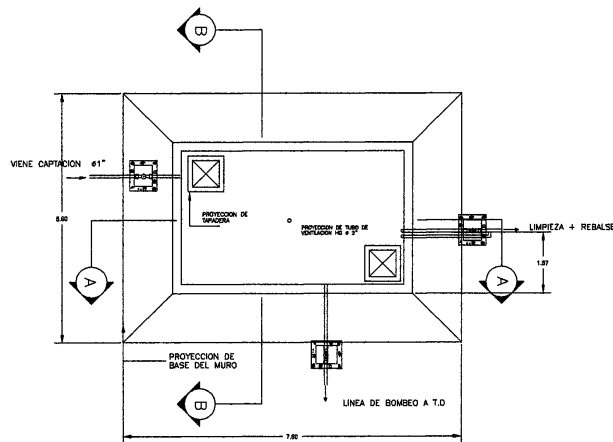


PLANTA Y PERFIL DEL RAMAL 2
 ESCALA VERTICAL: 1/500
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

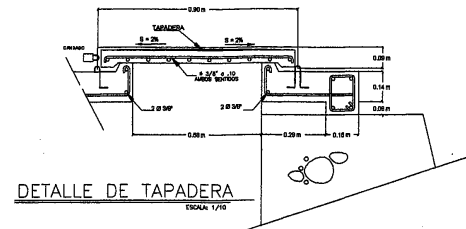
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE CARRIO CARRIO SAN JUAN ALTA HEREDIA, SOLOLA, SOLOLA		
CONTRATO: PLANTA Y PERFIL DE RAMAL 1 Y RAMAL 2		
PROYECTO Y CARGO:	INDICADA	PLANO No.
NORMAN SIGLI		5 / 11
PROYECTO:	INDICADA	
NORMAN SIGLI	20031297	



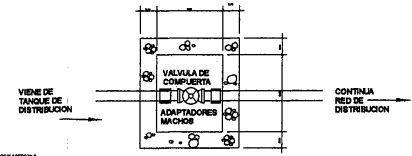
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
PROYECTO:	DISEÑO DE SUBSTANCIA DE AGUA POTABLE	
CONTRATO:	CARRER SAN JUAN ALPES NEGRO, SOLOLA, SOLOLA	
DETAJES DE TANQUE DE DISTRIBUCION		
DISEÑO Y CALIBRO:	NORMAN SOLI	ESCALA INDICADA
PROYECTO:	NORMAN SOLI	FECHA: 2005/12/27



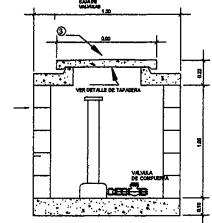
PLANTA DE TANQUE DE SUCCION
EN ESCALA



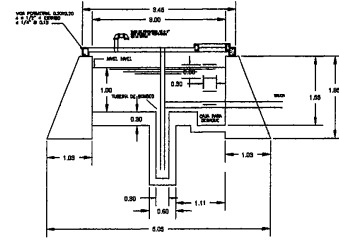
DETALLE DE TAPADERA
EN ESCALA 1/10



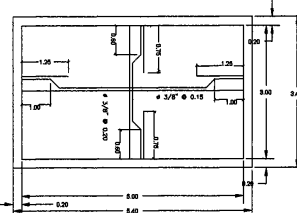
PLANTA CAJA DE VALVULA
EN ESCALA



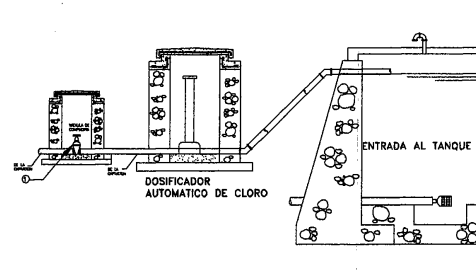
CAJA DE VALVULA
EN ESCALA



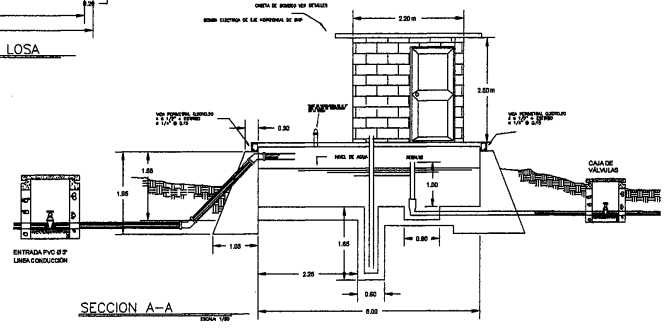
SECCION B-B
EN ESCALA





DETALLE DE ARMADO DE LOSA
EN ESCALA

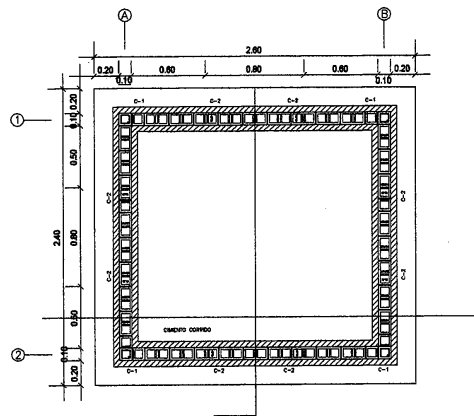


COLOCACION DEL DOSIFICADOR DE CLORO
EN ESCALA



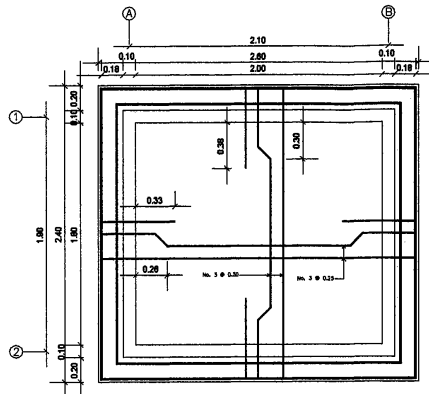
SECCION A-A
EN ESCALA

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA E. BACCIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA SOLOLA		
PROYECTO: PERIÓDO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE CARRIO CARRIO SAN JUAN ALPIA ANGELES SOLOLA SOLOLA		
GOBIERNO: DETALLE DE TANQUE DE SUCCION		
PERIÓDO Y CALIDAD: NORMAN SIGLI	BOQUER: INDIAGUA	PLANO No.: 7
PROYECTO: NORMAN SIGLI	OBRAS: 20091257	II
 INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE		



