



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

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA  
LA ALDEA SAN JOSÉ LO DE ORTEGA, MUNICIPIO DE SAN  
JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

**Héctor José Hernández Avilés**  
Asesorado por el Ing. Luís Gregorio Alfaro Véliz

**Guatemala, septiembre de 2008**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA  
LA ALDEA SAN JOSÉ LO DE ORTEGA, MUNICIPIO DE SAN  
JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**HÉCTOR JOSÉ HERNÁNDEZ AVILÉS**  
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Torres Juárez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Efraín Zeceña Girón
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSÉ LO DE ORTEGA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 3 de noviembre de 2006.

Héctor José Hernández Avilés

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>DIOS</b>	Ser supremo que me bendice día a día, por guiarme y fortalecerme siempre.
<b>La Municipalidad de Mixco</b>	Por todo el apoyo que me brinda.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Luís Gregorio Alfaro Véliz Por su asesoría desinteresada a este trabajo de graduación.
<b>La Asociación Integral de Vecinos de Ciudad Quetzal</b>	Por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS)
<b>La Facultad de Ingeniería</b>	Por formarme como profesional.
<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mis padres**

Héctor Samuel y

Olga Amparo

Por sus sabios consejos, por su amor y por ejemplo de lucha.

### **Mi esposa**

Karlita Isabel

Por su amor incondicional, por estar a mi lado siempre y por todos los momentos que hemos pasado juntos.

### **Mis hermanos**

Erick, Marisol, Fabricio, Sammy

Por apoyarme siempre y que mi triunfo sea un ejemplo.

### **Mis sobrinas**

Diana, Viviana y Marielos

Con mucho cariño y amor a mis chiquitas.

### **Mis suegros**

Carlos e Hilda.

Por su cariño y por su confianza depositada en mí.

### **Mis cuñados**

Ivann, Celia y Mariana

Por la amistad y el apoyo que me brindan.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	IX
<b>GLOSARIO</b>	XI
<b>RESUMEN</b>	XV
<b>OBJETIVOS</b>	XVII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XIX
<b>1. INVESTIGACIÓN</b>	1
1.1. Monografía de la aldea San José Lo de Ortega	1
1.1.1. Características socioeconómicas de la comunidad	1
1.1.1.1. Generalidades	1
1.1.1.1.1. Aspectos físicos	1
1.1.1.1.2. Ubicación y localización	2
1.1.1.1.3. Vías de comunicación	3
1.1.1.1.4. Colindancias	3
1.1.1.2. Condición económica	3
1.1.1.2.1. Vivienda	3
1.1.2. Aspectos socioculturales	4
1.1.2.1. Educación	4
1.1.2.2. Religión y costumbres	4
1.1.2.3. Cultura	4
1.1.2.4. Organización social	4
1.1.3. Aspectos demográficos	5
1.1.4. Aspectos topográficos	5
1.1.5. Aspectos climáticos	5

1.1.6.	Servicios y diversiones existentes en la comunidad	5
1.1.6.1.	Agua potable	5
1.1.6.2.	Disposición de aguas residuales	5
1.1.6.2.1.	Inadecuada disposición de aguas residuales	5
1.1.6.3.	Salud	6
1.1.6.4.	Desechos sólidos	6
1.1.6.5.	Transporte	6
1.1.6.6.	Energía eléctrica	6
1.1.6.7.	Teléfono	6
1.1.6.8.	Comercios	6
1.1.6.9.	Diversiones	7
<b>2.</b>	<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA SAN JOSÉ LO DE ORTEGA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.</b>	<b>9</b>
2.1.	Estudio topográfico	9
2.1.1.	Altimetría	9
2.1.2.	Planimetría	10
2.2.	Población futura	10
2.3.	Período de diseño	11



2.4.	Cálculo de caudales	11
2.4.1.	Aspectos generales	11
2.4.1.1.	Caudal	11
2.4.1.2.	Velocidad de flujo	11
2.4.1.3.	Velocidad de arrastre	12
2.4.1.4.	Factor de área	12
2.4.1.5.	Densidad de población	12
2.4.1.6.	Tirante	12
2.4.2.	Caudal domiciliar	13
2.4.3.	Caudal de conexiones ilícitas	13
2.4.4.	Caudal de infiltración	13
2.4.5.	Caudal comercial	13
2.4.6.	Caudal industrial	13
2.4.7.	Factor de Harmond	14
2.4.8.	Factor de caudal medio	14
2.4.9.	Caudal de diseño	15
2.4.10.	Pendientes máximas y mínimas	15
2.5.	Cálculo de cotas Invert	16
2.6.	Tubería	23
2.6.1.	Características	23
2.6.2.	Ventajas	23
2.6.3.	Normas	23
2.6.4.	Diámetros	24
2.6.5.	Factor de rugosidad	24

2.7.	Pozos de visita	25
2.7.1.	Especificaciones de colocación	25
2.7.2.	Especificaciones físicas	26
2.7.3.	Conexiones domiciliarias	26
2.7.4.	Profundidad de tubería	27
2.7.4.1.	Normas y recomendaciones	27
2.8.	Volumen de excavación	27
2.9.	Principios hidráulicos	29
2.9.1.	Ecuación de Manning para flujo en canales	29
2.9.2.	Ecuación a sección llena	29
2.9.3.	Ecuación a sección parcialmente llena	29
2.9.4.	Relaciones hidráulicas	30
2.10.	Propuesta de tratamiento de aguas residuales	32
2.10.1.	Descripción del sistema	32
2.10.2.	Importancia del tratamiento	32
2.10.3.	Proceso de tratamiento	32
<b>3.</b>	<b>CUANTIFICACIÓN Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>	<b>33</b>
<b>4.</b>	<b>VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>	<b>45</b>
4.1.	Características de las amenazas, daños y riesgos para el sistema de alcantarillado	45
4.1.1.	Amenazas naturales	45
4.1.2.	Efectos generales producidos por los terremotos	45
4.1.3.	Daños producidos por terremotos	45

4.2.	Concepto de vulnerabilidad	46
4.2.1.	Cuantificación de la vulnerabilidad	46
4.2.2.	Estimación de la vulnerabilidad	47
4.2.3.	Identificación de la vulnerabilidad	47
4.2.3.1.	Vulnerabilidad administrativa	47
4.2.3.2.	Vulnerabilidad operativa	49
4.2.3.3.	Vulnerabilidad física	49
<b>5.</b>	<b>EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA</b>	<b>51</b>
5.1	Valor presente neto	51
5.2	Tasa interna de retorno	52
<b>6.</b>	<b>EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>55</b>
6.1	En construcción	55
6.2	En operación	55
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>57</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>59</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>61</b>
	<b>APÉNDICE</b>	<b>63</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Mapa de localización	2
2	Esquema de un pozo de visita	25
3	Esquema de la conexión domiciliar	26
4	Esquema de zanja	28

### TABLAS

I	Cálculo del drenaje sanitario	19
II	Profundidad mínima de la cota Invert para evitar ruptura	27
III	Presupuesto del proyecto de drenaje sanitario	33
IV	Cuantificación de materiales para el proyecto de drenaje sanitario	34
V	Cuadro de integración de precios unitarios para el proyecto de drenaje sanitario	35
VI	Análisis socio-económico	53



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>ACI</b>	American Concrete Institute
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana para pruebas y materiales
<b>D</b>	Diámetro de la tubería a sección llena
<b>d/D</b>	Relación de tirantes
<b>E</b>	Estación
<b>FHM</b>	Factor de hora máxima (adimensional)
<b>Gpm</b>	Galones por minuto
<b>H</b>	Altura
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>IVA</b>	Impuesto al valor agregado
<b>Km<sup>2</sup></b>	Kilómetro cuadrado
<b>Q</b>	Caudal a sección llena
<b>R</b>	Radio hidráulico
<b>L/s</b>	Litros por segundo
<b>Lts./hab./día</b>	Litros por habitante por día
<b>M</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>m/s</b>	Metro por segundo
<b>Msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>Mm</b>	Milímetros
<b>m<sup>3</sup>/seg</b>	Metro cúbico por segundo
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>V</b>	Velocidad del flujo en la alcantarilla

<b>V</b>	Velocidad del flujo a sección llena
<b>Q</b>	Caudal de diseño
<b>v/V</b>	Relación de velocidades
<b>a/A</b>	Relación de áreas
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>N</b>	Coefficiente de rugosidad de Manning
<b>s%</b>	Pendiente en porcentaje
<b>PV</b>	Pozo de visita
<b>Y</b>	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla



## GLOSARIO

<b>Agua potable</b>	Agua sanitariamente, segura y agradable a los sentidos.
<b>Agua residual</b>	Son los desperdicios líquidos provenientes de una vivienda, comercio o industria, después de haber sido utilizadas.
<b>Alcantarillado</b>	Conjunto de tuberías, accesorios, o conductos cerrados que trabajan normalmente como canales y que conducen aguas residuales o pluviales.
<b>Bases de diseño</b>	Bases técnicas adoptadas para el diseño de un proyecto.
<b>Candela domiciliar</b>	Cuerpo receptor de las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al colector principal.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa, por unidad de tiempo, en un área determinada.

<b>Colector</b>	Son los conductos que colectan las aguas residuales o pluviales y que las conducen a la planta de tratamiento o a su disposición final.
<b>Alteración del agua</b>	Es la alteración del recurso hídrico, tanto físico con bacteriológico.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
<b>Cota Invert</b>	Es la cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería.
<b>Descarga</b>	Salida de agua residual o pluvial en un punto determinado.
<b>Dotación</b>	Estimación de la cantidad promedio de agua que consume cada habitante en un día.
<b>Factor de rugosidad</b>	Factor que expresa el tipo de superficie de la tubería.

<b>Monografía</b>	Breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región.
<b>Pendiente</b>	Inclinación respecto de una línea horizontal.
<b>Período de diseño</b>	Tiempo durante el cual la obra diseñada prestará un servicio satisfactorio.
<b>Pozos de visita</b>	Son estructuras construidas con el objeto de proporcionar acceso, tanto a los ramales principales como a los colectores, con el propósito de inspeccionar y limpiarlos.
<b>Presión</b>	Es la fuerza ejercida sobre un área determinada.
<b>Tratamiento</b>	Conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas o bacteriológicas, para obtener agua potable.



## RESUMEN

El trabajo de graduación que se presenta a continuación, contiene un informe completo sobre la aldea San José lo de Ortega que se ubica en el Municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala; para el cual se elaboró una investigación de las necesidades de los pobladores del lugar, así como también de la existencia y carencia de los servicios básicos.

Se desarrolló el diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José lo de Ortega; como primer paso, se procedió a realizar el levantamiento topográfico. Cuando se obtuvo la información de campo, se hizo el diseño hidráulico tomándose como base las normas generales más utilizadas en el campo de la ingeniería para el diseño de redes de alcantarillado sanitario y otros parámetros como período de diseño, caudal de diseño, comprobación de las relaciones hidráulicas  $d/D$ ;  $q/Q$  y  $v/V$ . Posteriormente, se elaboró el juego de planos y el presupuesto del mismo.

Para la aldea San José lo de Ortega se diseñó la red de drenaje sanitario con tubería de PVC norma ASTM 3034, de 6 pulgadas diámetro con pozos de visita de mampostería (ladrillo tayuyo de barro cocido).



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la recolección de aguas negras, para la aldea San José lo de Ortega, del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.

### **Específicos**

1. Brindar a todos los miembros del comité de vecinos de la aldea San José lo de Ortega una capacitación sobre el mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario.
2. Describir de manera clara los elementos que integran los costos unitarios, para lograr una buena planificación en el proceso de la compra de los materiales y el equipo necesario para la ejecución del proyecto.





## INTRODUCCIÓN

El informe que a continuación se presenta, detalla la necesidad del diseño de la red de alcantarillado sanitario, debido a las condiciones de salubridad en que se encuentra la población. Es por ello que se optó por el proyecto denominado “DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSÉ LO DE ORTEGA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”, para poder evaluarlo y desarrollarlo en forma apropiada.

La aldea San José lo de Ortega posee una población actual de 816 habitantes, proyectándose un incremento de 1,624 habitantes en 20 años y 3,231 en 40 años, dicha aldea se encuentra en el área rural del municipio de San Juan Sacatepéquez. Actualmente no cuenta con un tratamiento adecuado de aguas negras, las cuales corren a flor de tierra en todo el lugar, causando enfermedades gastrointestinales, de la piel y de otros tipos, entre los pobladores del lugar.

# **1. INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía de la aldea San José lo de Ortega**

### **1.1.1. Características socioeconómicas de la comunidad**

La aldea San José lo de Ortega está localizada en el municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala; la población en su mayoría pertenece a una clase social baja, su actividad principal es la siembra de granos básicos tales como el maíz y el frijol, aunque las nuevas generaciones han optado por buscar otras fuentes de ingresos en la ciudad capital.

#### **1.1.1.1 Generalidades**

La aldea San José lo de Ortega se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 14°42'35.23"N 90°33'32.45"O, a una elevación de 1,505 msnm. Su clima es cálido a templado y la temperatura se mantiene entre los rangos de 18° C mínimo y 30° C máximo y tiene sus estaciones climáticas bien definidas.

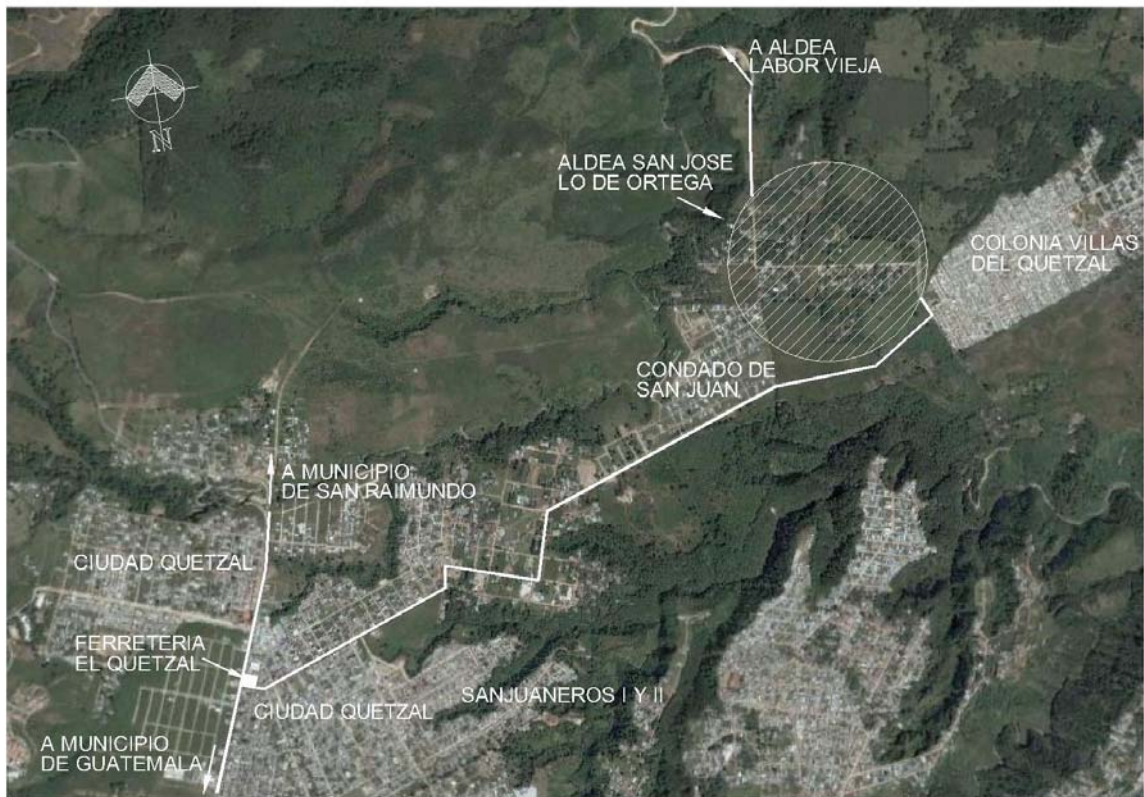
##### **1.1.1.1.1 Aspectos físicos**

La aldea San José lo de Ortega posee una extensión territorial de 536,565 m<sup>2</sup> de los cuales un 30 % es área de viviendas, un 40 % corresponde a terrenos para uso agrícola y un 30 % es área de barranco.

