



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

**MEJORAMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y RED  
DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD LA ESTANCIA DE LA VIRGEN,  
MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO**

**César Fernando Leiva Morán**  
**Asesorado por Ing. Ángel Roberto Sic García**

**Guatemala, octubre de 2004**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y RED  
DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD LA ESTANCIA DE LA VIRGEN,  
MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**CÉSAR FERNANDO LEIVA MORÁN**

ASESORADO POR ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2004

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

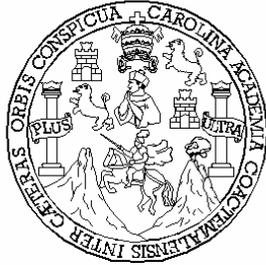
Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **MEJORAMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y RED DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD LA ESTANCIA DE LA VIRGEN, MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil con fecha 5 de abril del 2004.

**César Fernando Leiva Morán**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Bach. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Bach. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson.
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García.
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García.
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios: por iluminarme el camino y llenarme de sabiduría para llevar a feliz término la meta que he alcanzado.

Al Ing. Ángel Sic: por su valiosa ayuda en el transcurso del EPS y asesoría en este trabajo.

A la ingeniera Carmen Mérida: por su valiosa ayuda y consejos en el transcurso de mi formación académica en la facultad.

A la oficina municipal de planificación y a la municipalidad de San Cristóbal Acasaguastlán, El Progreso: por su apoyo y por haberme dado la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

A la familia Ruano Guevara: por recibirme en su hogar como un miembro de su familia al estar realizando mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

A mis amigos: Alejandro Martínez, Rubén Armando, Roberto López y demás amigos por su apoyo.

A la Facultad de Ingeniería

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

## DEDICATORIA

A mis padres

Julio César Leiva

Ana María de Leiva

Por su apoyo y amor incondicional

A mis hermanos y sobrina

Lucrecia Renata

Andrea Renata

Julio Alejandro

Por su cariño

A mis tíos

Juan Francisco

José Salvador

Por sus sabios consejos

A mis amigos

Chistian López, Manuel González

Teresa Lemus

Por su aprecio

Especialmente a

Rosenda Ruano

Por su amor

Familia en general

Por su presencia

# ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	X
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
1. ASPECTOS GENERALES	
1.1 Datos generales.....	1
1.2 Localización geográfica.....	4
1.3 Vías de comunicación.....	5
1.4 Algunos servicios.....	5
1.5 Consideraciones preliminares para el diseño .....	6
1.5.1 Red de alcantarillado sanitario.....	6
1.5.2 Red de agua potable.....	7
2. SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
2.1 Cálculo para la demanda de la administración del alcantarillado.....	9
2.1.1 Población actual.....	9
2.1.2 Período de diseño.....	9
2.1.3 Población de diseño.....	10
2.1.4 Método de incremento geométrico.....	11
2.2 Cálculo de los consumos.....	11
2.2.1 Caudal domiciliar.....	12

2.2.2	Caudal de conexiones ilícitas.....	13
2.2.3	Caudal de infiltración.....	13
2.2.4	Caudal de diseño.....	14
2.3	Criterios de diseño y descripción del proyecto.....	15
2.4	Levantamiento topográfico.....	17
2.5	Factores de diseño.....	21
2.6	Línea de alcantarillado.....	21
2.6.1	Bases del diseño.....	22
2.6.2	Diámetro y clase de la tubería.....	23
2.7	Factores de comprobación.....	24
2.8	Elementos del alcantarillado.....	24
2.8.1	Pozos de visita.....	25
2.8.2	Candela domiciliar.....	26
2.8.3	Unión de la candela y la línea de alcantarillado....	26
2.9	Organización.....	33
2.9.1	Cronograma de actividades.....	33
2.10	Presupuestos.....	36
2.11	Administración del mantenimiento preventivo del sistema.	51
2.11.1	Operación del sistema.....	51
2.11.2	Mantenimiento del sistema.....	51
3.	SISTEMA DE AGUA POTABLE	
3.1	Cálculo para la demanda de agua de la administración de la red.....	53
3.1.1	Población actual.....	53
3.1.2	Período de diseño.....	53
3.1.3	Método de incremento geométrico.....	54
3.2	Dotación.....	54
3.3	Cálculo de los consumos.....	55

3.3.1	Consumo medio diario.....	55
3.3.2	Consumo máximo diario.....	56
3.3.3	Consumo máximo horario.....	56
3.3.4	Consumo por vivienda.....	57
3.4	Criterios del diseño y descripción del proyecto.....	57
3.5	Cantidad de agua.....	63
3.6	Calidad del agua.....	64
3.7	Línea de conducción.....	64
3.7.1	Bases de diseño.....	65
3.7.2	Diámetro y clase de la tubería.....	66
3.7.3	Válvulas de limpieza.....	67
3.7.4	Válvulas de aire.....	68
3.8	Tanque de distribución.....	68
3.8.1	Deposito principal.....	69
3.8.2	Caja de válvula de entrada.....	69
3.8.3	Caja de válvula de salida.....	69
3.8.4	Dispositivo de desagüe y rebalse.....	70
3.8.5	Ventilación.....	70
3.8.6	Finalidad del tanque de distribución.....	70
3.8.7	Especificaciones de construcción.....	71
3.9	Red de distribución.....	71
3.9.1	Instalación de tubería.....	71
3.9.2	Caja de válvula de paso para regular el caudal	72
3.9.3	Caja de válvula de compuerta.....	72
3.10	Organización.....	78
3.11	Presupuestos.....	81
3.12	Administración del mantenimiento preventivo del sistema	88
3.12.1	Administración del sistema de agua.....	88
3.12.2	Operación del sistema.....	89

3.12.3 Mantenimiento del sistema.....	89
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS.....	94
APENDICES.....	98

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de localización geográfica de San Cristóbal Acasaguastlán.....	4
2.	Mapa de ubicación de San Cristóbal Acasaguastlán.....	8
3.	Fotografía topográfica de la aldea La Estancia de la Virgen	18
4.	Cronograma de inversión financiera para el alcantarillado sanitario.....	33
5.	Cronograma de inversión física del alcantarillado sanitario.....	34
6.	Fotografía de la aldea de La Estancia de la Virgen donde se ubicará el tanque de distribución.....	60
7.	Fotografía donde se realizó el aforo de caudal.....	63
8.	Cronograma de inversión financiera del sistema de agua potable.....	78
9.	Cronograma de inversión física del sistema de agua potable.....	79
10.	Planta de curvas de nivel para alcantarillado.....	99
11.	Planta de densidad poblacional para alcantarillado.....	100
12.	Perfiles de caminamiento sanitario 1.....	101
13.	Perfiles de caminamiento sanitario 2.....	102
14.	Detalles de elementos sanitarios.....	103
15.	Planta de localización del proyecto de agua potable.....	106
16.	Planta de curvas de nivel para red de agua.....	107
17.	Planta de circuito de tubería para red de agua.....	108

18.	Perfiles de caminamiento de la red de agua.....	109
19.	Detalles del tanque de abastecimiento .....	110

## TABLAS

I.	Libreta topográfica para la ubicación del sistema de alcantarillado.....	19
II.	Cálculos hidráulicos del sistema de alcantarillado sanitario.....	29
III.	Presupuestos unitarios y globales del alcantarillado sanitario.....	36
IV.	Libreta topográfica para el diseño del sistema de agua potable.....	61
V.	Cálculos hidráulicos para el sistema de agua potable.....	74
VI.	Presupuestos unitarios y globales del sistema de agua potable.....	81
VII.	Relaciones hidráulicas para el diseño de alcantarillado sanitario.....	94
VIII.	Resultados de examen bacteriológico del agua potable.....	95
IX.	Precios por el servicio de agua potable y red de alcantarillado sanitario.....	98

## ABREVIATURA Y SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
<b>INAB</b>	Instituto Nacional de Bosques
<b>MINEDUC</b>	Ministerio de Educación
<b>DEORSA</b>	Dirección de Electrificación de Oriente Sociedad Anónima
<b>SEGEPLAN</b>	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>BM</b>	Banco de marca
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>MCA</b>	Metros columna de agua
$P_f =$	Población futura
$P_a =$	Población actual
$r =$	Tasa de incremento poblacional
$n =$	Período de diseño
$Q_{dom} =$	Caudal domiciliar.
$Q_{ci} =$	Caudal de conexiones ilícitas (lt/seg)
$C =$	Coeficiente de escorrentía
$I =$	Intensidad de lluvia (mm/hr)
$A =$	Área que es factible conectar
$Q_{inf} =$	Caudal de infiltración lt/seg
$FH =$	Factor de Hardmond
$F_{qm} =$	Factor de caudal medio
$M/s =$	Metros por segundo

<b>Q =</b>	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
<b>P =</b>	Perímetro mojado (m)
<b>Rh =</b>	Radio hidráulico (m)
<b>V =</b>	Velocidad ( m/s )
<b>S =</b>	Pendiente ( m/m )
<b>N =</b>	Coefficiente de rugosidad
<b>Ci=</b>	Cota Invert
<b>H<sub>min</sub> =</b>	Profundidad mínima de la tubería
<b>Et =</b>	Espesor de la tubería
<b>Lt / Hab / Día =</b>	Litros por habitante por día
<b>Q<sub>m</sub> =</b>	Consumo medio diario
<b>Q<sub>c</sub> =</b>	Consumo máximo diario
<b>Q<sub>h</sub> =</b>	Consumo máximo horario
<b>H<sub>f</sub> =</b>	Pérdida de carga ( mts. )
<b>L =</b>	Longitud de tubería ( mts. )
<b>D =</b>	Diámetro interno o nominal ( pulg. )
<b>C =</b>	Coefficiente de fricción ( para PVC 150 )
<b>L<sub>2</sub> =</b>	Longitud de llegada
<b>L<sub>1</sub> =</b>	Longitud de salida
<b>L =</b>	Longitud total
<b>H<sub>f2</sub> =</b>	Pérdida de L2
<b>H<sub>f1</sub> =</b>	Pérdida de L1
<b>P<sub>e</sub> =</b>	Piezométrica estática
<b>C<sub>t</sub> =</b>	Cota de terreno

## GLOSARIO

<b>Acueducto</b>	Conducto artificial para agua, que tiene por objeto surtir una o varias poblaciones.
<b>Aguas negras</b>	El agua que se desecha después de haber servido para un fin, puede ser doméstica o industrial.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a medir las alturas.
<b>Banco de marca</b>	Es el lugar que tiene un punto fijo cuya elevación toma de referencia para determinar la altura de otros puntos.
<b>Caja de registro</b>	Recipientes colocados en la acera para recibir y conectar internamente la tubería.
<b>Cota Invert</b>	Cota o altura de la parte inferior e interior del tubo ya instalado.
<b>Pérdida de carga</b>	Es la diferencia entre la línea del gradiente hidráulico y el nivel estático.
<b>Tirante</b>	Altura de las aguas negras o pluviales dentro de la tubería.

## RESUMEN

En este proyecto se tratarán dos temas, el mejoramiento de la red de alcantarillado sanitario y el mejoramiento de la red de agua potable.

El mejoramiento de la red de alcantarillado sanitario consta de una ampliación, en la cual la población fue creciendo por lo tanto fueron quedando fuera de la red de alcantarillado, es por ello que en esta ampliación se tomarán todas estas viviendas que están en el perímetro de la comunidad y algunas serán conectadas a la red actual mientras que las demás viviendas serán conectadas a una nueva red de alcantarillado para poder desembocar a la fosa séptica existente, la cual funciona para poder conectar una nueva línea sanitaria.

El mejoramiento de la red de agua potable consta de una ampliación, la cual se requiere porque la población ha incrementado y en algunos casos las viviendas han quedado arriba de la ubicación del tanque es por ello que a estas personas no les llega el agua. La ampliación ubica un nuevo tanque para que pueda abastecer a todas estas viviendas y la colonia tenga dos tanques los cuales quedarán habilitados para que en futuros mantenimientos se pueda dejar funcionando un tanque y dar mantenimiento al otro.

## OBJETIVOS

### General

Mejorar el nivel de vida de la comunidad con la realización del estudio de drenajes sanitarios y la red de agua potable.

### Específicos

1. Realizar la entrega del estudio completo del proyecto del mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario y la red de agua potable, dejando este proyecto terminado con todas y cada una de las fases que lo integran y de esta manera realizar su ejecución a corto plazo.
2. Disminuir las enfermedades gastrointestinales y dermatológicas de la población en general.
3. Darle un mejor manejo a las aguas servidas, recolectándolas de una manera adecuada para su posterior tratamiento.
4. Proporcionar agua potable para uso doméstico y personal, y con ello lograr disminuir enfermedades gastrointestinales.
5. Proporcionar un mejor servicio de alcantarillado sanitario a los habitantes.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo consiste en el mejoramiento de los sistemas de alcantarillado sanitario y la red de agua potable de la comunidad de la Estancia de la Virgen del municipio de San Cristóbal Acasaguastlán. El comité de agua potable ha estado trabajando junto con las autoridades municipales del departamento de El Progreso, para poder solucionar estos problemas comunitarios, los cuales han empezado por el aumento en la población.

Un mejoramiento de las redes del sistema tendrá que llevar un análisis del sistema actual tanto del alcantarillado sanitario como de la red de agua potable, para poder hallar los posibles problemas que estarían afectando los sistemas. Esto conlleva un estudio tanto con normas, diseño y criterio, además, se realizarán un juego completo de planos con sus respectivas especificaciones, presupuesto para la ejecución del proyecto, algunos lineamientos de operación y mantenimiento del sistema así como un cronograma de avance físico y financiero del proyecto.

# 1. ASPECTOS GENERALES

## 1.1 Datos generales

La aldea perteneciente al departamento de El Progreso, se encuentra en jurisdicción de la municipalidad de San Cristóbal Acasaguastlán del mismo departamento, tiene una población estimada de 3108 habitantes. En la actualidad presenta calles de terracería haciendo un total del 30% del total de caminos.

La aldea manifiesta una temperatura que oscila entre los 22 grados centígrados la mínima y 40 grados centígrados la máxima, principalmente entre los meses de enero y agosto. Lo que permite que la aldea sea una región climática cálida.

La precipitación pluvial para la aldea es de 32 y 35 mm dado que regularmente llueve un aproximado de 35 a 69 días en el año. La aldea tiene una precipitación pluvial de 582.80 milímetros anuales, aproximadamente.

La tasa de crecimiento a nivel departamental es de 4.72% esto según la jefatura departamental de salud y el Instituto Nacional de Estadística en el caso específico para la aldea se tiene un estimado de 4.00 %, tasa que es influenciada por factores como morbilidad y mortalidad.

La actividad agrícola es la que absorbe el mayor porcentaje de la población, también es de mencionarse que los suelos del municipio se prestan para desarrollar tal actividad.

En cuanto a la actividad pecuaria en especial la producción de ganado vacuno, equinos, bovinos, cabrinos, no está muy desarrollada en el municipio.

Así mismo con respecto a la producción de gallinas, patos y aves de corral se ha desarrollado con énfasis en el consumo familiar y en algunos casos para la venta local, es importante notar que las mujeres y los infantes participan en el desempeño de estas actividades.

En la actividad forestal, por las condiciones que presenta el municipio se ha desarrollado la extracción de maderas del tipo coníferas, en especial el pino. Es por ello que el paisaje del municipio con el transcurrir de los años se ha visto afectado.

Las instituciones de gobierno en especial el INAB ha desarrollado una serie de actividades que apoyan la actividad forestal con el único objetivo de cuidado, manejo y protección del ecosistema.

La tasa bruta de mortalidad para la aldea es de 4.73.

La tasa de mortalidad infantil en la aldea es de 20.51.

La tasa neta de escolarización, según registros de la Unidad de Informática, la Dirección Departamental de Educación –MINEDUC- por nivel educativo se reporta de la manera siguiente:

- Nivel pre-primario ( párvulos) 37.74 %
- Nivel primario 73.39%
- Ciclo básico 31.65%
- Ciclo diversificado 13.48%

### Tasa bruta de escolarización

Según la misma fuente se poseen registros que indican una tasa bruta de escolarización de la manera siguiente:

- Nivel pre-primario ( párvulos)            50.96 %
- Nivel primario                                    86.74 %
- Ciclo básico                                     43.69 %
- Ciclo diversificado                            16.55 %

### Tasa de incorporación al sistema

La dirección departamental de educación posee registros a diciembre del 2000 que indican que la tasa de incorporación de la población del municipio en edad escolar para el nivel primario se muestra de la manera siguiente:

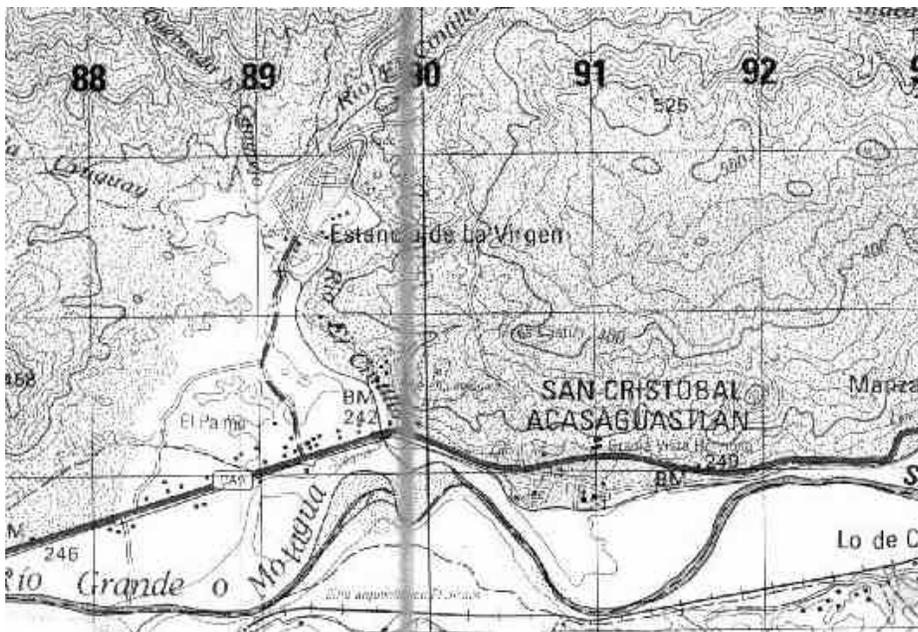
- Hombres 78.49%
- Mujeres 67.06%
- Total: 73.03%

## 1.2 Localización geográfica

La comunidad La Estancia de la Virgen se encuentra localizada en la sierra de Las Minas, entre el río Cintillo y la quebrada El Cangrejo, a 270 metros sobre el nivel del mar, latitud 14°56' 26", longitud 89°53 '16".

Comentario [MSOFFICE1]:

Figura 1. Mapa de localización geográfica de San Cristóbal Acasaguastlán



Fuente: Archivo electrónico del Instituto Geográfico Nacional (IGN)

### **1.3 Vías de comunicación**

Por camino de asfalto al sur 2 kilómetros al entronque con la carretera Interoceánica CA-9, que hacia el Este tiene 2 kilómetros a la cabecera, ambas en buen estado, hacia el norte se encontró una carretera de pavimento que termina hasta los límites de la aldea la cual conduce hacia las otras aldeas San Luis, Piedras Blancas y Cruz del Valle.

### **1.4 Algunos servicios**

Cuenta con servicio de energía eléctrica proporcionada por la red de tendido eléctrico DEORSA.

Un puesto de salud de 200 metros cuadrados de área construída y 200 metros cuadrados de área libre. El puesto de salud es atendido por una enfermera.

La escuela rural mixta Rosibel Ordóñez Mayorga, construída por el Comité Nacional Pro-construcción de Escuelas puesta en servicio el primero de julio de 1971.

Un instituto por cooperativa, Estancia de la Virgen.

Escuela municipal de párvulos en la colonia El Porvenir

Escuela oficial rural mixta de párvulos anexa E.O.R.M.

Escuela oficial rural mixta en la colonia Plan.

## **1.5 Consideraciones preliminares para el diseño**

### **1.5.1 Red de alcantarillado**

Las calles de la aldea se presentan de una forma caprichosa, ya que no tienen ninguna orientación definida, las curvas de nivel muestran claramente, que es necesario conectar una parte a la red existente y otra parte evacuarla en un circuito independiente hasta llegar a la desembocadura de las fosas sépticas.

Las calles de terracería que presenta el lugar, definen el sistema de drenaje que ha de utilizarse para la evacuación de aguas servidas. Un sistema combinado, implicaría el uso de tragantes para agua de lluvia; esto ocasionaría que arena, tierra y otros materiales que son arrastrados por el agua superficial entren en la tubería y por consiguiente, ocasionen obstrucción en la misma. El mantenimiento sería costoso, debido a la limpieza frecuente que tendría que realizarse.

Otro de los factores a considerar es el de los niveles que tienen las superficies, tienen pendientes invertidas para poder hacer un drenaje de flujo normal, por lo que hay que realizar el estudio para poder evacuar en forma independiente, esto debido a la topografía del lugar.

El sistema a considerar es para un área donde está urbanizado en su totalidad, pero habitado únicamente el 60 % y el otro 40 % lo habitarán cuando el área tenga su red de alcantarillado sanitario.

### **1.5.2 Red de agua potable**

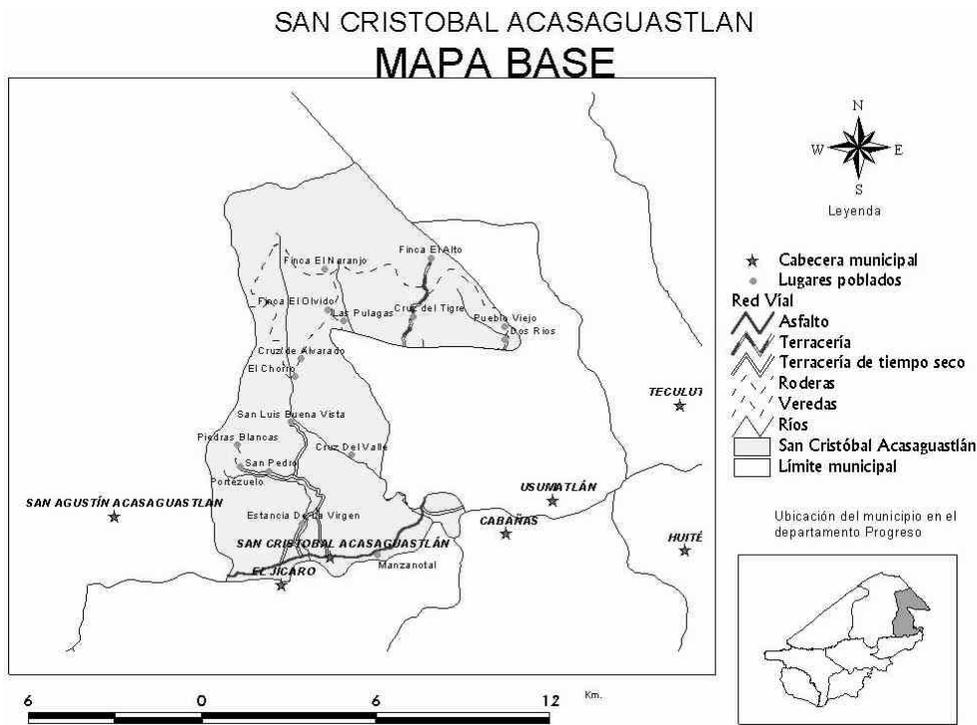
Actualmente la red agua potable para la aldea de La Estancia de la Virgen esta funcionando con dos tanques, uno con 1,200 metros cúbicos y el otro con 60.00 metros cúbicos.

El tanque de 60.00 metros cúbicos fue ubicado para suministrar de agua potable a los habitantes más alejados del área central, pero fue ubicado en una área muy baja, ahora se ubicará un tercer tanque en la parte más alta de esta localidad para no tener problemas futuros y se estará suministrando agua potable con dos tanques, dando la pauta de poder hacer mantenimientos seguidos y dejar funcionando uno de los tanques.

El agua se tomará de la línea de conducción en la reducción de diámetro, el cual se encuentra en un punto más alto que del destino final del nuevo tanque.

La topografía del lugar está apta para poder realizar la conducción del agua potable, así como, para hacer la conexión a la red de distribución.

Figura 2. Mapa de ubicación de San Cristóbal Acasaguastlán



Fuente: Archivos electrónicos de SEGEPLAN

## **2. SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

### **2.1 Cálculos para la demanda de la administración del alcantarillado**

#### **2.1.1 Población actual**

La población a beneficiar en el proyecto del mejoramiento de la red de alcantarillado de la aldea La Estancia de la Virgen es de 429 habitantes.

#### **2.1.2 Período de diseño**

Se tomará como tal el tiempo en el cual la obra funcionará satisfactoriamente, por lo tanto hay que tener en cuenta

- Vida útil de las estructuras, tomando en cuenta la antigüedad, desgaste y el daño
- Crecimiento poblacional
- Desarrollo de la obra en sus primeros años

Para el período de diseño del proyecto se tomaron en cuenta 16 años teniendo en cuenta un año para la aprobación de su ejecución y quedaran 15 años libres de período, eso porque la otra parte del alcantarillado fue diseñada para el 2020 por consiguiente se realizará el diseño para que los dos terminen en un tiempo estimado.

#### Recomendaciones

Colector principal.....	30-40 años
Planta de tratamiento .....	20-30 años
Líneas de descarga.....	10-15 años
Equipo electro-mecánico.....	8-10 años

#### **2.1.3 Población de diseño**

Para el cálculo de la población se debe tomar el período de diseño correspondiente. Es recomendable utilizar cualquier método apropiado para la estimación de crecimiento poblacional.

Se recopilará toda la información necesaria para tener datos más reales, como en los registros municipales y de sanidad, censos escolares, Instituto Nacional de Estadística (INE). En todo caso el diseñador debe verificar la información obtenida.

Hay que tomar en cuenta el tamaño de la comunidad a estudiar. Para el cálculo de la población futura existen varios métodos y los más comunes son: el método del incremento aritmético o el método del incremento geométrico, con tasa de crecimiento nacional, municipal o calculándola por medio de fórmulas, el método de proyección gráfica a ojo y el método de saturación.

Para este proyecto se utilizará el método geométrico, ya que se poseen los datos para poder completar lo necesario para calcular la población futura.

### 2.1.4 Método de incremento geométrico

Para poder utilizar este método se debe utilizar la siguiente fórmula

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

donde:

$P_f$  = Población futura                       $n$  = Periodo de diseño  
 $P_a$  = Población actual                       $r$  = Tasa de incremento

La tasa de incremento utilizado será de 4 % asignado por la jefatura departamental de salud y el Instituto Nacional de Estadística para el municipio de San Cristóbal Acasaguastlán.