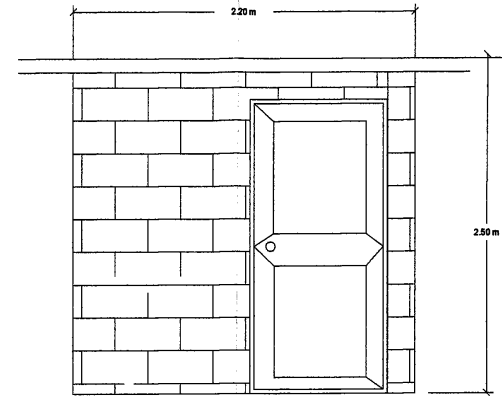
PLANTA DE CIMENTACION

SIN ESCALA



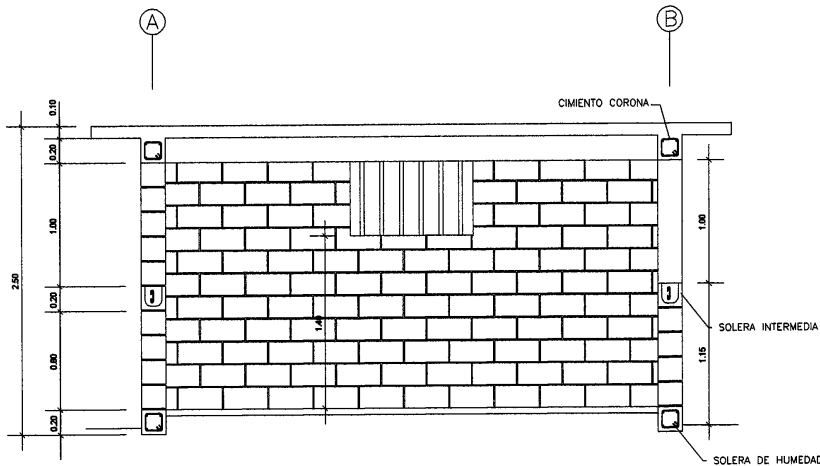
PLANTA DE LOSA

SIN ESCALA



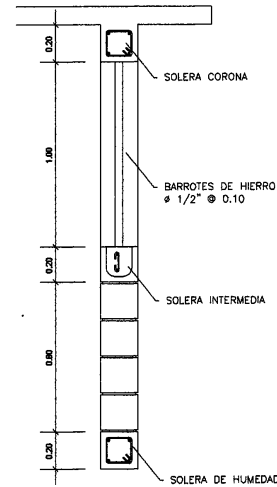
FACHADA FRONTAL

SIN ESCALA



SECCION A

SIN ESCALA



DETALLE DE MURO

SIN ESCALA

COLUMNAS
 C-1 0.20 x 0.20; 4 No. 3 ES; No. 3 Ø 0.20
 C-2 0.20 x 0.20; 4 No. 3 ES; No. 3 Ø 0.20

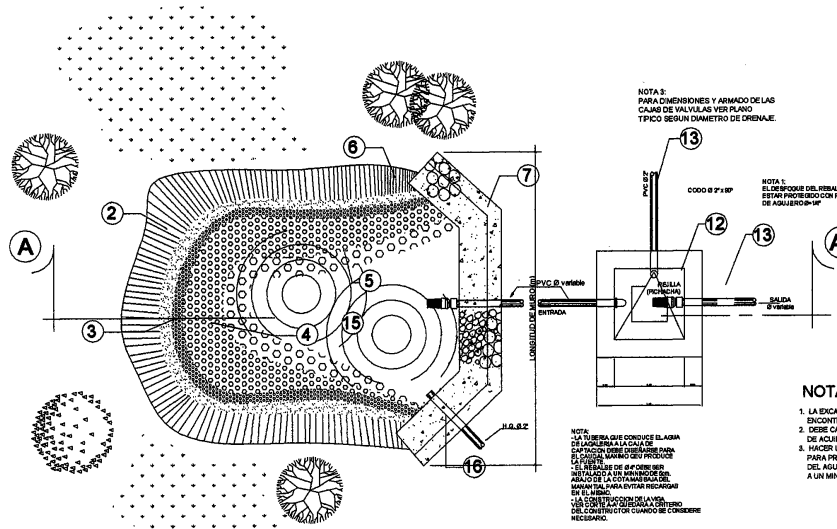
SOLERAS
 SOLERA 0.20 x 0.20; 4 No. 3 ES; No. 3 Ø 0.20
 SOLERA 0.20 x 0.20; 4 No. 3 ES; No. 3 Ø 0.20
 SOLERA 0.20 x 0.20; 4 No. 3 ES; No. 3 Ø 0.20

CIMIENTO
 CEMENTO CORRIDO 0.40 x 0.20; 3 No. 1 ES; No. 2 Ø 0.10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
PROYECTO	DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE CARRIO CARRIO SAN JUAN AGUA NEGRA, SOLOLA, SOLOLA	
CONTRATO	DETALLES DE CABERA DE BOMBEO	

PROYECTO Y CARGO	NORMAN SIGLI	ESCALA	INDICADA	PLANO No.
PROYECTO	NORMAN SIGLI	ESCALA	2008/1257	8 / 11



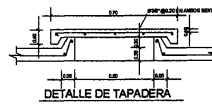
ESPECIFICACIONES

- MAMPOSTERIA DE PIEDRA:
 - PIEDRA BOLA 87%
 - MORTERO 3%
 - EL MORTERO A UTILIZAR SABETA
 - PROPORCION DE MEZCLA CEMENTO-ARENA (1:2)
- CONCRETO:
 - F= 210 Kg/cm²
 - PROPORCION DE MEZCLA CEMENTO-ARENA (1:2)
- MUROS:
 - LOS MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA DEBEN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABETA DE PROPORCION CEMENTO-ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALIZADA.
- LOSAS:
 - LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARLE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CORDADA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION 1:2.
- REFORZADO:
 - fy = 2810 Kg/cm²

- 1 TERRENO NATURAL
- 2 ACUFERO
- 3 GRANJA DE 4"
- 4 GRANJA DE 4"
- 5 PIEDRA BOLA DE 4" 1/2
- 6 MATO DE ROCA
- 7 MURO DE CAPTACION DE MAMPOSTERIA
- 8 VIGA DE 0.20 x 0.20 x 4.8 3# + EST. @ 14 @ 0.20
- 9 TAPADERA PARA INSPECCION
- 10 SELLO SANITARIO DE CONCRETO ESPESOR 10 cm.
- 11 CONTRACUNETA REVESTIDA
- 12 CAJA DE REJUNION
- 13 CAJA DE COBERTURA
- 14 CANALADO PARA INTERFERE
- 15 DEPÓSITO DE AGUA
- 16 RESALISE 8" MIN.

NOTAS GENERALES

1. LA EXCAVACION DEBE HACERSE HASTA ENCONTRAR EL ESTRATO IMPERMEABLE.
2. DEBE CAPTARSE LA TOTALIDAD DEL AGUA DE ACUFERO DEJANDO PREVIAMENTE RESALISE.
3. HACER UNA ZANJA DE DRENAJE INTERCEPTOR PARA PROTEGER Y EVITAR INFLUENCIAS DEL AGUA SUPERFICIAL. ESTA ZANJA ESTARA A UN MÍNIMO DE 10cm. DE LA CAPTACION.



ESPECIFICACIONES

LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA DE DEBE HACERSE ALICATA EN EL INTERIOR Y EN EL EXTERIOR.

LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARLE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CORDADA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION 1:2.

REFORZADO: fy = 2810 Kg/cm²

EL MORTERO A UTILIZAR SABETA

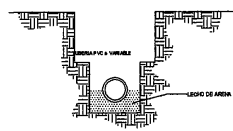
PROPORCION DE MEZCLA CEMENTO-ARENA (1:2)

LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARLE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CORDADA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION 1:2.