### 1.1.1.1.2 Ubicación y localización

La aldea San José lo de Ortega se encuentra ubicada al oeste de la cabecera municipal de San Juan Sacatepéquez y al norte de la capital de Guatemala.

**Figura 1. Mapa de localización**



#### **1.1.1.1.3 Vías de comunicación**

Para llegar a la aldea San José lo de Ortega se puede tomar dos rutas principales que conducen hacia la misma: la primera ruta es accediendo por Ciudad Quetzal, ingresando por la calle principal de esta colonia pasando por las colonias Sanjuaneros I y II, siguiendo en línea recta por dicha carretera; este camino es de pavimento asfáltico. La segunda ruta es partiendo de la aldea Chillani, hacia el sur, pasando por la aldea Labor Vieja, hasta llegar a la aldea San José lo de Ortega por una calle de terracería.

#### **1.1.1.1.4 Colindancias**

La aldea San José lo de Ortega colinda al norte con la aldea Labor Vieja, al sur con terrenos privados, al este con la colonia Villas del Quetzal, al oeste con las colonias Condado de San Juan y Prados del Quetzal.

#### **1.1.1.2 Condición económica**

El 95% de los habitantes de la aldea San José lo de Ortega son de clase social baja, el 5% restante de los habitantes lo constituye un grupo de terratenientes pertenecientes a la clase social alta.

#### **1.1.1.2.1 Vivienda**

En cuanto a su infraestructura, éstas son de tipología mixta. Es decir, que el levantamiento es de mampostería de block y adobe. La cubierta de techos es de lámina de zinc.

## **1.1.2 Aspectos socio culturales**

### **1.1.2.1 Educación**

En la aldea San José lo de Ortega funciona la Escuela Oficial Rural Mixta San José lo de Ortega, en donde se imparte el nivel primario.

### **1.1.2.2 Religión y costumbres**

El 98% de la población pertenece a la población católica y el 2% restante pertenece a la religión protestante; su feria titular la celebran el 19 de marzo en honor a San José.

### **1.1.2.3 Cultura**

El 95% de los pobladores de la aldea San José lo de Ortega, pertenece a la etnia Cackchiquel.

### **1.1.2.4 Organización social**

La aldea San José lo de Ortega posee un Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), que está conformado por 14 personas quienes son las encargadas de velar por el bien de la comunidad.

## **1.1.3 Aspectos demográficos**

En la aldea existen 100 casas, que en su mayoría están construidas de block con techo de lámina de zinc, aunque existen algunas que fueron construidas de adobe.

#### **1.1.4 Aspectos topográficos**

En toda su extensión, el barrio es de topografía plana, con muchas montañas en sus alrededores, y además está bordeada de barrancos.

#### **1.1.5 Aspectos climáticos**

El clima en la aldea San José lo de Ortega es cálido a templado y la temperatura se mantiene entre los rangos de 18° C mínimo y 30° C máximo según la estación climatológica San Pedro Ayampuc del INSIVUMEH. Por lo general, las precipitaciones son frecuentes en la época lluviosa, por las tardes y en las noches, permitiendo durante esta época, que la temperatura disminuya y sea más fresco el ambiente.

#### **1.1.6 Servicios y diversiones existentes en la comunidad**

##### **1.1.6.1 Agua potable**

La aldea San José lo de Ortega carece de una red de distribución de agua potable, por lo que las viviendas son abastecidas por camiones cisterna.

##### **1.1.6.2 Disposición de aguas residuales**

La aldea San José lo de Ortega no posee un sistema de drenaje sanitario, lo que altera los diferentes sistemas ambientales. Para la evacuación de excretas se utiliza tasa lavable con pozo ciego, con un tubo de ventilación, dejando las aguas grises correr a flor de tierra.

### **1.1.6.3 Salud**

Existe un centro de salud, el cual atiende dos días a la semana y está a cargo del Ministerio de Salud, pero cuando se presentan emergencias, los habitantes deben recurrir al centro de salud ubicado en la colonia Ciudad Quetzal.

### **1.1.6.4 Desechos sólidos**

La aldea no posee el servicio de recolección municipal de basura, por lo que los habitantes depositan sus desechos sólidos en basureros clandestinos.

### **1.1.6.5 Transporte**

El transporte que se dirige a la aldea Chillani es utilizado por la aldea San José lo de Ortega. Este servicio es prestado a cada media hora y se dirige a Ciudad Quetzal y hacia el municipio de Guatemala.

### **1.1.6.6 Energía eléctrica**

El 90% de los habitantes de la aldea posee el servicio de energía eléctrica.

### **1.1.6.7 Teléfono**

Existen 3 compañías de telefonía celular que prestan su servicio a los habitantes de la aldea.

#### **1.1.6.8 Comercios**

Algunas familias se dedican a la venta de insumos básicos y productos varios, por medio de pequeñas tiendas y abarroterías, las cuales generan ingresos para ayudar a la economía del hogar. Además existen comercios como: sastrerías, distribuidoras de materiales de construcción, entre otros.

#### **1.1.6.9 Diversiones**

En la aldea san José lo de Ortega existe un campo de fútbol, en el cual se organizan torneos y campeonatos; este campo es el único centro de entretenimiento para los habitantes de la aldea.





## 2 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA SAN JOSÉ LO DE ORTEGA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

### 2.1 Estudio topográfico

#### 2.1.1 Altimetría

El levantamiento se realizó por medio de nivelación taquimétrica, utilizando para el efecto el mismo equipo de planimetría. La fórmula utilizada para la cota de cada estación es:

$$CT = Cant + AI - HM + \left(\frac{1}{2} K\right) * (HS - HI) * (\text{SEN}^2 Z)$$

Donde: C ant = cota anterior  
AI = altura de instrumento  
HS = hilo superior  
HM = hilo medio  
HI = hilo inferior  
K = constante del aparato = 100  
Z = ángulo cenital

### 2.1.2 Planimetría

El método de levantamiento planimétrico que se utilizó en este proyecto, fue el de conservación del azimut, con vuelta de campana.

El equipo utilizado para realizar el levantamiento topográfico fue:

- Teodolito Wild T-2
- Estadia
- Cinta métrica de 50 metros
- Plomada de centro
- Estacas
- Pintura

### 2.2 Población futura

Para determinar la población futura de diseño Pf, se utilizó el método geométrico y la fórmula correspondiente se presenta a continuación:

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

$$Pf = 3,231 \text{ habitantes}$$

Pf = Población futura (habitantes)

Pa = Población actual (habitantes)

r = Tasa de crecimiento (según I. N. E. = 3.5 %)

n = Período de diseño (años)

Pa = 816 habitantes

r = 0.035

Pf = 3,231 habitantes

n = 40 años

## **2.3 Período de diseño**

El período utilizado en el diseño de la red de alcantarillado sanitario, para la aldea San José lo de Ortega será de 40 años.

## **2.4 Cálculo de caudales**

### **2.4.1 Aspectos generales**

Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario de la aldea San José lo de Ortega se utilizarán las fórmulas generalmente utilizadas en el campo de la ingeniería, utilizando los factores necesarios para garantizar un perfecto funcionamiento de dicha red de alcantarillado sanitario.

#### **2.4.1.1 Caudal**

La determinación del caudal se hará en función de la densidad de población y el caudal por habitante, tomando en cuenta otros aspectos tales como el clima y el período de diseño, que pueden ser fundamentales para el correcto funcionamiento del sistema.

#### **2.4.1.2 Velocidad de flujo**

La velocidad del flujo o caudal negro está determinada por la pendiente del terreno, así como por el diámetro de la tubería y el tipo de tubería que se utiliza. La velocidad del flujo debe ser mayor de 0.30 metros por segundo, para que no exista sedimentación en la tubería, además para evitar taponamientos en las tuberías y menor o igual a 6.0 metros por segundo, para que no exista erosión o desgaste; estos datos son aplicables para tubería de PVC.

### **2.4.1.3 Velocidad de arrastre**

Es la velocidad que se debe cumplir para evitar que los sólidos se sedimenten en las tuberías, para este diseño utilizaremos 0.30 m/seg.

### **2.4.1.4 Factor de área**

Se estimó que cada vivienda tiene en promedio un área de 400 metros cuadrados; de los cuales se considera que 180 corresponden al área de techos y 220 al área de patio.

### **2.4.1.5 Densidad de población**

Para obtener los datos de densidad de vivienda, se recorrió el área de trabajo considerando todas las viviendas. De la encuesta sanitaria se obtuvo un factor de 6 habitantes por vivienda, del cual, con la información de densidad de vivienda, se obtiene un dato de población actual cercano a la realidad, comparado con los datos estimados con base en el último censo existente.

### **2.4.1.6 Tirante**

La altura del tirante o profundidad del flujo deberá ser mayor del 10% del diámetro de la tubería y menor del 75% de la misma; estos parámetros aseguran su funcionamiento como canal abierto, así como la funcionalidad en el arrastre de los sedimentos.

### **2.4.2 Caudal domiciliar**

Es el agua que una vez ha sido usada por los humanos, para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hasta la red de alcantarillado. El caudal domiciliar se calculó utilizando factores tales como dotación, población, factor de retorno, etc.

### **2.4.3 Caudal de conexiones ilícitas**

Son las aguas producidas por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario, ilícitamente. Para el diseño, se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas, cuyo porcentaje puede variar de 0.5% a 2.5%.

### **2.4.4 Caudal de infiltración**

Son las aguas subterráneas que se infiltran entre las tuberías de drenaje. Para la estimación del caudal de infiltración que entra a la tubería, se toma en cuenta el nivel freático del agua subterránea en relación con la profundidad de las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas usadas en las tuberías y la calidad de mano de obra con que se cuenta durante la construcción.

### **2.4.5 Caudal comercial**

Es el agua evacuada de los comercios, tales como comedores, hoteles, etc. En la aldea San José lo de Ortega no existen comercios, por lo que se despreció el cálculo de este caudal.

#### **2.4.6 Caudal industrial**

Se denomina caudal industrial, a los desperdicios líquidos y sólidos transportables por el agua, provenientes de plantas industriales, fábricas, etc.

En la aldea San José lo de Ortega no existen industrias por lo que no se tomó en cuenta el cálculo de este caudal.

#### **2.4.7 Factor de Harmond**

Para el cálculo del factor de Harmond se utilizó la siguiente fórmula:

$$FH = [18 + \sqrt{(P / 1000)}] / [4 + \sqrt{(P / 1000)}]$$

En donde P es la población tanto actual como futura.

#### **2.4.8 Factor de caudal medio**

El factor de caudal medio se obtiene por la sumatoria de los caudales descritos anteriormente, luego se divide entre el número de habitantes. Este factor debe estar comprendido en el rango de 0.002 a 0.005; si el cálculo del factor está en esos límites, se utiliza el calculado; si es inferior o superior, se utilizará el límite más cercano, según sea el caso.

#### **2.4.9 Caudal de diseño**

Este caudal será el utilizado en el diseño del alcantarillado sanitario.

Para calcular el caudal de diseño hay que multiplicar el caudal medio por el factor de flujo (Factor de Harmond), el cual puede variar entre 1.5 a 4.5 de acuerdo con el tamaño de la población.

#### **2.4.10 Pendientes máximas y mínimas**

Para reducir costos por excavación, la pendiente de la tubería deberá adaptarse en lo posible a la pendiente del terreno. Sin embargo, en todos los casos se tiene que cumplir las siguientes especificaciones hidráulicas, que determinan la pendiente apropiada de la tubería:

**a.  $q < Q$**

Donde  $Q$  = Caudal a sección llena y  $q$  = Caudal de diseño

**b.  $0.40 \text{ m/s} < v < 4.00 \text{ m/s}$**

Donde  $v$  = velocidad del caudal de diseño

**c.  $0.10 < d/D < 0.75$**

Donde  $d$  = Tirante y  $D$  = Diámetro interno de la tubería



## 2.5 Cálculo de cotas Invert

Se procederá a diseñar un tramo comprendido entre los pozos de visita PV2 hacia PV1

- Dotación = 100 l/hab/día (se asumió tomando en cuenta el clima y las costumbres de la población)
- Periodo de diseño: 40 años
- Población de diseño (actual) = 300 habitantes
- Densidad de vivienda = 6 habitantes por vivienda
- Factor de retorno FR = 0.80

- **Cotas del terreno**

Cota inicial: 103.48

Cota final: 101.75

- **Distancia horizontal**

DH entre los pozos: 78.10 metros

- **Pendiente del terreno**

$$P = [(103.48 - 101.75) / 78.10] * 100 = 2.22 \%$$

- **Población futura**

1,188 habitantes

- **Factor de flujo (Factor de Harmond)**

$$FH = [18 + \sqrt{(1,188 / 1000)}] / [4 + \sqrt{(1,188 / 1000)}] = 3.75$$

- **Caudal de diseño**

$$Q_{\text{diseño}} = [(1,188 \text{ habitantes}) * (3.75) * (0.003)] = 13.36 \text{ l/s}$$

## Diseño hidráulico

Diámetro del tubo: 6"

Pendiente del terreno: 2.22 %

Pendiente de la tubería: 1.00 %

- **Velocidad a sección llena**

Utilizando la fórmula de Manning, se tiene:

$$V = [0.03429 * 6^{2/3} * 0.01^{1/2}] / 0.01 = 1.13 \text{ m/seg}$$

- **Capacidad a sección llena**

$$A = [\pi/4 * (6 * 0.0254)^2] = 0.01824 \text{ m}^2$$

$$Q = (1.13 \text{ m/s} * 0.01824 \text{ m}^2) * 1000 \text{ lt/m}^3 = 20.65 \text{ l/s}$$

- **Relaciones hidráulicas**

$$q/Q = (13.36 \text{ lt/s}) / (20.65 \text{ lt/s}) = 0.647$$

Cumple la condición  $q/Q$  de la tabla de relaciones hidráulicas y se obtienen los siguientes valores:

$$v/V = 1.06 \rightarrow v = (1.06 * 1.13 \text{ m/s}) = 1.20 \text{ m/s}$$

$$d/D = 0.58$$

- **Revisando especificaciones hidráulicas:**

$$13.36 \text{ lt/s} < 20.65 \text{ lt/s}$$

$$q < Q$$

$$0.4 \text{ m/s} < v < 4 \text{ m/s}$$

$$0.4 \text{ m/s} < \mathbf{1.2 \text{ m/s}} < 4 \text{ m/s}$$

$$0.1 < d/D < 0.75$$

$$0.1 < \mathbf{0.58} < 0.75$$

- **Cota Invert de salida del pozo 2**

Cota final del pozo 2  $-2.84 =$  cota Invert inicial

$$103.48 - 2.84 = 100.64$$

- **Cota Invert de entrada del pozo 1**

$$100.64 - [1\% * 78.10] = 99.86$$

- **Altura del pozo 2**

Cota del terreno  $-$  cota Invert de salida  $=$  altura del pozo 2

$$103.48 - 100.64 = 2.84 \text{ metros}$$

- **Altura del pozo 1**

Cota del terreno  $-$  cota Invert de salida  $=$  altura del pozo 1

$$101.75 - 99.83 = 1.92 \text{ metros}$$

- **Volumen de excavación**

$$\text{Vol. Exc.} = ([2.84 + 1.92]/2) * 78.10 * 0.60 = 111.53 \text{ m}^3$$

Tabla I. Cálculo del drenaje sanitario

**MEMORIA DE CÁLCULO ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA  
SAN JOSÉ LO DE ORTEGA, SAN JUAN SACATEPEQUEZ**