Aplicación de la fórmula

$P_f$  = ?     $n$  = 16 años  
 $P_a$  = 429 habitantes                       $r$  = 4 %

$$P_f = 429 \times (1 + 0.04)^{16} = 804 \text{ habitantes}$$

### 2.2 Cálculo de los consumos

Es el cálculo de los diferentes caudales que componen un flujo de aguas negras, se efectúa mediante la aplicación de varios factores en los cuales se puede mencionar:

- Dotación de agua potable
- Utilización del agua en las viviendas
- Intensidad de lluvia
- Estimación de conexiones ilícitas

El caudal que se transporta está determinado por la pendiente y la velocidad, por norma se tiene que el drenaje funciona como un canal abierto y no a presión. El tirante máximo se obtiene de la relación  $d/D$  donde  $d$  es la altura del flujo, esta relación debe de ser mayor de 0.10 para que exista arrastre de las excretas y menor de 0.75 para que funcione como canal abierto.

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, el tipo y diámetro de la tubería, la velocidad se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas  $v/V$  donde  $v$  es la velocidad del flujo y  $V$  es la velocidad a sección llena,  $v$  por norma debe ser mayor a 0.40 m/s para que no exista taponamiento en la tubería y no debe puede ser mayor a 4 m/s para que no exista erosión.

### **2.2.1 Caudal domiciliar**

El agua que ha sido utilizada en el hogar para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida en la red de alcantarillado, este caudal está relacionado con la dotación y suministro de agua, en el cálculo del caudal domiciliar hay que tomar en cuenta un factor de retorno que un porcentaje de agua, que después de ser usada vuelve al drenaje el cual varía entre 0.70 a 0.90, en este proyecto se tomará 0.75 porque el retorno será regular.

Cálculo de la estación A13 – A7

$$Q_{\text{dom}} = (\text{Dotación} \times \text{número de habitantes} \times \text{factor de retorno}) / 86400 \text{ seg.}$$

$$Q_{\text{dom}} = (90 \text{ lt/hab/día} \times 93 \text{ hab.} \times 0.75) / 86400 = 0.07 \text{ lt/seg}$$

Dotación: esta es la misma que se utilizó en el proyecto de agua potable.

$$Q_{\text{dom}} = \text{caudal domiciliar.}$$

### 2.2.2 Caudal de conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sin ninguna autorización, se estima un porcentaje de viviendas que puedan realizar conexiones que varía entre 0.5 a 2.5 por ciento, se calculó con el método racional.

$$Q_{ci} = \frac{C \times I \times A}{360} \times 1000$$

$Q_{ci}$  = Caudal de conexiones ilícitas (lt/seg)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia (mm/hr)

A = Área que es factible conectar

Cálculo del caudal de la estación A13 – A7

C = El coeficiente de escorrentía para calles de terracería será entre 0.25 a 0.60, en este caso se tomará 0.40 por la topografía y condiciones del suelo.

I = La intensidad de lluvia del área de trabajo está en 35 mm /hr.

A = El área de mayor trabajo está comprendida en 0.42 hectáreas.

$$Q_{ci} = 0.40 \times 35 \times 0.07 \times 1000 \times 0.93 / 360 = 2.53 \text{ lt/s}$$

### 2.2.3 Caudal de infiltración

Este depende de la profundidad del nivel freático del agua, ya que se infiltra caudal al alcantarillado por la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra y de la supervisión.

Cálculo del caudal de la estación A13 – A7

$$Q_{inf} = \frac{\text{Dotación} \times \frac{\text{mts. de tubo} + \#\text{casas} \times 6 \text{ mts.}}{1000}}{86400 \text{ seg}}$$

$Q_{inf}$  = Caudal de infiltración lt/seg

Dotación de infiltración = 12,000 a 18,000 litros/km/día

$$Q_{inf} = \frac{15000 * \frac{(69.94 + 9 \times 6)}{1000}}{86400} = 0.02 \text{ lt /seg}$$

#### 2.2.4 Caudal de diseño

Para tener una estimación de la cantidad de agua negra que se transportara en el alcantarillado en los diferentes puntos, se tendrá que sumar todo incluyendo el resultado de la fórmula siguiente:

$$Q_{dis} = \text{número de habitantes} \times FH \times F_{qm}$$

FH = factor de Hardmond: es el valor estadístico que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio.

$F_{qm}$  = factor de caudal medio: este debe estar entre el rango de 0.002 a 0.005

Cálculo del caudal de la estación A13 – A7

Número de habitantes = 93 habitantes

$$FH = (18 + \sqrt{Pf/1000}) / (4 + \sqrt{Pf/1000})$$

$$FH = (18 + \sqrt{93/1000}) / (4 + \sqrt{93/1000}) = 4.25$$

$F_{qm} = \text{caudal medio} / \text{número de habitantes}$

$\text{Caudal medio} = Q_{dom} + Q_{ci} + Q_{inf}$

$\text{Caudal medio} = 0.07 + 2.53 + 0.02 = 2.62 \text{ lt/s}$

$F_{qm} = 2.62 / 93 = 0.028$

Como el factor de  $F_{qm}$  salió más grande que el del rango, se tendrá que tomar el factor más próximo al del rango y este es 0.005.

$Q_{dis} = 93 \text{ habitantes} \times 4.25 \times 0.005 = 1.97 \text{ lt/seg.}$

En el caudal de diseño también se tendrían que contemplar los caudales industriales y comerciales pero en esta aldea no existen comercios e industrias.

### **2.3 Criterios de diseño y descripción del proyecto**

Criterios

Es posible realizar el sistema de alcantarillado ya que la aldea posee un sistema de agua potable.

La topografía del lugar permite que se realice el alcantarillado, se tuvo que evacuar las aguas negras por la parte sur de la aldea, ya que el alcantarillado que existe está en el lado norte.

El proyecto es bastante factible ya que el dinero será proporcionado por SEGEPLAN.

El caudal de diseño debe ser menor que el caudal de sección llena.

## Descripción

Comenzando con la distribución de los caudales por tener pendientes contrarias al resto de la topografía, de la estación A13 a la estación A7 se comienza la primer distribución de los caudales teniendo una distancia de 69.94 metros, otro ramal de esta distribución es la de la estación A9 la cual servirá el pozo existente sólo para comienzo de tramo.

De la estación A9 a la A7 se tendrá una distancia de 35.99 metros, el caudal de este tramo se conjuntará con el del tramo A13-A7, para salir en el tramo de A7-A2 el cual tiene un distanciamiento de 49.27 metros.

En la estación A6 se iniciará el tramo, del tramo A6-A2 con una longitud de 90.00 metros, este caudal se conjuntará con el del tramo A7-A2 para poder ser evacuado en el tramo A2-A0 con un distanciamiento de 31.66 metros, en la estación A0 se reunirá todo el caudal de este tramo para ser evacuado en un pozo ya existente.

La segunda distribución comienza en el tramo A14-A13 con una longitud de 49.74 metros, el cual en la estación A14 sería inicio de tramo, igual en la estación A15 sería inicio de tramo, del tramo A13-A18 con una longitud de 79.54 metros. Este caudal está conjuntado con el del tramo A14-A13.

En la estación A19 se tendrá un pozo existente que solo será utilizado para inicio de tramo, el tramo A19-A18 con un distanciamiento de 43.88 metros, el tramo A18-A21 con una distancia de 35.85 metros, el cual su caudal será conjuntado con el del tramo A19-A18 y el del A13-A18.

El tramo A21-A24 con una distancia de 44.90, conjuntará sus caudales con el del tramo A18-A21. En la estación A29 existe un pozo en el cual se evacuará el caudal del tramo A28-A29 con un distanciamiento de 19.67 metros. El tramo de A28-A24 con un distanciamiento de 59.20 metros, se conjuntará con el del tramo A21-A24, del tramo A24 al A41 con un distanciamiento de 608.54 metros el cual transportará el caudal de todos los tramos y el del conjuntado el A21-A24.

En la estación A41 se tendrá la finalización del tramo de alcantarillado sanitario el cual se conectará a la fosa existente.

La fosa existente se analizó y se llegó a la conclusión de que aún está apta para ser utilizada al conectar otro caudal.

#### **2.4 Levantamiento topográfico**

En todo diseño de un alcantarillado es necesario realizar un levantamiento topográfico, el cual será de utilidad para poder conocer como está ubicado el proyecto en planta, como elevación.

El levantamiento topográfico debe ser de gran precisión ya que en este tipo de proyectos se invierte gran cantidad de dinero y los beneficiados demandan un buen servicio, el levantamiento debe ser de primer orden pero en este proyecto se utilizará de segundo orden el cual se compone de

#### Levantamiento planimétrico

Se referirá al meridiano magnético y será efectuado con teodolito de precisión y cinta metálica de precisión.

#### Levantamiento altimétrico

Se realizará por nivelación trigonométrica con teodolito, con doble lectura adelante y atrás referenciado a un BM convencional bien identificado y de preferencia a un BM geodésico.

Figura 3. Fotografía topográfica de la aldea La Estancia de la Virgen.

A continuación se presentan las tablas topográficas del proyecto de alcantarillado sanitario.

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO												
Proyecto: <b>Mejoramiento del sistema de alcantarillado</b>				Topografía: Epesista César Fernando Leiva Morán					Fecha: junio 2004			
Localización: SAN CRISTOBAL ACASAGUASTLÁN				Calculó: César Fernando Leiva Morán								
Descripción: Libreta de campo poligonal abierta												
Est.	PO	HORIZONTAL		HILOS			HI	DH	VERTICAL		D.N.	COTA
		Azimut	Azenit	SUP	MEDIO	INF			Azimut	Azenit		
											0.000	<b>1000</b>
0	1	64.383	64.383	1.070	1.000	0.930	1.400	<b>13.71</b>	81.783	8.217	-1.980	<b>1001.98</b>
1	2	7.800	82.200	1.090	1.000	0.910	1.400	<b>17.95</b>	92.933	-2.933	0.920	<b>1001.06</b>
1	3	5.467	84.533	1.180	1.000	0.820	1.400	<b>35.65</b>	95.633	-5.633	3.517	<b>998.46</b>
1	4	3.450	86.550	1.220	1.000	0.780	1.400	<b>43.95</b>	91.983	-1.983	1.522	<b>1000.46</b>
1	5	1.817	88.183	1.420	1.000	0.580	1.400	<b>83.68</b>	86.466	3.534	-5.168	<b>1007.15</b>
1	6	0.600	89.400	1.540	1.000	0.460	1.400	<b>107.38</b>	85.650	4.350	-8.168	<b>1010.15</b>
2	7	81.133	8.867	1.250	1.000	0.750	1.400	<b>49.27</b>	83.050	6.950	-6.006	<b>1007.07</b>
7	8	90.050	-0.050	1.065	1.000	0.935	1.400	<b>12.85</b>	83.900	6.100	-1.374	<b>1008.44</b>
7	9	84.933	84.933	1.180	1.000	0.820	1.400	<b>35.91</b>	87.066	2.934	-1.840	<b>1006.91</b>
7	10	0.450	0.450	1.080	1.000	0.920	1.420	<b>15.79</b>	83.366	6.634	-1.836	<b>1008.90</b>
10	11	5.583	5.583	1.170	1.000	0.830	1.420	<b>33.89</b>	86.783	3.217	-1.905	<b>1010.81</b>
10	12	7.250	7.250	1.250	1.000	0.750	1.420	<b>49.90</b>	87.433	2.567	-2.237	<b>1011.14</b>
10	13	8.517	8.517	1.350	1.000	0.650	1.420	<b>69.74</b>	86.500	3.500	-4.265	<b>1013.17</b>
13	14	66.366	66.366	1.250	1.000	0.750	1.420	<b>49.74</b>	85.866	4.134	-3.595	<b>1016.76</b>
13	15	12.150	12.150	1.270	1.000	0.730	1.420	<b>53.86</b>	92.950	-2.950	2.775	<b>1010.39</b>
13	16	92.833	92.833	1.170	1.000	0.830	1.420	<b>33.94</b>	92.333	-2.333	1.383	<b>1011.78</b>
16	17	0.617	0.617	1.140	1.000	0.860	1.520	<b>26.99</b>	100.950	-10.950	5.222	<b>1006.56</b>
17	18	0.617	0.617	1.100	1.000	0.900	1.520	<b>18.61</b>	105.300	-15.300	5.090	<b>1001.47</b>
18	19	103.450	103.450	1.220	1.000	0.780	1.520	<b>43.88</b>	86.950	3.050	-2.338	<b>1003.81</b>
18	20	71.083	71.083	1.100	1.000	0.900	1.520	<b>19.87</b>	94.600	-4.600	1.599	<b>999.87</b>
20	21	12.200	12.200	1.080	1.000	0.920	1.550	<b>15.98</b>	92.050	-2.050	0.572	<b>999.30</b>
21	22	83.783	83.783	1.080	1.000	0.920	1.550	<b>15.34</b>	101.683	-11.683	3.173	<b>996.13</b>
22	23	25.317	25.317	1.070	1.000	0.930	1.550	<b>9.75</b>	123.417	-33.417	6.436	<b>989.69</b>
23	24	58.450	58.450	1.100	1.000	0.900	1.550	<b>19.81</b>	95.666	-5.666	1.965	<b>987.73</b>
24	25	42.583	42.583	1.160	1.000	0.840	1.480	<b>31.23</b>	81.083	8.917	-4.900	<b>992.63</b>
24	26	3.317	3.317	1.310	1.000	0.690	1.480	<b>61.28</b>	96.167	-6.167	6.621	<b>981.11</b>
25	28	4.550	4.550	1.140	1.000	0.860	1.480	<b>27.97</b>	88.100	1.900	-0.928	<b>993.56</b>
28	29	1.700	1.700	1.100	1.000	0.900	1.420	<b>19.67</b>	97.366	-7.366	2.543	<b>991.01</b>
26	27	34.817	34.817	1.160	1.000	0.840	1.420	<b>31.51</b>	97.100	-7.100	3.925	<b>977.18</b>
27	30	3.050	3.050	1.220	1.000	0.780	1.420	<b>43.44</b>	96.467	-6.467	4.924	<b>972.26</b>
30	31	12.933	12.933	1.100	1.000	0.900	1.420	<b>19.40</b>	99.933	-9.933	3.398	<b>967.86</b>

Tabla 1. Libreta topográfica para la ubicación del sistema de alcantarillado

**LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO**

Proyecto: <b>Mejoramiento del sistema de alcantarillado</b>		Topografía: Epesista César Fernando Leiva Morán						Fecha: junio 2004				
Localización: SAN CRISTOBAL ACASAGUASTLÁN				Calculó: César Fernando Leiva Morán								
Descripción: Libreta de campo poligonal abierta												
Est.	PO	HORIZONTAL		HILOS					VERTICAL		D.N.	COTA
		Azimut	Azenit	SUP	MEDIO	INF	HI	DH	Azimut	Azenit		
											0.000	<b>1000</b>
31	32	116.666	116.666	1.065	1.000	0.935	1.420	<b>10.76</b>	114.533	-24.533	4.911	<b>963.45</b>
32	33	0.733	0.733	1.140	1.000	0.860	1.420	<b>26.23</b>	104.550	-14.550	6.809	<b>956.64</b>
33	34	51.833	51.833	1.100	1.000	0.900	1.420	<b>19.94</b>	93.267	-3.267	1.138	<b>955.50</b>
34	35	40.717	40.717	1.270	1.000	0.730	1.420	<b>53.98</b>	91.117	-1.117	1.052	<b>954.45</b>
35	36	36.717	36.717	1.080	1.000	0.920	1.415	<b>15.98</b>	92.067	-2.067	0.577	<b>953.87</b>
36	37	25.717	25.717	1.950	1.000	0.050	1.415	<b>189.99</b>	90.483	-0.483	1.603	<b>952.27</b>
37	38	5.417	5.417	1.080	1.000	0.920	1.415	<b>15.96</b>	92.783	-2.783	0.776	<b>951.50</b>
38	39	19.183	19.183	1.370	1.000	0.630	1.415	<b>73.99</b>	89.383	0.617	-0.796	<b>951.79</b>
39	40	67.867	67.867	1.070	1.000	0.930	1.380	<b>13.99</b>	91.533	-1.533	0.374	<b>951.42</b>
40	41	21.433	21.433	1.160	1.000	0.840	1.380	<b>31.95</b>	92.166	-2.166	1.209	<b>950.21</b>

## 2.5 Factores de diseño

El factor de área es la relación entre el área total a drenar y la longitud total de la tubería del drenaje. Debe estar comprendido entre los valores de 0.0035 a 0.0055, sus dimensiones son hectáreas por metro.

Los proyectos de alcantarillado se deben diseñar para que proporcione una pendiente que dé la velocidad mínima de 0.40 m/s. Las velocidades mínimas fijadas no permiten la decantación de los sólidos, pero también las velocidades producen efectos dañinos debido que los sólidos en suspensión hacen efecto abrasivo a la tubería, por tal razón se recomienda que la velocidad máxima sea de 4 m/s.

Los coeficientes de rugosidad para la tubería de PVC son de  $N = 0.009$ .

Los factores de retorno oscilan entre 0.70-0.90.

El diámetro mínimo para alcantarillado con tubería de PVC es de 6".

Las profundidades mínimas de tubería ( $H_{\min}$ ) serán:

Tráfico normal (menor 200 quintales) 1.00 metro

Tráfico pesado (mayor 200 quintales) 1.20 metros

## 2.6 Línea de alcantarillado

Los alcantarillados conducen agua proveniente de los hogares, hay una mezcla de sólidos y líquidos, los sólidos pesados son arrastrados en los fondos del alcantarillado. Cuando las velocidades disminuyen los sólidos pesados son dejados atrás, mientras que los materiales ligeros se acumulan en el borde. Cuando las velocidades suben nuevamente, cada una de estas funciones son consecuencia de la fuerza tractiva del agua que las arrastra.

### 2.6.1 Bases de diseño

- Período de diseño..... 16 años
- Dotación de agua potable..... 90 lt/hab/día
- Factor de retorno..... 0.75
- Intensidad de precipitación..... 35 mm/hr
- Coeficiente de escorrentía..... 0.40
- Factor de infiltración..... 15,000 lts/km/día
- Población actual..... 429
- Número de casas actuales..... 78 viviendas
- Población futura..... 804 habitantes

#### Bases de diseño del tramo A13-A7

- $Q_{dom}$ ..... 0.07 lt/s
- $Q_{inf}$ ..... 0.02 lt/s
- $Q_{ci}$ ..... 2.53 lt/s
- Población futura..... 93 habitantes
- Factor de Hardmond..... 4.25
- $Q_{dis}$ ..... 1.97 lt/s
- N ..... 0.009

Fórmulas que se utilizarán para el cálculo de la velocidad a sección llena y el caudal a sección llena

De continuidad.....  $Q = V \times A$      $Rh = \frac{A}{P}$

Fórmulas de Chezy.....  $V = C_x(Rh * S)^{0.5}$      $Q = C_x A_x (Rh * S)^{0.5}$

Fórmula de Manning....  $C = \frac{1}{N} x (Rh)^{1/6}$

Realizando sustituciones entre estas fórmulas se llegará a tener la fórmula

$$V = \frac{0.03429}{N} \times D^{2/3} \times S^{0.5}$$

- Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)
- A = Área hidráulica (m<sup>2</sup>)
- P = Perímetro mojado (m)
- Rh = Radio hidráulico (m)
- V = Velocidad ( m/s )
- S = Pendiente m/m
- N = Coeficiente de rugosidad

La fórmula para encontrar la cota Invert de la tubería es

$$C_i = C_t - ( H_{\min} + E_t + \text{diámetro del tubo} )$$

C<sub>i</sub> = Cota invert

H<sub>min</sub> = Profundidad mínima de la tubería

E<sub>t</sub> = Espesor de la tubería

### 2.6.2 Diámetro y clase de la tubería

El diámetro mínimo de la tubería que se utiliza para el diseño de alcantarillado con PVC es de 6", con ese diámetro se empieza el diseño mientras lo requiera. La velocidad y el caudal irán aumentando el diámetro, siempre y cuando se comprueben las relaciones d/D.

El tipo de tubería que se utilizará es corrugada de doble pared, fabricada mediante un proceso de extrusión, que permite tener una pared lisa que garantiza alto desempeño hidráulico, el sistema de unión entre tramos de tubería, evita la infiltración y exfiltración. Este tipo de tubería es de menor peso lo que facilita su manejo, transporte y almacenamiento.

Las características del material y la lisura de sus paredes internas evita el desgaste de los sólidos que se transportan en el tubo.

## **2.7 Factores de comprobación**

Los factores de comprobación son los que después de elegir la pendiente del terreno u otra que convenga mejor, se elige el diámetro, luego se verificará la velocidad y el caudal a sección llena, la velocidad deberá estar entre los rangos 0.40 a 4 m/s.

Mientras que el caudal a sección llena sea mayor que el caudal de diseño, luego se puede encontrar las relaciones  $q/Q$  y  $d/D$ ,  $q/Q$  que nos servirán para poder calcular el tirante real del flujo que se tiene, mientras que  $d/D$  tiene que estar entre los rangos de 0.10 a 0.75. Estos serían los chequeos más importantes que se tienen que realizar al estar terminado el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario.

## **2.8 Elementos del alcantarillado**

El alcantarillado sanitario es donde se evacuan aguas negras solamente, los elementos que lo forman se describen a continuación.

Conexión domiciliar: es la que transporta aguas negras provenientes de las viviendas las cuales se evacuan al alcantarillado secundario o a las tuberías principales, excepto a otra conexión domiciliar, normalmente se construyen en el exterior de la vivienda.

Líneas secundarias: constituyen el elemento que transporta agua residual de una o más viviendas a la línea central, se constituye el primer elemento de la red de alcantarillado.

Línea central: es la que transporta agua residual proveniente de las líneas secundarias a los pozos de visita.

Pozos de visita: se utilizan para interceptar y recoger el agua residual procedente de uno o varios brazos de las líneas centrales.

### **2.8.1 Pozos de visita**

Son empleados como medio de inspección y limpieza, las normas para construcción de red de alcantarillado recomiendan colocar pozos en los siguientes casos

- En los cambios de diámetro
- En distancias no mayores de 100 a 120 metros
- En todo cambio de dirección o pendiente
- Al comienzo de todo colector
- En toda intersección de colectores

Los pozos generalmente tienen dimensiones en la parte superior un marco y una tapadera, con una apertura neta de 0.50 a 060 metros, el marco descansa sobre las paredes que se ensanchan hasta alcanzar un diámetro de 1.20 a 1.50 metros.

En los pozos demasiado profundos se disponen de escalones para que se puedan hacer las visitas correspondientes en la parte más bajas de los pozos. (Para mayor detalle ver planos de pozos en apéndices).

### **2.8.2 Candela domiciliar**

La conexión se realiza por medio de un tubo de concreto no menor a 12" de diámetro, colocados verticalmente y debe quedar impermeable por dentro y tener una tapadera para inspecciones.

El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado, la altura de las candelas será de un metro.

### **2.8.3 Unión de la candela y la línea de alcantarillado**

Con tubería de PVC existen dos tipos de instalaciones dependiendo de la altura que se encuentre la tubería del alcantarillado principal y estas son.

Profundidades de 0.00 a 2.00 metros: se harán con una silleta Y complementando con un codo a 45 grados (Como se muestra en los planos).

Profundidades de 2.00 o más metros: se harán con una silleta Y complementando con una codo a noventa grados (Como se muestra en los planos).

### Ejemplo

Utilizando los datos obtenidos anteriormente se diseñará la línea de alcantarillado de la estación A13-A7.

Tomando el caudal de diseño ya calculado

$$Q_{\text{dis}} = 1.97 \text{ lt/seg.}$$

Tomando como base una tubería de 6" que es el diámetro mínimo para comenzar a calcular en PVC.

Tomando una pendiente de 0.09 o 9 %

$$S = 0.09 \text{ o } 9\%$$

$$\varnothing = 6''$$

$$V = \frac{0.03429}{N} \times D^{2/3} \times S^{0.5}$$

$$V = \frac{0.03429}{0.009} \times 6^{2/3} \times 0.09^{0.5}$$

$$V = 3.77 \text{ M/S}$$

La velocidad se encuentra entre el rango de 0.40 a 4 m/s

$$Q = V \cdot A$$

$$A = \frac{3.1416}{4} \times (D \cdot 0.0254)^2$$

$$A = \frac{3.1416}{4} \times (6 \cdot 0.0254)^2$$

$$A = 0.01824 \text{ m}^2$$

$$Q = 3.77 \times 0.01824 \times 1,000 = 68.77 \text{ lt/s}$$

Tomando el caudal de diseño dividido el caudal a sección llena se encontrará la relación de caudales que se tiene que buscar en las tablas de relaciones para poder encontrar la relación de diámetros d/D que tiene que estar entre los rangos 0.10 a 0.75.

La relación  $q/Q = 1.97 \text{ lt/s} / 68.77 \text{ lt/s} = 0.028$

En la tabla de relaciones se encontrará

La relación de velocidades  $v/V = 0.439$

La relación de diámetros  $d/D = 0.115$

Con las velocidades  $0.439 = v/3.77 \text{ m/s}$

La velocidad del flujo es  $V = 3.77 * 0.439 = 1.655 \text{ m/s}$

$0.40 < 1.655 < 4 \text{ m/s}$ , la velocidad se encuentra entre el rango permitido

$0.10 < 0.115 < 0.75$ , la relación de diámetros se encuentra entre el rango permitido

(Ver tabla de relaciones hidráulicas en anexos)

A continuación la tabla completa de los resultados de cada estación.