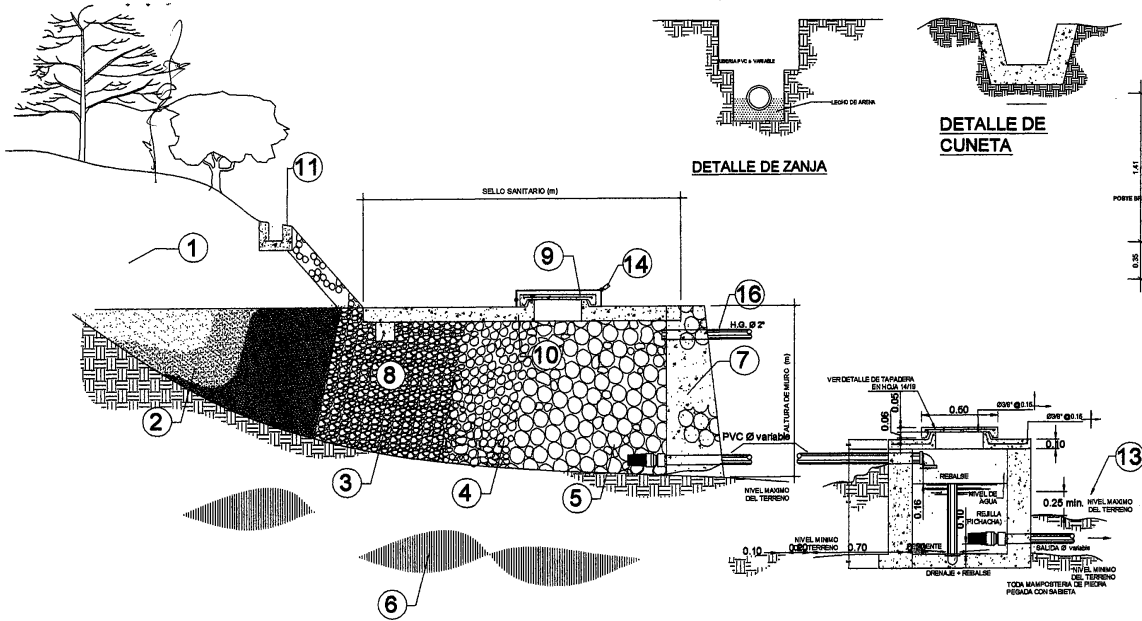
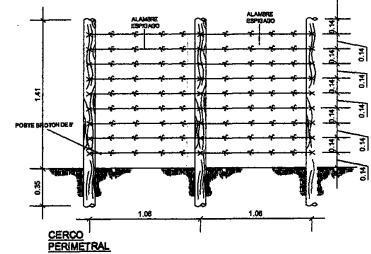
EL REFORZADO DEBE DARLE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CORDADA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION 1:2.

EL REFORZADO DEBE DARLE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CORDADA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION 1:2.

EL REFORZADO DEBE DARLE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CORDADA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION 1:2.



DETALLE DE CUNETETA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

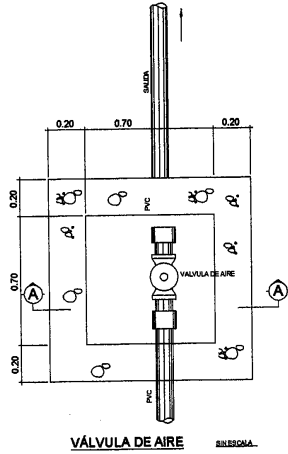
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE
CARRIO CARRIO SAN JUAN ALBA, ALBA, ALBA, SOLOLA, SOLOLA

CONTRATO: DETALLE DE CAPTACION

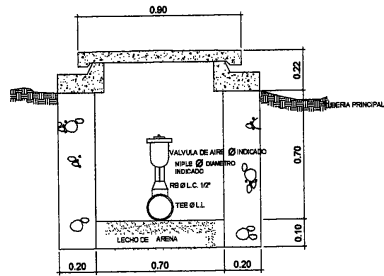
FECHA Y CALIFICACION: NORMAN SIGÜE
FECHA: 2008/12/27

INDICADA: 9
PLANO No.: 11

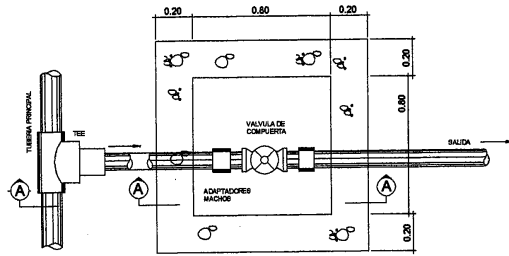
PROY. PERIQUILACION PARA ALBA, ALBA, ALBA, SOLOLA, SOLOLA



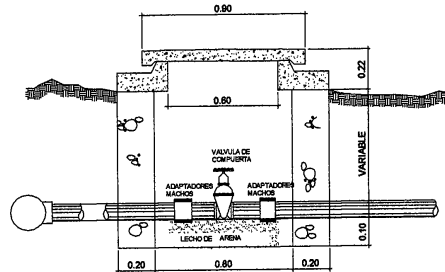
VÁLVULA DE AIRE SIN ESCALA



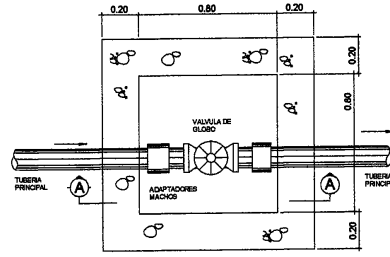
VÁLVULA DE AIRE SECCIÓN A-A
SIN ESCALA



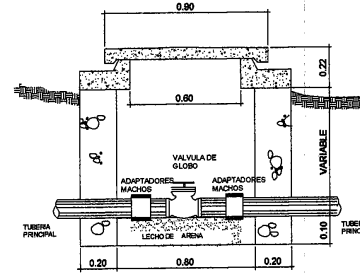
VÁLVULA DE LIMPIEZA SIN ESCALA



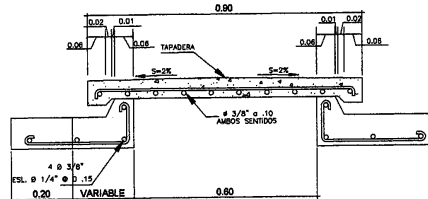
VÁLVULA DE LIMPIEZA SECCIÓN A-A SIN ESCALA



VÁLVULA DE ENTRADA O SALIDA



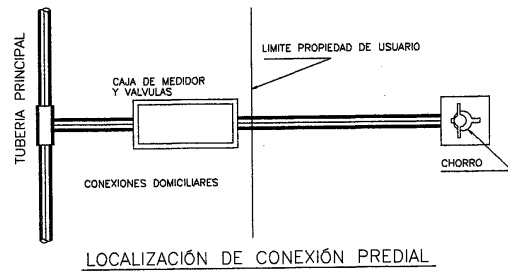
VÁLVULA DE ENTRADA O SALIDA SECCIÓN A-A
SIN ESCALA



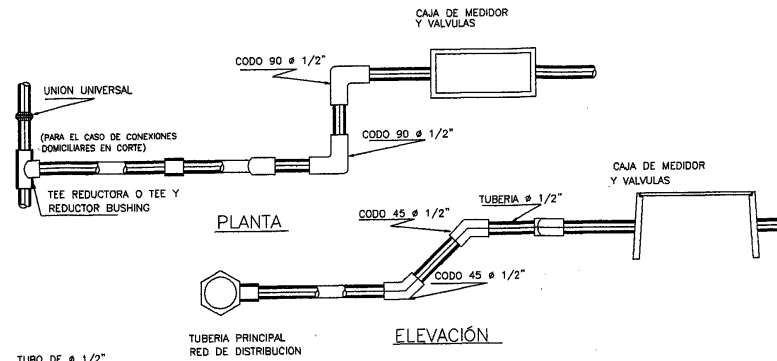
DETALLE DE TAPADERA SIN ESCALA

- NOTA:
TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN EL
IFORME DE LA COMARCA
- EL NPLE Y LA VÁLVULA DE AIRE SERÁN DE 1/2 B.L.C. ES DE 634*634" SI NO SÍ
 - LA MANIPOSTEIA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:
53% DE MORTERO
47% DE PIEDRA SOLA
 - EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCIÓN, EN VOLUMEN 1:2
CEMENTO Y ARENA DE RIO
 - EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCIÓN, EN VOLUMEN 1:3
CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRA DE 1/2 RESPECTIVAMENTE
 - SE RESELLARA EL INTERIOR Y EXTERIOR CON BARETA, PROPORCIÓN
VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN
RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CMS.
 - EN LAS TAPADERAS SE DEJARÁ UN ESPESOR NECESARIO
PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.
 - EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE
NIVELADO
 - SE REALIZARÁ UN ALZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO
EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES
INTERNAS DE LA GALA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE ESCOLA, ESCOLA			
PROYECTO		PROYECTO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE	
CONTRATO		CARRER SAN ANTON AHOYÁ, ESCOLA, ESCOLA	
DETALLES DE CALAS DE VÁLVULAS			
PROYECTO Y CALCO	NORMAN SOLÍS	REVISADO	PLANO No.
		INDICADA	10
		FECHA	11
		2009/2/27	
POR REVISACIÓN:			