De P.V.	A.P.V.	Cotas Terreno		D.H.	Terreno		Hls. Casas		Habitantes a Servir		F.H.		Fqm		Q Diseño (lit/seg)		Diámetro (pulgadas)	S% Tubo
		Inicio	Final		S %	Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Actual	Futuro			
23	14	106.2	107.78	46.29	5	5	0.91	5	30	119	4.35	4.22	0.003	0.39	1.50	6	1.49	
14	13	107.78	107	59.46	4	9	1.31	54	214	4.31	4.14	0.003	0.70	2.65	6	1.16		
12	13	107.17	107	40	4	4	0.43	24	95	4.37	4.25	0.003	0.31	1.21	6	0.9		
13	11	107	106.94	8.39	4	17	0.72	102	404	4.24	4.02	0.003	1.30	4.87	6	1		
10	11	106	106.94	38.27	2	2	-2.46	12	48	4.41	4.32	0.003	0.16	0.62	6	1.65		
11	9	106.94	106.76	17.84	3	22	1.01	132	523	4.21	3.96	0.003	1.67	6.22	6	1.01		
8	9	105.84	106.76	64.78	1	1	-1.42	6	24	4.43	4.37	0.003	0.08	0.31	6	0.9		
9	7	106.76	106.37	25.19	2	25	1.55	150	594	4.19	3.93	0.003	1.89	7.01	6	0.71		
5	6	106.96	106.05	60	4	4	1.52	24	95	4.37	4.25	0.003	0.31	1.21	6	1.52		
6	7	106.05	106.37	80	6	10	-0.40	60	238	4.30	4.12	0.003	0.77	2.94	6	1.15		
7	4	106.37	103.13	88.58	8	33	3.66	198	784	4.15	3.87	0.003	2.46	9.09	6	2.14		
4	3	103.13	103.91	100	5	38	-0.78	228	903	4.13	3.83	0.003	2.82	10.37	6	0.6		
3	2	103.91	103.48	69.66	4	42	0.62	252	980	4.11	3.80	0.003	3.11	11.38	6	0.6		
2	1	103.48	101.75	78.1	8	50	2.22	300	1188	4.08	3.75	0.003	3.67	13.36	6	1		

RAMAL 1

Continúa

MEMORIA DE CÁLCULO ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA  
SAN JOSE LO DE ORTEGA, SAN JUAN SACATEPEQUEZ

De P.V.	A.P.V.	Cotas Terreno		D.H.	Terreno S %	No. Casas		Habitantes a Servir		F.H.		Fqm l/s/hab	Q Diseño (lt/seg)		Diametro (pulgadas)	S% Tubo
		Inicío	Final			Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro		
<b>RAMAL 2</b>																
16	16	111.81	111.73	43.16	0.19	3	3	18	71	4.38	4.28	0.003	0.24	0.92	6	1.15
15	16	111.81	111.73	89.1	-0.17	3	3	18	71	4.39	4.28	0.003	0.24	0.92	6	0.9
16	19	111.73	111.74	12.61	-0.08	1	7	42	166	4.33	4.18	0.003	0.55	2.08	6	0.9
18	19	110.98	111.74	73.74	-1.03	3	3	18	71	4.38	4.28	0.003	0.24	0.92	6	0.9
19	20	111.74	111.8	58.73	0.24	3	13	78	309	4.27	4.07	0.003	1.00	3.77	6	0.9
20	21	111.6	111.43	11.11	1.53	2	15	90	366	4.26	4.05	0.003	1.15	4.32	6	0.9
21	22	111.43	110.66	46.39	1.66	4	19	114	451	4.23	4.00	0.003	1.45	5.41	6	0.9
22	23	110.66	108.2	66	3.73	4	23	138	546	4.20	3.95	0.003	1.74	6.48	6	1.59
23	24	108.2	108.48	15.99	-1.75	0	23	138	546	4.20	3.95	0.003	1.74	6.48	6	1
24	29	108.48	108.3	4.84	3.72	0	23	138	546	4.20	3.95	0.003	1.74	6.48	6	2
25	26	113.56	113.33	44.2	0.52	4	4	24	95	4.37	4.25	0.003	0.31	1.21	6	1
26	27	113.33	111.38	26	7.50	3	7	42	166	4.33	4.18	0.003	0.55	2.08	6	1.5
27	28	111.38	109.09	20	11.45	2	9	54	214	4.31	4.14	0.003	0.70	2.65	6	3
28	29	109.09	108.3	20	3.95	2	11	66	261	4.29	4.10	0.003	0.85	3.22	6	3.8
29	31	108.3	106.89	70.04	2.01	8	42	252	988	4.11	3.80	0.003	3.11	11.38	6	1.37
30	31	105.68	106.89	80	-1.51	3	3	18	71	4.39	4.28	0.003	0.24	0.92	6	0.9
31	34	105.68	106.62	19.04	1.42	1	46	276	1093	4.09	3.77	0.003	3.39	12.37	6	1
32	33	105.66	105.69	55	-0.04	3	3	18	71	4.38	4.28	0.003	0.24	0.92	6	0.9
33	34	105.68	106.42	50	-1.48	2	5	30	119	4.35	4.22	0.003	0.39	1.50	6	0.9
34	35	105.42	106.15	11.35	2.38	1	52	312	1235	4.07	3.74	0.003	3.61	13.86	6	0.97
35	36	105.43	106.15	100	3.26	5	5	30	119	4.35	4.22	0.003	0.39	1.50	6	2
36	39	105.15	105.02	42	2.69	2	59	364	1402	4.05	3.70	0.003	4.30	15.56	6	0.9
37	38	105.96	106.37	55	1.07	3	3	18	71	4.38	4.28	0.003	0.24	0.92	6	1.02
38	39	106.37	105.02	55	2.45	3	6	36	143	4.34	4.20	0.003	0.47	1.80	6	0.9
39	40	105.02	102.48	85.97	2.95	7	72	432	1710	4.01	3.64	0.003	5.19	18.67	6	1.9
40	41	102.48	101.33	43.11	2.67	2	74	444	1758	4.00	3.63	0.003	5.33	2.60	6	2.6
41	42	101.33	97.34	59.04	6.76	2	76	456	1805	3.99	3.62	0.003	5.46	19.61	6	6.71
42	43	97.34	93.28	48.46	8.38	3	79	474	1877	3.99	3.61	0.003	5.67	20.31	6	8.32
43	44	93.28	91.52	39.05	4.51	2	81	486	1924	3.98	3.60	0.003	5.80	20.77	6	4.43
44	45	91.52	89.09	50.76	4.79	1	82	492	1948	3.98	3.59	0.003	5.87	21.01	6	4.73
45	46	89.09	85.53	45.89	7.76	2	84	504	1985	3.97	3.59	0.003	6.01	21.47	6	6
46	47	85.53	84.41	30.37	3.69	2	85	516	2043	3.97	3.58	0.003	6.14	21.93	6	3.65

Continúa

**MEMORIA DE CÁLCULO ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA  
SAN JOSÉ LO DE ORTEGA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ**

De P.V.	A.P.V.	Sec. Llena	Rel q/Q		Rel v/V		Vel		Rel d/D		Cota Invert		Profundidad del Pozo		
			Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Inicio	Final	Inicio	Final	
23	14	1.38	25.21	0.015546148	0.05968	0.36	0.548	0.50	0.76	0.09	0.17	107.06	106.37	1.14	1.41
14	13	1.22	22.24	0.031373027	0.119298	0.45	0.669	0.55	0.82	0.12	0.23	106.34	105.65	1.44	1.35
12	13	1.07	19.59	0.016056637	0.061828	0.37	0.548	0.40	0.59	0.09	0.17	105.98	105.62	1.19	1.38
13	11	1.13	20.65	0.062838068	0.235826	0.55	0.817	0.62	0.93	0.17	0.33	105.59	105.51	1.41	1.43
10	11	1.45	26.53	0.005979791	0.023205	0.27	0.414	0.40	0.60	0.06	0.11	104.90	104.27	1.10	2.87
11	9	1.14	20.76	0.080293501	0.298449	0.60	0.868	0.68	0.99	0.19	0.37	104.24	104.06	2.70	2.70
8	9	1.07	19.59	0.004072964	0.015985	0.24	0.368	0.26	0.40	0.05	0.09	104.47	103.89	1.37	2.87
9	7	0.95	17.40	0.108371655	0.40282	0.65	0.943	0.62	0.90	0.22	0.44	103.86	103.68	2.90	2.69
5	6	1.40	25.46	0.012355321	0.047575	0.34	0.511	0.48	0.71	0.08	0.15	105.61	104.70	1.35	1.35
6	7	1.21	22.15	0.034930546	0.132665	0.47	0.692	0.57	0.84	0.13	0.25	104.67	103.75	1.38	2.62
7	4	1.66	30.21	0.081583089	0.300906	0.60	0.868	0.99	1.44	0.19	0.37	103.65	101.75	2.72	1.38
4	3	0.88	16.00	0.178441273	0.648042	0.75	1.06	0.66	0.93	0.28	0.58	101.72	101.12	1.41	2.79
3	2	0.88	16.00	0.194208652	0.711096	0.76	1.083	0.67	0.95	0.29	0.62	101.09	100.67	2.82	2.81
2	1	1.13	20.65	0.177725911	0.647091	0.75	1.06	0.85	1.20	0.28	0.58	100.64	99.86	2.84	1.89

RAMAL 1

Continúa

MEMORIA DE CÁLCULO ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA  
SAN JOSÉ LO DE ORTEGA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

De P.V.	A.P.V.	Sec. Llana		Rel q0		Rel vV		Vel		Rel dD		Cota Invert		Profundidad del Pozo	
		Vel. (m/s)	Q (l/s)	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Inicio	Final	Inicio	Final
PAMMAL 2															
17	16	1.21	22.15	0.010694643	0.041326	0.327	0.49	0.40	0.59	0.07	0.14	110.56	110.06	1.25	1.67
15	16	1.07	19.59	0.012089099	0.046714	0.334	0.511	0.36	0.55	0.08	0.15	110.26	109.64	1.35	2.09
16	19	1.07	19.59	0.027841359	0.106333	0.432	0.651	0.46	0.70	0.11	0.22	109.61	109.49	2.12	2.25
18	19	1.07	19.59	0.012089099	0.046714	0.334	0.511	0.36	0.55	0.08	0.15	109.73	109.07	1.25	2.67
19	20	1.07	19.59	0.051014569	0.192593	0.522	0.761	0.56	0.82	0.15	0.29	109.04	108.51	2.70	3.09
20	21	1.07	19.59	0.058645778	0.22072	0.538	0.79	0.58	0.85	0.16	0.31	108.48	108.38	3.12	3.05
21	22	1.07	19.59	0.073791525	0.276204	0.577	0.843	0.62	0.91	0.18	0.35	108.35	107.93	3.08	2.73
22	23	1.43	26.04	0.066808046	0.248872	0.568	0.83	0.81	1.18	0.18	0.34	107.90	106.85	2.76	1.35
23	24	1.13	20.65	0.084241741	0.313815	0.605	0.879	0.68	1.00	0.20	0.38	106.82	106.66	1.38	1.82
24	29	1.60	28.21	0.059567906	0.221901	0.548	0.804	0.88	1.29	0.17	0.32	106.63	106.53	1.85	1.77
25	26	1.13	20.65	0.015232663	0.058655	0.361	0.538	0.41	0.61	0.09	0.16	112.21	111.77	1.35	1.56
26	27	1.39	25.29	0.021566824	0.082363	0.401	0.596	0.56	0.83	0.10	0.19	110.42	110.03	2.91	1.35
27	28	1.96	35.77	0.019508541	0.074182	0.388	0.577	0.76	1.13	0.10	0.18	108.34	107.74	3.04	1.35
28	29	2.21	40.26	0.021092023	0.079699	0.401	0.596	0.89	1.32	0.10	0.19	107.71	106.95	1.38	1.35
29	31	1.33	24.17	0.1285247	0.470591	0.684	0.983	0.91	1.30	0.24	0.48	106.50	105.54	1.80	1.35
30	31	1.07	19.59	0.012089099	0.046714	0.334	0.511	0.36	0.55	0.08	0.15	104.33	103.61	1.35	3.28
31	34	1.13	20.65	0.16417799	0.599175	0.73	1.033	0.83	1.17	0.27	0.55	103.58	103.39	3.31	3.23
32	33	1.07	19.59	0.012089099	0.046714	0.334	0.511	0.36	0.55	0.08	0.15	104.31	103.82	1.35	1.87
33	34	1.07	19.59	0.020002978	0.07679	0.393	0.587	0.42	0.63	0.10	0.19	103.79	103.34	1.90	3.09
34	36	1.12	20.34	0.187334386	0.681186	0.761	1.072	0.85	1.20	0.29	0.60	103.31	103.19	3.12	2.96
35	36	1.60	29.21	0.013418406	0.051512	0.348	0.522	0.56	0.84	0.08	0.15	106.80	104.80	2.63	1.35
36	39	1.07	19.59	0.219344644	0.794164	0.79	1.108	0.85	1.19	0.31	0.67	103.16	102.79	2.99	2.23
37	38	1.14349711	20.8588	0.01355731	0.04388	0.327	0.501	0.37	0.57	0.07	0.14	104.61	104.05	2.35	2.32
38	39	1.0741285	19.5934	0.023930611	0.091619	0.414	0.624	0.44	0.67	0.11	0.21	104.02	103.52	2.35	1.50
39	40	1.500672529	28.4685	0.182371385	0.655648	0.747	1.066	1.17	1.66	0.28	0.59	102.76	101.12	2.26	1.36
40	41	1.825667395	33.3024	0.159997215	0.078073	0.73	0.587	1.33	1.07	0.27	0.19	101.09	99.97	1.39	1.36
41	42	2.932893179	53.4995	0.102140058	0.36648	0.644	0.913	1.89	2.68	0.22	0.41	99.94	95.98	1.39	1.36
42	43	3.265853119	59.5731	0.095146254	0.340897	0.624	0.902	2.04	2.95	0.21	0.40	95.95	91.92	1.39	1.36
43	44	2.383070269	43.4701	0.133508573	0.477899	0.692	0.983	1.65	2.34	0.25	0.48	91.89	90.16	1.39	1.36
44	45	2.462439424	44.9179	0.13071109	0.46767	0.684	0.983	1.68	2.42	0.24	0.48	90.13	87.73	1.39	1.36
45	46	2.773387862	50.5899	0.118725912	0.424404	0.669	0.955	1.86	2.85	0.23	0.45	86.93	84.18	2.16	1.35
46	47	2.163124009	39.456	0.155637707	0.555855	0.716	1.023	1.55	2.21	0.26	0.53	84.15	83.04	1.38	1.37

## **2.6 Tuberías**

### **2.6.1 Características**

Las tuberías a utilizar en el diseño están formadas por el enrollamiento de una banda fabricada con resinas de PVC; este tipo de tuberías puede emplearse en la mayoría de las conducciones de agua cuando éstas funcionen como un canal abierto o a baja presión.