DE PV	A PV	COTAS DE TERRENO		DISTANCIA HORIZONTAL	PENDIENTE TERRENO	NUMERO DE CASAS		NUM. DE HABITANTES	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADO	ACTUAL	FUTURO
0	2	1000.00	1001.06	31.66	-0.0335	4	34	187	348
2	3	1001.06	998.46	17.86	0.1456	0	10	55	102
3	6	998.46	1010.15	72.14	-0.1620	10	10	55	102
2	7	1001.06	1007.15	49.27	-0.1236	5	20	110	205
7	9	1007.15	1006.91	35.99	0.0067	6	6	33	61
7	13	1007.15	1011.14	69.94	-0.0570	9	9	49.5	92
13	14	1013.17	1016.76	49.74	-0.0722	8	8	44	82
13	16	1013.17	1011.78	33.94	0.0410	0	8	44	82
16	17	1011.78	1006.56	26.99	0.1934	1	9	49.5	92
17	18	1006.56	1001.47	18.61	0.2735	0	11	60.5	113
18	19	1001.47	1003.81	43.88	-0.0533	7	7	38.5	72
18	21	1001.47	999.30	35.85	0.0605	2	20	110	205
21	22	999.30	996.13	15.34	0.2066	0	20	110	205
22	23	996.13	989.69	9.75	0.6605	1	21	115.5	215
23	24	989.69	987.73	19.81	0.0989	0	21	115.5	215
24	25	987.73	992.63	31.23	-0.1569	3	10	55	102
25	28	992.63	993.56	27.97	-0.0332	7	7	38.5	72
28	29	993.56	991.01	19.67	0.1296	9	9	49.5	92
24	26	987.73	981.11	61.28	0.1080	2	33	181.5	338
26	31	981.11	967.86	94.35	0.1404	0	33	181.5	338
31	32	967.86	963.45	10.76	0.4099	0	33	181.5	338
32	33	963.45	956.64	26.33	0.2586	0	33	181.5	338
33	36	956.64	953.87	89.9	0.0308	0	33	181.5	338
36	36'	953.87	953.83	99.52	0.0004	2	35	192.5	358
36'	38	953.87	951.50	106.47	0.0223	0	35	192.5	358
38	39	951.50	951.79	73.99	-0.0039	0	35	192.5	358
39	41	951.79	950.21	45.94	0.0344	0	35	192.5	358

Tabla II. Cálculos hidráulicos del sistema de alcantarillado sanitario

DE PV	A PV	CAUDAL DOMICILIAR LT/SEG	CAUDAL DE CONEXIÓN ILÍCITA LT/SEG	CAUDAL INFILTRACIÓN LT/SEG	CAUDAL MEDIO LT/SEG	FACTOR CAUDAL MEDIO	FACTOR CAUDAL MEDIO ELEGIDO	FACTOR HARDMOND %	CAUDAL DISEÑO LT/SEG
0	2	0.272	1.145	0.01	1.43	0.0041	0.0041	4.0502	5.78
2	3	0.080	0.646	0.00	0.73	0.0071	0.005	4.2408	2.17
3	6	0.080	2.609	0.02	2.71	0.0265	0.005	4.2408	2.17
2	7	0.160	1.782	0.01	1.96	0.0096	0.005	4.1444	4.24
7	9	0.048	1.302	0.01	1.36	0.0222	0.005	4.2958	1.32
7	13	0.072	2.529	0.02	2.62	0.0285	0.005	4.2532	1.96
13	14	0.064	1.799	0.02	1.88	0.0230	0.005	4.2664	1.75
13	16	0.064	1.227	0.01	1.30	0.0158	0.005	4.2664	1.75
16	17	0.072	0.976	0.01	1.05	0.0114	0.005	4.2532	1.96
17	18	0.088	0.673	0.00	0.76	0.0068	0.005	4.2292	2.38
18	19	0.056	1.587	0.01	1.66	0.0231	0.005	4.2805	1.53
18	21	0.160	1.297	0.01	1.46	0.0072	0.005	4.1444	4.24
21	22	0.160	0.555	0.00	0.72	0.0035	0.0035	4.1444	2.97
22	23	0.168	0.353	0.00	0.52	0.0024	0.0024	4.1365	2.13
23	24	0.168	0.716	0.00	0.89	0.0041	0.0041	4.1365	3.64
24	25	0.080	1.129	0.01	1.22	0.0119	0.005	4.2408	2.17
25	28	0.056	1.012	0.01	1.08	0.0151	0.005	4.2805	1.53
28	29	0.072	0.711	0.01	0.80	0.0086	0.005	4.2532	1.96
24	26	0.264	2.216	0.01	2.49	0.0074	0.005	4.0561	6.85
26	31	0.264	3.412	0.02	3.69	0.0109	0.005	4.0561	6.85
31	32	0.264	0.389	0.00	0.65	0.0019	0.002	4.0561	2.74
32	33	0.264	0.952	0.00	1.22	0.0036	0.0036	4.0561	4.93
33	36	0.264	3.251	0.02	3.53	0.0105	0.005	4.0561	6.85
36	36'	0.280	3.599	0.02	3.90	0.0109	0.005	4.0445	7.24
36'	38	0.280	3.851	0.02	4.15	0.0116	0.005	4.0445	7.24
38	39	0.280	2.676	0.01	2.97	0.0083	0.005	4.0445	7.24
39	41	0.280	1.661	0.01	1.95	0.0054	0.005	4.0445	7.24

Continuacion.  
2/4

DE PV	A PV	S TUBERÍA	Ø (PULG)	V M/S A SECCIÓN LLENA	Q LT/S A SECCIÓN LLENA	q/Q	v/V	d/D	v M/S SECCIÓN PARCIAL
0	2	0.01	6	1.2132	22.1307	0.2610	0.8430	0.350	1.023
2	3	0.01	6	1.1252	20.5257	0.1057	0.6510	0.220	0.733
3	6	0.10	6	3.8775	70.7319	0.0307	0.4500	0.120	1.745
2	7	0.09	6	3.7319	68.0761	0.0623	0.5600	0.170	2.090
7	9	0.03	6	2.1790	39.7479	0.0332	0.4600	0.125	1.002
7	13	0.09	6	3.8571	70.3586	0.0278	0.4390	0.115	1.693
13	14	0.07	6	3.3803	61.6626	0.0283	0.4400	0.120	1.487
13	16	0.04	6	2.5473	46.4671	0.0376	0.4790	0.133	1.220
16	17	0.09	6	3.8365	69.9834	0.0280	0.4390	0.115	1.684
17	18	0.09	6	3.7552	68.5003	0.0347	0.4680	0.128	1.757
18	19	0.05	6	2.8131	51.3143	0.0299	0.4500	0.120	1.266
18	21	0.05	6	2.7734	50.5908	0.0838	0.6050	0.195	1.678
21	22	0.09	6	3.7425	68.2692	0.0435	0.5010	0.143	1.875
22	23	0.09	6	3.7741	68.8453	0.0310	0.4560	0.123	1.721
23	24	0.10	6	3.9783	72.5694	0.0502	0.5220	0.153	2.077
24	25	0.09	6	3.7950	69.2268	0.0313	0.4560	0.123	1.731
25	28	0.05	6	2.8743	52.4311	0.0292	0.4500	0.120	1.293
28	29	0.09	6	3.7319	68.0761	0.0288	0.4440	0.118	1.657
24	26	0.10	6	3.9262	71.6197	0.0956	0.6330	0.210	2.485
26	31	0.10	6	3.9783	72.5694	0.0944	0.6200	0.200	2.467
31	32	0.09	6	3.8427	70.0961	0.0391	0.4840	0.135	1.860
32	33	0.10	6	3.8897	70.9549	0.0695	0.5770	0.181	2.244
33	36	0.02	6	1.9079	34.8030	0.1968	0.7760	0.300	1.481
36	36'	0.01	6	1.1788	21.5031	0.3368	0.9020	0.400	1.063
36'	38	0.01	6	1.4272	26.0341	0.2782	0.8560	0.360	1.222
38	39	0.01	6	1.2454	22.7178	0.3188	0.8800	0.390	1.096
39	41	0.01	6	1.2580	22.9484	0.3156	0.8800	0.390	1.107

Continuacion. 3/4

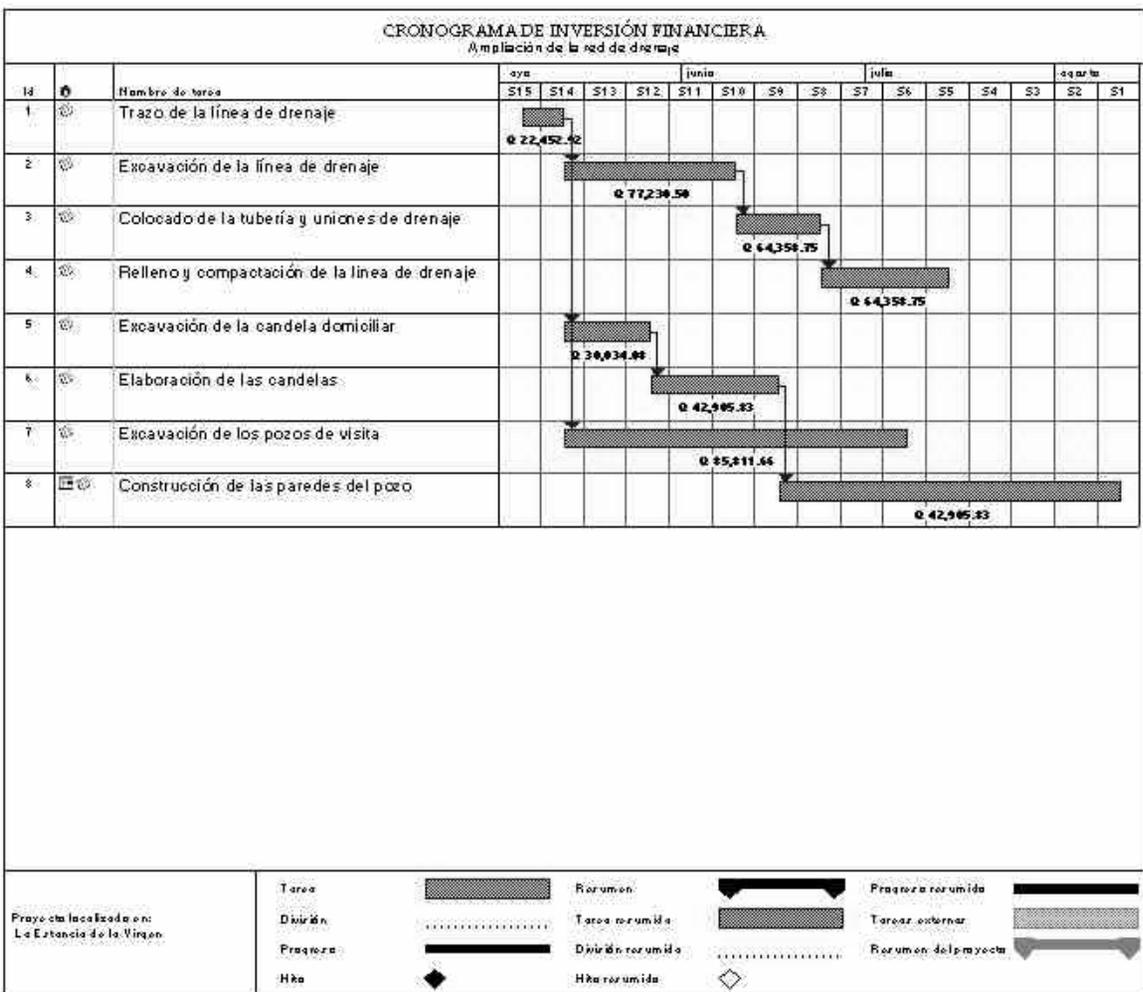
DE PV	A PV	TIRANTE REAL PULG.	COTAS INVERT		POZO	PROFUNDIDAD MTS.
			INICIO	FINAL		
0	2	2.100	996.61	996.79	P1	4.55
2	3	1.320	997.30	997.44	P2	4.55
3	6	0.720	997.44	1004.30	P3	3.13
2	7	1.020	1000.00	1004.27	P4	2.00
7	9	0.750	1005.17	1005.85	P5	4.55
7	13	0.690	1005.17	1011.59	P6	1.51
13	14	0.720	1012.02	1015.50	P7	3.75
13	16	0.795	1011.37	1009.95	P8	4.50
16	17	0.690	1008.28	1005.73	P9	2.00
17	18	0.765	1002.31	1000.64	P10	2.00
18	19	0.720	1000.31	1002.57	P11	3.25
18	21	1.170	999.72	998.04	P12	7.00
21	22	0.855	996.30	995.00	P13	2.00
22	23	0.735	989.38	988.64	P14	2.00
23	24	0.915	988.49	986.07	P15	3.50
24	25	0.735	986.53	989.38	P16	2.25
25	28	0.720	990.18	991.41	P17	2.00
28	29	0.705	991.56	989.81	P18	5.25
24	26	1.260	985.88	979.91	P19	5.85
26	31	1.200	976.11	966.66	P20	0.00
31	32	0.810	963.26	962.25	P21	5.75
32	33	1.086	957.95	955.44	P22	2.00
33	36	1.800	954.89	952.67	P23	2.00
36	36	2.400	952.27	951.26	P24	2.35
36	38	2.160	950.93	949.58	P25	2.42
38	39	2.340	949.33	948.62	P26	3.66
39	41	2.340	948.38	947.93	P27	2.66

Continuación. 4/4

## 2.9 Organización

### 2.9.1 Cronograma de actividades

Figura 4. Cronograma de inversión financiera para el alcantarillado sanitario



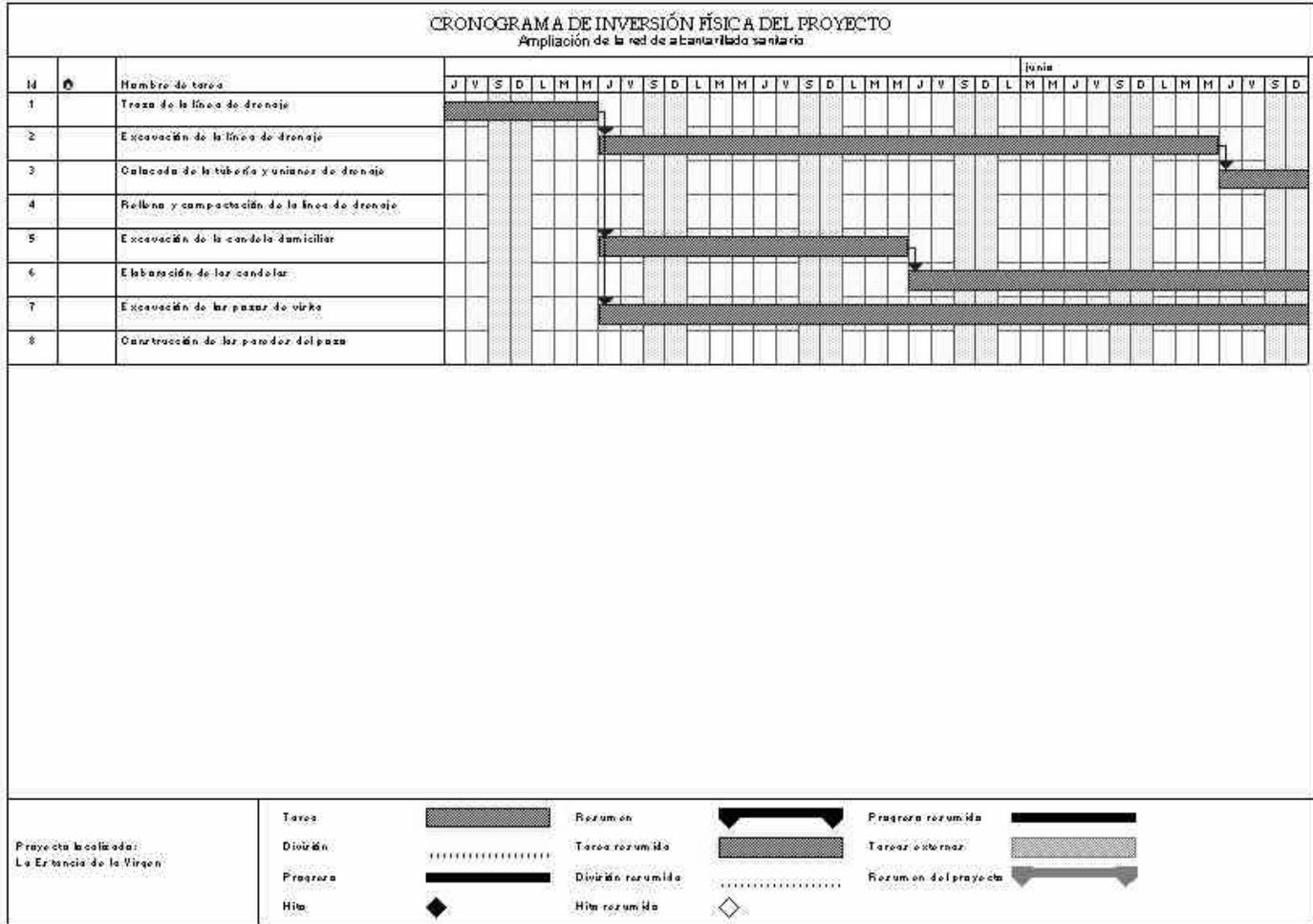


Figura 5. Cronograma de inversión física del alcantarillado sanitario



2.10 Presupuesto

Tabla III. Presupuestos unitarios y globales del alcantarillado sanitario

LISTA DE MATERIALES						
TRAMO A0-A6						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	20	UNIDADES	Q 401.79	Q	8,035.80
2	Tubería de concreto Ø 12"	14	UNIDADES	Q 25.00	Q	350.00
3	Codos a 90 Ø 4"	14	UNIDADES	Q 58.71	Q	821.94
4	Tubería PVC Ø 4" 125 PSI	10.5	UNIDADES	Q 308.88	Q	3,243.24
5	Accesorios de acople	14	UNIDADES	Q 75.00	Q	1,050.00
6	Acoples de la tubería Ø 4"	28	UNIDADES	Q 65.00	Q	1,820.00
7	Ladrillo tayuyo 6.5x11x23	2500	UNIDADES	Q 1.10	Q	2,750.00
8	Cemento gris	20	UNIDADES	Q 39.00	Q	780.00
9	Arena de río	1	M³	Q 81.00	Q	81.00
10	Piedrín de 3/4"	0.8	M³	Q 81.00	Q	64.80
11	Acero Ø 3/4" fy=40000psi	3.5	Varillas	Q 96.60	Q	338.10
12	Acero Ø 1/2" fy=40000psi	2	Varillas	Q 82.86	Q	165.72
13	Acero Ø 3/8" fy=40000psi	5	Varillas	Q 22.31	Q	111.55
14	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	10	Varillas	Q 9.35	Q	93.50
SUBTOTAL					Q	19,705.65
IMPREVISTOS					Q	591.17
TOTAL MATERIALES					Q	20,296.82
MANO DE OBRA						
TRAMO A0-A6						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Trazo de la línea de drenaje	121.6	ML	Q 3.00	Q	364.80
2	Excavacion de la línea de drenaje	352	M³	Q 20.00	Q	7,040.00
3	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	20	UNIDADES	Q 25.00	Q	500.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	352	M³	Q 14.00	Q	4,928.00
5	Excavación de la candela domiciliar	3.09	M³	Q 55.00	Q	169.95
6	Elaboración de las candelas	14	UNIDADES	Q 75.00	Q	1,050.00
7	Excavación de los pozos de visita	4.5	ML	Q 75.00	Q	337.50
8	Construcción de las paredes del pozo	4.5	ML	Q 75.00	Q	337.50
SUBTOTAL					Q	14,727.75
IMPREVISTOS					Q	441.83
TOTAL MANO DE OBRA					Q	15,169.58

LISTA DE MATERIALES					
TRAMO A13-A18					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	13	UNIDADES	Q 401.79	Q 5,223.27
2	Tubería de concreto Ø 12"	1	UNIDADES	Q 25.00	Q 25.00
3	Codos a 90 Ø 4"	1	UNIDADES	Q 58.71	Q 58.71
4	Tubería PVC Ø 4" 125 PSI	0.75	UNIDADES	Q 308.88	Q 231.66
5	Accesorios de acople	1	UNIDADES	Q 75.00	Q 75.00
6	Acoples de la tubería Ø 4"	2	UNIDADES	Q 65.00	Q 130.00
7	Ladrillo tayuyo 6.5x11x23	6308	UNIDADES	Q 1.10	Q 6,938.80
8	Cemento gris	51	UNIDADES	Q 39.00	Q 1,989.00
9	Arena de río	3	M³	Q 81.00	Q 243.00
10	Piedrín de 3/4"	2.1	M³	Q 81.00	Q 170.10
11	Acero Ø 3/4" fy=40000psi	10.5	Varillas	Q 96.60	Q 1,014.30
12	Acero Ø 1/2" fy=40000psi	6	Varillas	Q 82.86	Q 497.16
13	Acero Ø 3/8" fy=40000psi	15	Varillas	Q 22.31	Q 334.65
14	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	8	Varillas	Q 9.35	Q 74.80
SUBTOTAL					Q 17,005.45
IMPREVISTOS					Q 510.16
TOTAL MATERIALES					Q 17,515.61
MANO DE OBRA					
TRAMO A13-A18					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Trazo de la línea de drenaje	79.54	ML	Q 3.00	Q 238.62
2	Excavacion de la línea de drenaje	138.87	M³	Q 20.00	Q 2,777.40
3	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	13	UNIDADES	Q 25.00	Q 325.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	138.87	M³	Q 14.00	Q 1,944.18
5	Excavación de la candela domiciliar	0.22	M³	Q 55.00	Q 12.10
6	Elaboración de las candelas	1	UNIDADES	Q 75.00	Q 75.00
7	Excavación de los pozos de visita	10.25	ML	Q 75.00	Q 768.75
8	Construcción de las paredes del pozo	10.25	ML	Q 75.00	Q 768.75
SUBTOTAL					Q 6,909.80
IMPREVISTOS					Q 207.29
TOTAL MANO DE OBRA					Q 7,117.09

LISTA DE MATERIALES						
TRAMO A2-A13						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	20	UNIDADES	Q 401.79	Q	8,035.80
2	Tubería de concreto Ø 12"	14	UNIDADES	Q 25.00	Q	350.00
3	Codos a 90 Ø 4"	14	UNIDADES	Q 58.71	Q	821.94
4	Tubería PVC Ø 4" 125 PSI	10.5	UNIDADES	Q 308.88	Q	3,243.24
5	Accesorios de acople	14	UNIDADES	Q 75.00	Q	1,050.00
6	Acoples de la tubería Ø 4"	28	UNIDADES	Q 65.00	Q	1,820.00
7	Ladrillo tayuyo 6.5x11x23	3157	UNIDADES	Q 1.10	Q	3,472.70
8	Cemento gris	36	UNIDADES	Q 39.00	Q	1,404.00
9	Arena de río	1.2	M³	Q 81.00	Q	97.20
10	Piedrín de 3/4"	0.9	M³	Q 81.00	Q	72.90
11	Acero Ø 3/4" fy=40000psi	7	Varillas	Q 96.60	Q	676.20
12	Acero Ø 1/2" fy=40000psi	4	Varillas	Q 82.86	Q	331.44
13	Acero Ø 3/8" fy=40000psi	10	Varillas	Q 22.31	Q	223.10
14	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	10	Varillas	Q 9.35	Q	93.50
SUBTOTAL					Q	21,692.02
IMPREVISTOS					Q	650.76
TOTAL MATERIALES					Q	22,342.78
MANO DE OBRA						
TRAMO A2-A13						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Trazo de la línea de drenaje	119.21	ML	Q 3.00	Q	357.63
2	Excavación de la línea de drenaje	153.78	M³	Q 20.00	Q	3,075.60
3	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	20	UNIDADES	Q 25.00	Q	500.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	153.78	M³	Q 14.00	Q	2,152.92
5	Excavación de la candela domiciliar	3.09	M³	Q 55.00	Q	169.95
6	Elaboración de las candelas	14	UNIDADES	Q 75.00	Q	1,050.00
7	Excavación de los pozos de visita	5.13	ML	Q 75.00	Q	384.75
8	Construcción de las paredes del pozo	5.13	ML	Q 75.00	Q	384.75
SUBTOTAL					Q	8,075.60
IMPREVISTOS					Q	242.27
TOTAL MANO DE OBRA					Q	8,317.87

LISTA DE MATERIALES						
TRAMO A19-A24						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	21	UNIDADES	Q 401.79	Q	8,437.59
2	Tubería de concreto Ø 12"	10	UNIDADES	Q 25.00	Q	250.00
3	Codos a 90 Ø 4"	10	UNIDADES	Q 58.71	Q	587.10
4	Tubería PVC Ø 4" 125 PSI	7.5	UNIDADES	Q 308.88	Q	2,316.60
5	Accesorios de acople	10	UNIDADES	Q 75.00	Q	750.00
6	Acoples de la tubería Ø 4"	20	UNIDADES	Q 65.00	Q	1,300.00
7	Ladrillo tayuyo 6.5x11x23	8770	UNIDADES	Q 1.10	Q	9,647.00
8	Cemento gris	67	UNIDADES	Q 39.00	Q	2,613.00
9	Arena de río	3.82	M³	Q 81.00	Q	309.42
10	Piedrín de 3/4"	2.53	M³	Q 81.00	Q	204.93
11	Acero Ø 3/4" fy=40000psi	14	Varillas	Q 96.60	Q	1,352.40
12	Acero Ø 1/2" fy=40000psi	8	Varillas	Q 82.86	Q	662.88
13	Acero Ø 3/8" fy=40000psi	20	Varillas	Q 22.31	Q	446.20
14	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	15	Varillas	Q 9.35	Q	140.25
SUBTOTAL					Q	29,017.37
IMPREVISTOS					Q	870.52
TOTAL MATERIALES					Q	29,887.89
MANO DE OBRA						
TRAMO A19-A24						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Trazo de la línea de drenaje	124.63	ML	Q 3.00	Q	373.89
2	Excavación de la línea de drenaje	160.77	M³	Q 20.00	Q	3,215.40
3	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	21	UNIDADES	Q 25.00	Q	525.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	160.77	M³	Q 14.00	Q	2,250.78
5	Excavación de la candela domiciliar	2.2	M³	Q 55.00	Q	121.00
6	Elaboración de las candelas	10	UNIDADES	Q 75.00	Q	750.00
7	Excavación de los pozos de visita	14.25	ML	Q 75.00	Q	1,068.75
8	Construcción de las paredes del pozo	14.25	ML	Q 75.00	Q	1,068.75
SUBTOTAL					Q	9,373.57
IMPREVISTOS					Q	281.21
TOTAL MANO DE OBRA					Q	9,654.78

LISTA DE MATERIALES						
TRAMO A7-A9						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	6	UNIDADES	Q 401.79	Q	2,410.74
2	Tubería de concreto Ø 12"	6	UNIDADES	Q 25.00	Q	150.00
3	Codos a 90 Ø 4"	6	UNIDADES	Q 58.71	Q	352.26
4	Tubería PVC Ø 4" 125 PSI	4.5	UNIDADES	Q 308.88	Q	1,389.96
5	Accesorios de acople	6	UNIDADES	Q 75.00	Q	450.00
6	Acoples de la tubería Ø 4"	12	UNIDADES	Q 65.00	Q	780.00
7	Cemento gris	3	UNIDADES	Q 39.00	Q	117.00
8	Arena de río	0.5	M³	Q 81.00	Q	40.50
9	Piedrín de 3/4"	0.4	M³	Q 81.00	Q	32.40
10	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	4	Varillas	Q 9.35	Q	37.40
SUBTOTAL					Q	5,760.26
IMPREVISTOS					Q	172.81
TOTAL MATERIALES					Q	5,933.07
MANO DE OBRA						
TRAMO A7-A9						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Trazo de la línea de drenaje	36	ML	Q 3.00	Q	108.00
2	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	67.6	M³	Q 20.00	Q	1,352.00
3	Colocado de la tubería y uniones del drenaje	6	UNIDADES	Q 25.00	Q	150.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	67.6	M³	Q 14.00	Q	946.40
5	Excavación de la candela domiciliar	1.32	M³	Q 55.00	Q	72.60
6	Elaboración de las candelas	6	UNIDADES	Q 75.00	Q	450.00
SUBTOTAL					Q	3,079.00
IMPREVISTOS					Q	92.37
TOTAL MANO DE OBRA					Q	3,171.37