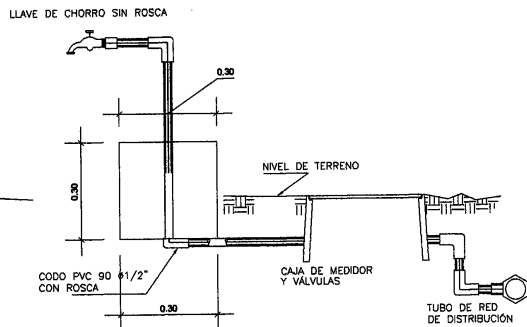


LOCALIZACIÓN DE CONEXIÓN PREDIAL

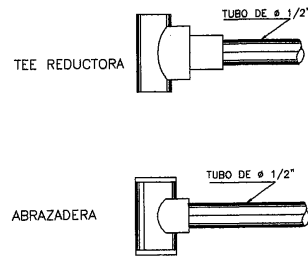


TUBERIA PRINCIPAL RED DE DISTRIBUCION

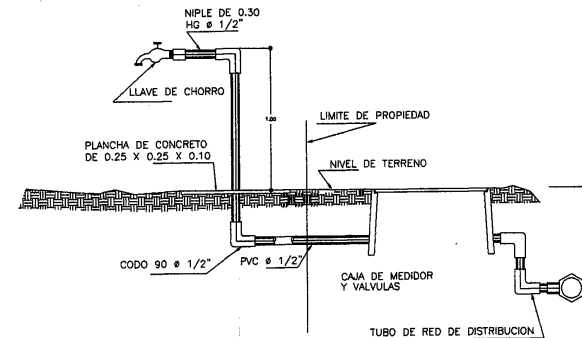
ELEVACIÓN



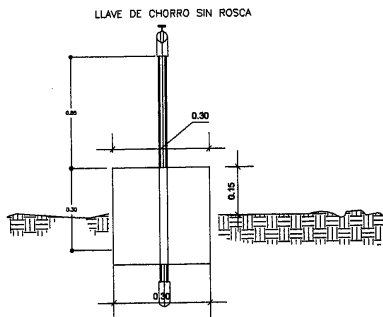
ELEVACION LATERAL



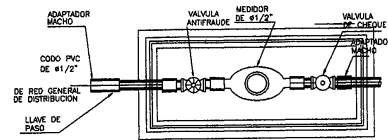
ALTERNATIVA DE LA TOMA DOMICILIARIA



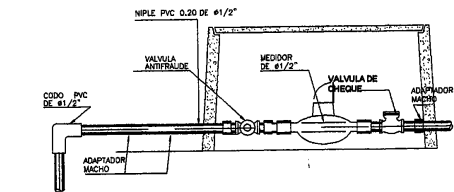
CONEXION PREDIAL ESTÁNDAR PARA INSTALACIÓN DE PILA



ELEVACIÓN FRONTAL



PLANTA



CAJA DE MEDIDOR Y VÁLVULAS DE CONTROL SECCIÓN LONGITUDINAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ELERCCO PROFESIONAL SUPERIOR IPS MUNICIPIO DE SOLOLA, SOLOLA			
INSTITUCION: DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE CURSO: CURSO SAN LUIS ALBA, ALBA, ALBA, SOLOLA, SOLOLA			
COMANDO: DETALLES DE CONEXIÓN PREDIAL			
PERIODO Y CARGO: NORMAN SOLI	BOLETA INDICADA: NUBRE 20051297	PLANO No: II	
PROF. PERSILIA CALDERON 20051199			

CONTENIDO DEL PLANO	No. DE PLANO	No. DE VIVIENDAS	
		ACTUALES	FUTURAS
PLANTA GENERAL Y TABLA DE DISEÑO	08		
CURVAS DE NIVEL DEL TERRENO PARA PISAR	09		
PLANTA Y PERFIL RAMAL 1	48	12	42
PLANTA Y PERFIL RAMAL 2	58	28	60
PLANTA Y PERFIL RAMAL 3	69	17	47
PLANTA Y PERFIL RAMAL 4	68	12	30
PLANTA Y PERFIL COLECTOR 1	70	23	63
PLANTA Y PERFIL COLECTOR 2	78	0	0
DETALLES DE POZOS DE VISITA	86		

SIMBOLOGÍA	
	VIVIENDA
	POZO DE VISITA
	INDICA NÚMERO DE PV
	CANAL EXISTENTE
	INDICA DIRECCIÓN DEL CANAL
	TUBERÍA PVC
	INDICA ESTACIÓN