### **2.6.2 Ventajas**

Entre las ventajas de utilizar tubería de tipo PVC corrugado se puede mencionar las siguientes:

- Se utiliza menos tiempo para su instalación
- Requiere menor cantidad de personal para su instalación
- Mayor capacidad de resistencia a diferenciales de presión
- Implica mejor capacidad de conducción de aguas residuales

### **2.6.3 Normas**

La colocación de la tubería de PVC corrugado debe hacerse a una profundidad tal, que no sea afectada la tubería por las inclemencias del tiempo, principalmente por las cargas transmitidas por el tráfico, que puedan causar rupturas en los tubos.



La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la tubería, en cualquier punto de su extensión, deberá cumplir con lo estipulado en la tabla II.

La cota Invert mínima, se calcula sumando la profundidad por tráfico, con el espesor del tubo, más el diámetro interior de éste.

#### **2.6.4 Diámetros**

Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario de la aldea San José lo de Ortega se propone un diámetro de 6 pulgadas, con una longitud de tubo de 20 pies, dichas tuberías serán del tipo PVC corrugado.

#### **2.6.5 Factor de rugosidad**

El factor de rugosidad “ $n$ ” de Manning recomendado para el diseño de drenajes con tuberías de PVC corrugado es de 0.01, mismo que se aplicará para el diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José lo de Ortega.

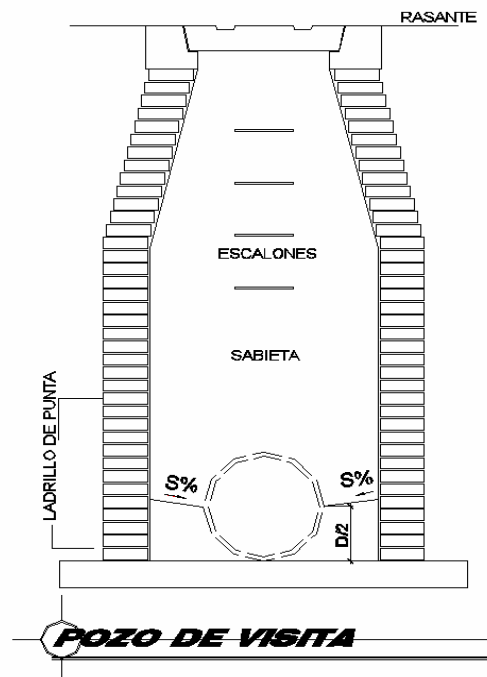
## 2.7 Pozos de visita

### 2.7.1 Especificaciones de colocación

Los pozos de visita son parte de las obras de un alcantarillado y se utilizan tanto para inspeccionar como para limpiar las tuberías. Los pozos de visita serán colocados en los siguientes casos:

- Al comienzo de todo colector
- En todas las intersecciones de tuberías
- En todo cambio de sección o diámetro
- En todo cambio de dirección de las tuberías
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 metros

Figura 2. Esquema de un pozo de visita



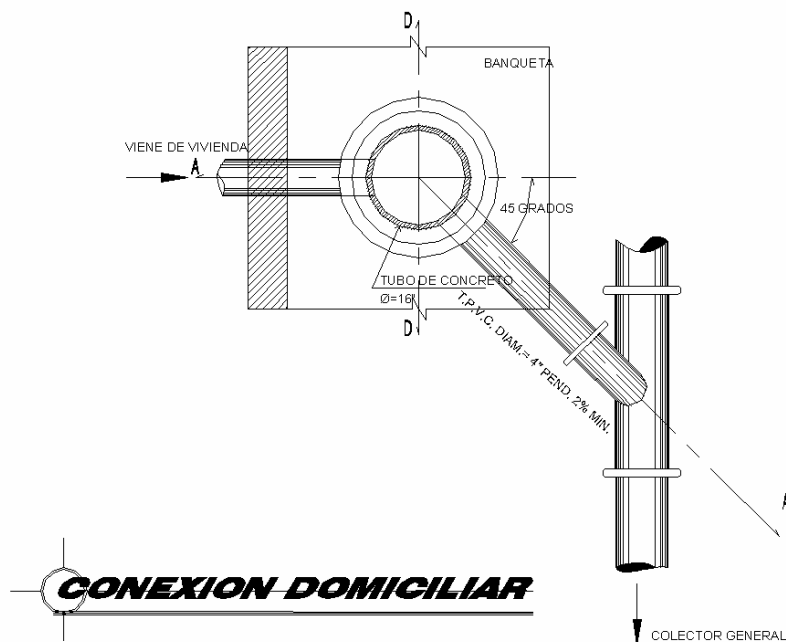
### 2.7.2 Especificaciones físicas

La base y la tapa de los pozos de visita serán construidos de hormigón armado, el cuerpo de los pozos de visita será construido de ladrillo tayuyo de barro cocido tal y como se indica en los planos.

### 2.7.3 Conexiones domiciliarias

Se construirá una conexión domiciliar por cada vivienda existente, se hará por medio de una caja de registro construida con tubos de cemento de 16 pulgadas de diámetro colocados en forma vertical, a la cual llega la tubería proveniente del drenaje de la vivienda a servir; además, de la caja de registro sale una tubería de 4 pulgadas de diámetro que llega al colector principal.

Figura 3. Esquema de una conexión domiciliar



## 2.7.4 Profundidad de tubería

### 2.7.4.1 Normas y recomendaciones

En la tabla II se presentan los valores de profundidad mínima de la cota Invert, de la cual depende la profundidad mínima del pozo de visita al inicio y final del tramo y ancho de la zanja, la cual depende del diámetro de tubería y de la profundidad.

**Tabla II. Profundidad mínima de la cota Invert para evitar ruptura (cm.)**

Diámetro de tubo	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tráfico Normal	111	117	122	128	134	140	149	165
Tráfico pesado	131	137	142	148	154	160	169	185

## 2.8 Volumen de excavación

La cantidad de tierra o volumen de excavación que se removerá para colocar la tubería, será determinada a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de la zanja, (que depende del diámetro de la tubería a instalar que para este caso será de 6 pulgadas) y la longitud entre pozos. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = \left[ \left( \frac{H_1 + H_2}{2} \right) * d * h \right]$$

Donde:  $V$  = volumen de excavación, en metros cúbicos ( $m^3$ )  
 $h_1$  = profundidad del primer pozo, en metros (m)  
 $h_2$  = profundidad del segundo pozo, en metros (m)  
 $d$  = distancia entre pozos, en metros (m)  
 $a$  = ancho de la zanja, en metros (m)

**Figura 4. Esquema de zanja**



## **2.9 Principios hidráulicos**

### **2.9.1 Ecuación de Manning para flujo en canales**

La fórmula de Manning es una de las fórmulas más utilizadas en el cálculo de alcantarillas y con ella se podrá calcular la velocidad del flujo; dicha fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$V = (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

**n** = Coeficiente adimensional de rugosidad de Manning

**R** = Radio hidráulico expresado en metros.

**S** = Pendiente de la tubería en mm/mm (milímetro sobre milímetro)

### **2.9.2 Ecuación a sección llena**

Esta fórmula es utilizada para el cálculo del caudal a sección llena y se representa de la siguiente forma:

$$Q = V * A$$

**Q** = caudal a tubo a sección llena en m<sup>3</sup>/s

**A** = área de la tubería en m<sup>2</sup>

**V** = velocidad a sección llena en m/s

### **2.9.3 Ecuación a sección parcialmente llena**

Los ramales de los sistemas sanitarios nunca se diseñan para fluir a sección llena, por lo que se analizarán los elementos hidráulicos de la sección parcialmente llena (indicados por una letra minúscula) y su relación con el

elemento correspondiente de la sección totalmente llena (indicados por una letra mayúscula).

#### Elementos hidráulicos:

- Altura de tirante d: 
$$d = \frac{D}{2} * \left( 1 - \cos \frac{\theta}{2} \right)$$

- Área a: 
$$a = \frac{D^2}{4} * \left( \frac{\pi * \theta}{360} - \frac{\sin \theta}{2} \right)$$

- Perímetro mojado p: 
$$p = \frac{\pi * D * \theta}{360}$$

- Radio hidráulico r: 
$$r = \frac{\pi * D * \theta}{360}$$

- Velocidad v: 
$$v = \frac{1}{n} * r^{2/3} * s^{1/2}$$

- Caudal de diseño: 
$$Q_{\text{diseño}} = a * v$$

#### 2.9.4 Relaciones hidráulicas

Los sistemas de alcantarillado circular trabajan comúnmente a sección parcialmente llena, ya que el caudal nunca es constante, con lo cual se provoca una variación en el flujo, que a su vez hace variar el área transversal del líquido y la velocidad de éste.

Para el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena, se han relacionado los términos de la sección totalmente llena, con los de la sección parcialmente llena, con el fin de facilitar y agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico. De los resultados obtenidos, se construyó el gráfico y las tablas de relaciones hidráulicas.

Primeramente, hay que determinar la velocidad y el caudal del tubo a sección llena por medio de las ecuaciones ya conocidas; con estos datos, se obtiene la relación de caudales ( $q/Q$ ) (caudal de diseño entre caudal a sección llena); este valor se busca en las tablas; si no se encuentra el valor exacto, se busca uno que sea aproximado. En la columna de la izquierda, se ubica la relación ( $v/V$ ); ese resultado se multiplica por el valor de la velocidad sección llena; para encontrar la velocidad de la sección parcial, se deben considerar las siguientes especificaciones:

a)  $Q_{dis} \leq Q_{secc. Llena}$

b) La velocidad debe estar comprendida entre:

$$0.40 \text{ m/s} \leq v \leq 4.00 \text{ m/s}$$

c) El tirante debe estar entre:

$$0.10 \leq \frac{d}{D} \leq 0.75$$



## **2.10 Propuesta de tratamiento de aguas residuales**

### **2.10.1 Descripción del sistema**

El sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto en el diseño de la red de alcantarillado sanitario será un tratamiento primario, por medio del cual se separan o eliminan aproximadamente de un 40% a un 60% de los sólidos suspendidos en las aguas negras, mediante el proceso físico de asentamiento en el tanque de sedimentación. Este porcentaje se puede mejorar agregando ciertos productos químicos, obteniendo la separación de hasta un 90% de los sólidos suspendidos.

### **2.10.2 Importancia del tratamiento**

El uso de sistemas de tratamiento de aguas residuales es de suma importancia, ya que por este medio se dispondrá de manera adecuada el efluente proveniente del sistema de alcantarillado, de esta forma se evitará la contaminación del medio ambiente y con ello también mejorará la salud y la calidad de vida de los habitantes del sector.

### **2.10.3 Proceso del tratamiento**

El proceso propuesto se describe de la siguiente manera:

El efluente proveniente del sistema de alcantarillado se conectará a un desarenador como primer paso, luego el efluente llegará al tanque Imhoff para sedimentar y separar los sólidos que serán depositados en el patio de secado de lodos, para finalmente llegar a los pozos de absorción.

### 3 CUANTIFICACIÓN Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

**Tabla III. Presupuesto del proyecto de drenaje sanitario**

**PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE DRENAJE SANITARIO**

**PROYECTO:**

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSÉ LO DE ORTEGA,  
MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

**FECHA: JUNIO DE 2008**

**LONGITUD 2,228.51 m**

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	Topografía para trazo y nivelación	día	30.00	Q1,452.56	Q43,576.80
2	Excavación de zanja utilizando maquinaria	m³	3,465.00	Q54.81	Q189,916.65
3	Instalación de tubería de 150 mm tipo PVC corrugado	m	2,228.51	Q271.25	Q604,483.34
4	Construcción de pozos de visita altura promedio 1.99 m	unidad	47.00	Q10,639.48	Q500,055.56
5	Relleno estructural de zanja con maquinaria utilizando material de	m³	3,465.00	Q84.36	Q292,307.40
6	Construcción de conexiones domiciliarias	unidad	100.00	Q2,992.65	Q299,265.00
				<b>TOTAL</b>	<b>Q1,929,604.75</b>

**Tabla IV. Cuantificación de materiales para el proyecto de drenaje sanitario**

**PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE DRENAJE SANITARIO**

PROYECTO:

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSÉ LO DE ORTEGA,  
MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

FECHA: JUNIO DE 2008

LISTADO DE MATERIALES A UTILIZAR

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	SUB TOTAL
<b>1</b>	<b>Topografía para trazo y nivelación</b>					Q0.00
<b>2</b>	<b>Excavación de zanja utilizando maquinaria</b>					Q0.00
<b>3</b>	<b>Instalación de tubería de 150 mm tipo PVC corrugado</b>					Q259,786.80
3.2	Tubería pvc Ø 150 mm (6") de 20' de longitud	tubos	372.00	Q410.65	Q152,761.80	
3.3	Pegamento para tubería tipo pvc corrugado	galón	0.00	Q350.00	Q0.00	
3.4	Resina para pegamento para pvc	libra	45.00	Q520.00	Q23,400.00	
3.5	Selecto	m <sup>2</sup>	1115.00	Q75.00	Q83,625.00	
<b>4</b>	<b>Construcción de pozos de visita altura promedio 1.99 m</b>					Q101,835.72
4.1	Cemento 4000 psi	sacos	737.00	Q55.00	Q40,535.00	
4.2	Arena de río	m <sup>3</sup>	80.00	Q94.50	Q7,560.00	
4.3	Piedrín de 1/2"	m <sup>3</sup>	39.00	Q240.50	Q9,379.50	
4.4	Acero de refuerzo de 5/8"	varilla	125.00	Q140.00	Q17,500.00	
4.5	Acero de refuerzo de 3/8"	varilla	545.00	Q43.07	Q23,473.15	
4.6	Acero de refuerzo de 1/4"	varilla	71.00	Q18.67	Q1,325.57	
4.7	Alambre de amarre	libra	275.00	Q7.50	Q2,062.50	
4.8	Ladrillo tayuyo de 0.065 X 0.11 X 0.23 m	unidad	0.00	Q3.00	Q0.00	
<b>5</b>	<b>Relleno estructural de zanja con maquinaria utilizando material de excavación</b>					Q0.00
<b>6</b>	<b>Construcción de conexiones domiciliars</b>					Q84,986.66
6.1	Cemento 4000 psi	saco	188.00	Q55.00	Q10,340.00	
6.2	Arena de río	m <sup>3</sup>	12.00	Q94.50	Q1,134.00	
6.3	Piedrín de 1/2"	m <sup>3</sup>	11.00	Q240.50	Q2,645.50	
6.4	Selecto	m <sup>3</sup>	473.00	Q75.00	Q35,475.00	
6.5	Tubo de concreto de 16" de diámetro	unidad	150.00	Q100.00	Q15,000.00	
6.6	Alambre de amarre	libra	75.00	Q7.50	Q562.50	
6.7	Acero de refuerzo de 1/2"	varilla	225.00	Q80.00	Q18,000.00	
6.8	Acero de refuerzo de 1/4"	varilla	98.00	Q18.67	Q1,829.66	
6.9	Tubería pvc de 4"	unidad	150.00	Q674.50	Q101,175.00	
6.10	Silleta de pvc de 6" X 4"	unidad	150.00	Q320.00	Q48,000.00	
6.11	Pegamento para PVC	galón	0.00	Q731.96	Q0.00	
					<b>TOTAL</b>	<b>Q446,609.18</b>