LISTA DE MATERIALES					
TRAMO A24-A29					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	13	UNIDADES	Q 401.79	Q 5,223.27
2	Tubería de concreto Ø 12"	19	UNIDADES	Q 25.00	Q 475.00
3	Codos a 90 Ø 4"	19	UNIDADES	Q 58.71	Q 1,115.49
4	Tubería PVC Ø 4" 125 PSI	14.5	UNIDADES	Q 308.88	Q 4,478.76
5	Accesorios de acople	19	UNIDADES	Q 75.00	Q 1,425.00
6	Acoples de la tubería Ø 4"	38	UNIDADES	Q 65.00	Q 2,470.00
7	Ladrillo tayuyo 6.5x11x23	3539	UNIDADES	Q 1.10	Q 3,892.90
8	Cemento gris	37	UNIDADES	Q 39.00	Q 1,443.00
9	Arena de río	2	M³	Q 81.00	Q 162.00
10	Piedrín de 3/4"	1.5	M³	Q 81.00	Q 121.50
11	Acero Ø 3/4" fy=40000psi	7	Varillas	Q 96.60	Q 676.20
12	Acero Ø 1/2" fy=40000psi	4	Varillas	Q 82.86	Q 331.44
13	Acero Ø 3/8" fy=40000psi	10	Varillas	Q 22.31	Q 223.10
14	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	14.5	Varillas	Q 9.35	Q 135.58
SUBTOTAL					Q 22,173.24
IMPREVISTOS					Q 665.20
TOTAL MATERIALES					Q 22,838.43
MANO DE OBRA					
TRAMO A24-A29					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Trazo de la línea de drenaje	78.87	ML	Q 3.00	Q 236.61
2	Excavacion de la línea de drenaje	111.2	M³	Q 20.00	Q 2,224.00
3	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	13	UNIDADES	Q 25.00	Q 325.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	111.2	M³	Q 14.00	Q 1,556.80
5	Excavación de la candela domiciliar	4.19	M³	Q 55.00	Q 230.45
6	Elaboración de las candelas	19	UNIDADES	Q 75.00	Q 1,425.00
7	Excavación de los pozos de visita	5.75	ML	Q 75.00	Q 431.25
8	Construcción de las paredes del pozo	5.75	ML	Q 75.00	Q 431.25
SUBTOTAL					Q 6,860.36
IMPREVISTOS					Q 205.81
TOTAL MANO DE OBRA					Q 7,066.17

LISTA DE MATERIALES						
TRAMO A13-A14						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	8	UNIDADES	Q 401.79	Q	3,214.32
2	Tubería de concreto Ø 12"	8	UNIDADES	Q 25.00	Q	200.00
3	Codos a 90 Ø 4"	8	UNIDADES	Q 58.71	Q	469.68
4	Tubería PVC Ø 4" 125 PSI	6	UNIDADES	Q 308.88	Q	1,853.28
5	Accesorios de acople	8	UNIDADES	Q 75.00	Q	600.00
6	Acoples de la tubería Ø 4"	16	UNIDADES	Q 65.00	Q	1,040.00
7	Ladrillo tayuyo 6.5x11x23	930	UNIDADES	Q 1.10	Q	1,023.00
8	Cemento gris	18	UNIDADES	Q 39.00	Q	702.00
9	Arena de río	1	M³	Q 81.00	Q	81.00
10	Piedrín de 3/4"	0.8	M³	Q 81.00	Q	64.80
11	Acero Ø 3/4" fy=40000psi	3.5	Varillas	Q 96.60	Q	338.10
12	Acero Ø 1/2" fy=40000psi	2	Varillas	Q 82.86	Q	165.72
13	Acero Ø 3/8" fy=40000psi	5	Varillas	Q 22.31	Q	111.55
14	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	6	Varillas	Q 9.35	Q	56.10
					SUBTOTAL	Q 9,919.55
					IMPREVISTOS	Q 297.59
					TOTAL MATERIALES	Q 10,217.14
MANO DE OBRA						
TRAMO A13-A14						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Trazo de la línea de drenaje	48	ML	Q 3.00	Q	144.00
2	Excavación de la línea de drenaje	38.88	M³	Q 20.00	Q	777.60
3	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	8	UNIDADES	Q 25.00	Q	200.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	38.88	M³	Q 14.00	Q	544.32
5	Excavación de la candela domiciliar	2.64	M³	Q 55.00	Q	145.20
6	Elaboración de las candelas	8	UNIDADES	Q 75.00	Q	600.00
7	Excavación de los pozos de visita	1.51	ML	Q 75.00	Q	113.25
8	Construcción de las paredes del pozo	1.51	ML	Q 75.00	Q	113.25
					SUBTOTAL	Q 2,637.62
					IMPREVISTOS	Q 79.13
					TOTAL MANO DE OBRA	Q 2,716.75

LISTA DE MATERIALES						
TRAMO A24-A26						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	10	UNIDADES	Q 401.79	Q	4,017.90
2	Tubería de concreto Ø 12"	2	UNIDADES	Q 25.00	Q	50.00
3	Codos a 90 Ø 4"	2	UNIDADES	Q 58.71	Q	117.42
4	Tubería PVC Ø 4" 125 PSI	2	UNIDADES	Q 308.88	Q	617.76
5	Accesorios de acople	2	UNIDADES	Q 75.00	Q	150.00
6	Acoples de la tubería Ø 4"	4	UNIDADES	Q 65.00	Q	260.00
7	Ladrillo tayuyo 6.5x11x23	3231	UNIDADES	Q 1.10	Q	3,554.10
8	Cemento gris	17	UNIDADES	Q 39.00	Q	663.00
9	Arena de río	1	M³	Q 81.00	Q	81.00
10	Piedrín de 3/4"	0.8	M³	Q 81.00	Q	64.80
11	Acero Ø 3/4" fy=40000psi	4	Varillas	Q 96.60	Q	386.40
12	Acero Ø 1/2" fy=40000psi	2	Varillas	Q 82.86	Q	165.72
13	Acero Ø 3/8" fy=40000psi	5	Varillas	Q 22.31	Q	111.55
14	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	4	Varillas	Q 9.35	Q	37.40
SUBTOTAL					Q	10,277.05
IMPREVISTOS					Q	308.31
TOTAL MATERIALES					Q	10,585.36
MANO DE OBRA						
TRAMO A24-A26						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Trazo de la línea de drenaje	61.28	ML	Q 3.00	Q	183.84
2	Excavación de la línea de drenaje	52.21	M³	Q 20.00	Q	1,044.20
3	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	10	UNIDADES	Q 25.00	Q	250.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	52.21	M³	Q 14.00	Q	730.94
5	Excavación de la candela domiciliar	0.44	M³	Q 55.00	Q	24.20
6	Elaboración de las candelas	2	UNIDADES	Q 75.00	Q	150.00
7	Excavación de los pozos de visita	5.25	ML	Q 75.00	Q	393.75
8	Construcción de las paredes del pozo	5.25	ML	Q 75.00	Q	393.75
SUBTOTAL					Q	3,170.68
IMPREVISTOS					Q	95.12
TOTAL MANO DE OBRA					Q	3,265.80

LISTA DE MATERIALES					
TRAMO A26-A31					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	16	UNIDADES	Q 401.79	Q 6,428.64
2	Ladrillo tayuyo 6.5x11x23	3600	UNIDADES	Q 1.10	Q 3,960.00
3	Cemento gris	16	UNIDADES	Q 39.00	Q 624.00
4	Arena de río	0.92	M³	Q 81.00	Q 74.52
5	Piedrín de 3/4"	0.6	M³	Q 81.00	Q 48.60
6	Acero Ø 3/4" fy=40000psi	4	Varillas	Q 96.60	Q 386.40
7	Acero Ø 1/2" fy=40000psi	2	Varillas	Q 82.86	Q 165.72
8	Acero Ø 3/8" fy=40000psi	5	Varillas	Q 22.31	Q 111.55
9	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	4	Varillas	Q 9.35	Q 37.40
SUBTOTAL					Q 11,836.83
IMPREVISTOS					Q 355.10
TOTAL MATERIALES					Q 12,191.93
MANO DE OBRA					
TRAMO A26-A31					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Trazo de la línea de drenaje	94.35	ML	Q 3.00	Q 283.05
2	Excavación de la línea de drenaje	212.28	M³	Q 20.00	Q 4,245.60
3	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	16	UNIDADES	Q 25.00	Q 400.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	212.28	M³	Q 14.00	Q 2,971.92
5	Excavación de los pozos de visita	5.85	ML	Q 75.00	Q 438.75
6	Construcción de las paredes del pozo	5.85	ML	Q 75.00	Q 438.75
SUBTOTAL					Q 8,778.07
IMPREVISTOS					Q 263.34
TOTAL MANO DE OBRA					Q 9,041.41

LISTA DE MATERIALES						
TRAMO A31-A36						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	21	UNIDADES	Q 401.79	Q	8,437.59
2	Ladrillo tayuyo 6.5x11x23	5000	UNIDADES	Q 1.10	Q	5,500.00
3	Cemento gris	48	UNIDADES	Q 39.00	Q	1,872.00
4	Arena de río	3	M³	Q 81.00	Q	243.00
5	Piedrín de 3/4"	2	M³	Q 81.00	Q	162.00
6	Acero Ø 3/4" fy=40000psi	12	Varillas	Q 96.60	Q	1,159.20
7	Acero Ø 1/2" fy=40000psi	6	Varillas	Q 82.86	Q	497.16
8	Acero Ø 3/8" fy=40000psi	15	Varillas	Q 22.31	Q	334.65
9	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	12	Varillas	Q 9.35	Q	112.20
SUBTOTAL					Q	18,317.80
IMPREVISTOS					Q	549.53
TOTAL MATERIALES					Q	18,867.33
MANO DE OBRA						
TRAMO A31-A36						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Trazo de la línea de drenaje	127	ML	Q 3.00	Q	381.00
2	Excavación de la línea de drenaje	114.3	M³	Q 20.00	Q	2,286.00
3	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	21	UNIDADES	Q 25.00	Q	525.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	114.3	M³	Q 14.00	Q	1,600.20
5	Excavación de los pozos de visita	9.75	ML	Q 75.00	Q	731.25
6	Construcción de las paredes del pozo	9.75	ML	Q 75.00	Q	731.25
SUBTOTAL					Q	6,254.70
IMPREVISTOS					Q	187.64
TOTAL MANO DE OBRA					Q	6,442.34

LISTA DE MATERIALES						
TRAMO A36-A38						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	34	UNIDADES	Q 401.79	Q	13,660.86
2	Tubería de concreto Ø 12"	2	UNIDADES	Q 25.00	Q	50.00
3	Codos a 90 Ø 4"	2	UNIDADES	Q 58.71	Q	117.42
4	Tubería PVC Ø 4" 125 PSI	1.5	UNIDADES	Q 308.88	Q	463.32
5	Accesorios de acople	2	UNIDADES	Q 75.00	Q	150.00
6	Acoples de la tubería Ø 4"	4	UNIDADES	Q 65.00	Q	260.00
7	Ladrillo tayuyo 6.5x11x23	2935	UNIDADES	Q 1.10	Q	3,228.50
8	Cemento gris	33	UNIDADES	Q 39.00	Q	1,287.00
9	Arena de río	2	M³	Q 81.00	Q	162.00
10	Piedrín de 3/4"	1.5	M³	Q 81.00	Q	121.50
11	Acero Ø 3/4" fy=40000psi	7	Varillas	Q 96.60	Q	676.20
12	Acero Ø 1/2" fy=40000psi	4	Varillas	Q 82.86	Q	331.44
13	Acero Ø 3/8" fy=40000psi	10	Varillas	Q 22.31	Q	223.10
14	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	6	Varillas	Q 9.35	Q	56.10
SUBTOTAL					Q	20,787.44
IMPREVISTOS					Q	623.62
TOTAL MATERIALES					Q	21,411.06
MANO DE OBRA						
TRAMO A36-A38						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Trazo de la línea de drenaje	206	ML	Q 3.00	Q	618.00
2	Excavación de la línea de drenaje	294	M³	Q 20.00	Q	5,880.00
3	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	34	UNIDADES	Q 25.00	Q	850.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	294	M³	Q 14.00	Q	4,116.00
5	Excavación de la candela domiciliar	1	M³	Q 55.00	Q	55.00
6	Elaboración de las candelas	2	UNIDADES	Q 75.00	Q	150.00
7	Excavación de los pozos de visita	4.77	ML	Q 75.00	Q	357.75
8	Construcción de las paredes del pozo	4.77	ML	Q 75.00	Q	357.75
SUBTOTAL					Q	12,384.50
IMPREVISTOS					Q	371.54
TOTAL MANO DE OBRA					Q	12,756.04

LISTA DE MATERIALES						
TRAMO A38-A39						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	13	UNIDADES	Q 401.79	Q	5,223.27
2	Ladrillo tayuyo 6.5x11x23	2200	UNIDADES	Q 1.10	Q	2,420.00
3	Cemento gris	16	UNIDADES	Q 39.00	Q	624.00
4	Arena de río	0.92	M³	Q 81.00	Q	74.52
5	Piedrín de 3/4"	0.6	M³	Q 81.00	Q	48.60
6	Acero Ø 3/4" fy=40000psi	4	Varillas	Q 96.60	Q	386.40
7	Acero Ø 1/2" fy=40000psi	2	Varillas	Q 82.86	Q	165.72
8	Acero Ø 3/8" fy=40000psi	5	Varillas	Q 22.31	Q	111.55
9	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	4	Varillas	Q 9.35	Q	37.40
SUBTOTAL					Q	9,091.46
IMPREVISTOS					Q	272.74
TOTAL MATERIALES					Q	9,364.20
MANO DE OBRA						
TRAMO A38-A39						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Trazo de la línea de drenaje	74	ML	Q 3.00	Q	222.00
2	Excavación de la línea de drenaje	122	M³	Q 20.00	Q	2,440.00
3	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	13	UNIDADES	Q 25.00	Q	325.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	122	M³	Q 14.00	Q	1,708.00
5	Excavación de los pozos de visita	3.66	ML	Q 75.00	Q	274.50
6	Construcción de las paredes del pozo	3.66	ML	Q 75.00	Q	274.50
SUBTOTAL					Q	5,244.00
IMPREVISTOS					Q	157.32
TOTAL MANO DE OBRA					Q	5,401.32

LISTA DE MATERIALES						
TRAMO A39-A41						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	8	UNIDADES	Q 401.79	Q	3,214.32
	Pegamento para todos los tubos	15	Gal	Q 450.00	Q	6,750.00
2	Ladrillo tayuyo 6.5x11x23	1637	UNIDADES	Q 1.10	Q	1,800.70
3	Cemento gris	15	UNIDADES	Q 39.00	Q	585.00
4	Arena de río	0.92	M³	Q 81.00	Q	74.52
5	Piedrín de 3/4"	0.6	M³	Q 81.00	Q	48.60
6	Acero Ø 3/4" fy=40000psi	4	Varillas	Q 96.60	Q	386.40
7	Acero Ø 1/2" fy=40000psi	2	Varillas	Q 82.86	Q	165.72
8	Acero Ø 3/8" fy=40000psi	5	Varillas	Q 22.31	Q	111.55
9	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	4	Varillas	Q 9.35	Q	37.40
SUBTOTAL					Q	13,174.21
IMPREVISTOS					Q	395.23
TOTAL MATERIALES					Q	13,569.44
MANO DE OBRA						
TRAMO A39-A41						
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Trazo de la línea de drenaje	46	ML	Q 3.00	Q	138.00
2	Excavación de la línea de drenaje	89.7	M³	Q 20.00	Q	1,794.00
3	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	8	UNIDADES	Q 25.00	Q	200.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	89.7	M³	Q 14.00	Q	1,255.80
5	Excavación de los pozos de visita	2.66	ML	Q 75.00	Q	199.50
6	Construcción de las paredes del pozo	2.66	ML	Q 75.00	Q	199.50
SUBTOTAL					Q	3,786.80
IMPREVISTOS					Q	113.60
TOTAL MANO DE OBRA					Q	3,900.40

LISTA GENERAL DE MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Tubería NOVAFORT Ø 6"	203.0000	U	Q 401.79	Q 81,563.37
2	Tubería de concreto Ø 12"	76.0000	U	Q 25.00	Q 1,900.00
3	Tubería Ø 4" PVC para drenaje 125 PSI	57.7500	U	Q 308.88	Q 17,837.82
4	Codos de 4"	76.0000	U	Q 58.71	Q 4,461.96
5	Accesorios de acople	76.0000	U	Q 75.00	Q 5,700.00
6	Acoples de la tubería Ø 4"	152.0000	U	Q 65.00	Q 9,880.00
7	Pegamento de tubos	15.0000	Galones	Q 450.00	Q 6,750.00
8	Cemento	377.0000	U	Q 39.00	Q 14,703.00
9	Arena de río	21.2800	M³	Q 81.00	Q 1,723.68
10	Piedrín de 3/4"	15.1300	M³	Q 81.00	Q 1,225.53
11	Ladrillo tayuyo 0.065x0.11x0.23 mts.	43807.0000	U	Q 1.10	Q 48,187.70
12	Acero Ø 3/4" fy=40000psi	80.5000	Varillas	Q 96.60	Q 7,776.30
13	Acero Ø 1/2" fy=40000psi	44.0000	Varillas	Q 82.86	Q 3,645.84
14	Acero Ø 3/8" fy=40000psi	110.0000	Varillas	Q 22.31	Q 2,454.10
15	Acero Ø 1/4" fy=40000psi	97.5000	Varillas	Q 9.35	Q 911.63
<b>COSTO TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q 208,720.93</b>
LISTA GENERAL DE MANO DE OBRA					
1	Trazo de la línea de drenaje	1216.4800	ml	Q 3.00	Q 3,649.44
2	Excavacion de la línea de drenaje	1907.5900	M³	Q 20.00	Q 38,151.80
3	Colocado de la tubería y uniones de drenaje	203.0000	Tubos	Q 25.00	Q 5,075.00
4	Relleno y compactación de la línea de drenaje	1907.5900	M³	Q 14.00	Q 26,743.66
5	Excavación de la candela domiciliar	18.1900	M³	Q 55.00	Q 1,000.45
6	Elaboración de las candelas	76.0000	U	Q 75.00	Q 5,700.00
7	Excavación de los pozos de visita	73.3300	ML	Q 75.00	Q 5,499.75
8	Construcción de las paredes del pozo	73.3300	ML	Q 75.00	Q 5,499.75
<b>COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA</b>					<b>Q 91,319.85</b>
<b>COSTO TOTAL DIRECTO</b>					<b>Q 300,040.78</b>
IMPREVISTOS					Q 9,001.22
COSTO INDIRECTO					Q 120,016.31
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 429,058.31</b>

LISTADOS GENERALES POR TRAMO						
ITEM	TRAMO	SUBTOTAL MATERIAL	SUBTOTAL MANO O	TOTALES TRAMO	PRECIO TOTAL	
1	A0-A6	Q 20,296.82	Q 15,169.58	Q 35,466.40	Q 49,052.47	
2	A2-A13	Q 22,342.78	Q 8,317.87	Q 30,660.65	Q 42,924.91	
3	A7-A9	Q 5,933.07	Q 3,171.37	Q 9,104.44	Q 12,746.21	
4	A13-A14	Q 10,217.14	Q 2,716.75	Q 12,933.89	Q 18,107.44	
5	A13-A18	Q 17,515.61	Q 7,117.09	Q 24,632.71	Q 34,485.79	
6	A19-A24	Q 29,887.89	Q 9,654.78	Q 39,542.67	Q 53,359.74	
7	A24-A29	Q 22,838.43	Q 7,066.17	Q 29,904.60	Q 41,866.44	
8	A24-A26	Q 10,585.36	Q 3,265.80	Q 13,851.16	Q 19,391.63	
9	A26-A31	Q 12,191.93	Q 9,041.41	Q 21,233.35	Q 29,726.69	
10	A31-A36	Q 18,867.33	Q 6,442.34	Q 25,309.68	Q 35,433.55	
11	A36-A38	Q 21,411.06	Q 12,756.04	Q 34,167.10	Q 46,833.94	
12	A38-A39	Q 9,364.20	Q 5,401.32	Q 14,765.52	Q 20,671.73	
13	A39-A41	Q 13,569.44	Q 3,900.40	Q 17,469.84	Q 24,457.78	
	TOTAL	Q 215,021.07	Q 94,020.92	Q 309,042.00	Q 429,058.31	

## **2.11 Administración del mantenimiento preventivo del sistema**

La responsabilidad de mantenimiento estará a cargo del comité pro-mejoramiento de la comunidad, este comité tendrá una unidad operativa, conformada de preferencia por personas que hayan participado en la construcción del alcantarillado.

Éstos a su vez tendrán que promover y coordinar todo tipo de actividad con la comunidad que se relacione con la conservación y/o mejoramiento del medio ambiente, así como supervisar el uso y dar mantenimiento preventivo, correctivo al sistema de alcantarillado sanitario.

### **2.11.1 Operación del sistema**

Es el conjunto de acciones externas que se realizan a todos los elementos del sistema para que estén en perfecta operación y estos elementos son:

- Línea central y/o secundaria.
- Pozos de visita
- Conexiones domiciliarias

### **2.11.2 Mantenimiento del sistema**

Es el conjunto de acciones internas en las cuales se realizan mantenimiento para prevenir daños y reparaciones en el sistema. A continuación se enumeran los posibles problemas y acciones a tomar.

Elemento.....	Línea central y/o secundaria
Inspección.....	En pozos de visita
Posible problema...	Taponamiento parcial o total
Acciones a seguir...	Prueba de corrimiento de flujo

Elemento.....	Pozos de visita
Inspección.....	En tapadera y en el interior
Posible problemas..	Estado de escalones, acumulación de residuos
Acciones a seguir..	Cambio de tapadera y limpieza de pozos

Elemento.....	Conexiones domiciliarias
Inspección.....	General de la unidad
Posible problema...	Estado físico y taponamientos
Acción a seguir...	Cambio de candelas domiciliarias y quitar tapones

(Ver en anexos los precios que se les cobra a los usuarios por el servicio de alcantarillado sanitario)

### 3. SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### 3.1 Cálculos para la demanda de agua de la administración de la red

##### 3.1.1 Población actual

La población a beneficiar en el proyecto del mejoramiento de la red de agua potable por gravedad a la aldea La Estancia de la Virgen es de 1,000 habitantes.

##### 3.1.2 Período de diseño

Se tomará como tal el tiempo en el cual la obra funcionará satisfactoriamente por lo tanto hay que tener en cuenta

- Vida útil de los materiales
- Crecimiento poblacional
- Capacidad de la fuente
- Desarrollo de la obra en sus primeros años

Es recomendable

- Para obras civiles..... 20 años
- Para equipos mecánicos..... 5 a 10 años

Para el período de diseño del proyecto se tomaron en cuenta 21 años teniendo en cuenta un año para la aprobación de su ejecución y quedaran 20 años libres de período.

Población de diseño: ver teoría de la sección de alcantarillado.

### 3.1.3 Método de incremento geométrico

Para poder utilizar este método se debe utilizar la siguiente fórmula

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

donde:

$P_f$	= Población futura	$n$	= Período de diseño
$P_a$	= Población actual	$r$	= Tasa de incremento

La tasa de incremento utilizada será de 4% asignada por la jefatura departamental de salud y el Instituto Nacional de Estadística para el municipio de San Cristóbal Acasaguastlán.

Aplicación de la fórmula

$P_f$	= ?	$n$	= 21 años
$P_a$	= 1,000 habitantes	$r$	= 4 %
$P_f = 1,000 \times (1 + 0.04)^{21} =$		2,278.77 habitantes	

### 3.2 Dotación

Es la cantidad de agua que se le asigna a una persona para que pueda satisfacer sus necesidades básicas. Se expresa en litros por habitante por día ( lt/hab/día ).

Para tomar en consideración la dotación se deben considerar los siguientes factores: clima, actividad, productividad, nivel de vida, servicios comunales o públicos, calidad de agua.

Para poder fijar la dotación se deben realizar los estudios de la demanda de la población, a falta de éstos se deben de tomar en cuenta los siguientes factores:

- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera del domicilio:  
60 – 120 lt/hab/día.
- Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales:  
60 – 90 lt/hab/día.
- Servicio a base de llena cántaros exclusivamente:  
40 – 60 lt/hab/día.
- Servicio de pozo excavado con bomba de mano:  
Máximo 30 lt/hab/día.

En este proyecto se tomará una dotación de 90 lt/hab/día por considerar que es un clima cálido, una productividad media, nivel de vida pobre, por estos criterios se consideró esa dotación.

### **3.3 Cálculos de los consumos**

#### **3.3.1 Consumo medio diario ( Qm )**

Es el promedio de los consumos diarios durante un año de registro y será el producto de la dotación adoptado por el número de habitantes que se estime al final del período de diseño.

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{dotación}}{86,400 \text{ seg/día}}$$

$$P_f = 2,279 \text{ habitantes}$$

$$\text{Dotación} = 90 \text{ lt/hab/día}$$

$$Q_m = \frac{2279 \times 90}{86,400 \text{ seg/día}} = 2.37 \text{ lt/seg}$$

### 3.3.2 Consumo máximo diario (Q<sub>c</sub>)

Es el día de máximo consumo durante el registro de un año y será el producto de multiplicar el consumo medio diario por el factor ( $k_1$ ) que oscile entre 1.2 a 1.8 para el área rural y 2 para el área urbana.

En este proyecto se tiene un área rural, el consumo es regular por lo que le fue asignado 1.4 como factor.

$$Q_c = k_1 \times Q_m$$

$$Q_c = 1.4 \times 2.37 \text{ lt/seg} = 3.32 \text{ lt/seg}$$

### 3.3.3 Consumo máximo horario

Es la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, puede estar relacionado respecto al consumo medio, se determina multiplicando el consumo diario por el factor ( $k_2$ ) que oscile entre 1.8 a 2.5 para el área rural y 2.5 a 3.5 en el área urbana.