PLANTA GENERAL DE RED DE ALCANTARILLADO
CASERÍO HIERBA BUENA, SOCOLÁ, SOCOLÁ

ESCALA 1:1000

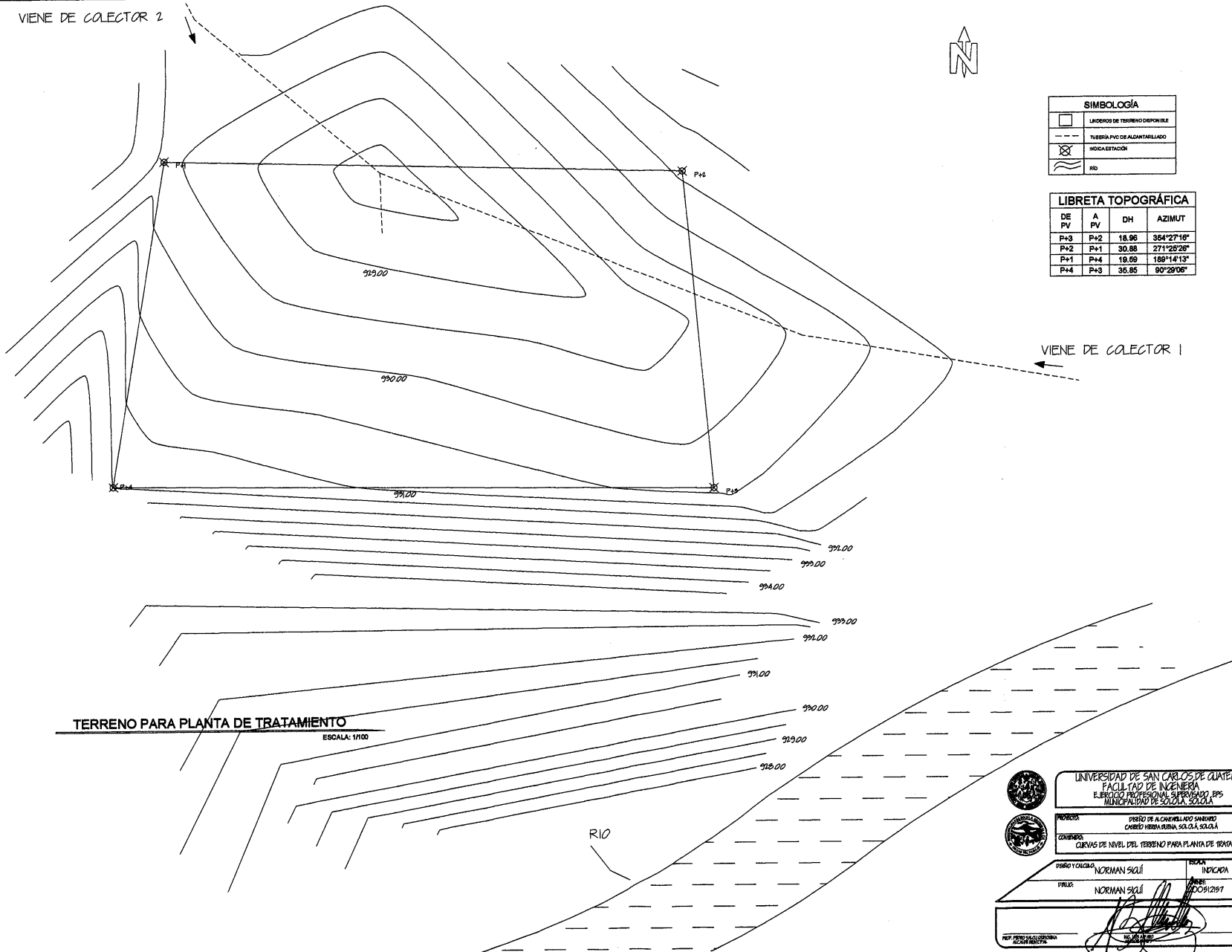
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA E. BACCOS PROFESIONAL SUPERVISADO IPS MUNICIPALIDAD DE SOCOLÁ, SOCOLÁ		
PROYECTO	DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANEADO CASERÍO HIERBA BUENA, SOCOLÁ, SOCOLÁ	
CONVENIO	PLANO NÚMERO	
DISEÑO Y CÁLCULO	NORMAN SQU	FECHA INICIADA
REVISADO	NORMAN SQU	FECHA CERRADA
		PLANO No. 1/8
REP. PRES. MAG. GONZALO ANASTASIO ALCALDE MUNICIPAL		

VIENE DE COLECTOR 2



SIMBOLOGÍA	
	LINDEROS DE TERRENO DISPONIBLE
	TUBERÍA PVC DE ALcantarillado
	INDICACIÓN
	RIO

LIBRETA TOPOGRÁFICA			
DE PV	A PV	DH	AZIMUT
P+3	P+2	18.96	354°27'10"
P+2	P+1	30.88	271°28'26"
P+1	P+4	19.59	188°14'13"
P+4	P+3	36.85	90°29'06"



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DE ALcantarillado SANITARIO CUBIERTO HEREDIA RUBEN, SOLOLA, SOLOLA

CONTRATO: CURVAS DE NIVEL DEL TERRENO PARA PLANTA DE TRATAMIENTO

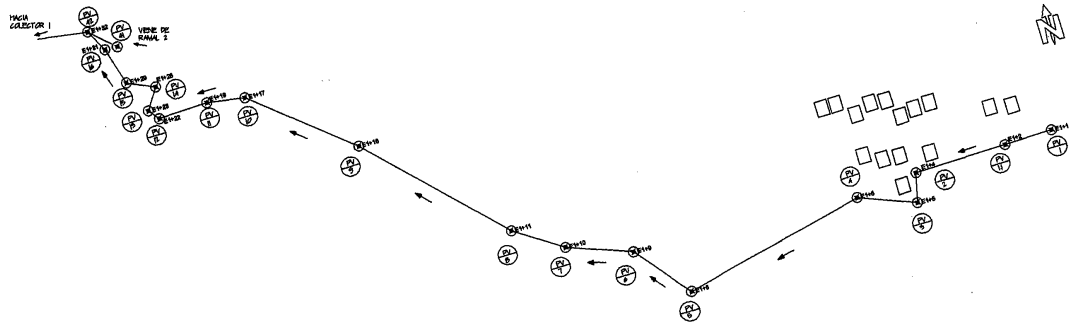
PERIODO DE CALCULO: NORMAN SAGUI

FECHA: NORMAN SAGUI

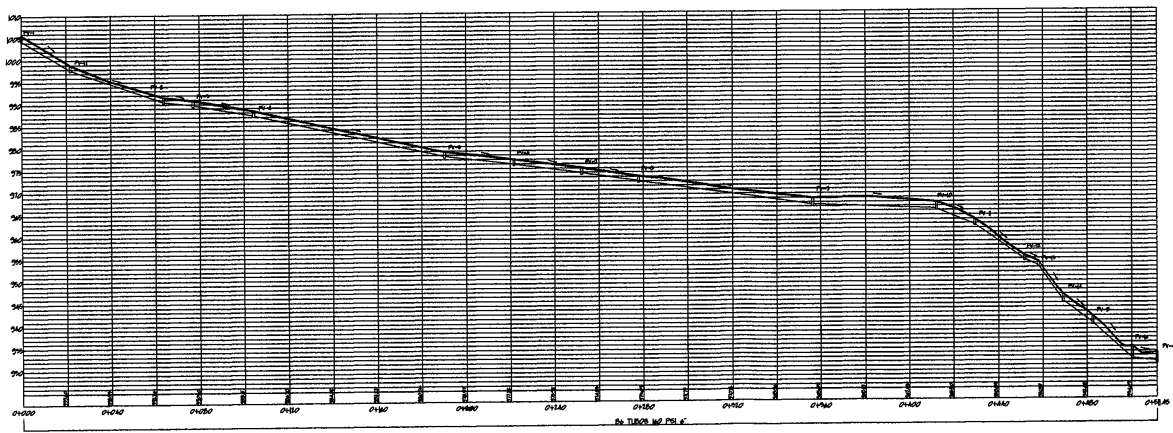
ESCALA: INDICADA

PLANO No. 3 / 8

REP. PUBLICA GUATEMALA



SIMBOLOGIA	
	VIVIENDA
	POZO DE VISTA
	INDICA NUMERO DE PV
	CANAL EXISTENTE
	INDICA LA DIRECCION DEL CAUDAL
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISTA EN PERFIL
	IMBOL. DEL TERRENO NATURAL
	INDICA ESTACION



DE PV	A PV	L	ALTIMA DE PV	COTA TERRENO	GE	DES	Q	PROFUNDIDAD
1	11	10.0	180	999.08	999.08	999.08	0.00	50
1	2	10.0	180	998.07	998.07	998.07	0.00	70
1	3	10.0	180	997.04	997.05	997.05	0.01	50
1	4	10.0	180	996.02	996.03	996.03	0.01	50
1	5	10.0	180	995.00	995.00	995.00	0.00	11
1	6	10.0	180	994.00	994.00	994.00	0.00	57
1	7	10.0	180	993.00	993.00	993.00	0.00	25
1	8	10.0	180	992.00	992.00	992.00	0.00	75
1	9	10.0	180	991.00	991.00	991.00	0.00	10
1	10	10.0	180	990.00	990.00	990.00	0.00	10
1	11	10.0	180	989.00	989.00	989.00	0.00	10
1	12	10.0	180	988.00	988.00	988.00	0.00	10
1	13	10.0	180	987.00	987.00	987.00	0.00	10
1	14	10.0	180	986.00	986.00	986.00	0.00	10
1	15	10.0	180	985.00	985.00	985.00	0.00	10
1	16	10.0	180	984.00	984.00	984.00	0.00	10
1	17	10.0	180	983.00	983.00	983.00	0.00	10
1	18	10.0	180	982.00	982.00	982.00	0.00	10
1	19	10.0	180	981.00	981.00	981.00	0.00	10
1	20	10.0	180	980.00	980.00	980.00	0.00	10