**Tabla V. Cuadro de integración de precios unitarios para el proyecto de drenaje sanitario**

<i>INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS</i>				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José lo de Ortega, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala			
<b>MUNICIPIO</b>	San Juan Sacatepéquez			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala			
<b>REGLON</b>	1	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> m <sup>3</sup>
<b>CONCEPTO</b>	Topografía para trazo y nivelación			
<b>FECHA</b>	Junio de 2008			
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
<b>A. COSTO DIRECTO</b>				
<b>1. MANO OBRA</b>				
Trazo de línea y niveles en zanja y pozos de visita	día	1	Q955.00	Q955.00
prestaciones	%	89.17		
<b>2. MATERIALES</b>				
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
				Q0.00
<b>4. HERRAMIENTA</b>				
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>				
<b>6. TRANSPORTE</b>				
<b>SUBTOTAL</b>				<b>Q955.00</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>				
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	30.00		Q286.50
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q211.06
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q1,452.56</b>

**Continúa**

<b>INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José lo de Ortega, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala			
<b>MUNICIPIO</b>	San Juan Sacatepéquez			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala			
<b>RENLÓN</b>	2	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> m <sup>3</sup>
<b>CONCEPTO</b>	Excavación de zanja utilizando maquinaria			
<b>FECHA</b>	Junio de 2008			
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
<b>A.COSTO DIRECTO</b>				
<b>1. MANO OBRA</b>				
Ayudante para trabajos varios	dia	0.01	Q75.00	Q0.75
Prestaciones	%	89.17		Q0.67
<b>2. MATERIALES</b>				
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
Retroexcavadora	dia	0.01	Q3,400.00	Q34.00
<b>4. HERRAMIENTA</b>				
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>				
Diesel	galon	0.02	Q31.00	Q0.62
<b>6. TRANSPORTE</b>				
<b>SUBTOTAL</b>				<b>Q36.04</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>				
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	30.00		Q10.81
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q7.96
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q54.81</b>

**Continúa**

<b>INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José lo de Ortega, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala			
<b>MUNICIPIO</b>	San Juan Sacatepéquez			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala			
<b>REGLON</b>	3	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> m
<b>CONCEPTO</b>	Instalación de tubería de 150 mm tipo PVC corrugado de 20 pies de longitud			
<b>FECHA</b>	Junio de 2008			
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
<b>A.COSTO DIRECTO</b>				
<b>1. MANO OBRA</b>				
Nivelación de base	m <sup>2</sup>	0.60	Q15.00	Q9.00
Instalación de tubería	m	1.00	Q0.00	Q0.00
Relleno y compactación manual	m <sup>3</sup>	0.25	Q18.00	Q4.50
Acarreo de material	m <sup>3</sup>	0.25	Q15.00	Q3.75
Ayudante	%	0.00		Q0.00
Prestaciones	%	89.17		Q15.38
<b>2.MATERIALES</b>				
Tubería pvc Ø 150 mm (6" )	tubo	0.17	Q410.65	Q69.81
Pegamento para pvc corrugado	galón	0.080	Q350.00	Q28.00
Resina para pegamento de pvc	libra	0.020	Q520.00	Q10.40
Selecto	m <sup>2</sup>	0.50	Q75.00	Q37.50
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
<b>4. HERRAMIENTA</b>				
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>				
<b>6. TRANSPORTE</b>				
<b>SUBTOTAL</b>				<b>Q178.34</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>				
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	30.00		Q53.50
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q39.41
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q271.25</b>



**Continúa**

<b>INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José lo de Ortega, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala			
<b>MUNICIPIO</b>	San Juan Sacatepéquez			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala			
<b>REGLON</b>	4.1	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> m <sup>3</sup>
<b>CONCEPTO</b>	Excavación de pozos de visita			
<b>FECHA</b>	Junio de 2008			
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
<b>A.COSTO DIRECTO</b>				
<b>1. MANO OBRA</b>				
Ayudante para trabajos varios	día	0.1	Q75.00	Q7.50
Prestaciones	%	89.17		Q6.69
<b>2.MATERIALES</b>				
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
Retroexcavadora	dia	0.01	Q3,400.00	Q34.00
<b>4. HERRAMIENTA</b>				
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>				
Diesel	galon	0.02	Q31.00	Q0.62
<b>6. TRANSPORTE</b>				
<b>SUBTOTAL</b>				<b>Q48.81</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>				
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	30.00		Q14.64
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q10.79
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q74.24</b>



**Continúa**

<b>INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José lo de Ortega, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala			
<b>MUNICIPIO</b>	San Juan Sacatepéquez			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala			
<b>RENGLÓN</b>	4.2	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> unidad
<b>CONCEPTO</b>	Base de concreto de 2.11 x 2.11 m armadura No 3 @ 0.10 ambos sentidos de 0.15 m de espesor			
<b>FECHA</b>	lado	2.11		
	Junio de 2008			
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
<b>A.COSTO DIRECTO</b>				
<b>1. MANO OBRA</b>				
Armado	m <sup>2</sup>	1.00	Q25.50	Q25.50
Fundición (incluye elaboración de concreto + colocación)	m <sup>3</sup>	0.15	Q102.25	Q15.34
Elaboración tacos	unidad	4.00	Q1.96	Q7.82
Ayudante	%	50.00		Q24.33
Prestaciones	%	89.17		Q65.09
<b>2.MATERIALES</b>				
Cemento 4000psi	saco	1.800	Q55.00	Q99.00
Arena de río	m <sup>3</sup>	0.093	Q94.50	Q8.79
Piedrín de 1/2"	m <sup>3</sup>	0.093	Q240.50	Q22.37
Acero de refuerzo de 3/8"	varilla	2.220	Q43.07	Q95.62
Alambre de amarre	libra	0.800	Q7.50	Q6.00
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
<b>4. HERRAMIENTA</b>				
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>				
<b>6. TRANSPORTE</b>				
<b>Total Costo Directo</b>				<b>Q369.86</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>				
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	30.00		Q110.96
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q81.74
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q562.56</b>

## Continúa

<b>INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José lo de Ortega, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala			
<b>MUNICIPIO</b>	San Juan Sacatepéquez			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala			
<b>RENGLÓN</b>	4.3	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> m <sup>2</sup>
<b>CONCEPTO</b>	Levantado ladrillo tayuyo de punta de 0.065 x 0.11 x 0.23			
<b>FECHA</b>	Junio de 2008			
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
<b>A. COSTO DIRECTO</b>				
<b>1. MANO OBRA</b>				
Colocado de ladrillo	m <sup>2</sup>	1.00	Q22.50	Q22.50
Ayudante	%	50.00		Q11.25
Prestaciones	%	89.17		Q30.09
<b>2. MATERIALES</b>				
Cemento 4000 psi	saco	1.00	Q55.00	Q55.00
Arena de río	m <sup>3</sup>	0.07	Q94.50	Q6.62
Ladrillo tayuyo 0.065 m x 0.11 m x 0.23 m	unidad	111.00	Q3.00	Q333.00
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
<b>4. HERRAMIENTA</b>				
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>				
<b>6. TRANSPORTE</b>				
<b>Total Costo Directo</b>				<b>Q458.46</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>				
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	30.00		Q137.54
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q101.32
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q697.32</b>

**Continúa**

<b>INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José lo de Ortega, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala			
<b>MUNICIPIO</b>	San Juan Sacatepéquez			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala			
<b>REGLÓN</b>	4.4	<b>CANTIDAD</b>	1.00	<b>UNIDAD</b> unidad
<b>CONCEPTO</b>	Elaboración de tapadera y brocal			
<b>FECHA</b>	Junio de 2008			
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
<b>A. COSTO DIRECTO</b>				
<b>1. MANO OBRA</b>				
Hacer brocal	unidad	1.00	Q85.00	Q85.00
Hacer tapadera	unidad	1.00	Q70.00	Q70.00
Ayudante	%	50.00		Q77.50
Prestaciones	%	89.17		Q207.32
<b>2. MATERIALES</b>				
Cemento 4000 psi	saco	3.77	Q55.00	Q207.35
Arena de río	m <sup>3</sup>	0.27	Q94.50	Q25.52
Piedrin de 1/2"	m <sup>3</sup>	0.27	Q240.50	Q64.94
Acero de refuerzo de 5/8"	varilla	2.64	Q140.00	Q369.60
Alambre de amarre	libra	1.00	Q7.50	Q7.50
Acero de refuerzo de 3/8"	varilla	2.25	Q43.07	Q96.91
Acero de refuerzo de 1/4"	varilla	1.50	Q18.67	Q28.01
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
<b>4. HERRAMIENTA</b>				
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>				
<b>6. TRANSPORTE</b>				
<b>Total Costo Directo</b>				<b>Q1,239.65</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>				
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	30.00		Q371.90
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q273.96
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q1,885.51</b>

**Continúa**

<b>INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS</b>				
<b>PROYECTO:</b>	Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José lo de Ortega, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala			
<b>MUNICIPIO</b>	San Juan Sacatepéquez			
<b>DEPARTAMENTO</b>	Guatemala			
<b>REGLÓN</b>	4.5	<b>CANTIDAD</b>	3.77	<b>UNIDAD</b> m <sup>2</sup>
<b>CONCEPTO</b>	Alisado de paredes			
<b>FECHA</b>	Junio de 2008			
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIDAD</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>A.COSTO DIRECTO</b>				
<b>1. MANO OBRA</b>				
Alisado de paredes	m <sup>2</sup>	1.00	Q15.00	Q15.00
Ayudante	%	50.00		Q7.50
Prestaciones	%	89.17		Q20.06
<b>2.MATERIALES</b>				
Cemento 4000 psi	saco	0.12	Q55.00	Q6.60
Arena de río	m <sup>3</sup>	0.01	Q94.50	Q1.23
<b>3. MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
<b>4. HERRAMIENTA</b>				
<b>5. COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE</b>				
<b>6. TRANSPORTE</b>				
<b>Total Costo Directo</b>				<b>Q50.39</b>
<b>B. COSTO INDIRECTO</b>				
COSTO INDIRECTO (supervisión, administrativos, imprevistos y utilidad)	%	30.00		Q15.12
IMPUESTOS (IVA + ISR)	%	17.00		Q11.14
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q76.65</b>

Continúa

**FACTOR DE PRESTACIONES**

**PERÍODO** 2008

**Días calendario** 366

**ASUETOS**

01-Ene	1	dia
miercoles santo	0.5	dia
jueves santo	1	dia
viernes santo	1	dia
sabado santo	0.5	dia
01-May	1	dia
30-Jun	1	dia
15-Sep	1	dia
20-Oct	1	dia
01-Nov	0.5	dia
24-Dic	0.5	dia
25-Dic	1	dia
31-Dic	0.5	dia
<b>total asuetos</b>	<b>10.5</b>	
feriado	1	
cumpleaños	1	
permisos	2	
sabados	26	
domingos	52	
vacaciones	15	
<b>días no laborados</b>	<b>107.5</b>	
<b>días efectivos de trabajo</b>	<b>258.5</b>	
rel % trabajo	41.59%	
<b>indemnizacion</b>	<b>11.64%</b>	
<b>bono 14</b>	<b>11.64%</b>	
<b>aginaldo</b>	<b>11.64%</b>	
I.G.S.S.	10.67%	
INTECAP	1.00%	
IRTRA	1.00%	

CUOTA  
PATRONAL

**FACTOR (%)** 89.17

## **4 VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.**

### **4.1 Características de las amenazas, daños y riesgos para el sistema de alcantarillado**

#### **4.1.1 Amenazas naturales**

Son fenómenos potenciales de origen natural, que cuando se producen en determinado tiempo y lugar provocan daños en las poblaciones y en todos sus servicios tales como las tuberías de alcantarillado, el servicio de agua potable, etc.

#### **4.1.2 Efectos generales producidos por los terremotos**

Según su magnitud, los terremotos pueden producir fallas en las rocas, en el subsuelo, hundimientos de la superficie del terreno, derrumbes, deslizamientos de tierras y avalanchas de lodo, pueden asimismo reblandecer suelos saturados (debido a la vibración), reduciendo la capacidad de sustentación de fenómenos, combinados con la ondulación del suelo, puede producir destrucción y otros daños directos en cualquier parte de los sistemas de abastecimiento de agua, alcantarillado sanitario o desagües de aguas lluvias, ubicados dentro del área afectada por el sismo.

#### **4.1.3 Daños producidos por los terremotos**

Las tuberías de las alcantarillas presentan daños más significativos en las que están sobre el nivel del suelo, ya que la mayor parte no está a la vista; por lo que la mayoría de los daños directos no serán visibles. Ello hará que la

determinación real de los daños causados por los terremotos sea usualmente más lenta y laboriosa. Los terremotos actúan con fuerzas de inercia sobre las construcciones que se levantan sobre el nivel del suelo; en cambio, las estructuras enterradas (como las tuberías, por ejemplo) se mueven con el suelo, experimentando deformaciones que pueden provocar daños en este tipo de componentes. Los terremotos ocasionan daños en las tuberías y/o en sus uniones rígidas. Esto implica que se puede esperar menores daños en las cañerías relativamente más flexibles (de PVC o acero soldado, por ejemplo) y mayores en las cañerías más rígidas de, por ejemplo, hormigón, hierro fundido y asbesto cemento, especialmente si tienen uniones rígidas.

## **4.2 Concepto de vulnerabilidad**

### **4.2.1 Cuantificación de la vulnerabilidad**

La vulnerabilidad de un determinado componente o sistema, se expresa como probabilidad de alcanzar un determinado estado  $E_j$ . cuando ocurra un fenómeno  $A_i$ , se expresa como:

$$P = (E_j/A_i)$$

Los estados  $E_j$  son previamente definidos a conveniencia y descritos en forma sucinta. En lo que se refiere a daños y operatividad de equipos, es frecuente adoptar los cuatro estados de daño siguientes:

$E_1$  = no daños

$E_2$  = daños leves; equipo operativo

$E_3$  = daños reparables; equipo no operativo

$E_4$  = daños graves o ruina; equipo fuera de servicio

Obsérvese que, ocurrido un determinado fenómeno natural (sismo, huracán, inundación u otro), el componente o sistema ha de quedar en uno, y sólo uno de los cuatro estados adoptados.

#### **4.2.2 Estimación de la vulnerabilidad**

En diversos trabajos, la vulnerabilidad de sistemas de tuberías a las acciones sísmicas viene expresada por el número esperado de fallas por kilómetro de longitud. Tomando en consideración las estadísticas disponibles, resulta ventajoso emplear como referencia el número de fallas por sismo en tuberías de cloruro de polivinilo (PVC), para diferentes grados de la Intensidad de Mercalli.

#### **4.2.3 Identificación de la vulnerabilidad**

##### **4.2.3.1 Vulnerabilidad administrativa**

Para evaluar las debilidades y limitaciones de los sistemas analizados es preciso conocer sus normas de funcionamiento y los recursos disponibles que pudieran ser usados para la evacuación de aguas residuales en situaciones de emergencia, así como en la fase de rehabilitación.

La capacidad de respuesta para atender los efectos de un determinado desastre, quedará establecida por la consideración de aspectos de prevención, mitigación y preparativos frente a desastres en la organización institucional, en la operación y mantenimiento del sistema y el apoyo administrativo.



Dentro de los aspectos administrativos y capacidad de respuesta se deben documentar aspectos relativos a la organización institucional tales como:

- (a) Existencia de planes de mitigación y de emergencia.
- (b) Constitución y funcionamiento del comité de emergencia.
- (c) Existencia de una comisión encargada de la formulación del plan de mitigación.
- (d) Evaluación del sistema de información y alerta.
- (e) Coordinación interinstitucional con empresas tales como de energía, comunicación, municipios, defensa civil y otras instituciones.