En este proyecto se tiene un área rural, el consumo horario es bastante grande por lo que consideraremos un factor de 2.4.

$$Q_h = k_2 \times Q_m$$

$$Q_h = 2.4 \times 2.37 = 5.70 \text{ lt/seg}$$

### 3.3.4 Consumo por vivienda

Este se determina al dividir el consumo máximo horario entre el número total de viviendas.

$$Q_v = \frac{Q_h}{\text{Número de Viviendas}}$$

$$Q_v = 5.70 / 200 = 0.028 \text{ lt/s}$$

### 3.4 Criterios de diseño y descripción del proyecto

#### Criterios

Para cualquier acueducto rural se debe tomar en cuenta el diseño hidráulico de sus componentes y el diseño estructural de los elementos que lo requieren.

En los diferentes temas que siguen se hará énfasis en el diseño funcional e hidráulico del sistema de agua, dado que todo lo que se utilizará en el acueducto para esta área rural serán diseños típicos.

En aquellos casos donde se amerite un cálculo estructural con análisis y diseño para estructuras de concreto se seguirán preferentemente las recomendaciones para diseño por esfuerzo de trabajo.

Una línea de conducción de agua potable está constituida por tubería de la fuente hacia el tanque de distribución, así como de las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas, éstos deben estar sustentados sobre criterios técnicos y económicos.

En una línea por gravedad se debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducirla, por consiguiente se deben tomar en cuenta los siguientes criterios.

#### Carga disponible

Ésta se puede estimar como la diferencia entre la cota inicial de terreno y la cota final.

#### Capacidad para transportar $Q_c$

Este debe de tener la capacidad para conducir el consumo máximo diario que se puede registrar en un año para poder satisfacer las necesidades máximas que puede tener una población.

#### Clase de tubería

La tubería que se utilizará dependerá en gran parte de la presión estática porque es el caso crítico y no a la dinámica a la que se someterá.

#### Tipo de tubería

El tipo de tubería dependerá de las circunstancias en las cuales se va a encontrar la tubería, usualmente cuando la tubería se encuentra enterrada se usa PVC y cuando la tubería va expuesta se usa de hierro galvanizado.

#### Diámetro

El diámetro a utilizar estará en función de las pérdidas de presión las cuales se calculan con la fórmula de Hazem-William.

## Descripción

Se partirá de la estación B-1 para tener el caudal necesario, ya que no se está tomando el caudal de la captación sino de la tubería de conducción existente.

La tubería de conducción actualmente está abasteciendo a dos tanques, uno para toda el área central de la comunidad, el segundo para una colonia en la cual existen los mayores problemas de agua potable porque es la colonia que tiene más crecimiento poblacional, por consiguiente se optó por instalar un nuevo tanque en una ubicación donde no cause problemas.

En este proyecto se diseñó una línea de conducción hasta llegar al nuevo tanque y una línea de distribución la cual se conectará a la red de distribución existe.

Lo que se pretende con un nuevo tanque es que pueda abastecer a todas las viviendas de la colonia y dejar habilitado el tanque actual ya que cuando se quiera hacer un mantenimiento a uno de los tanques siempre haya uno para que pueda abastecer a la colonia.

Levantamiento topográfico: ver teoría de sección de alcantarillado.

Figura 6. Fotografía de la aldea de La Estancia de la Virgen donde se ubicará el tanque de distribución



A continuación se encuentra la tabla topográfica del proyecto de agua potable.

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO												
Proyecto: <b>Mejoramiento del sistema de agua potable</b>				Topografía: Epesista Cesar Fernando Leiva Morán					Fecha: junio 2004			
Localización: SAN CRISTOBAL ACASAGUASTLÁN				Calculó: Cesar Fernando Leiva Morán					ref.			
Descripción: Libreta de campo poligonal abierta				TRAMO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN								
Est.	PO	HORIZONTAL		HILOS			HI	DH	VERTICAL		D.N.	COTA
		Azimut	Azenit	SUP	MEDIO	INF			Azimut	Azenit		
											0	<b>1000.00</b>
1	2	81.6833	81.6833	1.260	1.000	0.740	1.400	<b>51.61</b>	94.9500	-4.95	4.47	<b>995.53</b>
2	3	10.850	79.1500	1.440	1.000	0.560	1.400	<b>88.00</b>	90.3300	-0.33	0.51	<b>995.02</b>
3	4	23.383	66.6167	1.155	1.000	0.845	1.400	<b>30.97</b>	91.8500	-1.85	1.00	<b>994.02</b>
4	5	11.450	78.5500	1.960	1.000	0.040	1.400	<b>192.00</b>	90.0830	-0.08	0.28	<b>993.74</b>
5	6	19.650	70.3500	1.210	1.000	0.790	1.400	<b>41.84</b>	93.5160	-3.52	2.57	<b>991.17</b>
6	7	33.917	56.0834	1.250	1.000	0.750	1.400	<b>49.86</b>	93.0000	-3.00	2.61	<b>988.56</b>
7	8	7.183	82.8167	1.175	1.000	0.825	1.400	<b>34.66</b>	95.6660	-5.67	3.44	<b>985.12</b>
8	9	45.933	44.0667	1.205	1.000	0.795	1.400	<b>41.00</b>	89.4830	0.52	-0.37	<b>985.49</b>
9	10	4.817	4.8166	1.150	1.000	0.850	1.400	<b>29.90</b>	93.2660	-3.27	1.71	<b>983.79</b>
10	11	29.85	29.8500	1.290	1.000	0.710	1.420	<b>57.83</b>	93.1000	-3.10	3.13	<b>980.65</b>
11	12	19.800	19.8000	1.230	1.000	0.770	1.420	<b>45.88</b>	87.0166	2.98	-2.39	<b>983.04</b>
12	13	19.816	19.8160	1.300	1.000	0.700	1.420	<b>59.80</b>	93.3166	-3.32	3.47	<b>979.58</b>
13	14	25.866	25.8660	1.150	1.000	0.850	1.420	<b>30.00</b>	90.4833	-0.48	0.25	<b>979.33</b>
13	15	146.000	146.0000	1.270	1.000	0.730	1.420	<b>53.91</b>	92.2833	-2.28	2.15	<b>977.43</b>
14	16	4.900	4.9000	1.270	1.000	0.730	1.420	<b>53.38</b>	96.1666	-6.17	5.77	<b>973.56</b>
16	17	48.833	48.8333	1.200	1.000	0.800	1.420	<b>39.75</b>	94.5500	-4.55	3.16	<b>970.40</b>
17	18	48.066	48.0660	1.160	1.000	0.840	1.520	<b>31.63</b>	96.1833	-6.18	3.43	<b>966.97</b>
18	19	78.100	78.1000	1.130	1.000	0.870	1.520	<b>25.92</b>	86.900	3.10	-1.40	<b>968.37</b>
19	20	36.666	36.6660	1.150	1.000	0.850	1.520	<b>30.00</b>	89.850	0.15	-0.08	<b>968.45</b>
20	21	86.833	86.8330	1.370	1.000	0.630	1.520	<b>72.33</b>	81.366	8.63	-10.98	<b>979.43</b>
21	22	8.450	8.4500	1.39	1.000	0.610	1.55	<b>77.30</b>	84.583	5.42	-7.33	<b>986.76</b>
22	23	10.366	10.3660	1.23	1.000	0.77	1.55	<b>45.94</b>	87.933	2.0667	-1.66	<b>988.42</b>
23	24	24.833	24.8330	1.36	1.000	0.64	1.55	<b>71.95</b>	88.450	1.55	-1.95	<b>990.37</b>
24	25	5.883	5.8830	1.09	1.000	0.91	1.55	<b>18.00</b>	90.183	-0.1833	0.06	<b>990.31</b>
25	26	11.583	11.5830	1.14	1.000	0.86	1.48	<b>27.73</b>	95.583	-5.5833	2.71	<b>987.60</b>
26	27	16.65	16.6500	1.32	1.000	0.68	1.48	<b>63.92</b>	88.000	2	-2.23	<b>989.83</b>
27	28	16.816	16.8160	1.12	1.000	0.88	1.48	<b>23.51</b>	81.767	8.2334	-3.40	<b>993.23</b>
28	29	49.1333	49.1333	1.13	1.000	0.87	1.42	<b>26.00</b>	89.266	0.734	-0.33	<b>993.57</b>

Tabla IV. Libreta topográfica para el diseño del sistema de agua potable

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO												
Proyecto: <b>Mejoramiento del sistema de agua potable</b>					Topografía: Epesista Cesar Fernando Leiva Morán				Fecha: junio 2004			
Localización: SAN CRISTOBAL ACASAGUASTLÁN					Calculó: Cesar Fernando Leiva Morán				ref.			
Descripción: Libreta de campo poligonal abierta					TRAMO DE UNIÓN A LA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN							
Est.	PO	HORIZONTAL		HILOS			HI	DH	VERTICAL		D.N.	COTA
		Azimut	Azenit	SUP	MEDIO	INF			Azimut	Azenit		
22	23	10.366	10.3660	1.23	1.000	0.77	1.55	<b>45.94</b>	87.933	2.0667	-1.66	<b>988.42</b>
23	24	24.833	24.8330	1.36	1.000	0.64	1.55	<b>71.95</b>	88.450	1.55	-1.95	<b>990.37</b>
24	25	5.883	5.8830	1.09	1.000	0.91	1.55	<b>18.00</b>	90.183	-0.1833	0.06	<b>990.31</b>
25	26	11.583	11.5830	1.14	1.000	0.86	1.48	<b>27.73</b>	95.583	-5.5833	2.71	<b>987.60</b>
26	27	16.65	16.6500	1.32	1.000	0.68	1.48	<b>63.92</b>	88.000	2	-2.23	<b>989.83</b>
27	28	16.816	16.8160	1.12	1.000	0.88	1.48	<b>23.51</b>	81.767	8.2334	-3.40	<b>993.23</b>
28	29	49.1333	49.1333	1.13	1.000	0.87	1.42	<b>26.00</b>	89.266	0.734	-0.33	<b>993.57</b>
22	30	7.4	7.4000	1.08	1.000	0.92	1.42	<b>15.93</b>	86.317	3.6834	-1.03	<b>987.79</b>
30	31	86.6	86.6000	1.13	1.000	0.87	1.42	<b>24.76</b>	102.617	-12.6166	5.54	<b>982.25</b>
31	32	0.166	0.1660	1.115	1.000	0.885	1.42	<b>22.14</b>	101.117	-11.1166	4.35	<b>977.90</b>
32	33	2.183	2.1830	1.16	1.000	0.84	1.42	<b>30.34</b>	103.150	-13.15	7.09	<b>970.81</b>
33	34	43.55	43.5500	1.25	1.000	0.75	1.42	<b>48.72</b>	99.217	-9.2166	7.90	<b>962.90</b>
34	35	15.433	15.4330	1.15	1.000	0.85	1.42	<b>28.29</b>	103.800	-13.8	6.95	<b>955.95</b>
35	36	48.4	48.4000	1.08	1.000	0.92	1.42	<b>15.13</b>	103.450	-13.45	3.62	<b>952.33</b>
36	37	36.516	36.5160	1.2	1.000	0.8	1.415	<b>39.99</b>	89.217	0.7834	-0.55	<b>952.88</b>
37	38	6.2833	6.2833	1.13	1.000	0.87	1.415	<b>25.99</b>	91.300	-1.3	0.59	<b>952.29</b>
38	39	10.05	10.0500	1.16	1.000	0.84	1.415	<b>31.71</b>	95.483	-5.4833	3.04	<b>949.25</b>
39	40	25.366	25.3660	1.25	1.000	0.75	1.415	<b>48.62</b>	99.550	-9.55	8.18	<b>941.07</b>
40	41	80.4166	80.4166	1.11	1.000	0.89	1.38	<b>21.36</b>	80.183	9.8167	-3.70	<b>944.76</b>

### 3.5 Cantidad de agua

La fuente fue aforada en dos ocasiones, una hace 15 años y la otra hace 4 meses, con esos dos aforos se obtuvo datos bastantes positivos ya que el caudal de aforo es mucho más grande que el caudal de diseño.

El método utilizado recientemente consta de encontrar la velocidad del flujo en el canal de la fuente al tanque de captación multiplicada por el área del canal en donde para el flujo de agua. Los datos se obtienen de colocar una pelota plástica la cual recorrió dos metros en 1.5 segundos estos datos dan 3 m/s y el área del canal es de 0.032 m<sup>2</sup> multiplicando estos datos se obtiene un caudal de 96 litros/seg.

Figura 7. Fotografía donde se realizó el aforo de caudal



### **3.6 Calidad del agua**

Todos los sistemas de abastecimientos de agua deben estar aptos para el consumo humano.

Es reconocido universalmente que el agua debe ser satisfactoriamente segura y agradable a los sentidos, entendiéndose por agua sanitariamente segura, aquella que no transmite enfermedades y está libre de concentraciones dañinas y de sustancias minerales, orgánicas y tóxicas. El agua es agradable a los sentidos cuando por su olor, color y sabor no causa rechazo del consumidor.

En poblaciones rurales es indispensable que sean respetados los límites mínimos de potabilidad, especialmente sobre las sustancias nocivas y que se garantice la calidad bacteriológica de las aguas de abastecimientos a efecto de proporcionar agua sanitariamente segura.

(Ver en anexos los exámenes bacteriológicos del agua que se servirá en este proyecto)

### **3.7 Línea de conducción**

Es la tubería que en su gran mayoría es de PVC, se diseña para poder conducir el caudal del día máximo, que se conduce desde la captación hacia el tanque de distribución.

En este proyecto se ha calculado la tubería necesaria para una línea de conducción de 1,360.71 metros, teniendo el cuidado que soporte la presión estática.

La presión dinámica para la línea de conducción será:  
 Presión mínima mayor o igual a 6 mca  
 Presión máxima menor o igual a 90 mca

### 3.7.1 Bases de diseño

▪ Abastecimiento .....	Por medio de gravedad
▪ Beneficiarios.....	200 familias
▪ Población actual.....	1000 habitantes
▪ Tasa de crecimiento.....	4 %
▪ Período de diseño.....	21 años
▪ Población futura.....	2,279 habitantes
▪ Dotación.....	90 lt / hab / día
▪ Caudal medio.....	2.37 lt/s
▪ Caudal de aforo.....	96 lt/s
▪ Caudal de conducción.....	3.32 lt/s
▪ Factor de día máximo.....	1.4
▪ Cálculo de tubería .....	Fórmula de HazenWilliams

La fórmula de Hazen-Williams es:

$$H_f = \frac{1743811141xLxQ^{1.85}}{C^{1.85}xD^{4.87}}$$

- H<sub>f</sub> = Pérdida de carga ( mts. )
- Q = Caudal ( lt/seg. )
- L = Longitud de la tubería ( mts. )
- D = Diámetro interno o nominal ( pulg. )
- C = Coeficiente de fricción ( para PVC 150 )

$$L_2 = \frac{H_f - h_{f1}}{h_{f2} - h_{f1}} \times L$$

$$L_1 = L - L_2$$

$L_2$  = Longitud de llegada

$L_1$  = Longitud de salida

$L$  = Longitud total

$H_{f2}$  = Pérdida de  $L_2$

$H_{f1}$  = Pérdida de  $L_1$

$H_f$  = Pérdida total

Piezométrica estática = a la cota de salida.

Piezométrica dinámica =  $P_e - h_f$

Presión dinámica =  $P_e - C_t - h_f$

$P_e$  = Piezométrica estática

$C_t$  = Cota de terreno

$H_f$  = Pérdida de carga

### 3.7.2 Diámetro y clase de la tubería

En todo proyecto a diseñar se toma en cuenta el aspecto económico, tiempo y funcionalidad, en este proyecto se optó por utilizar tubería de cloruro de polivinilo (PVC), siendo este un material de alta calidad, durabilidad y fácil de manipular e instalar.

La tubería está diseñada en función de la presión de trabajo, a los esfuerzos a que estará sometida en el campo.

En los tramos donde se colocó la tubería no hay alturas que sobrepasen los 85 mca por lo tanto se optó por colocar tubería con resistencia de 125 psi.

Para un sistema de abastecimiento de agua por gravedad, mientras esta se conduce por toda la tubería se va perdiendo energía por la fricción generada en la misma, mientras menor es el diámetro existe más fricción, por consiguiente, más pérdida de energía, también por la longitud y el coeficiente de fricción del tubo.

### 3.7.3 Válvula de limpieza

Este tipo de válvulas son colocadas en los puntos más bajos de todo el recorrido de la tubería. Estas válvulas se colocan en la conducción y no en la red de distribución ya que los grifos funcionan como válvula de limpieza y como válvulas de aire.

Su función primordial es sacar los sedimentos que lleva el agua y por ser los puntos más bajos puede ocasionar taponamientos de sedimentos. Los diámetros de las válvulas de limpieza según el diámetro de conducción serían

Diámetro de la tubería	Diámetro de la ventosa
2"	2"
3"	2"
6"	4"
10"	6"
16"	6"

### 3.7.4 Válvulas de aire

Este tipo de válvulas se colocan en los puntos más altos de todo el recorrido de la tubería, su función es eliminar bolsas de aire que obstaculizan el fluido evitando que el agua llegue a su destino.

Dependiendo el diámetro de la tubería la ventosa sería

Diámetro de la tubería	Diámetro de la ventosa
< 12"	1/2"
> 12"	3/4"
16"	1"

### 3.8 Tanque de distribución

Las paredes de concreto armado para los tanques de almacenamiento se deben de cubrir con losa de concreto reforzado, provistas de ventana sanitaria para efectos de inspección y reparación.

El acceso al tanque debe estar ubicado cerca de la tubería de entrada para poder realizar aforos cuando se requiera.

El tanque de distribución es un depósito para cubrir la demanda en las horas de máximo consumo, siendo su volumen igual al 25% al 30% del consumo máximo diario, el tanque de este proyecto se calculó:

$$\text{Volumen del tanque} = 25\% \times k_1 \times \text{dotación} \times P_f \times 0.001$$

$$V = 0.25 \times 1.4 \times 90 \text{ lt/hab/dia} \times 2279 \text{ habitantes} \times 0.001 = 71.79 \text{ M}^3$$

El tanque de distribución de este proyecto se compone de las siguientes partes

- Depósito principal
- Caja de válvula de salida
- Caja de válvula de entrada
- Dispositivo de desagüe y rebalse
- Ventilación

### **3.8.1 Depósito principal**

Esta estructura contiene el volumen de agua para las horas de máximo consumo. Los muros se construyeron de concreto armado igual que las losas. Para el volumen requerido se tienen los detalles que se pueden apreciar en el anexo. Este se construyó semienterrado en el punto de ubicación.

### **3.8.2 Caja de válvula de entrada**

Esta estructura sirve para la protección de la válvula de control del caudal de entrada al depósito principal. Se hicieron de concreto los muros, las losas y la tapadera. La válvula de bronce se adaptó para la tubería y accesorios de PVC.

### **3.8.3 Caja de válvula de salida**

Estas estructuras sirven para la protección de la válvula de control del caudal de salida del depósito principal. Se hicieron de concreto los muros, la válvula de bronce se adaptó para la tubería y accesorios de PVC.

#### **3.8.4 Dispositivo de desagüe y rebalse**

El tanque fue diseñado con un dispositivo para capturar la sedimentación y una válvula para poderlos evacuar, con esto se evita que el agua no salga con sedimentos, la tubería que se debe colocar tendrá un diámetro mínimo de 2".

El rebalse debe llevar un diámetro mínimo de 2", funcionará en casos de emergencia cuando el agua sobrepase un nivel deseado para que no ocurra una sobre presión dentro del tanque.

#### **3.8.5 Ventilación**

Se realizó de PVC y se cubrió con una malla para evitar la entrada de insectos y animales al tanque, su función primordial es evitar una falla a corte de la estructura la cual tendrá un respiradero en caso de presión interna, para evitar bolsas de aire que provoquen sobre presión en la salida del tanque.

#### **3.8.6 Finalidad del tanque de distribución**

- Almacenar el agua en las horas de poco consumo, para poder abastecer en las horas de máximo consumo.
- Almacenar el agua en casos de reparaciones en la línea de conducción y no interrumpir el servicio.
- Regular la presión ya que el tanque funciona como una caja rompe presión.

### **3.8.7 Especificaciones de la construcción**

- La losa de techo debe tener una pendiente de 1% hacia los lados para poder evacuar el agua pluvial.
- El fondo del tanque debe estar siempre por encima del nivel freático y tener una pendiente de 1.5% hacia el lado del desagüe para evacuar el agua cuando sea necesario lavar el tanque.
- Los muros del tanque se deben de realizar de una sola fundición para no tener problemas de infiltración.
- Como el tanque será semienterrado se debe tener una compactación del 80% para poder empezar la construcción del tanque.

### **3.9 Red de distribución**

Es el conjunto de tuberías diseñadas para conducir el consumo máximo horario, éstas salen del tanque de distribución para formar ramales de circuitos abiertos o cerrados. La red de distribución se compone de

- Instalación de la tubería
- Cajas de válvulas de paso para regular el caudal
- Caja de válvula de compuerta

#### **3.9.1 Instalación de la tubería**

La instalación de la tubería se encuentra a una profundidad de 0.80 metros con excavaciones de zanjas de 0.50 metros de ancho, se deberá hacer una prueba hidrostática para constatar que no surjan fugas, luego rellenar la zanja de suelo fino hasta llegar a la superficie con suelos duros, compactados a un 75%.

### 3.9.2 Cajas de válvulas de paso para regular el caudal

Esta estructura sirve para la protección de la válvula de globo, que regula el caudal de entrada a un ramal, la cual debe ser colocada donde amerite, según el diseño.

### 3.9.3 Cajas de válvulas de compuerta

Esta estructura sirve para la protección de la válvula de control de caudales en un ramal, su función primordial es bloquear por completo el paso del fluido y también deben ser colocadas en lugares donde lo amerite según el diseño.

Ejemplo

Con los datos obtenidos se diseñará la línea de alcantarillado sanitario de la estación B1-B29

Dotación = 90 lt/hab/día  
Población futura = 2,279 habitantes  
Caudal máximo diario = 3.32 lt/seg

$$H_f = \frac{1743811141xLxQ^{1.85}}{C^{1.85}xD^{4.87}}$$

Despejando D para encontrar el diámetro equivalente

$$D = \sqrt[4.37]{\frac{1743.811141xLxQ^{1.85}}{H_fxC^{1.85}}}$$

Longitud de conducción = 1,360.71 mts.

Pérdida de carga que se quiere perder = 4.43

Coefficiente de fricción ( C ) = 150

$$D = \sqrt[4.37]{\frac{1743.811141 \times 1360.71 \times 3.32^{1.85}}{4.43 \times 150^{1.85}}} = 3.5 \text{ pulgadas}$$

Los diámetro que se tienen que elegir serían uno de 3" y 4"

Ahora calculando las pérdidas de carga con los nuevos diámetros

$$H_f = \frac{1743811141 \times 1360.71 \times 3.32^{1.85}}{150^{1.85} \times 3^{4.87}} = 9.79 \text{ metros}$$

$$H_f = \frac{1743811141 \times 1360.71 \times 3.32^{1.85}}{150^{1.85} \times 4^{4.87}} = 2.41 \text{ metros}$$

Ahora se calculará las longitudes de los tramos de 3" y 4"

$$L_2 = \frac{H_f - h_{f1}}{h_{f2} - h_{f1}} \times L \quad L_2 \text{ será la longitud para la tubería de 3"}$$

$$L_2 = \frac{4.43 - 2.41}{9.79 - 2.41} \times 1360.71 = 372.19 \text{ metros}$$

$$L_1 = L - L_2 = 1,360.71 - 372.19 = 988.52 \text{ metros}$$

Comprobación de pérdidas con sus longitudes y diámetros

$$H_f = \frac{1743811141 \times 372.19 \times 3.32^{1.85}}{150^{1.85} \times 3^{4.87}} = 2.6778 \text{ metros}$$

$$H_f = \frac{1743811141 \times 988.52 \times 3.32^{1.85}}{150^{1.85} \times 4^{4.87}} = 1.7521 \text{ metros}$$

$H_f$  total = 4.43 metros, es igual a la pérdida inicial

En el tramo de inicio se obtuvo una longitud de 988.52 metros utilizando 165 tubos de PVC Ø 4".

En este tramo se utilizará tubería de 125 PSI ya que la altura más grande es de 33 mca pero por seguridad se elegirá 125 PSI.

En el tramo final se obtiene una longitud de 372.19 metros utilizando 62 tubos de PVC Ø 3" y también se utilizará tubería de 125 PSI.