PLANTA Y PERFIL DEL RAMAL 1
 ESCALA VERTICAL: 1/500
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

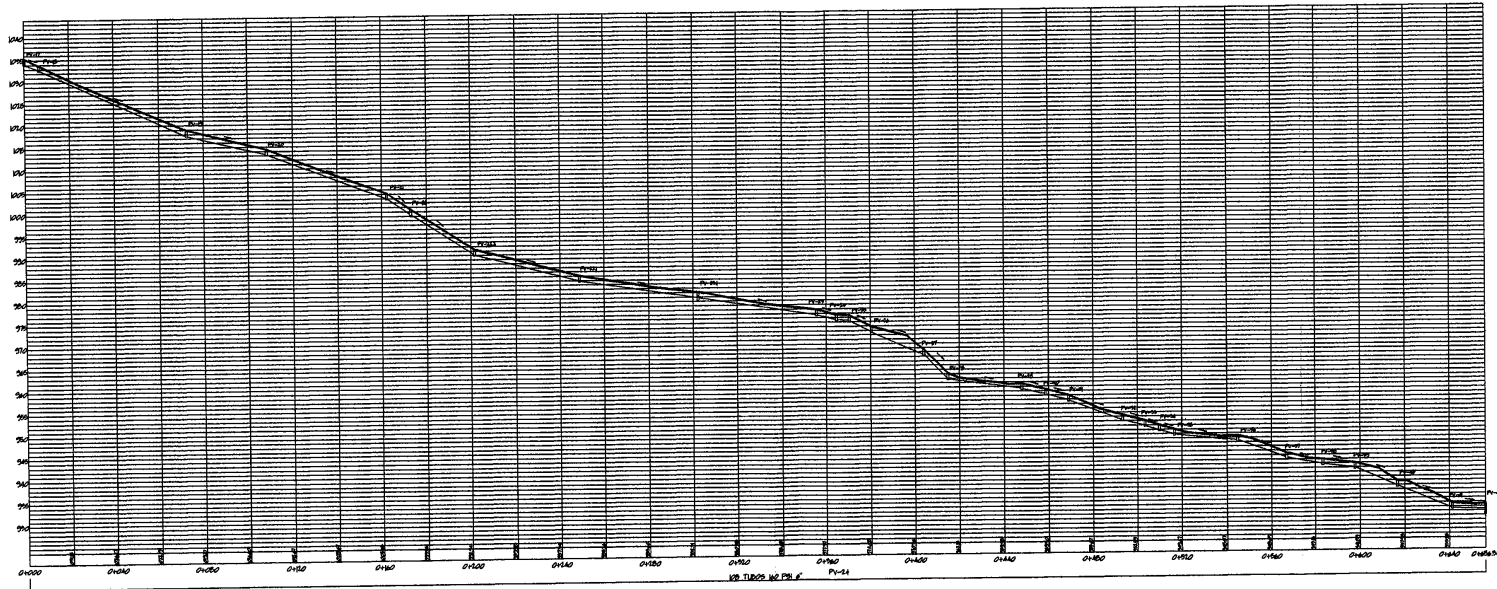
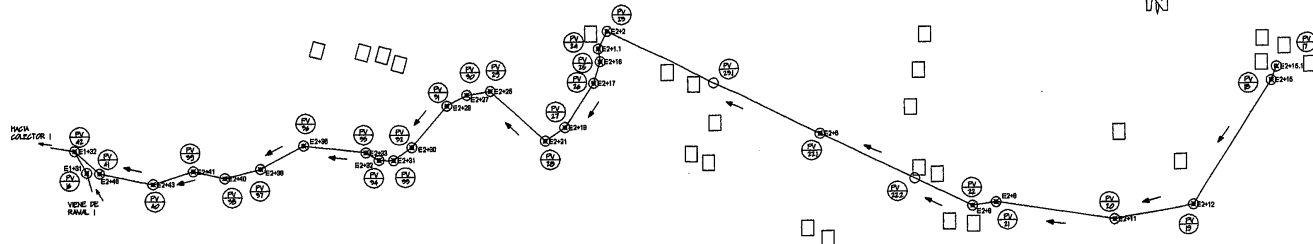
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS
 MUNICIPALIDAD DE SOCLÁ, SOCLÁ

PROFESOR: PEDRO DE ALCANTARALLO SANCHEZ
 CARRERA: INGENIERIA CIVIL

CONSEJERO: PLANTA Y PERFIL DE RAMAL 1

PERO Y CARGO: NORMAN SOLI	SECCION INDICADA: 4	PLANO No. 8
FECHA: 2009/2/27		

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUAS CALIENTES EN LA ZONA URBANA DE SOCLÁ, SOCLÁ



SIMBOLOGIA	
	VIVIENDA
	POZO DE VISITA
	INDICA NOMBRE DE PV
	CANAL EXISTENTE
	INDICA LA DIRECCION DEL CAUDAL
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA EN PERFIL
	NIVEL DEL TERRENO NATURAL
	INDICA ESTACION

ST	A	L	ALTIMETRIA DE PV	COTA TUBERIA	CE	CH	CH	CH	PERCENTUAL
17	10	4.50	150	1024.00	1020.00	1023.75	0.25	5.0	
18	17	10.75	128	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
19	18	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
20	19	10.75	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
21	20	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
22	21	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
23	22	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
24	23	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
25	24	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
26	25	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
27	26	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
28	27	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
29	28	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
30	29	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
31	30	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
32	31	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
33	32	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
34	33	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
35	34	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
36	35	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
37	36	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
38	37	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
39	38	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
40	39	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
41	40	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
42	41	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
43	42	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
44	43	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
45	44	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
46	45	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
47	46	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
48	47	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
49	48	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
50	49	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
51	50	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
52	51	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
53	52	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
54	53	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
55	54	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
56	55	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
57	56	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
58	57	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
59	58	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
60	59	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
61	60	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
62	61	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
63	62	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
64	63	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
65	64	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
66	65	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
67	66	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
68	67	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
69	68	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
70	69	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
71	70	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
72	71	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
73	72	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
74	73	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
75	74	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
76	75	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
77	76	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
78	77	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
79	78	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
80	79	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
81	80	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
82	81	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
83	82	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
84	83	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
85	84	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
86	85	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
87	86	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
88	87	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
89	88	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
90	89	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
91	90	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
92	91	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
93	92	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
94	93	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
95	94	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
96	95	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
97	96	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
98	97	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
99	98	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	
100	99	10.25	150	1020.00	1020.00	1020.00	0.00	0.0	