Los aspectos de operación y mantenimiento del sistema también inciden directamente en la vulnerabilidad administrativa del sistema y sus componentes, y deben ser considerados:

- (a) Existencia de programas idóneos de planificación, operación y mantenimiento que incorporen los conceptos de prevención y mitigación de desastres.
- (b) Existencia de personal capacitado en prevención y atención de desastres.
- (c) Disponibilidad de equipo, repuestos y maquinarias.

Las facilidades existentes en el apoyo administrativo de las empresas permitirán dar una pronta y eficaz respuesta en la rehabilitación de los posibles daños que puedan sufrirse en un terremoto.

#### **4.2.3.2 Vulnerabilidad operativa**

La vulnerabilidad operativa hace referencia a los aspectos relacionados con el funcionamiento del sistema, para lo cual es necesario contar con datos relevantes de cada componente: flujos, niveles, presiones y calidad del servicio. Para el caso de alcantarillado sanitario es necesario conocer la cobertura, capacidad de evacuación y calidad de efluentes.

La descripción del sistema debe estar acompañada de esquemas que faciliten el entendimiento del funcionamiento del mismo. Deberán considerarse además las variaciones de las épocas de verano e invierno que pudieran presentar diferentes modalidades de operación y de condición de los servicios.

Para sistemas de alcantarillado sanitario, la información que debe tomarse en cuenta es similar a la de los sistemas de abastecimiento de agua potable; pero los componentes serán la conducción, planta de tratamiento y disposición final.

#### **4.2.3.3 Vulnerabilidad física**

La mayoría de veces la vulnerabilidad de los sistemas de alcantarillado sanitario frente a desastres, se relaciona estrechamente con las debilidades en sus componentes físicos. Es por ello fundamental, identificar el tipo de amenazas que puede producirse y estimar los daños posibles.

Hay varios factores que deben considerarse. Por un lado, la infraestructura de los sistemas de alcantarillado sanitario se encuentra dispersa en grandes áreas de terreno y por tanto expuesta a diferentes tipos de amenazas. En su construcción se utiliza una gran variedad de materiales que hace más complejo

el problema. Deben por tanto, tomarse en cuenta los diferentes tipos de amenazas para cada componente, dependiendo de su ubicación dentro del sistema y de los riesgos presentes en la zona.

Asimismo, se debe priorizar cada amenaza de acuerdo con el posible impacto en el sistema; para este fin y el de identificar las áreas de impacto en el sistema, se recomienda superponer los planos de los sistemas con los mapas de las amenazas presentes.

Como el fin de las empresas que prestan los servicios de alcantarillado sanitario es entregar un servicio de calidad a sus usuarios, es importante conocer el tiempo que tomará reparar los posibles daños sufridos a causa de un desastre, cuál será la capacidad remanente del sistema con posterioridad al desastre y cómo se verá afectado el sistema en lo que se refiere a la calidad y continuidad del servicio prestado.

## 5 EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA.

### 5.1 Valor presente neto

Es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de antemano si una inversión vale o no la pena realizarla, para no hacer así malas inversiones que provoquen una pérdida futura.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

$$VPN < 0$$

$$VPN = 0$$

$$VPN > 0$$

Cuando el  $VPN < 0$ , y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable.

Cuando el  $VPN = 0$  está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad deseada, y cuando el  $VPN > 0$ , está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad.

$$P = F \left( \frac{1}{(1+i)^n - 1} \right) \qquad P = A \left( \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right)$$

P=Valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente

F=Valor de pago único al final del periodo de la operación, o valor de pago futuro.

A=Valor de pago uniforme en un periodo determinado o valor de pago constante o renta de ingreso.

I=Tasa de interés de cobro por la operación o tasa de unidad por la inversión a una solución.

N=período de tiempo que se pretende dure la operación.

## 5.2 Tasa interna de retorno

Conceptualmente puede decirse que la tasa de retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

$$\text{TIR} = \text{VPB Beneficio} - \text{VPN Gastos} = 0$$

Lo que se busca es un dato que sea menor al dato buscado y otro que sea mayor y así poder interpolar de la manera siguiente:

Tasa 1	VPN +
TIR	VPN =0
Tasa 2	VPN -

### Crterios para el análisis socio-económico

- La población contribuirá con la mano de obra para la construcción de los pozos de visita y la construcción de conexiones domiciliare por un valor de Q446,134.50
- Los costos por mantenimiento y operación es de Q500.00/mes = Q6000.00/año y los imprevistos Q150.00/mes = Q1800.00/año y se incrementará un 2.5% al año debido a la inflación.
- La cuota por mantenimiento será de Q30.00 anuales y se prevé un incremento de 2 viviendas anuales.
- De 10-19 años se considera un incremento a la cuota por mantenimiento a Q35.00
- De 20-29 años se considera un incremento a la cuota por mantenimiento a Q40.00
- De 30-40 años se considera un incremento a la cuota por mantenimiento a Q45.00

## Tabla V. Análisis Socio-económico

### EVALUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA

PROYECTO:

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSÉ LO DE ORTEGA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

AÑO	INGRESOS	EGRESOS	TASA DE DESCUENTO	VALOR PRESENTE		FLUJO DE FONDOS	TIR
				INGRESOS	EGRESOS		
0	Q446,134.50	Q1,884,785.85	1.0000	Q446,134.50	-Q1,884,785.85	-Q1,438,651.35	11%
1	Q3,000.00	Q7,800.00	0.8929	Q2,678.70	-Q6,964.62	-Q4,285.92	8%
2	Q3,060.00	Q7,995.00	0.7972	Q2,439.43	-Q6,373.61	-Q3,934.18	8%
3	Q3,120.00	Q8,194.88	0.7118	Q2,220.82	-Q5,833.11	-Q3,612.29	8%
4	Q3,180.00	Q8,399.75	0.6355	Q2,020.89	-Q5,338.04	-Q3,317.15	8%
5	Q3,240.00	Q8,609.74	0.5674	Q1,838.38	-Q4,885.17	-Q3,046.79	8%
6	Q3,300.00	Q8,824.98	0.5066	Q1,671.78	-Q4,470.74	-Q2,798.96	8%
7	Q3,360.00	Q9,045.61	0.4523	Q1,519.73	-Q4,091.33	-Q2,571.60	8%
8	Q3,420.00	Q9,271.75	0.4038	Q1,381.00	-Q3,743.93	-Q2,362.93	8%
9	Q3,480.00	Q9,503.54	0.3605	Q1,254.54	-Q3,426.03	-Q2,171.49	8%
10	Q4,130.00	Q9,741.13	0.3219	Q1,329.45	-Q3,135.67	-Q1,806.22	8%
11	Q4,200.00	Q9,984.66	0.2874	Q1,207.08	-Q2,869.59	-Q1,662.51	8%
12	Q4,270.00	Q10,234.28	0.2566	Q1,095.68	-Q2,626.12	-Q1,530.44	8%
13	Q4,340.00	Q10,490.13	0.2291	Q994.29	-Q2,403.29	-Q1,409.00	8%
14	Q4,410.00	Q10,752.39	0.2046	Q902.29	-Q2,199.94	-Q1,297.65	8%
15	Q4,480.00	Q11,021.20	0.1827	Q818.50	-Q2,013.57	-Q1,195.07	8%
16	Q4,550.00	Q11,296.73	0.1631	Q742.11	-Q1,842.50	-Q1,100.39	8%
17	Q4,620.00	Q11,579.14	0.1456	Q672.67	-Q1,685.92	-Q1,013.25	8%
18	Q4,690.00	Q11,868.62	0.1300	Q609.70	-Q1,542.92	-Q933.22	8%
19	Q4,760.00	Q12,165.34	0.1161	Q552.64	-Q1,412.40	-Q859.76	8%
20	Q5,520.00	Q12,469.47	0.1037	Q572.42	-Q1,293.08	-Q720.66	8%
21	Q5,600.00	Q12,781.21	0.0926	Q518.56	-Q1,183.54	-Q664.98	8%
22	Q5,680.00	Q13,100.74	0.0827	Q469.74	-Q1,083.43	-Q613.69	8%
23	Q5,760.00	Q13,428.26	0.0738	Q425.09	-Q991.01	-Q565.92	8%
24	Q5,840.00	Q13,763.96	0.0659	Q384.86	-Q907.05	-Q522.19	8%
25	Q5,920.00	Q14,108.06	0.0588	Q348.10	-Q829.55	-Q481.45	8%
26	Q6,000.00	Q14,460.76	0.0525	Q315.00	-Q759.19	-Q444.19	8%
27	Q6,080.00	Q14,822.28	0.0469	Q285.15	-Q695.17	-Q410.02	8%
28	Q6,160.00	Q15,192.84	0.0419	Q258.10	-Q636.58	-Q378.48	8%
29	Q6,240.00	Q15,572.66	0.0374	Q233.38	-Q582.42	-Q349.04	8%
30	Q7,110.00	Q15,961.98	0.0334	Q237.47	-Q533.13	-Q295.66	8%
31	Q7,200.00	Q16,361.03	0.0298	Q214.56	-Q487.56	-Q273.00	8%
32	Q7,290.00	Q16,770.05	0.0266	Q193.91	-Q446.08	-Q252.17	8%
33	Q7,380.00	Q17,189.30	0.0238	Q175.64	-Q409.11	-Q233.47	8%
34	Q7,470.00	Q17,619.04	0.0213	Q159.11	-Q375.29	-Q216.18	8%
35	Q7,560.00	Q18,059.51	0.0190	Q143.64	-Q343.13	-Q199.49	8%
36	Q7,650.00	Q18,511.00	0.0170	Q130.05	-Q314.69	-Q184.64	8%
37	Q7,740.00	Q18,973.78	0.0152	Q117.65	-Q288.40	-Q170.75	8%
38	Q7,830.00	Q19,448.12	0.0136	Q106.49	-Q264.49	-Q158.00	8%
39	Q7,920.00	Q19,934.32	0.0121	Q95.83	-Q241.21	-Q145.38	8%
40	Q8,010.00	Q20,432.68	0.0108	Q86.51	-Q220.67	-Q134.16	8%
<b>SUMATORIA</b>				Q477,555.44	-Q1,964,529.13	-Q1,486,973.69	

SUMA VALOR PRESENTE BENEFICIOS	Q477,555.44
SUMA VALOR PRESENTE COSTOS	-Q1,964,529.13
VALOR PRESENTE NETO	-Q1,486,973.69

RELACIÓN BENEFICIO COSTO B/C	-0.24
------------------------------	-------

## **Continúa**

La población contribuirá con la mano de obra para la construcción de los pozos de visita y la construcción de conexiones domiciliarias

costos por mantenimiento y operación =  $500 \times 12 = 6000$

imprevistos =  $150 \times 12 = 1800$

se incrementa 2.5% al año debido a la inflación

cuota por mantenimiento Q30 anuales\*100 viviendas

se prevee un incremento de 2 viviendas anuales

de 10-19 años se considera un incremento a la tarifa anual a 35

de 20-29 años se considera un incremento a la tarifa anual a 40

de 30-40 años se considera un incremento a la tarifa anual a 45

### **Conclusiones:**

El proyecto de drenaje sanitario no es rentable pero es indispensable para la población, ya que con la construcción del mismo se contrarrestarán enfermedades de tipo gastrointestinal y de otros tipos

## **6 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.**

### **6.1 En construcción**

El elemento que se verá más afectado será el suelo, debido a que en la etapa de zanjeo existirá movimiento de tierras; lo que provocará que las partículas de polvo queden suspendidas en el aire. Pero éste se dará únicamente en la etapa de construcción y sus efectos no son significativos, además se contará con medidas de mitigación tales como el riego constante, para minimizar estos efectos.

Se dará un impacto positivo, ya que la construcción del sistema proporcionará empleo a las familias del lugar, situación que se verá reflejada en sus ingresos.

### **6.2 En operación**

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, ya que sólo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y éste a su vez provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento, un día soleado, etc.



Como impacto ambiental positivo se podría mencionar la no existencia de aguas servidas que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar y la eliminación de fuentes de mosquitos y zancudos, pues se evitarán enfermedades que éstos puedan transmitir a los habitantes del lugar.

Otro impacto positivo, que este proyecto generará, es que el lugar mejorará visualmente; es decir, que el panorama general del lugar será más agradable, limpio y conjugará más con el entorno natural que rodea a la localidad.

## CONCLUSIONES

1. Con el diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José lo de Ortega, se tiene previsto la eliminación del problema de corrientes y estancamientos de aguas negras, con lo que se evitará enfermedades gastrointestinales en los habitantes de la comunidad.
2. Para alcanzar los resultados esperados del proyecto de alcantarillado sanitario para la aldea San José lo de Ortega, se deberá cumplir con las especificaciones técnicas y demás información contenida en los planos, sumando una supervisión adecuada, efectuada por profesionales con experiencia en el ramo.
3. La realización del proyecto de drenaje sanitario traerá múltiples beneficios para los habitantes de la aldea San José lo de Ortega, entre los que se puede mencionar la eliminación de focos de contaminación y proliferación de enfermedades y la provisión de un servicio básico; beneficios que indudablemente contribuirán a mejorar la calidad de vida de los habitantes, considerablemente; además de mejorar la plusvalía del sector.
4. El Ejercicio Profesional Supervisado E.P.S. contribuye a la formación académica del futuro profesional de la Ingeniería Civil, ya que permite la confrontación técnico-práctica, además de prestar un servicio a la comunidad, mediante la asesoría para la ejecución y mantenimiento de obras de infraestructura.



## RECOMENDACIONES

1. Involucrar a los habitantes de la aldea San José lo de Ortega, municipio de San Juan Sacatepéquez en todo el proceso relativo a la realización del proyecto de drenaje, a través del comité. Esta participación comunitaria permitirá que los miembros de la aldea conozcan el proyecto y se apropien de él desde su inicio.
2. Las entidades que apoyarán el proyecto económicamente a la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, deberán orientar de una manera adecuada a los habitantes del asentamiento sobre el uso del sistema, para que su funcionamiento sea adecuado.
3. Que las instituciones que intervengan en la construcción de la red de alcantarillado sanitario reconozcan que ésta debe ir ligada a la definición del proceso de la planta de tratamiento. Por tanto, constituye una necesidad la adquisición o construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, para realizar un proyecto integral a nivel de saneamiento ambiental.
4. Deberá existir una supervisión profesional constante en la fase de ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario, con el fin que se sigan los lineamientos de construcción para obtener un proyecto de calidad.
5. La fase de ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario deberá ser efectuada por obreros calificados; así como los materiales que se utilizarán deberán ser de primera calidad y de marcas reconocidas, para garantizar el buen funcionamiento del mismo.