Tabla V. Cálculos hidráulicos para el sistema de agua potable

TRAMO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN											
				DIFERENCIA DE NIVELES			4.43	ALTURA DE RESERVA		2.0000	
ESTACIONES		COTAS		LONGITUD	LONGITUD		CAUDAL	DIÁMETRO	TUBERÍA		PÉRDIDA
EST.	PO.	SALIDA	LLEGADA		ACUMULADA				CLASE	PSI	
1	2	1000.00	995.53	51.61	51.61	3.32	4	PVC	125	0.0913	
2	3	995.53	995.02	88.00	139.61	3.32	4	PVC	125	0.2470	
3	4	995.02	994.02	30.97	170.58	3.32	4	PVC	125	0.3018	
4	5	994.02	993.74	192.00	362.58	3.32	4	PVC	125	0.6415	
5	6	993.74	991.17	41.84	404.42	3.32	4	PVC	125	0.7155	
6	7	991.17	988.56	49.86	454.28	3.32	4	PVC	125	0.8038	
7	8	988.56	985.12	34.66	488.94	3.32	4	PVC	125	0.8651	
8	9	985.12	985.49	41.00	529.94	3.32	4	PVC	125	0.9376	
9	10	985.49	983.79	29.90	525.18	3.32	4	PVC	125	0.9292	
10	11	983.79	980.65	57.83	617.67	3.32	4	PVC	125	1.0928	
11	12	980.65	983.04	45.88	663.55	3.32	4	PVC	125	1.1740	
12	13	983.04	979.58	59.80	723.35	3.32	4	PVC	125	1.2798	
13	14	979.58	979.33	30.00	753.35	3.32	4	PVC	125	1.3329	
14	16	979.33	973.56	53.38	806.73	3.32	4	PVC	125	1.4274	
16	17	973.56	970.40	39.75	846.48	3.32	4	PVC	125	1.4977	
17	18	970.40	966.97	31.63	878.11	3.32	4	PVC	125	1.5536	
18	19	966.97	968.37	25.92	904.03	3.32	4	PVC	125	1.5995	
19	20	968.37	968.45	30.00	934.03	3.32	4	PVC	125	1.6526	
20	21	968.45	979.43	72.33	1006.36	3.32	4	PVC	125	1.7806	
21	22	979.43	986.76	77.30	77.30	3.32	3	PVC	125	0.5552	
22	23	986.76	988.42	45.94	123.24	3.32	3	PVC	125	0.8851	
23	24	988.42	990.37	71.95	195.19	3.32	3	PVC	125	1.4019	
24	25	990.37	990.31	18.00	213.19	3.32	3	PVC	125	1.5312	
25	26	990.31	987.60	27.73	240.92	3.32	3	PVC	125	1.7303	
26	27	987.60	989.83	63.92	304.84	3.32	3	PVC	125	2.1894	
27	28	989.83	993.23	23.51	328.35	3.32	3	PVC	125	2.3583	
28	29	993.23	993.60	26.00	354.35	3.32	3	PVC	125	2.5450	

		<b>TRAMO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>				
		COEFICIENTE DE FRICCIÓN			150.00	
<b>ESTACIONES</b>		<b>PIEZOMÉTRICA</b>	<b>PIEZOMÉTRICA DINÁMICA</b>		<b>PRESIÓN DINÁMICA</b>	
<b>EST.</b>	<b>PO.</b>	<b>ESTÁTICA</b>	<b>SALIDA</b>	<b>LLEGADA</b>	<b>SALIDA</b>	<b>LLEGADA</b>
1	2	1000	1000.0000	999.9087	0.0000	4.3787
2	3	1000	999.9087	999.7530	4.3787	4.7330
3	4	1000	999.7530	999.6982	4.7330	5.6782
4	5	1000	999.6982	999.3585	5.6782	5.6185
5	6	1000	999.3585	999.2845	5.6185	8.1145
6	7	1000	999.2845	999.1962	8.1145	10.6362
7	8	1000	999.1962	999.1349	10.6362	14.0149
8	9	1000	999.1349	999.0624	14.0149	13.5724
9	10	1000	999.0624	999.0708	13.5724	15.2808
10	11	1000	999.0708	998.9072	15.2808	18.2572
11	12	1000	998.9072	998.8260	18.2572	15.7860
12	13	1000	998.8260	998.7202	15.7860	19.1402
13	14	1000	998.7202	998.6671	19.1402	19.3371
14	16	1000	998.6671	998.5726	19.3371	25.0126
16	17	1000	998.5726	998.5023	25.0126	28.1023
17	18	1000	998.5023	998.4464	28.1023	31.4764
18	19	1000	998.4464	998.4005	31.4764	30.0305
19	20	1000	998.4005	998.3474	30.0305	29.8974
20	21	1000	998.3474	998.2194	29.8974	18.7894
21	22	1000	998.2194	999.4448	18.7894	12.6848
22	23	1000	999.4448	999.1149	12.6848	10.6949
23	24	1000	999.1149	998.5981	10.6949	8.2281
24	25	1000	998.5981	998.4688	8.2281	8.1588
25	26	1000	998.4688	998.2697	8.1588	10.6697
26	27	1000	998.2697	997.8106	10.6697	7.9806
27	28	1000	997.8106	997.6417	7.9806	4.4117
28	29	1000	997.6417	997.4550	4.4117	3.8550

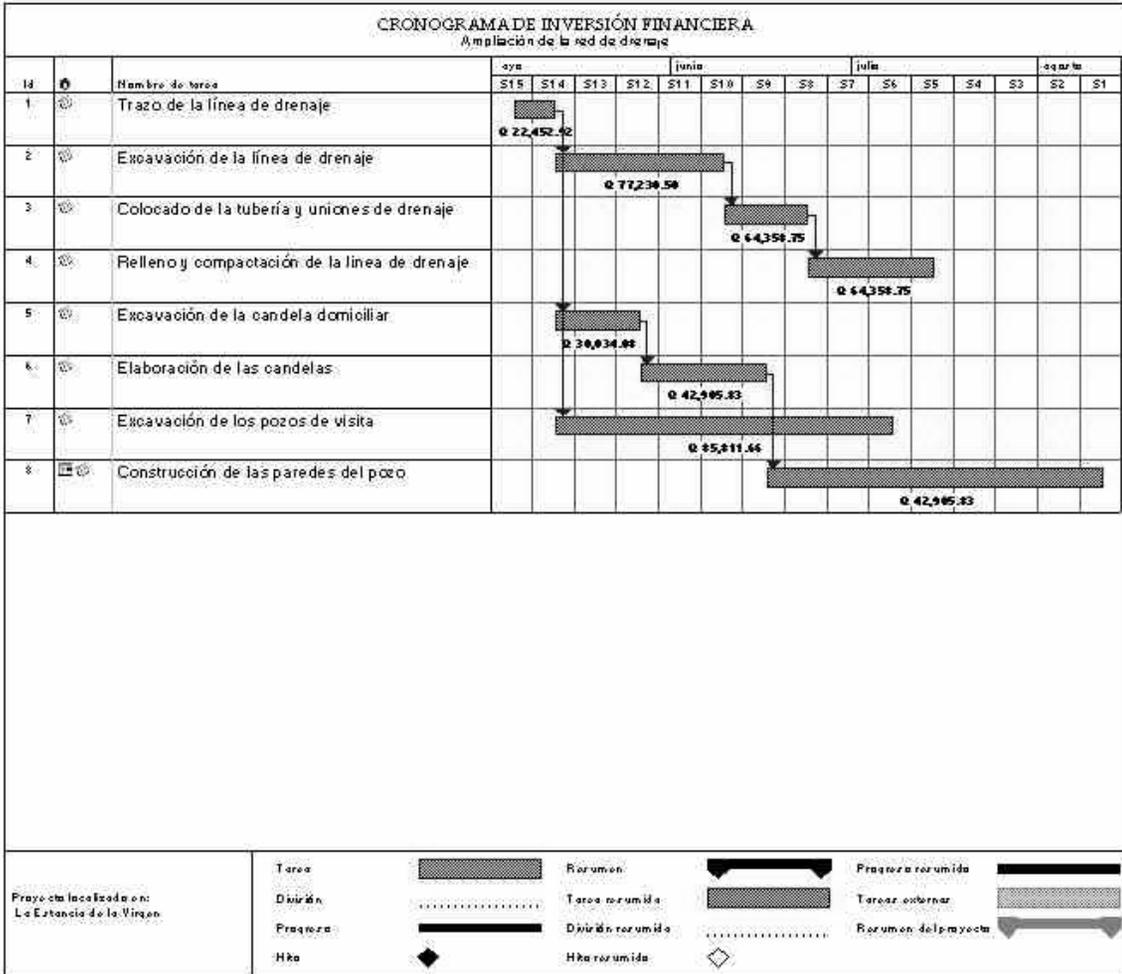
TRAMO DE LÍNEA DE UNION CON RED DE DISTRIBUCIÓN										
		150.00		DIFERENCIA DE NIVELES			5.15		HASTA LA CAJA	38.6600
ESTACIONES		COTAS		LONGITUD	LONGITUD	CAUDAL	DIÁMETRO	TUBERÍA		PÉRDIDA
EST.	PO.	SALIDA	LLEGADA		ACUMUL			CLASE	PSI	
29	28	993.60	993.23	26.00	26.00	5.70	3.00	PVC	125	0.5076
28	27	993.23	989.83	23.51	49.51	5.70	3.00	PVC	125	0.9665
27	26	989.83	987.60	63.92	113.43	5.70	3.00	PVC	125	2.2144
26	25	987.60	990.31	27.73	141.16	5.70	3.00	PVC	125	2.7557
25	24	990.31	990.37	18.00	159.16	5.70	3.00	PVC	125	3.1071
24	23	990.37	988.42	71.95	231.11	5.70	3.00	PVC	125	4.5117
23	30	988.42	987.79	30.13	30.13	5.70	2.50	PVC	125	1.4293
30	31	987.79	982.25	24.76	24.76	5.70	2.50	PVC	125	1.1746
31	32	982.25	977.90	22.14	46.90	5.70	2.50	PVC	125	2.2249
32	33	977.90	970.81	30.34	77.24	5.70	2.50	PVC	125	3.6642
33	34	970.81	962.90	48.72	125.96	5.70	2.50	PVC	125	5.9754
34	35	962.90	955.95	28.29	154.25	5.70	2.50	PVC	125	7.3174
35	36	955.95	952.33	15.13	15.13	5.70	2.00	PVC	125	2.1278
36	37	952.33	952.88	39.99	55.12	5.70	2.00	PVC	125	7.7516
37	38	952.88	952.29	25.99	81.11	5.70	2.00	PVC	125	11.4066
38	39	952.29	949.25	31.71	112.82	5.70	2.00	PVC	125	15.8661
39	40	949.25	941.07	48.62	161.44	5.70	2.00	PVC	125	22.7036
40	41	941.07	944.76	21.36	182.80	5.70	2.00	PVC	125	25.7075

		TRAMO DE LÍNEA DE UNION CON RED DE DISTRIBUCIÓN				
			RESERVA	14.0000		
ESTACIONES		PIEZOMÉTRICA	PIEZOMÉTRICA DINÁMICA		PRESIÓN DINÁMICA	
EST.	PO.	ESTÁTICA	SALIDA	LLEGADA	SALIDA	LLEGADA
29	28	993.6	993.5700	993.0924	0.0000	0.1376
28	27	993.6	993.0924	992.6335	0.1376	2.8035
27	26	993.6	992.6335	991.3856	2.8035	3.7856
26	25	993.6	991.3856	990.8443	3.7856	0.5343
25	24	993.6	990.8443	990.4929	0.5343	0.1229
24	23	993.6	990.4929	989.0883	0.1229	0.6683
23	30	993.6	989.0883	992.1707	0.6683	4.3807
30	31	993.6	992.1707	992.4254	4.3807	10.1754
31	32	993.6	992.4254	991.3751	10.1754	13.4751
32	33	993.6	991.3751	989.9358	13.4751	19.1258
33	34	993.6	989.9358	987.6246	19.1258	24.7246
34	35	993.6	987.6246	986.2826	24.7246	30.3326
35	36	993.6	986.2826	991.4722	30.3326	39.1422
36	37	993.6	991.4722	985.8484	39.1422	32.9684
37	38	993.6	985.8484	982.1934	32.9684	29.9034
38	39	993.6	982.1934	977.7339	29.9034	28.4839
39	40	993.6	977.7339	970.8964	28.4839	29.8264
40	41	993.6	970.8964	967.8925	29.8264	23.1325

### 3.10 Organización

Al llegar el momento de la ejecución del proyecto debe haber un cronograma en el cual se plantean todas las tareas que se realizarán en el proyecto y es importante que se plantee lo más real posible ya que de éste depende una buena planificación de tiempo de ejecución.

Figura 8. Cronograma de inversión financiera del sistema de agua potable



**CRONOGRAMA DE INVERSIÓN FÍSICA DEL PROYECTO**  
Ampliación de la red de alcantarillado sanitario

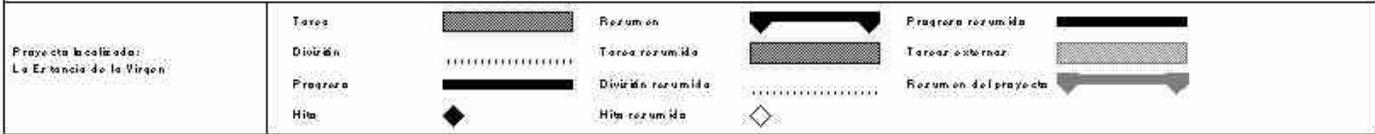
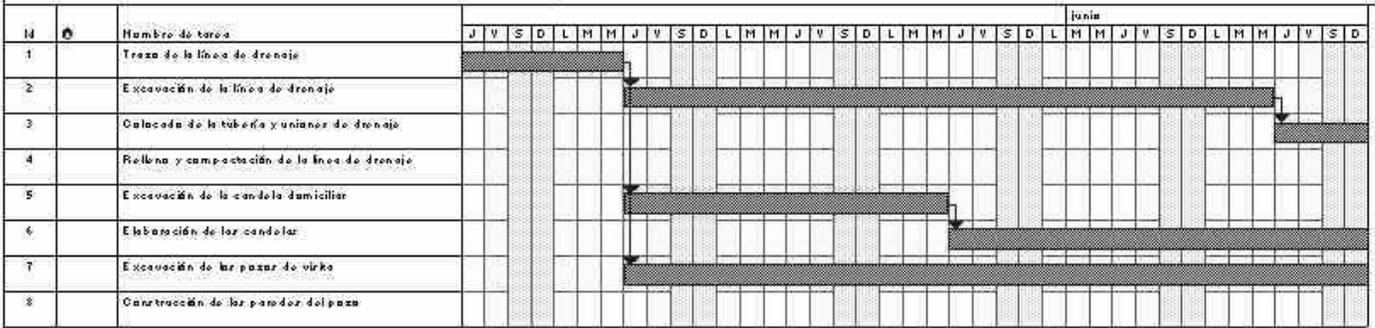
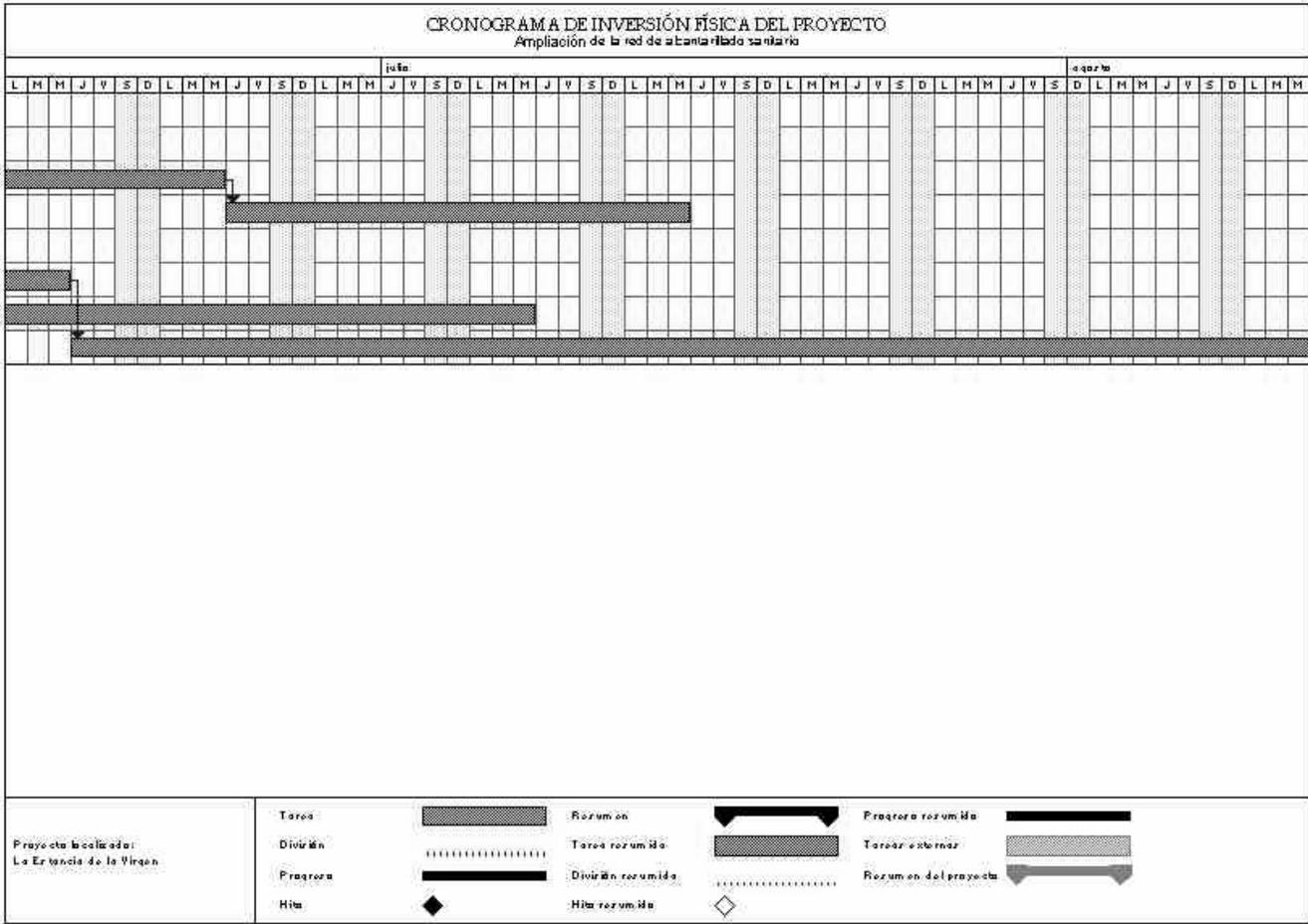


Figura 9. Cronograma de inversión física del sistema de agua potable







<b>SECCIÓN GRIS</b>					
<b>LISTA DE MATERIALES</b>					
<b>CAJAS DE REGISTRO</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO/U</b>	<b>COSTO</b>
1	Cemento gris	9	UNIDADES	Q 39.00	Q 351.00
2	Arena de río	0.6	M <sup>3</sup>	Q 71.00	Q 42.60
3	Piedrín de 3/4	0.5	M <sup>3</sup>	Q 81.00	Q 40.50
4	Acero #2	18	UNIDADES	Q 9.35	Q 168.30
5	Tablones 12x12x1	5	UNIDADES	Q 35.00	Q 175.00
6					
7					
SUBTOTAL					Q 777.40
IMPREVISTOS					Q 23.32
TOTAL MATERIALES					Q 800.72
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>CAJAS DE REGISTRO</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRECIO/U</b>	<b>COSTO</b>
1	Elaboración de cajas	12	UNIDADES	Q 60.00	Q 720.00
2					Q -
3					Q -
SUBTOTAL					Q 720.00
IMPREVISTOS					Q 21.60
TOTAL MANO DE OBRA					Q 741.60

SECCIÓN GRIS					
LISTA DE MATERIALES					
TANQUE DE AGUA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Cemento gris	195	UNIDADES	Q 39.00	Q 7,605.00
2	Arena de río	11	M³	Q 71.00	Q 781.00
3	Piedrín de 3/4	10	M³	Q 81.00	Q 810.00
4	Acero #3 FY=40000 PSI	225	VARILLAS	Q 22.31	Q 5,019.75
5	Acero #4 FY=40000 PSI	110	VARILLAS	Q 41.42	Q 4,556.20
6	Tablones 12x12x1	30	TABLONES	Q 35.00	Q 1,050.00
7	Parales 12x3x3	40	UNIDADES	Q 20.00	Q 800.00
SUBTOTAL					Q 20,621.95
IMPREVISTO					Q 618.66
TOTAL MATERIALES					Q 21,240.61
MANO DE OBRA					
TANQUE DE AGUA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Zanjeo	72	M³	Q 75.00	Q 5,400.00
2	Construcción de las paredes y losas	110	M²	Q 75.00	Q 8,250.00
3					Q -
SUBTOTAL					Q 13,650.00
IMPREVISTOS					Q 409.50
TOTAL MANO DE OBRA					Q 14,059.50

SECCIÓN TUBERÍA					
LISTA DE MATERIALES					
RED DE DISTRIBUCIÓN					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Tubería PVC Ø 1" 160 PSI	75	UNIDADES	Q 46.71	Q 3,503.25
2	Tubería PVC Ø 1/2" 315 PSI	20	UNIDADES	Q 29.00	Q 580.00
3	Codos de Ø 1/2	40	UNIDADES	Q 2.00	Q 80.00
4	Codos de Ø 1	15	UNIDADES	Q 5.45	Q 81.75
5	Copla de Ø 1	75	UNIDADES	Q 3.78	Q 283.50
6	coplas de Ø 1/2	20	UNIDADES	Q 1.50	Q 30.00
7	Reductor de 1x1/2	25	UNIDADES	Q 3.94	Q 98.50
8	Llave de grifo	25	UNIDADES	Q 40.00	Q 1,000.00
9	Pegamento para tubo	4	GALONES	Q 450.00	Q 1,800.00
10					Q -
11					Q -
12					Q -
13					Q -
14					Q -
SUBTOTAL					Q 7,457.00
IMPREVISTOS					Q 223.71
TOTAL MATERIALES					Q 7,680.71
MANO DE OBRA					
RED DE DISTRIBUCIÓN					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Trazo de la zanja	390	ML	Q 1.50	Q 585.00
2	Excavación de la zanja	78	M³	Q 20.00	Q 1,560.00
3	Colocación de la tubería y acoples	65	UNIDADES	Q 15.00	Q 975.00
4	Colocación de las válvulas	25	UNIDADES	Q 30.00	Q 750.00
5	Relleno y compactación de la línea	78	M³	Q 20.00	Q 1,560.00
6					Q -
7					Q -
8					Q -
SUBTOTAL					Q 5,430.00
IMPREVISTOS					Q 162.90
TOTAL MANO DE OBRA					Q 5,592.90

LISTA DE MATERIALES						
GENERAL						
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO	
1	Tubería PVC Ø 4" 125 PSI	168	TUBOS	Q 372.32	Q	62,549.76
2	Tubería PVC Ø 3" 125 PSI	95	TUBOS	Q 225.40	Q	21,413.00
3	Tubería PVC Ø 2.5" 125 PSI	28	TUBOS	Q 151.93	Q	4,254.04
3	Tubería PVC Ø 2" 125 PSI	38	TUBOS	Q 103.83	Q	3,945.54
4	Tubería PVC Ø 1" 160 PSI	75	TUBOS	Q 46.71	Q	3,503.25
5	Tubería PVC Ø 1/2" 315 PSI	20	TUBOS	Q 29.00	Q	580.00
6	Copla de Ø 4"	169	UNIDADES	Q 46.62	Q	7,878.78
7	Copla de Ø 3"	95	UNIDADES	Q 31.76	Q	3,017.20
8	Copla de Ø 2.5"	28	UNIDADES	Q 52.18	Q	1,461.04
8	Copla de Ø 2"	38	UNIDADES	Q 8.95	Q	340.10
9	Copla de Ø 1"	75	UNIDADES	Q 3.78	Q	283.50
10	Copla de Ø 1/2"	20	UNIDADES	Q 1.50	Q	30.00
11	Codos de Ø 1"	15	UNIDADES	Q 5.45	Q	81.75
12	Codos de Ø 1/2"	40	UNIDADES	Q 2.00	Q	80.00
13	Reductor de 4"x3"	1	UNIDADES	Q 86.35	Q	86.35
14	Reductor de 3"x2.5"	2	UNIDADES	Q 54.25	Q	108.50
15	Reductor de 2.5"x2"	2	UNIDADES	Q 29.03	Q	58.05
16	Reductor de 1x1/2"	25	UNIDADES	Q 3.94	Q	98.50
17	Válvula de aire Ø 4"	2	UNIDADES	Q 75.00	Q	150.00
18	Válvula de limpieza Ø 4"	2	UNIDADES	Q 75.00	Q	150.00
19	Válvula de aire Ø 2.5"	2	UNIDADES	Q 60.00	Q	120.00
20	Válvula de limpieza Ø 2.5"	2	UNIDADES	Q 60.00	Q	120.00
21	Válvula de registro Ø 3"	4	UNIDADES	Q 65.00	Q	260.00
22	Válvula de registro Ø 2.5"	4	UNIDADES	Q 65.00	Q	260.00
23	Llave de grifo	25	UNIDADES	Q 40.00	Q	1,000.00
24	Pegamento para tubo	16	GALONES	Q 450.00	Q	7,200.00
25	Cemento gris	204	SACOS	Q 39.00	Q	7,956.00
26	Arena de río	11.6	M <sup>3</sup>	Q 71.00	Q	823.60
27	Piedrín de 3/4"	10.5	M <sup>3</sup>	Q 81.00	Q	850.50
28	Acero #2 FY=40000 PSI	18	VARRILLAS	Q 9.35	Q	168.30
29	Acero #3 FY=40000 PSI	225	VARRILLAS	Q 22.31	Q	5,019.75
30	Acero #4 FY=40000 PSI	110	VARRILLAS	Q 41.42	Q	4,556.20
31	Tablones 12x12x1	35	TABLONES	Q 35.00	Q	1,225.00
32	Parales 12x3x3	40	PARALES	Q 20.00	Q	800.00
SUBTOTAL					Q	140,428.71

MANO DE OBRA					
GENERAL					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Trazo de la zanja	2358	ML	Q 1.50	Q 3,537.00
2	Excavación de la zanja	315	M <sup>3</sup>	Q 20.00	Q 6,300.00
3	Colocación de la tubería y acoples	333	UNIDADES	Q 15.00	Q 4,995.00
4	Colocación de las válvulas	35	UNIDADES	Q 30.00	Q 1,050.00
5	Relleno y compactación de la línea	315	M <sup>3</sup>	Q 20.00	Q 6,300.00
6	Construcción de las paredes y losas	110	M <sup>2</sup>	Q 75.00	Q 8,250.00
7	Elaboración de cajas	12	UNIDADES	Q 60.00	Q 720.00
8	Zanjeo del tanque	72	M <sup>3</sup>	Q 75.00	Q 5,400.00
SUBTOTAL					Q 36,552.00
TOTAL					Q 176,980.71
IMPREVISTOS					Q 5,309.42
COSTO DIRECTO					Q 182,290.13
COSTO INDIRECTO					Q 72,916.05
PRECIO TOTAL					Q 255,206.18

### **3.12 Administración del mantenimiento preventivo del sistema**

Para dar mantenimiento a un proyecto es necesario contar con el recurso financiero y ese es uno de los problemas en algunos casos, ya que no se da mantenimiento por no tener recursos, al no dar mantenimiento se tienen pérdidas de agua a lo largo de todo el circuito.

Para cobrar tarifas, el comité debe ser oficial, debe cumplir con el Reglamento para la Administración, Operación y Mantenimiento de los Sistemas Rurales de Agua Potable, establecido en el Acuerdo Gubernativo 293-82.

El comité oficial de agua potable debe administrar el sistema de agua potable, mantener en funcionamiento el sistema, recaudar y manejar fondos, comprar repuestos, tubería y pago de personal. A estas actividades se llamarán administración, operación y mantenimiento de un sistema de agua potable.

#### **3.12.1 Administración del sistema de agua**

Este comité estará integrado de la siguiente forma

- **Presidente:** esta persona es la encargada de llamar a reuniones, dirige la reunión y organiza a su comunidad en todas las actividades.
  
- **Secretario:** levanta las actas o toma notas de lo que se esté dialogando en las reuniones ya que es de importancia para la comunidad, es el encargado de responder la correspondencia y llevar el control de los jornales de trabajo.