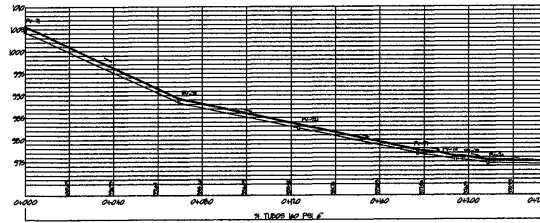
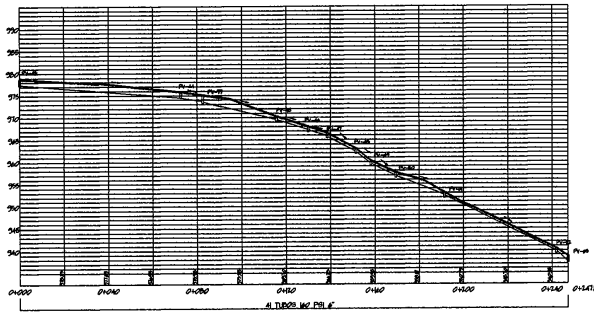
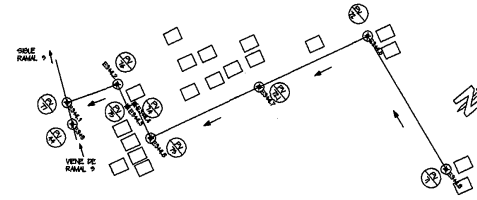
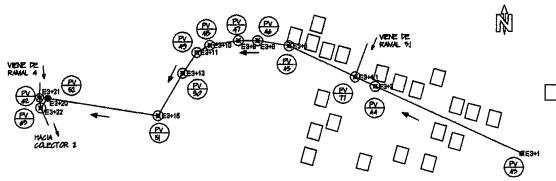
PLANTA Y PERFIL DEL RAMAL 2
 ESCALA VERTICAL: 1:500
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR IPS
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROFESOR: [Signature]
 ALUMNO: [Signature]

FECHA: 2008/12/8

PLANO No. 5/8



ST	A	L	ALTIMA DE PV	COTA TERRENO	CE	CS	Q	PENDIENTE %
13	22	7.67	150	275.26	274.5	274.46	1.04	0.4
14	17	5.96	150	275.00	274.50	274.50	1.00	0.0
15	15	5.22	150	274.65	274.00	274.00	0.65	0.2
16	14	4.50	150	274.25	273.50	273.50	0.75	0.3
17	13	3.80	150	273.85	273.00	273.00	0.85	0.3
18	12	3.10	150	273.45	272.50	272.50	0.95	0.4
19	11	2.40	150	273.05	272.00	272.00	1.05	0.4
20	10	1.70	150	272.65	271.50	271.50	1.15	0.5
21	9	1.00	150	272.25	271.00	271.00	1.25	0.5
22	8	0.30	150	271.85	270.50	270.50	1.35	0.6
23	7	0.00	150	271.45	270.00	270.00	1.45	0.6
24	6	0.00	150	271.05	269.50	269.50	1.55	0.7
25	5	0.00	150	270.65	269.00	269.00	1.65	0.7
26	4	0.00	150	270.25	268.50	268.50	1.75	0.8
27	3	0.00	150	269.85	268.00	268.00	1.85	0.8
28	2	0.00	150	269.45	267.50	267.50	1.95	0.9
29	1	0.00	150	269.05	267.00	267.00	2.05	0.9
30	0	0.00	150	268.65	266.50	266.50	2.15	1.0

ST	A	L	ALTIMA DE PV	COTA TERRENO	CE	CS	Q	PENDIENTE %
31	12	10.67	150	268.25	266.50	266.50	2.25	1.0
32	11	9.33	150	267.85	266.00	266.00	2.35	1.1
33	10	8.00	150	267.45	265.50	265.50	2.45	1.1
34	9	6.67	150	267.05	265.00	265.00	2.55	1.2
35	8	5.33	150	266.65	264.50	264.50	2.65	1.2
36	7	4.00	150	266.25	264.00	264.00	2.75	1.3
37	6	2.67	150	265.85	263.50	263.50	2.85	1.3
38	5	1.33	150	265.45	263.00	263.00	2.95	1.4
39	4	0.00	150	265.05	262.50	262.50	3.05	1.4
40	3	0.00	150	264.65	262.00	262.00	3.15	1.5
41	2	0.00	150	264.25	261.50	261.50	3.25	1.5
42	1	0.00	150	263.85	261.00	261.00	3.35	1.6

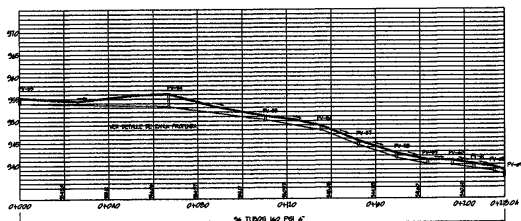
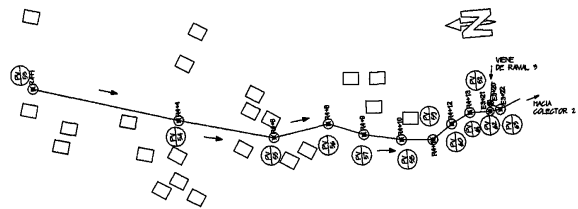
PLANTA Y PERFIL DEL RAMAL 3

ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

PLANTA Y PERFIL DEL RAMAL 3.1

ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

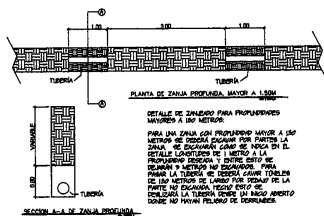
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA E.BICCIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
PROYECTO:	DISEÑO DE A CONTINUADO SANITARIO CARRIL HERRERA RUBIA, SOLOLA, SOLOLA	
CONTRATO:	PLANTAS Y PERFILES DE RAMAL 5 Y RAMAL 5.1	
PERIODO Y CARGO:	NORMAN SIGLI	BOYER INDICADA
FECHA:	NORMAN SIGLI	02/08/2008
		PLANO No. 6/8



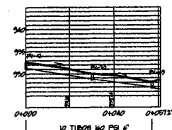
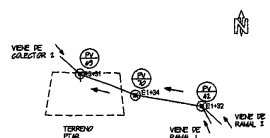
DE PV	A PV	L	ALTIMA DE PV	COTA TERRENO	CE	CIB	Q	PENDIENTE
							L/S	%
09	09	0.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
10	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
11	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
12	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
13	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
14	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
15	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
16	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
17	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
18	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
19	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
20	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
21	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
22	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
23	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
24	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
25	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
26	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
27	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
28	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
29	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
30	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
31	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
32	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
33	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
34	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
35	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
36	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
37	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
38	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
39	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
40	09	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00

PLANTA Y PERFIL DEL RAMAL 4

ESCALA VERTICAL: 1/800
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



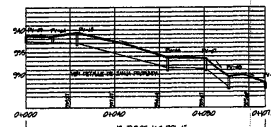
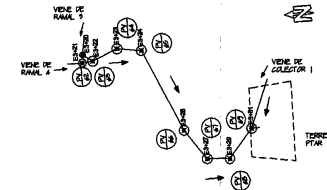
PLANTA DE ZANJA PROFUNDA MAYOR A 1.50M
DETALLE DE ZANJAS PARA PROFUNDADES MAYORES A 1.50 METROS
PARA UN ZANJA CON PROFUNDIDAD MAYOR A 1.50 METROS DE DEBE CONSERVARSE UN FONDO DE LA ZANJA DE EQUIVALENCIA COMO SE INDICA EN EL DETALLE ANTERIOR DE 1 METRO A LA VEZ QUE SE DEBE DEJAR UN FONDO DE 1 METRO EN LOS ESCANOS PARA QUE LA TIERRA QUE SE DEPOSITA EN EL FONDO DE LOS ESCANOS, TENDRAN UN ESPESOR DE 100 METROS DE LARGO POR FONDO DE LA TIERRA QUE SE DEPOSITA EN EL FONDO DE LOS ESCANOS LA TIERRA DEBE DE SER DEPOSITADA EN UN FONDO DE 1 METRO.