## BIBLIOGRAFÍA

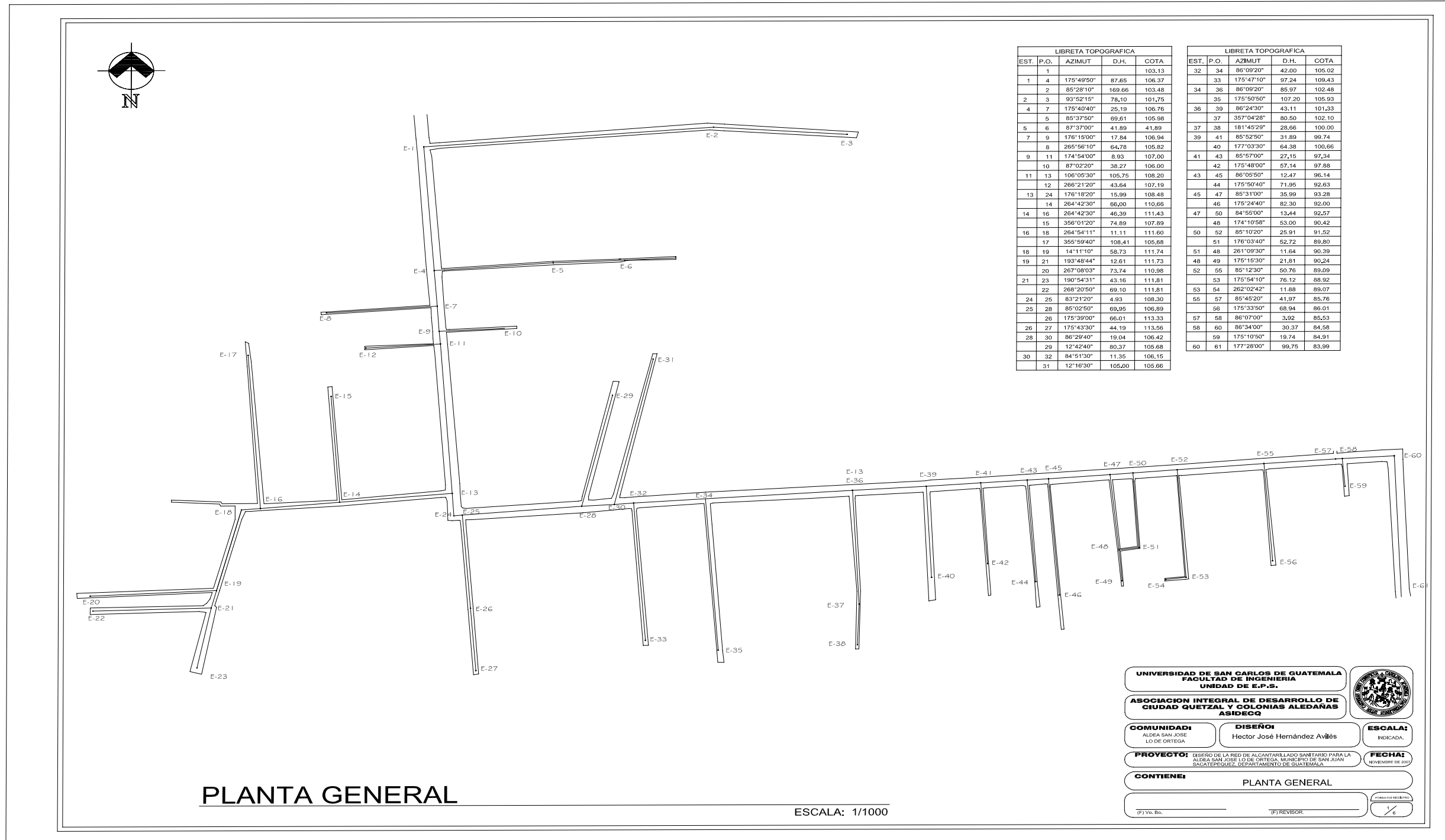
1. Barragán González, Enrique Estuardo. Diseño y planificación de apertura de carretera del tramo comprendido entre las aldeas Sacuchum y San Francisco El Tablero y drenaje sanitario de la aldea Mavil, del municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 145pp.
2. Cabrera Riépele, Ricardo Antonio. Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala. 1989. 135pp.
3. López Pérez, Marvin Antonio. Diseño del alcantarillado sanitario de la aldea Cantel y puente vehicular en la cabecera del municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 133pp.
4. Ortiz Sobalvarro, Luís Edgardo. Planificación y diseño de la red de drenaje sanitario de la cabecera municipal de Chuarrancho. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996.
5. Simmons, Charles S. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala: Editorial del Ministerio de Educación Publica “José De Pineda Ibarra”

6. Streeter, Víctor L. Mecánica de los Fluidos. México: Editorial McGraw-Hill, 4ta. Edición, 1975. 747pp.

### **Referencia electrónica**

1. Referencia electrónica: Mitigación de desastres en sistemas de agua y saneamiento, en: <http://www.cepis.ops-oms.org>, 1 de agosto de 2006.

# APENDICE



LIBRETA TOPOGRAFICA			
EST.	P.O.	AZIMUT	D.H.
1			103.13
1	4	175°49'50"	87.65
2			103.48
2	3	93°52'15"	78.10
4	7	175°40'40"	25.19
5			105.98
5	6	87°37'00"	41.89
7	9	176°15'00"	17.84
8			105.82
8	265°56'10"	64.78	
9	11	174°54'00"	8.93
10			106.00
10	87°02'20"	38.27	
11	13	106°05'30"	105.75
12			107.19
12	266°21'20"	43.64	
13	24	178°18'20"	15.99
14			110.66
14	264°42'30"	66.00	
14	16	264°42'30"	46.39
15			107.89
15	356°01'20"	74.89	
16	18	264°54'11"	11.11
17			105.68
17	355°59'40"	108.41	
18	19	14°11'10"	58.73
19			111.74
19	21	193°49'44"	12.61
20			110.98
20	267°08'03"	73.74	
21			111.91
21	190°54'31"	43.16	
22			111.81
22	268°20'50"	69.10	
24	26	83°21'20"	4.93
25			108.30
25	28	85°02'50"	69.95
26			113.33
26	175°39'00"	66.01	
26	27	175°43'30"	44.19
28			106.42
28	30	86°29'40"	19.04
29			105.68
29	12°42'40"	80.37	
30			106.15
30	32	84°51'30"	11.35
31			105.66
31	12°16'30"	105.00	

LIBRETA TOPOGRAFICA			
EST.	P.O.	AZIMUT	D.H.
32	34	86°09'20"	42.00
33			109.43
33	33	175°47'10"	97.24
34			102.48
34	36	86°09'20"	85.97
35			105.93
35	35	175°50'50"	107.20
36			101.33
36	39	86°24'30"	43.11
37			102.10
37	37	357°04'28"	80.50
37	38	181°45'29"	28.66
39			99.74
39	41	85°52'50"	31.89
40			100.66
40	40	177°03'30"	64.38
41			97.34
41	43	85°57'00"	27.15
42			97.68
42	42	175°48'00"	57.14
43			96.14
43	45	86°05'50"	12.47
44			92.63
44	44	175°50'40"	71.95
45			93.28
45	47	85°31'00"	35.99
46			92.00
46	46	175°24'40"	82.30
47			92.57
47	50	84°55'00"	13.44
48			90.42
48	48	174°10'58"	53.00
50			91.52
50	52	85°10'20"	25.91
51			89.80
51	51	176°03'40"	52.72
51	48	261°09'30"	11.64
48			90.24
48	49	175°16'30"	21.91
52			89.09
52	55	85°12'30"	50.76
53			88.92
53	53	175°54'10"	76.12
53	54	262°02'42"	11.88
55			85.76
55	57	85°46'20"	41.97
56			86.01
56	56	175°33'50"	68.94
57			85.53
57	58	86°07'00"	3.92
58			84.58
58	60	86°34'00"	30.37
59			84.91
59	59	175°10'50"	19.74
60			83.99
60	61	177°28'00"	98.75

PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 UNIDAD DE E.P.S.

ASOCIACION INTEGRAL DE DESARROLLO DE CIUDAD QUETZAL Y COLONIAS ALEDAÑAS ASIDECO

COMUNIDAD: ALDEA SAN JOSE LO DE ORTEGA

DISEÑO: Hector José Hernández Avilés

ESCALA: INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSE LO DE ORTEGA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

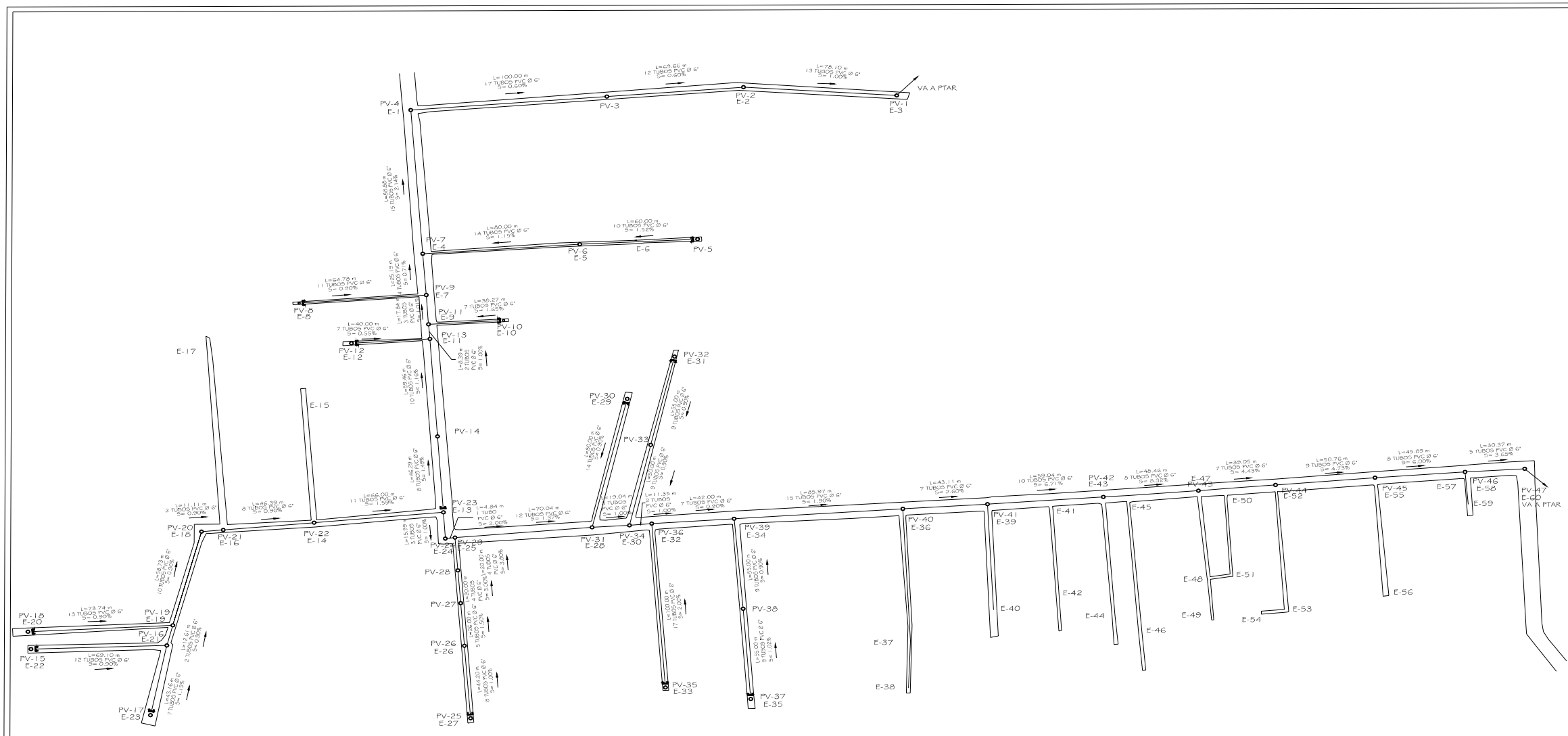
FECHA: NOVIEMBRE DE 2007

CONTIENE: PLANTA GENERAL

(F) Vo. Bo. (R) REVISOR

1/6

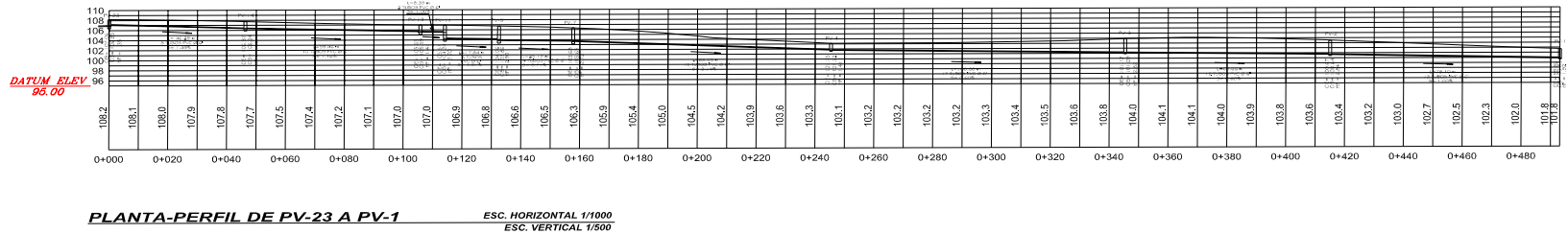
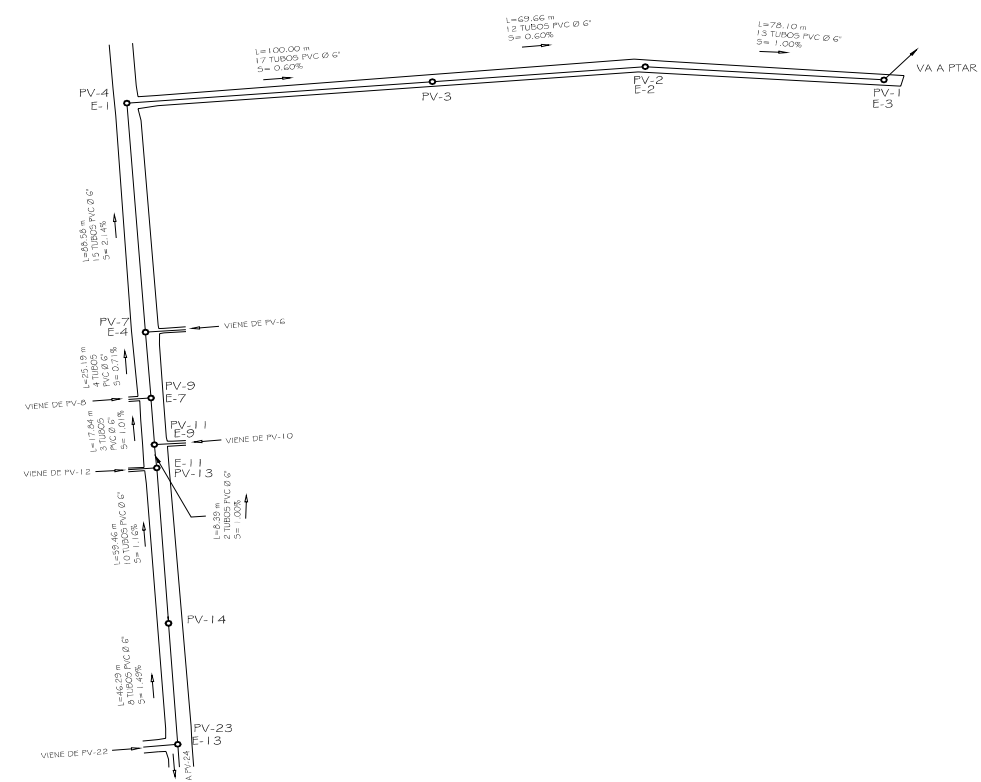
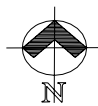




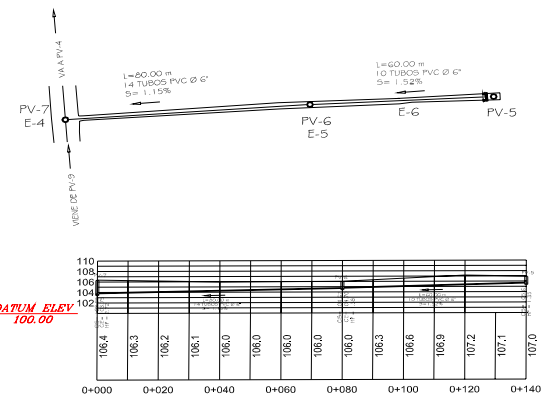
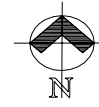
**PLANTA GENERAL**  
DRENAJE SANITARIO

ESCALA: 1/1000

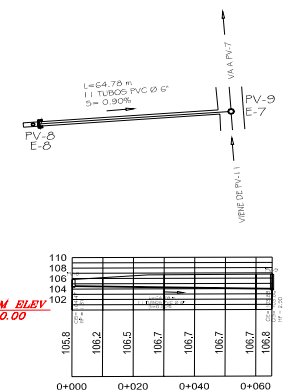
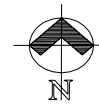
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE E.P.S.				
<b>ASOCIACION INTEGRAL DE DESARROLLO DE CIUDAD QUETZAL Y COLONIAS ALEDANAS ASIDECQ</b>				
<b>COMUNIDAD:</b> ALDEA SAN JOSE LO DE ORTEGA	<b>DISEÑO:</b> Hector José Hernández Avilés	<b>ESCALA:</b> INDICADA.		
<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSE LO DE ORTEGA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE DE 2010	<b>CONTIENE:</b> PLANTA GENERAL DE DRENAJE SANITARIO		
(F) Vó. Bo. _____	(P) REVISOR: _____	COMPROBADO: _____ 2/6		



PLANTA-PERFIL DE PV-23 A PV-1 ESC. HORIZONTAL 1/1000 ESC. VERTICAL 1/500



PLANTA-PERFIL DE PV-5 A PV-7 ESC. HORIZONTAL 1/1000 ESC. VERTICAL 1/500



PLANTA-PERFIL DE PV-8 A PV-9 ESC. HORIZONTAL 1/1000 ESC. VERTICAL 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE E.P.S.