- Tesorero: se encarga de cobrar a los usuarios la tarifa estipulada para el sistema de agua, extender los recibos de pago, se encarga del pago a los fontaneros.

### **3.12.2 Operación del sistema**

Es el conjunto de acciones externas que se ejecuten en las estructuras o equipos para poder tener en buen funcionamiento el sistema. El sistema de agua tiene las siguientes partes

- Línea de conducción
- Tanque de distribución
- Línea de distribución

Para la operación del sistema se requieren los servicios de personas que sepan de fontanería, ya que se encargarán del buen funcionamiento del sistema.

### **3.12.3 Mantenimiento del sistema**

Es el conjunto de acciones internas que se ejecutan en las estructuras o equipos para prevenir daños o para reparación de los mismos, el mantenimiento de un sistema puede estar dividido en: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

Mantenimiento preventivo: es el conjunto de acciones que se planifican y ejecutan antes que sucedan los daños y son para prevenirlos, este debe hacerse periódicamente.

Mantenimiento correctivo: consiste en la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en la estructura o equipos. Este tipo de mantenimiento no puede programarse ya que estos daños pueden ser de naturaleza variada.

(Ver en anexos los precios que se les cobra a los usuarios por el servicio de agua potable)

## CONCLUSIONES

- En vista de la pobreza y la falta de oportunidad que enfrenta el área rural, es necesario que la municipalidad y los comités gestionen ayuda a las diversas organizaciones nacionales e internacionales.
- Con el mejoramiento a los sistemas de alcantarillado y agua potable en la comunidad, se pretende llevar salud a sus habitantes mejorando el nivel de vida de la familia.
- Las mejoras por pequeñas que sean tiene que ser autosostenibles.
- En este trabajo se plantean mejoras al sistema de alcantarillado y agua potable ya que se ajustan a las necesidades de la comunidad utilizando normas para el diseño.
- Tanto para la construcción como para la buena operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado, se debe tomar en cuenta la facilidad de obtener materiales locales y mano de obra del lugar.

## RECOMENDACIONES

1. Dar mantenimiento a los sistemas periódicamente, a efecto de que no surjan problemas de mucho costo.
2. Desarrollar en la comunidad y en las autoridades, una conciencia de la importancia de estos proyectos para las comunidades, para que en el futuro puedan obtener un medio ambiente más adecuado.
3. Hacer con frecuencia inspecciones a los elementos de los sistemas de alcantarillado sanitario y agua potable para reportarlas, y tomar en cuenta las reparaciones lo más pronto posible.
4. Incentivar a las municipalidades que promuevan siempre la ayuda de la Universidad de San Carlos, para que envíen epesistas ya que, es de gran ayuda para ambos lados, al epesista como formación de un futuro ingeniero y para la municipalidad para realizar diversos proyectos de gran importancia para las comunidades.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arocha Ravelo, Simón. **Abastecimiento de agua**. Venezuela: Ediciones Vega Sol, 1978. 565 pp.
- Cabrera Rieple, Ricardo Antonio. Apuntes de Ingeniería Sanitaria II. Tesis Ingeniero Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 1989. 135 pp.
- De león, César Rolando. Diseño de la Red de Alcantarillado Para San Vicente Pacaya y Comentarios. Tesis Ingeniero Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1980. 47 pp.
- Steel, Ernest W. **Abastecimiento de agua y alcantarillado**. 2da. edición. España : Editorial Gustavo Gali. 1972. 680 pp.

# **ANEXOS**



Tabla VII. Relaciones hidráulicas para el diseño de alcantarillado sanitario

				ELEMENTOS HIDRAULICOS							
d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0050	0.00060	0.050	0.000030	0.1325	0.07855	0.479	0.037625	0.47	0.46178	0.973	0.44931
0.0075	0.00110	0.074	0.000081	0.1350	0.08071	0.484	0.039064	0.48	0.47454	0.983	0.46647
0.0100	0.00167	0.088	0.000147	0.1375	0.08289	0.490	0.040616	0.49	0.48742	0.991	0.48303
0.0125	0.00237	0.103	0.000244	0.1400	0.08509	0.495	0.042120	0.50	0.50000	1.000	0.50000
0.0150	0.00310	0.116	0.000360	0.1425	0.08632	0.501	0.043247	0.51	0.51258	1.009	0.51719
0.0176	0.00391	0.129	0.000604	0.1450	0.08954	0.507	0.045397	0.52	0.52546	1.016	0.53387
0.0200	0.00477	0.141	0.000672	0.1475	0.09129	0.511	0.046649	0.53	0.53822	1.023	0.55060
0.0225	0.00469	0.152	0.000865	0.1500	0.09406	0.517	0.048629	0.54	0.55087	1.029	0.56685
0.0250	0.00665	0.163	0.001084	0.1525	0.09638	0.522	0.050310	0.55	0.56355	1.033	0.58215
0.0275	0.00768	0.174	0.001336	0.1550	0.09864	0.528	0.052082	0.56	0.57621	1.049	0.60444
0.0300	0.00874	0.184	0.001608	0.1575	0.10095	0.533	0.083806	0.57	0.58882	1.058	0.62297
0.0325	0.00985	0.194	0.001911	0.1600	0.10328	0.538	0.055665	0.58	0.60142	1.060	0.63750
0.0350	0.01100	0.203	0.002233	0.1650	0.10796	0.548	0.059162	0.59	0.61396	1.066	0.65488
0.0375	0.01219	0.212	0.002584	0.1700	0.11356	0.560	0.068594	0.60	0.62646	1.072	0.67157
0.0400	0.01342	0.221	0.002966	0.1750	0.11754	0.568	0.066763	0.61	0.63892	1.078	0.68876
0.0425	0.01468	0.230	0.003376	0.1800	0.12241	0.577	0.070630	0.62	0.62131	1.083	0.70537
0.0450	0.01599	0.239	0.003822	0.1850	0.12733	0.587	0.074743	0.63	0.66363	1.089	0.72269
0.0475	0.01732	0.248	0.004295	0.1900	0.13229	0.596	0.078845	0.64	0.67593	1.094	0.73947
0.0500	0.01870	0.256	0.004787	0.1950	0.13725	0.605	0.083036	0.65	0.68770	1.098	0.75510
0.0525	0.02010	0.264	0.005306	0.2000	0.14238	0.615	0.087564	0.66	0.70053	1.104	0.77339
0.0550	0.02154	0.273	0.005880	0.2050	0.14750	0.624	0.091040	0.67	0.71221	1.108	0.78913
0.0575	0.02300	0.281	0.006463	0.2100	0.15266	0.633	0.096634	0.68	0.72413	1.112	0.80523
0.0600	0.02449	0.289	0.007078	0.2150	0.15786	0.644	0.101662	0.69	0.73596	1.116	0.82133
0.0625	0.02603	0.297	0.007731	0.2200	0.16312	0.651	0.106191	0.70	0.74769	1.120	0.83741
0.0650	0.02768	0.305	0.008412	0.2250	0.16840	0.659	0.110976	0.71	0.75957	1.124	0.85376
0.0675	0.02916	0.312	0.009098	0.2300	0.17356	0.669	0.116112	0.72	0.77079	1.126	0.86791
0.0700	0.03078	0.320	0.009850	0.2350	0.17913	0.676	0.121092	0.73	0.78216	1.130	0.88384
0.0725	0.03231	0.327	0.010565	0.2400	0.18455	0.684	0.126332	0.74	0.79340	1.132	0.89734
0.0750	0.03407	0.334	0.011379	0.2450	0.19000	0.692	0.131480	0.75	0.80450	1.134	0.91230
0.0775	0.03576	0.341	0.012194	0.2500	0.19552	0.702	0.137260	0.76	0.81544	1.136	0.92634
0.0800	0.03747	0.348	0.013040	0.2600	0.20660	0.716	0.147930	0.77	0.82623	1.137	0.93942
0.0825	0.03922	0.355	0.013923	0.2700	0.21784	0.730	0.159020	0.78	0.83688	1.139	0.95321
0.0850	0.04098	0.361	0.014794	0.2800	0.22921	0.747	0.171220	0.79	0.85101	1.140	0.97015
0.0875	0.04277	0.368	0.015739	0.2900	0.24070	0.761	0.183170	0.80	0.86760	1.140	0.98906
0.0900	0.04459	0.375	0.016721	0.3000	0.25232	0.776	0.195800	0.81	0.87759	1.140	1.00040
0.0925	0.04642	0.381	0.017819	0.3100	0.26403	0.790	0.208580	0.82	0.87759	1.140	1.00050
0.0950	0.04827	0.388	0.018729	0.3200	0.27587	0.804	0.221800	0.83	0.88644	1.139	1.00970
0.0975	0.05011	0.393	0.019693	0.3300	0.28783	0.817	0.235160	0.84	0.89672	1.138	1.02140
0.1000	0.05204	0.401	0.020863	0.3400	0.29978	0.830	0.248820	0.85	0.90594	1.136	1.03100
0.1025	0.05396	0.408	0.022016	0.3500	0.31230	0.843	0.263270	0.86	0.91491	1.134	1.04740
0.1050	0.05584	0.414	0.023118	0.3600	0.32411	0.856	0.277440	0.87	0.92361	1.131	1.04740
0.1075	0.05783	0.420	0.024289	0.3700	0.33637	0.868	0.291970	0.88	0.93202	1.128	1.05410
0.1100	0.05986	0.426	0.025500	0.3800	0.34828	0.879	0.306490	0.89	0.94014	1.124	1.06030
0.1125	0.06186	0.432	0.026724	0.3900	0.36108	0.891	0.321720	0.90	0.94796	1.120	1.06550
0.1150	0.06388	0.439	0.028043	0.4000	0.37354	0.902	0.336930	0.91	0.95541	1.116	1.07010
0.1175	0.06591	0.444	0.029274	0.4100	0.38604	0.913	0.352460	0.92	0.96252	1.109	1.07420
0.1200	0.06797	0.450	0.030587	0.4200	0.39858	0.921	0.367090	0.93	0.96922	1.101	1.07490
0.1225	0.07005	0.456	0.031943	0.4300	0.40890	0.934	0.381910	0.94	0.97554	1.094	1.07410
0.1250	0.07214	0.463	0.033401	0.4400	0.42379	0.943	0.399630	0.95	0.98130	1.086	1.07350
0.1275	0.07426	0.468	0.034754	0.4500	0.43645	0.955	0.416810	0.96	0.98658	1.075	1.07140
0.1300	0.07640	0.473	0.036137	0.4600	0.44913	0.964	0.432960	0.97	0.99126	1.085	1.06560

Tabla VIII. Resultados de examen bacteriológico del agua potable

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA EL PROGRESO, GUATEMALA				
EXAMEN BACTEREOLÓGICO				
Interesado	Municipalidad de San Cristobal	Proyecto	Control de calidad de agua	
Muestra recolectada por	Rolando Barrientos	Dependencia	Ministerio de salud	
Muestra recolectada en	Tanque de captacion	Fecha y hora de recoleccion	09/03/04 9:00 h	
Municipio	San Luis Buena Vista	Fecha y hora de llegada a lab	10/03/04 12.00 h	
Departamento	El Progreso	Condiciones de transporte	Membranas	
Sabor				
Aspecto	Claro	Sustancias en suspension	Ninguna	
Color	Inodora	Cloro residual	ninguna	
Numeracion total de germen				
a) siembra en agar nutritivo, incubacion a 35 C				
Cantidad sembrada	1.00 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>	
Numero de colonias desarrolladas	0	0	0	
b) Siembra en agar nutritivo, incubacion a 20 C				
Cantidad sembrada	1.00 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>	
Numero de colonias desarrolladas	0	0	0	
Investigacion de coliformes ( Grupo coli-aerogenes )				
Pruebas normales	Prueba presuntiva	Prueba confirmativa		
Cantidad sembrada	Formacion de gas 35 C	Total 35 C	formacion de gases	
10 cm <sup>3</sup>	---	---	Total 44.5 C	
1.0 cm <sup>3</sup>	---	---	---	
0.1 cm <sup>3</sup>	---	---	---	
0.01 cm <sup>3</sup>	---	---	---	
0.001 cm <sup>3</sup>	---	---	---	
Conclusion	EL AGUA ES POTABLE			
15 de marzo de 2004				

Continuación.

2/3

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA EL PROGRESO, GUATEMALA			
EXAMEN BACTEREOLÓGICO			
Interesado	Municipalidad de San Cristobal	Proyecto	Control de calidad de agua
Muestra recolectada por	Rolando Barrientos	Dependencia	Ministerio de salud
Muestra recolectada en	Arriba de captacion	Fecha y hora de recoleccion	09/03/04 9:00 h
Municipio	San Luis Buena Vista	Fecha y hora de llegada a lab	10/03/04 12.00 h
Departamento	El Progreso	Condiciones de transporte	Membranas
Sabor	_____		
Aspecto	Claro	Sustancias en suspencion	Ninguna
Color	Inodora	Cloro residual	ninguna
Numeracion total de germen			
a) siembra en agar nutritivo, incubacion a 35 C			
Cantidad sembrada	1.00 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
Numero de colonias desarrolladas	0	0	0
b) Siembra en agar nutritivo, incubacion a 20 C			
Cantidad sembrada	1.00 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
Numero de colonias desarrolladas	0	0	0
Investigacion de coliformes ( Grupo coli-aerogenes )			
Pruebas normales	Prueba presuntiva	Prueba confirmativa	
Cantidad sembrada	Formacion de gas 35 C	Total 35 C	Total 44.5 C
10 cm <sup>3</sup>	---	---	---
1.0 cm <sup>3</sup>	---	---	---
0.1 cm <sup>3</sup>	---	---	---
0.01 cm <sup>3</sup>	---	---	---
0.001 cm <sup>3</sup>	---	---	---
Conclusion	EL AGUA ES POTABLE		
15 de marzo de 2004			

Continuación.

3/3

MINISTERIO DE SALUD PUBLICA EL PROGRESO, GUATEMALA			
EXAMEN BACTEREOLÓGICO			
Interesado	Municipalidad de San Cristobal	Proyecto	Control de calidad de agua
Muestra recolectada por	Rolando Barrientos	Dependencia	Ministerio de salud
Muestra recolectada en	Aldea San Luis	Fecha y hora de recoleccion	09/03/04 9:00 h
Municipio	San Luis Buena Vista	Fecha y hora de llegada a lab	10/03/04 12.00 h
Departamento	El Progreso	Condiciones de transporte	Membranas
Sabor	_____	Sustancias en suspencion	Ninguna
Aspecto	Claro	Cloro residual	ninguna
Color	Inodora		
Numeracion total de germen es			
a) siembra en agar nutritivo, incubacion a 35 C			
Cantidad sembrada	1.00 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
Numero de colonias desarrolladas	0	0	0
b) Siembra en agar nutritivo, incubacion a 20 C			
Cantidad sembrada	1.00 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
Numero de colonias desarrolladas	0	0	0
Investigacion de coliformes ( Grupo coli-aerogenes )			
Pruebas normales	Prueba presuntiva	Prueba confirmativa	
Cantidad sembrada	Formacion de gas 35 C	Total 35 C	formacion de gases Total 44.5 C
10 cm <sup>3</sup>	~~~	~~~	~~~
1.0 cm <sup>3</sup>	~~~	~~~	~~~
0.1 cm <sup>3</sup>	~~~	~~~	~~~
0.01 cm <sup>3</sup>	~~~	~~~	~~~
0.001 cm <sup>3</sup>	~~~	~~~	~~~
Conclusion	EL AGUA ES POTABLE		
15 de marzo de 2004			

# APÉNDICES



Tabla IX. Precios por el servicio de agua potable y red de alcantarillado sanitario

<b>VENTA DE PAJA DE AGUA</b>	
Pago a contado.....	Q 749.95
Pago a plazos	
Para un año.....	Q 63.75
Para dos años.....	Q 32.20
Para tres años.....	Q 23.10
Valor de canon de agua.....	Q 8.00
Tasa por exceso.....	Q 0.75
Orden de conexión o reconexión.....	Q 10.00
<b>DERECHO CONEXIÓN DE DRENAJE DOMICILIAR</b>	
Pago a contado.....	Q 200.00
Pago a plazos	
Para un año.....	Q 18.33
Para dos años.....	Q 9.17
Cuota fija mensual por mantenimiento.....	Q 2.00
<b>CONTADORES</b>	
Pago a contado.....	Q 449.95
Pago a plazos	
Para un año.....	Q 37.50
Para dos años.....	Q 18.75
Para tres años.....	Q 12.50

Figura 10. Planta de curvas de nivel para alcantarillado

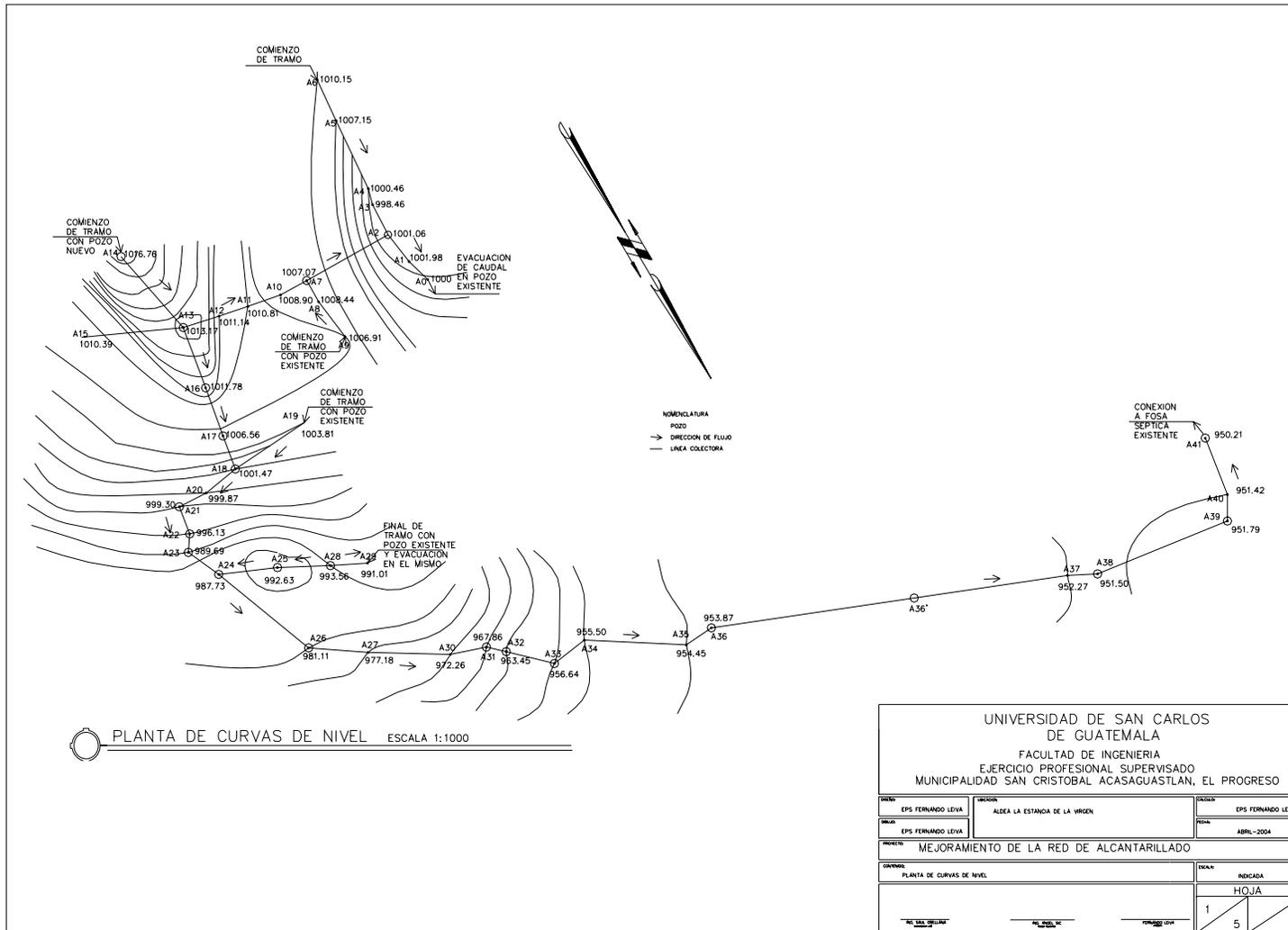
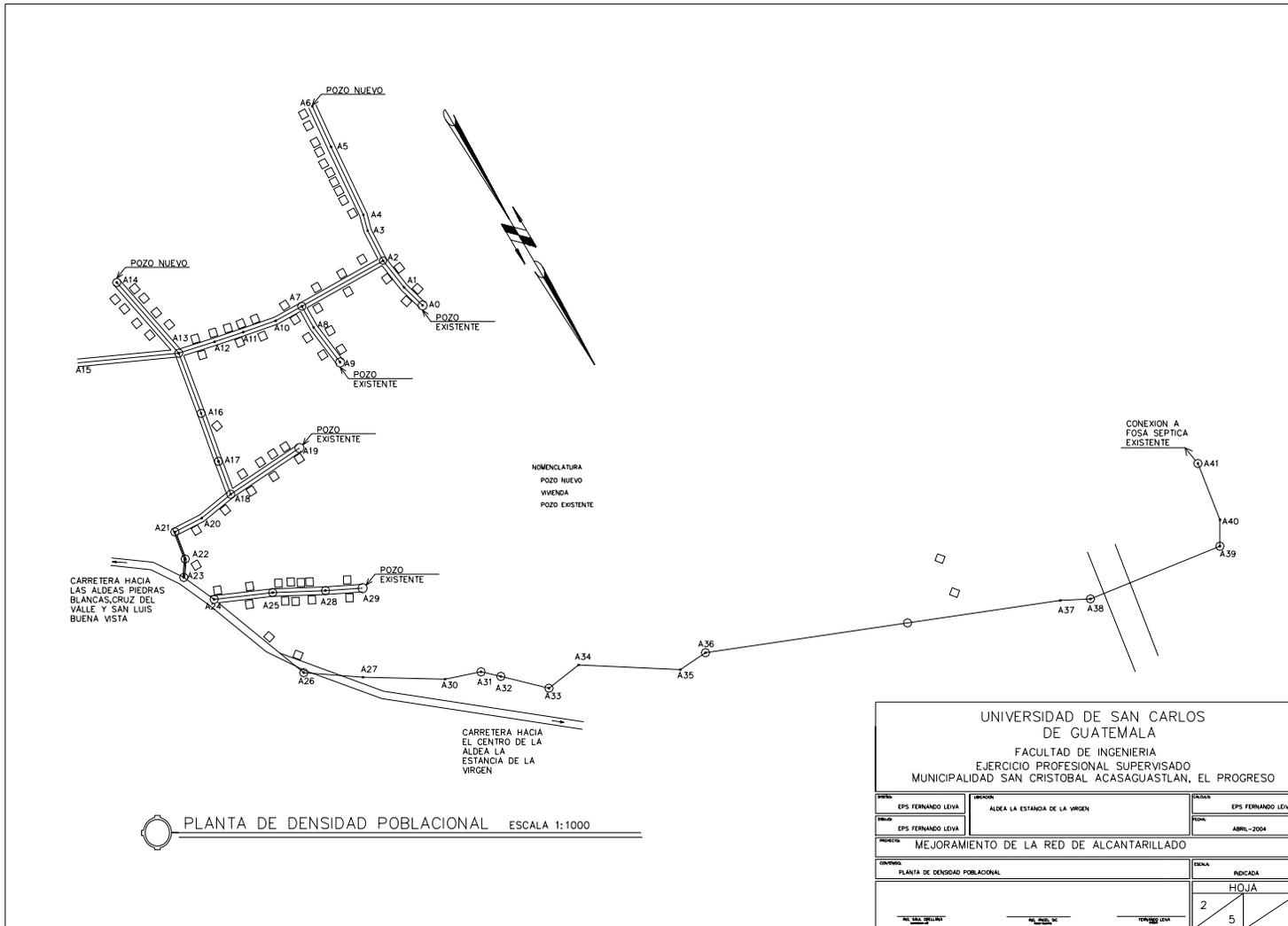
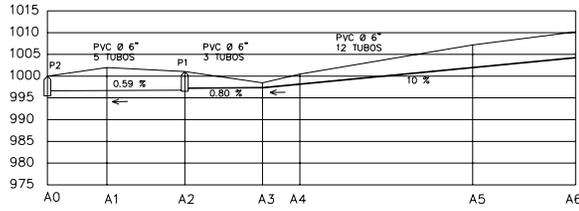


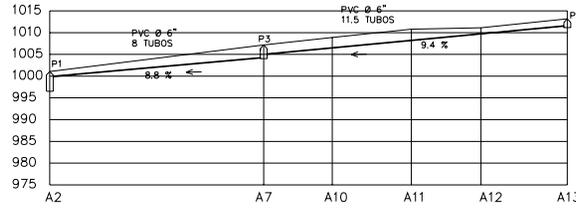
Figura 1. Planta de densidad poblacional para alcantarillado



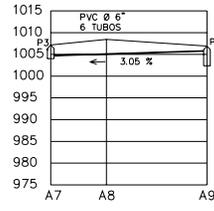
100



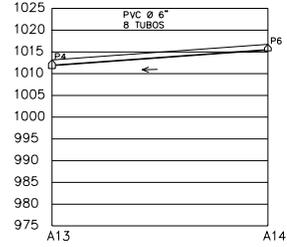
PERFIL DE ESTACION A0 a A6 ESCALA 1:500



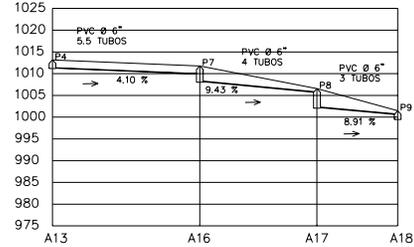
PERFIL DE ESTACION A2 a A13 ESCALA 1:500



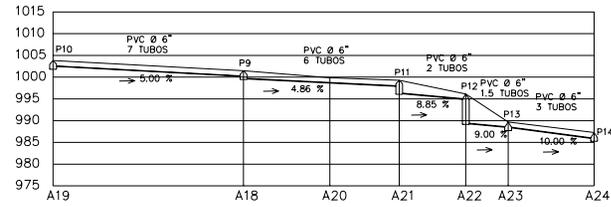
PERFIL DE ESTACION A7 a A9 ESCALA 1:500



PERFIL DE ESTACION A13 a A14 ESCALA 1:500



PERFIL DE ESTACION A13 a A18 ESCALA 1:500



PERFIL DE ESTACION A19 a A24 ESCALA 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD SAN CRISTOBAL ACASAGUASTLAN, EL PROGRESO