DE PV	A PV	L	ALTIMA DE PV	COTA TERRENO	CE	CIB	Q	PENDIENTE
							L/S	%
41	41	0.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
42	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
43	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
44	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
45	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
46	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
47	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
48	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
49	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
50	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
51	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
52	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
53	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
54	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
55	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
56	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
57	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
58	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
59	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
60	41	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00

PLANTA Y PERFIL DEL COLECTOR 1

ESCALA VERTICAL: 1/800
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



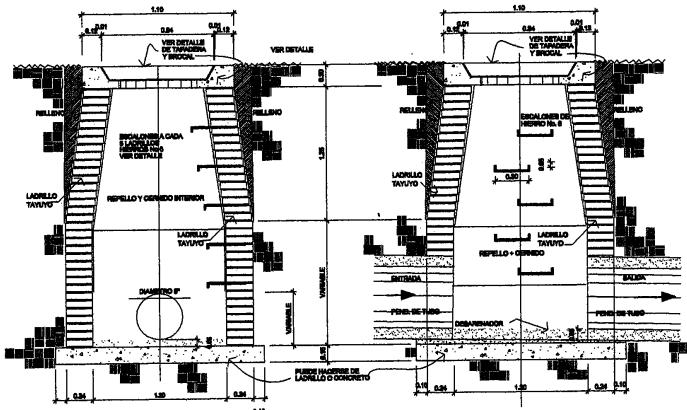
DE PV	A PV	L	ALTIMA DE PV	COTA TERRENO	CE	CIB	Q	PENDIENTE
							L/S	%
61	61	0.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
62	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
63	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
64	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
65	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
66	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
67	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
68	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
69	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
70	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
71	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
72	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
73	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
74	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
75	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
76	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
77	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
78	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
79	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00
80	61	1.00	248.50	248.50	248.50	0.00	0.00	0.00

PLANTA Y PERFIL DEL COLECTOR 2

ESCALA VERTICAL: 1/800
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

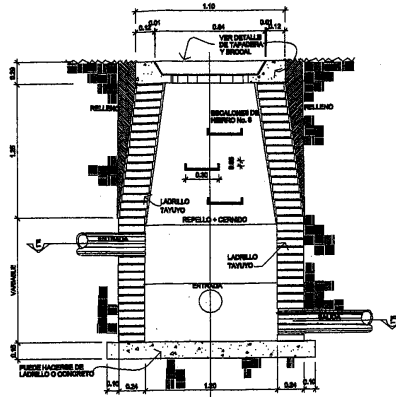
SIMBOLOGIA	
	VIVIENDA
	POZO DE VISITA
	INDICA NUMERO DE PV
	CANAL EXISTENTE
	INDICA LA DIRECCION DEL CAJAL
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA EN PERFILES
	NIVEL DEL TERRENO NATURAL
	INDICA ESTACION

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLO SANITARIO CARRER HERRERA ALBA, SOLOLA, SOLOLA		
CONTENIDO: PLANOS Y PERFILES DE RAMALES 4, COLECTOR 1 Y COLECTOR 2		
DISEÑO Y CARGO: NORMÁN SAGLÍ	BOCA: INDICADA	PLANO No. 7 / 8
FECHA: 20081227		



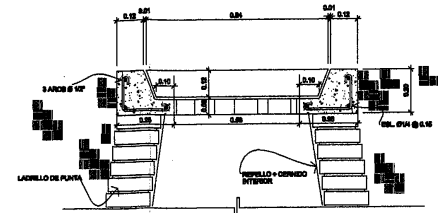
POZO DE VISITA TÍPICO

ESCALA: 1/20



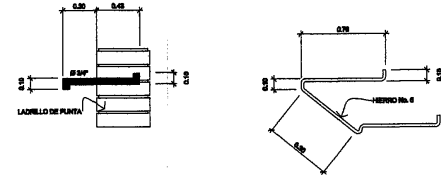
DETALLE DE POZO CON DOS ENTRADAS

ESCALA: 1/20



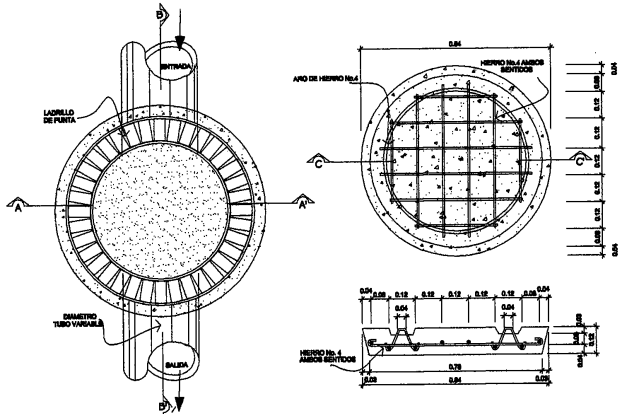
DETALLE DE BROCAL DE POZO

ESCALA: 1/10



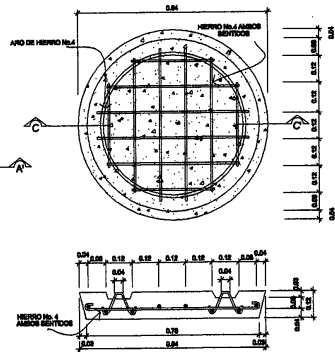
DETALLE DE ESCALÓN

ESCALA: 1/10



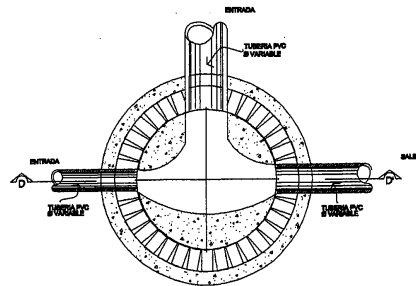
PLANTA DE POZO DE VISITA TÍPICO

ESCALA: 1/20



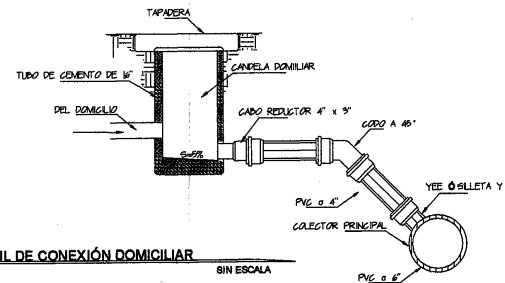
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA: 1/20



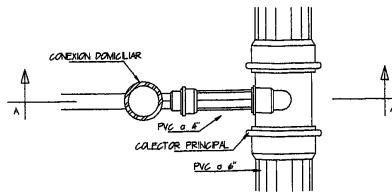
PLANTA DE POZO DE VISITA DE DOS ENTRADAS

ESCALA: 1/20



PERFIL DE CONEXIÓN DOMICILIAR

SIN ESCALA



PLANTA DE CONEXIÓN DOMICILIAR

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA E. BARRIO PROFESIONAL SUPERVIZADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA		
PROYECTO: POZO DE ALCANILLO SAN PEDRO CARRIO HERRA PEÑA, SOLOLA, SOLOLA		
CONTENIDO: DETALLE DE POZO DE VISITA, CAJA DE VISITA, TAPADERA, BROCAL Y ESCALÓN		
PROYECTO: NORMAN SIGLI	ESCALA: INDICADA	PLANO No. 6/8
DISEÑO: NORMAN SIGLI	FECHA: 2009/12/17	