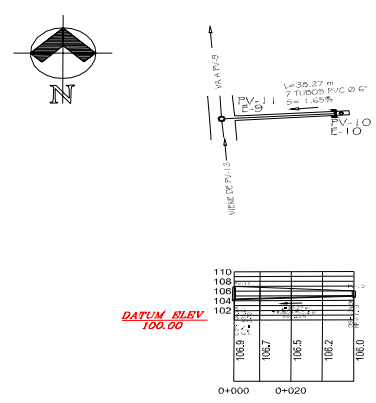
ASOCIACION INTEGRAL DE DESARROLLO DE CIUDAD QUETZAL Y COLONIAS ALEDAÑAS  
ASIDEQ

COMUNIDAD: ALDEA SAN JOSE LO DE ORTEGA  
DISEÑO: Hector José Hernández Avilés  
ESCALA: INDICADA

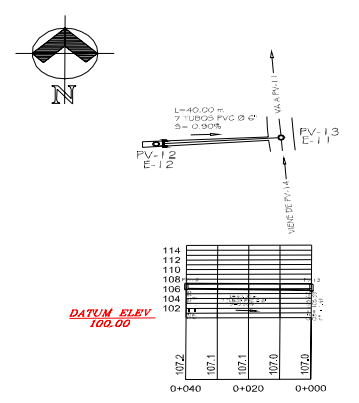
PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSE LO DE ORTEGA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA  
FECHA: NOVIEMBRE DE 2007

CONTIENE: PLANTA PERFIL

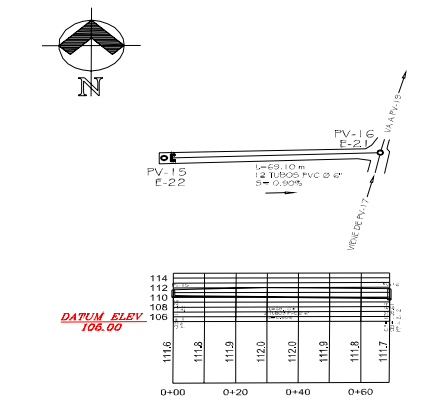
(F) VO. BO. (F) REVISOR. 3/6



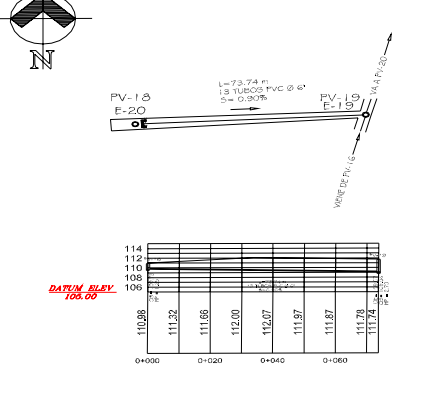
PLANTA-PERFIL DE PV-10 A PV-11 ESC. HORIZONTAL 1/1000  
ESC. VERTICAL 1/500



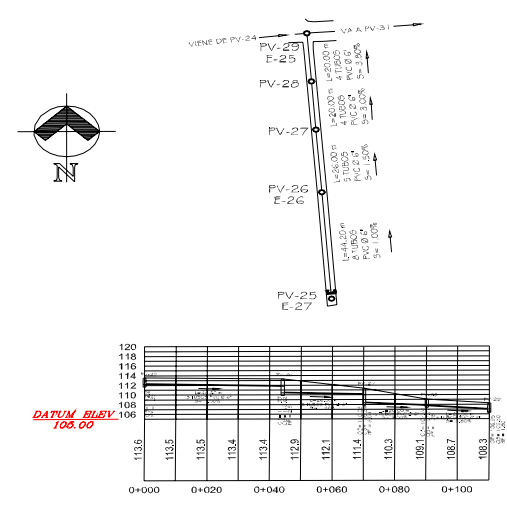
PLANTA-PERFIL DE PV-12 A PV-13 ESC. HORIZONTAL 1/1000  
ESC. VERTICAL 1/500



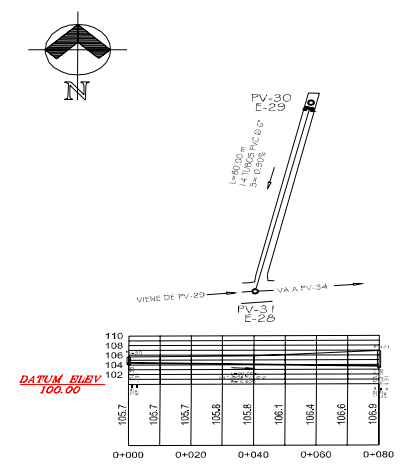
PLANTA-PERFIL DE PV-15 A PV-16 ESC. HORIZONTAL 1/1000  
ESC. VERTICAL 1/500



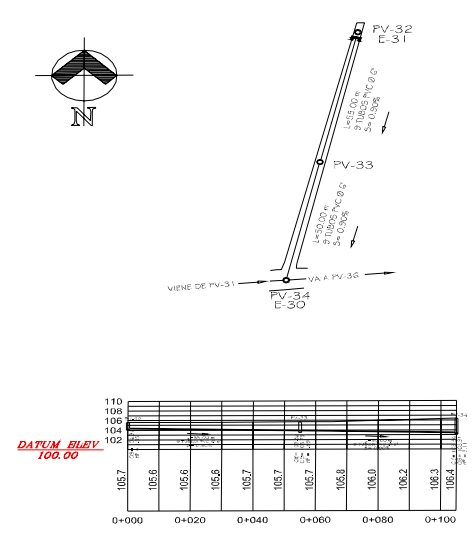
PLANTA-PERFIL DE PV-18 A PV-19 ESC. HORIZONTAL 1/1000  
ESC. VERTICAL 1/500



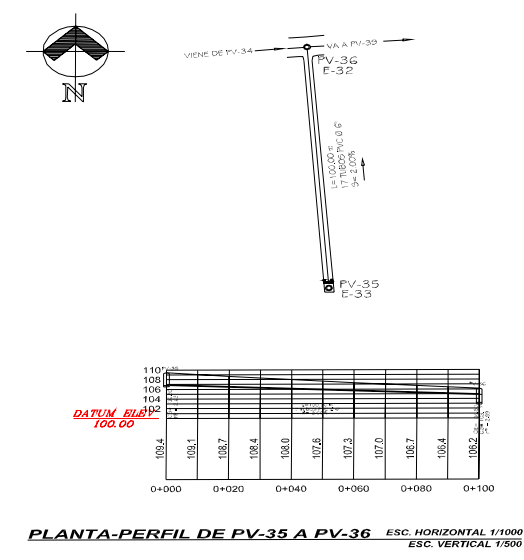
PLANTA-PERFIL DE PV-25 A PV-29 ESC. HORIZONTAL 1/1000  
ESC. VERTICAL 1/500



PLANTA-PERFIL DE PV-30 A PV-31 ESC. HORIZONTAL 1/1000  
ESC. VERTICAL 1/500



PLANTA-PERFIL DE PV-32 A PV-34 ESC. HORIZONTAL 1/1000  
ESC. VERTICAL 1/500



PLANTA-PERFIL DE PV-35 A PV-36 ESC. HORIZONTAL 1/1000  
ESC. VERTICAL 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE E.P.S.

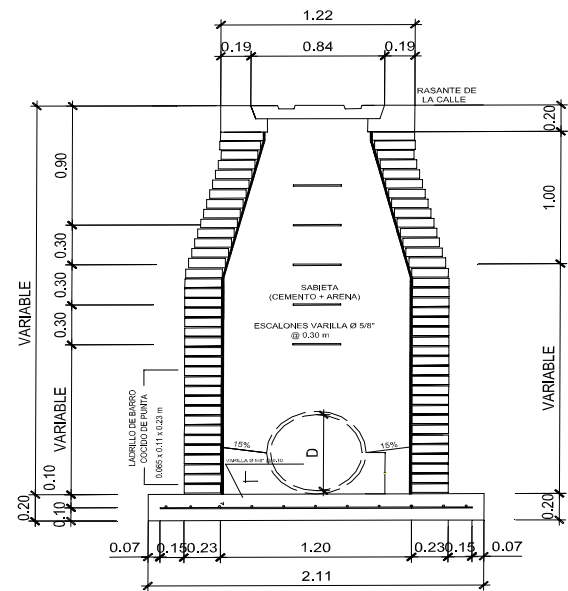
ASOCIACION INTEGRAL DE DESARROLLO DE CIUDAD QUETZAL Y COLONIAS ALEDAÑAS ASIDECQ

COMUNIDAD: ALDEA SAN JOSE LO DE ORTEGA  
DISEÑO: Hector José Hernández Avilés  
ESCALA: INDECAD.

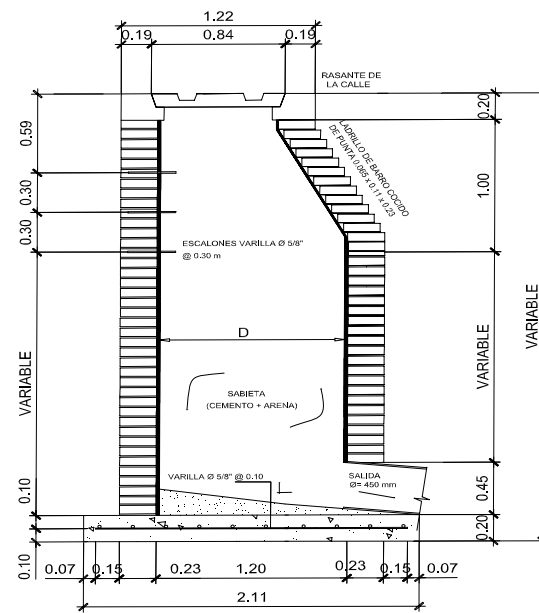
PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSE LO DE ORTEGA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA  
FECHA: NOVIEMBRE DE 2007

CONTIENE: PLANTA PERFIL

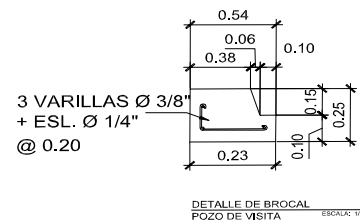
(F) VO. BO. (TF) REVISOR. 5/6



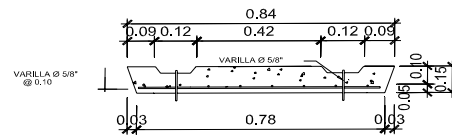
**POZO DE VISITA**  
ESCALA 1/20



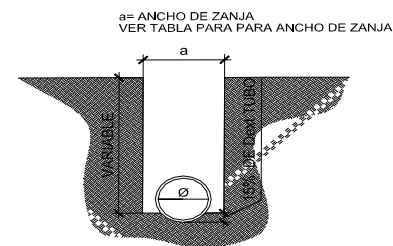
**POZO DE VISITA**  
ESCALA 1/20



**DETALLE DE BROCAL**  
POZO DE VISITA  
ESCALA: 1/10



**SECCION DE TAPADERA**  
POZO DE VISITA  
ESC: 1/10



**DETALLE DE ANCHO DE ZANJA**  
SIN ESCALA

TABLA PARA ANCHO DE ZANJA	
Ø DE TUBERIA EN MILIMETROS	ANCHO DE EXCAVACION EN METROS
150	0.70
200	0.75
250	0.75
300	0.80
375	0.90
450	1.10
525	1.10
600	1.20
700	1.35

NOMENCLATURA	
SIMBOL	DESCRIPCION
D	INDICA DIAMETRO INTERNO DE POZO EN METROS SEGUN TABLA
P/g	INDICA MEDIDA EN PULGADAS
mm	INDICA MEDIDA EN MILIMETROS
Ø	INDICA DIAMETRO INTERNO DE TUBERIA
m	INDICA MEDIDA EN METROS

**NOTA:**  
- TODAS LAS LONGITUDES ESTAN DADAS EN METROS  
- TODAS LOS DIAMETROS DE TUBERIA ESTAN DADAS EN MILIMETROS  
- TODAS LAS LONGITUDES Y LAS COTAS INVERT ESTAN DADAS A EJES DE POZOS  
- PARA PROFUNDIDADES MAYORES QUE 5.00 METROS CONSULTAR CON EL FABRICANTE CARACTERISTICAS DE INSTALACION DE LA TUBERIA.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS MATERIALES:**  
PROPORCION DE SABIETA:  
LEVANTADO DE LADRILLO: 1:3  
CERNIDO: 1:2  
F<sub>cm</sub> = 4,000 PSI (281 Kg/cm<sup>2</sup>)  
F<sub>y</sub> = GRADO 40 (40,000 PSI 2812 Kg/cm<sup>2</sup>)  
TUBERIA TIPO PVC CORRUGADA NORMA ASTM D-2487

**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE DISEÑO:**  
POBLACION ACTUAL: 816 HABITANTES  
POBLACION FUTURA: 3,231 HABITANTES  
TASA DE CRECIMIENTO: 3%  
DOTACION: 120 l/hab/día  
TIPO DE TUBERIA: PVC CORRUGADO NORMA 30-34  
DIST. MAX. ENTRE POZOS: 100 mts  
PERIODO DE DISEÑO: 20 AÑOS

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE E.P.S.

**ASOCIACION INTEGRAL DE DESARROLLO DE CIUDAD QUETZAL Y COLONIAS ALEDAÑAS**  
ASIDEQ

**COMUNIDAD:** ALDEA SAN JOSE LO DE ORTEGA  
**DISEÑO:** Hector José Hernández Avilés  
**ESCALA:** INDICADA.

**PROYECTO:** DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN JOSE LO DE ORTEGA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.  
**FECHA:** NOVIEMBRE DE 2005

**CONTIENE:** DETALLES

(F) Vo. Bo. \_\_\_\_\_ (F) REVISOR. \_\_\_\_\_

6 / 6