NOMBRE EPS FERNANDO LEIVA	UBICACION ALDEA LA ESTANCIA DE LA VIRGEN	FECHA EPS FERNANDO LEIVA ABRIL-2004
PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA RED DE ALCANTARILLADO		
CONTENIDO PERFILES		INDICADA HOJA 3 / 5

Figura 12. Perfiles de caminamiento sanitario 1

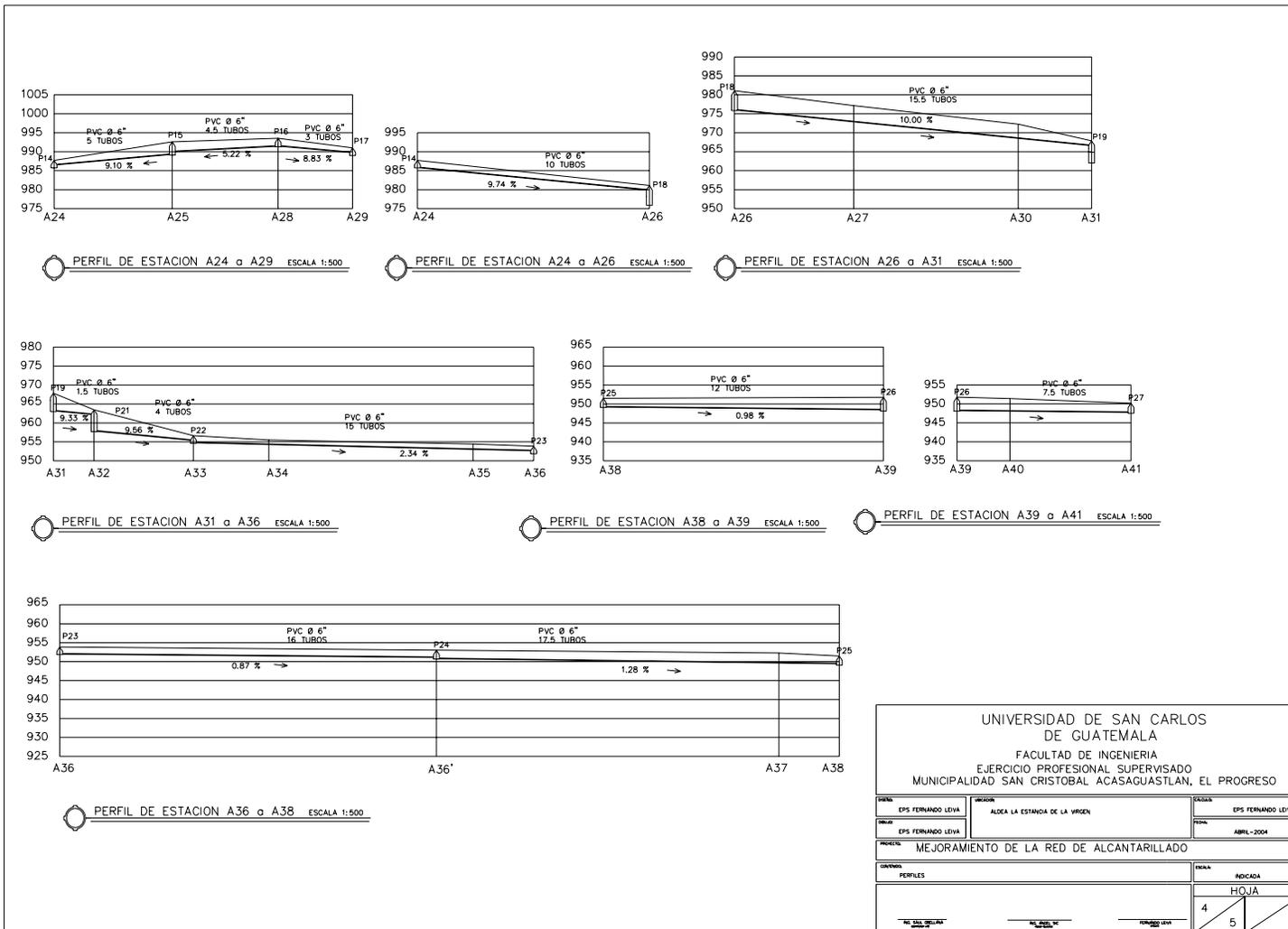


Figura 13. Perfiles de caminamiento sanitario 2

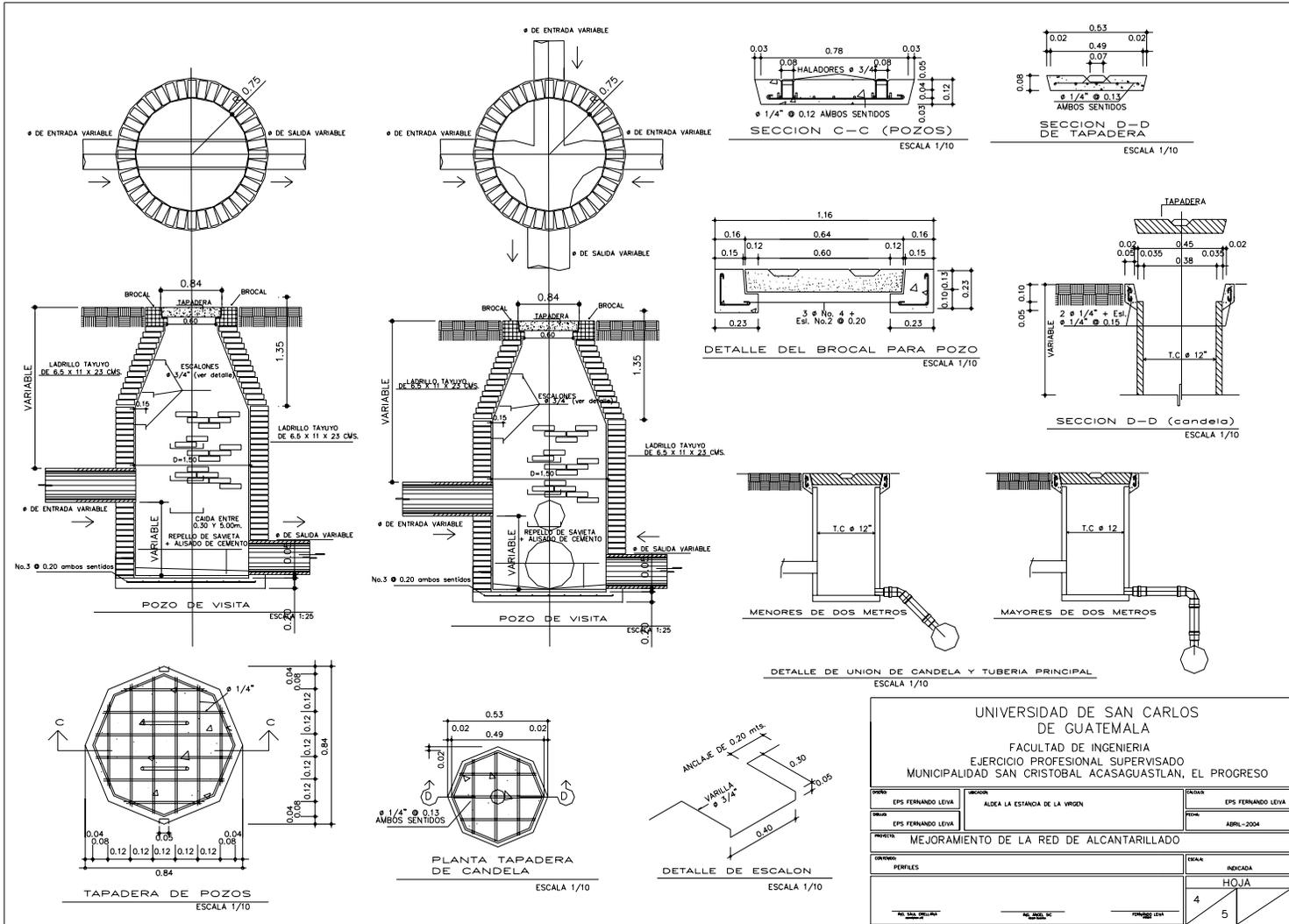


Figura 14. Detalles de elementos sanitarios

Figura 15. Planta de localización del proyecto de agua potable

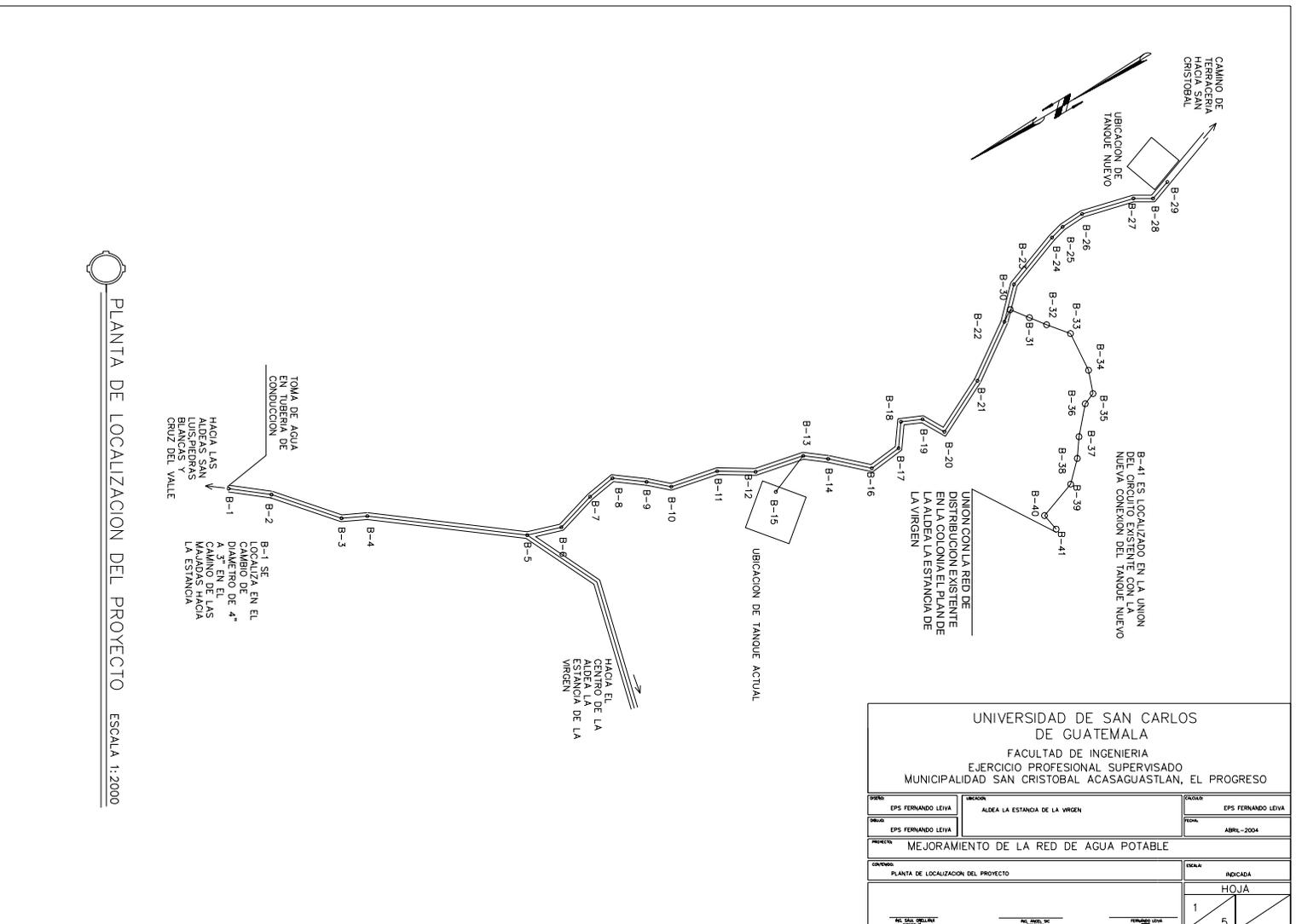


Figura 16. Planta de curvas de nivel para la red de agua potable

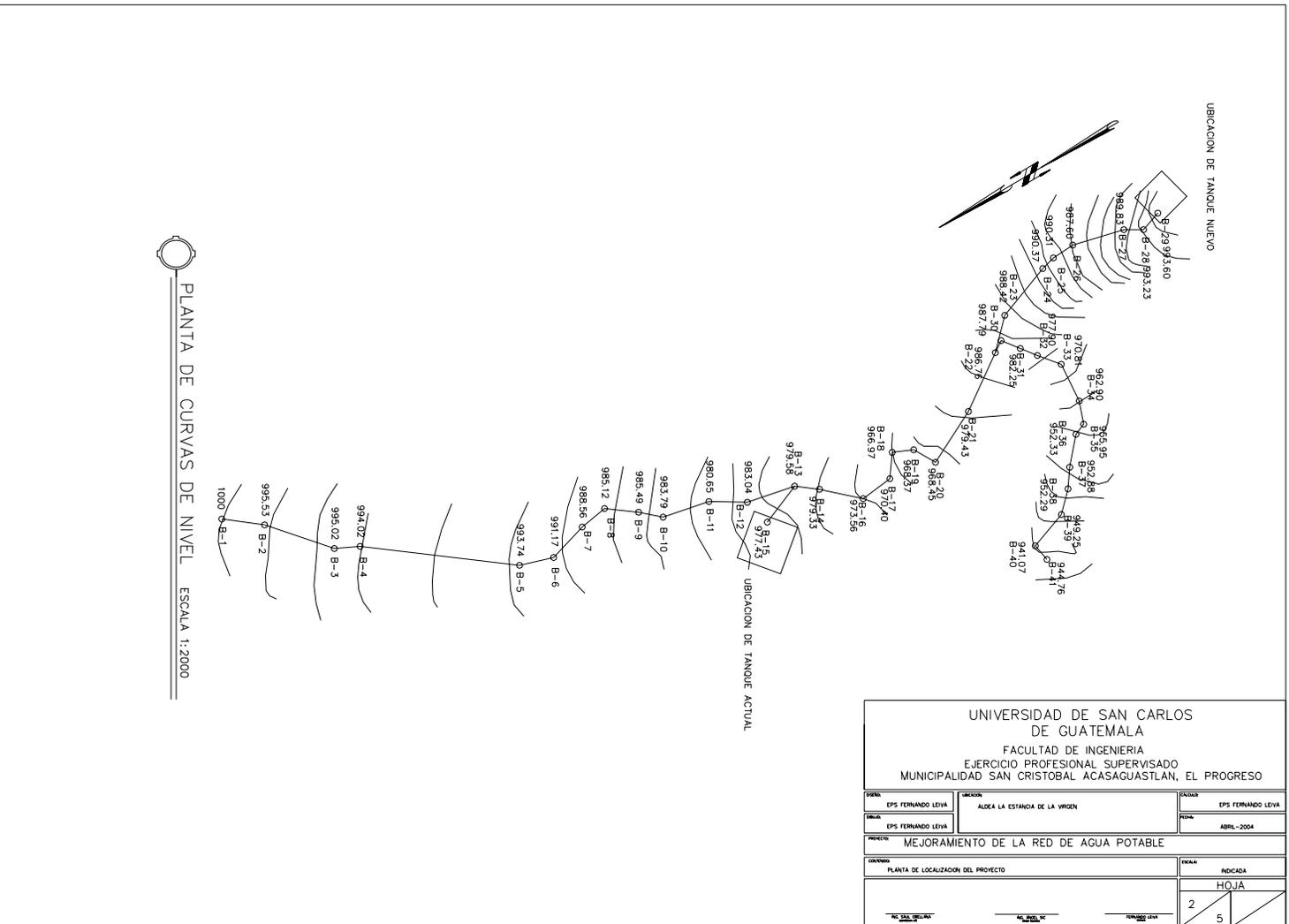
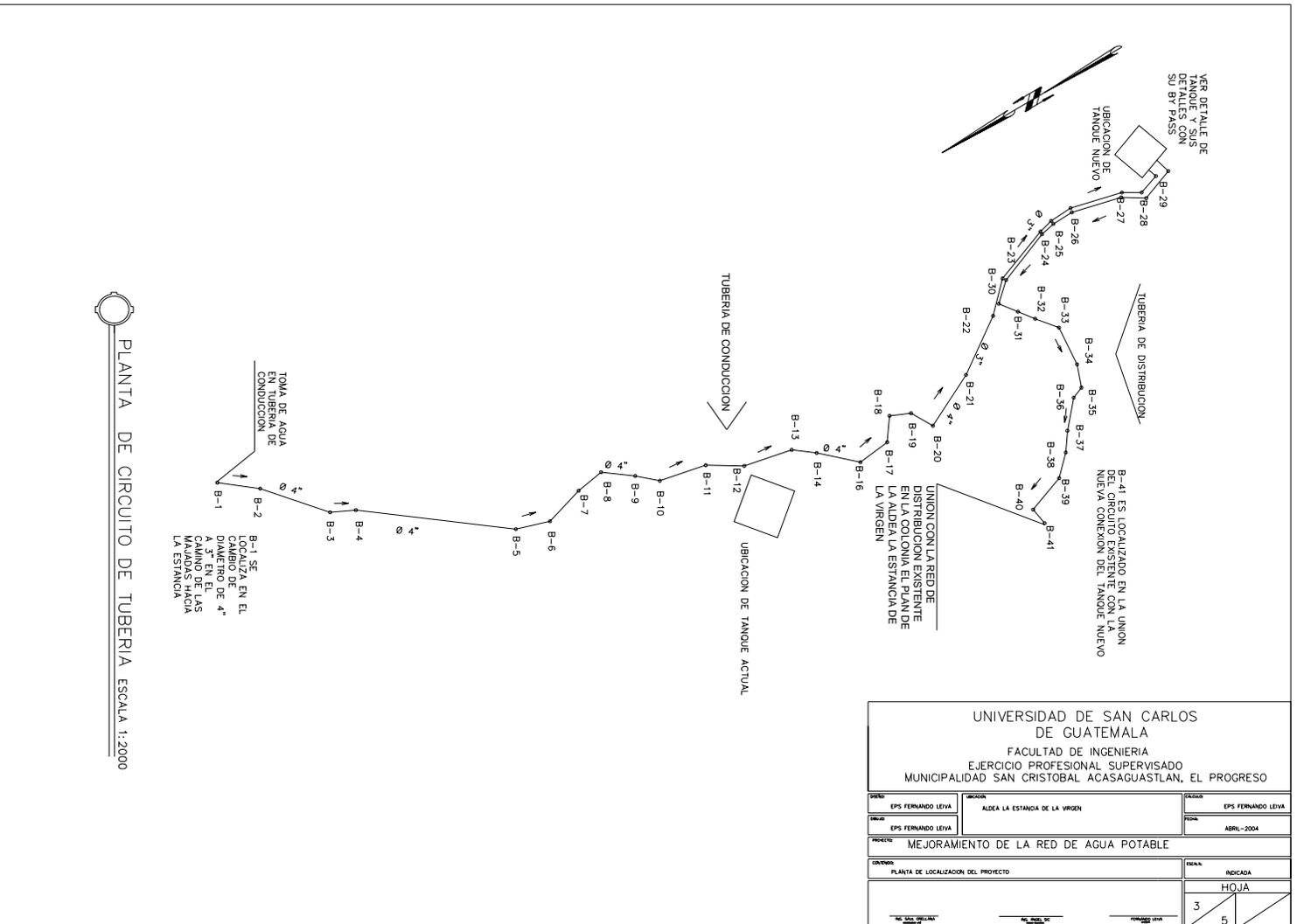
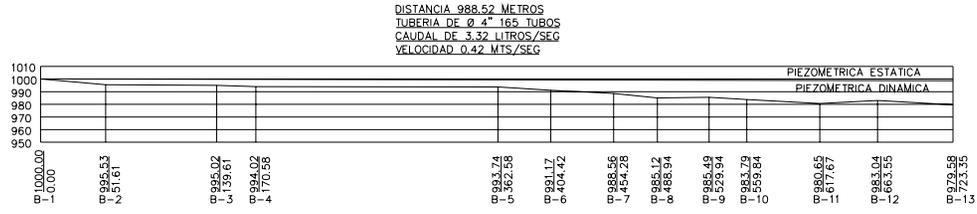
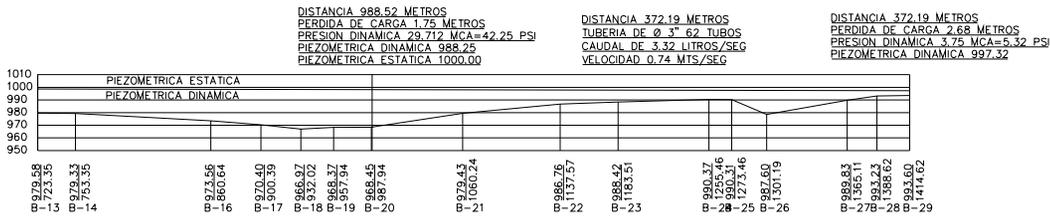


Figura 17. Planta de circuito de tubería para la red de agua potable

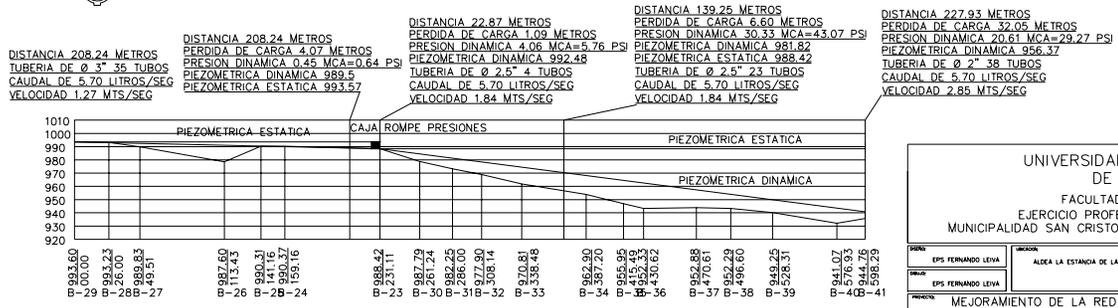




PERFIL DEL TRAMO B-1 A B-13 ESCALA 1:2000



PERFIL DEL TRAMO B-13 A B-29 ESCALA 1:2000



PERFIL DEL TRAMO B-29 A B-41 ESCALA 1:2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD SAN CRISTOBAL ACASAGUASTLAN, EL PROGRESO

SENA	EPIS FERNANDO LEIVA	PROYECTO	ALDEA LA ESTACION DE LA VIRGEN	FECHA	EPIS FERNANDO LEIVA
SENA	EPIS FERNANDO LEIVA	PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LA RED DE AGUA POTABLE	FECHA	ABRIL-2004
CONTADO	PLANTA DE LOCALIZACION DEL PROYECTO	INDICADA	HOJA	1	5

Figura 18. Perfiles de caminamiento de la red de agua

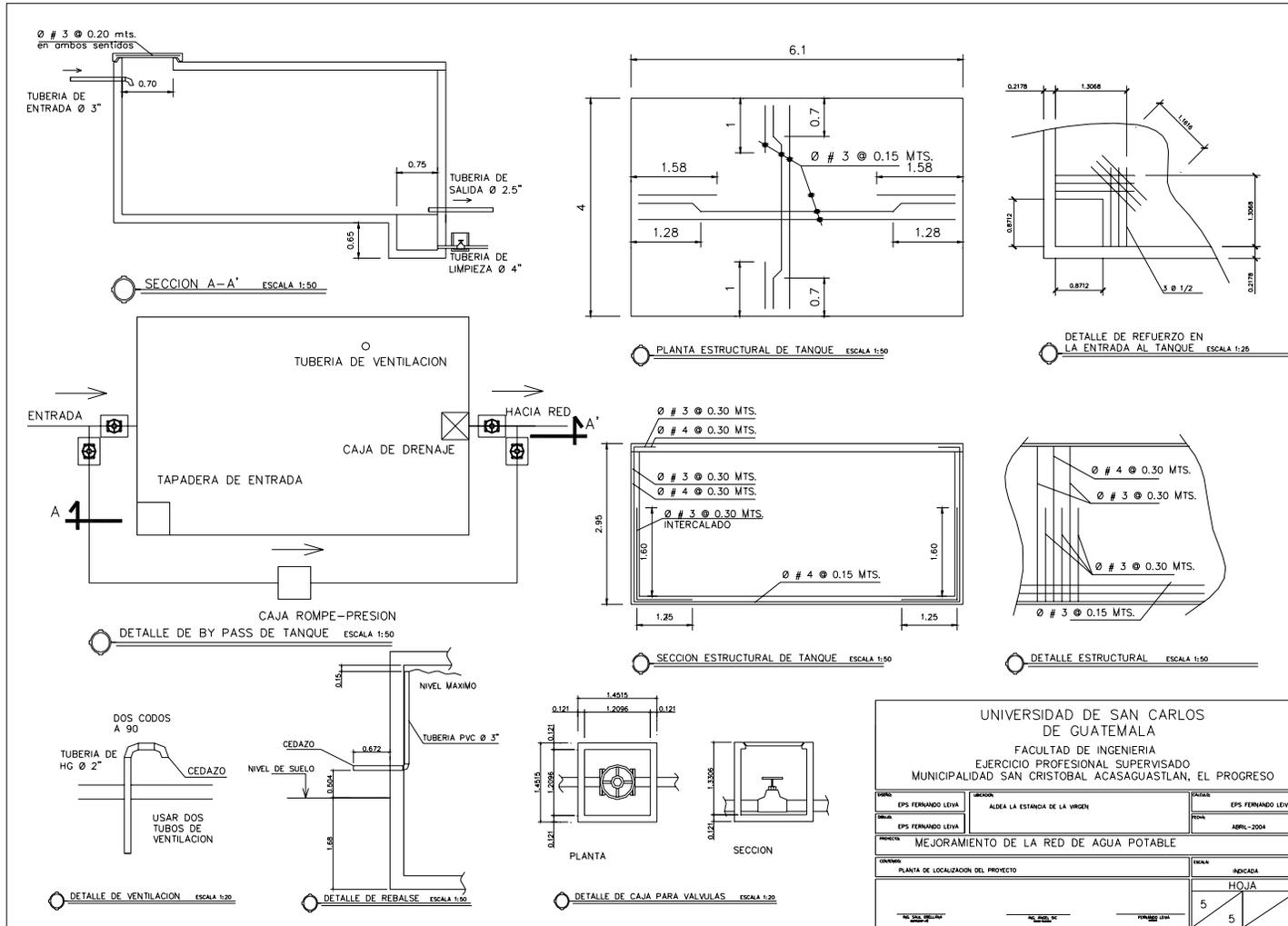


Figura 19. Detalles del tanque de abastecimiento