



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

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA  
LA COMUNIDAD DEL ESPÍRITU SANTO, MUNICIPIO DEL  
JICARO, EL PROGRESO**

**Rubén Armando Chávez Ramírez  
Asesorado por Ing. Ángel Roberto Sic García**

**Guatemala, octubre de 2004**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA  
LA COMUNIDAD DEL ESPÍRITU SANTO, MUNICIPIO DEL  
JICARO, EL PROGRESO**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**RUBÉN ARMANDO CHAVÉZ RAMÍREZ**

ASESORADO POR: ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCIA  
AI 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:

### **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD DEL ESPÍRITU SANTO, MUNICIPIO DEL JICARO, EL PROGRESO**

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

**Rubén Armando Chávez Ramírez**

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



**NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
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. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR:	Inga. Christa Classon de Pinto
EXAMINADOR:	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
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. ANGEL SIC,** por su valiosa ayuda en el transcurso del EPS y asesoría en el trabajo de tesis

**AL ING. LUIS ALFARO,** por su apoyo y colaboración en el EPS.

**A LA OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN Y MUNICIPALIDAD DEL JICARO, EL PROGRESO,** por su apoyo y haberme dado la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado EPS.

**A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS,** por la amistad y ayuda en todo momento de la carrera.

**A LA FAMILIA, CEREZO PAZ,** por su apoyo y cariño brindado

**A LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**ACTO QUE DEDICO A:**

**MIS PADRES**

TOMAS CHAVÉZ MUÑOZ  
CRISTINA RAMÍREZ DE CHAVÉZ  
Por su apoyo y amor incondicional

**MI ESPOSA  
E HIJO**

MARÍA BEATRIZ CEREZO DE CHAVÉZ  
RAFAEL ARMANDO CHAVÉZ CEREZO  
Con mucho amor

**MI HERMANO**

JUAN LUIS CHAVÉZ RAMÍREZ  
Con cariño y aprecio

**A MIS TÍOS**

Especialmente a mi tío  
VENANCIO RAMÍREZ GARCÍA  
Por toda la ayuda y confianza puesta en mi

**A MIS CUÑADAS**

**A MI SOBRINA**

**MI FAMILIA EN GENERAL**

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>V</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>VIII</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>IX</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>X</b>

### **1 MONOGRAFÍA DEL LUGAR**

1.1 Datos generales .....	1
1.2 Localización geográfica.....	1
1.3 Vías de acceso.....	2
1.4 Servicios con que cuenta la comunidad.....	3
1.5 Características topográficas.....	3
1.6 Infraestructura habitacional.....	4
1.7 Autoridades.....	4
1.8 Clima.....	4
1.9 Aspectos de salud.....	5
1.10 Aspectos de comercio.....	5
1.11 Aspectos socioeconómicos.....	6
1.12 Clasificación del tipo de suelo.....	7

1.13	Estudio de la población.....	8
1.13.1	Pronóstico de la población.....	8
1.13.2	Censos de la población.....	8

## **2 GENERALIDADES DE LOS ALCANTARILLADOS**

2.1	Tipos de alcantarillados.....	9
2.1.1	Alcantarillado sanitario.....	9
2.1.2	Alcantarillado separativo.....	9
2.1.3	Alcantarillado combinado.....	10
2.2	Diámetros, pendientes, velocidades máximas y mínimas, profundidad de tubería.....	10
2.2.1	Diámetros.....	10
2.2.2	Pendientes.....	10
2.2.3	Velocidades máximas y mínimas.....	11
2.2.4	Profundidad de la tubería.....	11
2.2.5	Período de diseño.....	12
2.2.6	Pozos de visita.....	13

## **3 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

3.1	Fuerza tractiva en alcantarillas.....	15
3.1.1	Flujo en alcantarillas parcialmente llenas.....	15

3.2	Determinación de parámetros de diseño.....	16
3.2.1	Caudal domiciliar.....	16
3.2.2	Caudal comercial.....	17
3.2.3	Caudal industrial.....	17
3.2.4	Caudal de infiltración.....	18
3.2.5	Caudal de conexiones ilícitas.....	18
3.2.6	Caudal máximo domiciliar.....	19
3.2.7	Caudal de diseño.....	19

#### **4 DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNIDAD ESPIRITU SANTO**

4.1	Descripción general del sistema.....	21
4.2	Cálculos y parámetros de diseño.....	21
4.2.1	Tipo de sistema.....	21
4.2.2	Período de diseño.....	22
4.2.3	Dotación del agua potable.....	22
4.2.4	Factor de retorno.....	22
4.2.5	Población actual.....	23
4.2.6	Población futura.....	23
4.2.7	Factor de Harmond.....	24
4.2.8	Tipo de tubería.....	24
4.2.9	Observaciones del diseño hidráulico.....	25
4.3	Cálculo de alcantarillado sanitario.....	31

4.4	Descarga.....	39
4.4.1	Selección del punto.....	39
4.4.2	Tratamiento del agua residual.....	40
<b>5</b>	<b>PRESUPUESTO DEL DRENAJE SANITARIO</b>	
5.1	Trabajos preliminares.....	42
5.2	Estimación de materiales.....	43
5.3	Estimación de mano de obra.....	46
5.4	Integración de costos.....	49
5.5	Cronograma de avance físico del proyecto.....	50
	<b>VULNERABILIDAD DEL SISTEMA SANITARIO.....</b>	<b>51</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>53</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>54</b>
	<b>ANEXOS</b>	

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Mapa cartográfico localización de la comunidad	2
2	Cronograma de actividades del proyecto	50
3	Planta de conjunto	69
4	Planta densidad de población	70
5	Planta de curvas de nivel	71
6	Perfiles	72
7	Detalles	87

## TABLAS

I	Cuadro climatológico de la estación Morazán	5
II	Población distribuida por edades y sexo	8
III	Calculo de alcantarillado sanitario	31
IV	Presupuesto trabajos preliminares	42
V	Presupuesto estimación de materiales	43
VI	Presupuesto estimación de mano de obra	46
VII	Presupuesto integración de costos	49
VIII	Calculo topográfico planimetría	55
IX	Calculo topográfico altimetría	62

## GLOSARIO

<b>Aguas servidas</b>	Es el agua que se desecha después de haber sido utilizada por la actividad humana, ya sea de origen domestico, comercial e industrial.
<b>Alcantarillado sanitario</b>	Sistema de tuberías que conduce únicamente aguas servidas; no conduce agua pluvial.
<b>Área tributaria</b>	Superficie de terreno que es drenado a un punto determinado.
<b>Caudal de diseño</b>	Es la suma de los caudales que pasan por una sección del sistema de alcantarillado.
<b>Cota invert</b>	Punto más bajo de la sección transversal interna de la tubería, medido desde la superficie del terreno.
<b>Conexión domiciliar</b>	Tubería que conduce las aguas negras desde la candela hasta el colector principal.
<b>Coefficiente de retorno</b>	Relación que existe entre el caudal medio de las aguas residuales y el caudal medio de agua que consume la población.

<b>Curvas de nivel</b>	Líneas continuas que indican un mismo nivel.
<b>Escorrentía</b>	Porción de las aguas de lluvia que no es retenida por el terreno y fluye sobre la superficie.
<b>Fuerza tractiva</b>	Tensión tangencial ejercida por el liquido en la dirección del flujo, sobre el fondo y paredes del colector.
<b>Pozo de visita</b>	Estructura con tapadera movable; cuya función principal es la inspección y limpieza de tuberías.
<b>Ramal Inicial</b>	Es el primer tramo en un sistema de alcantarillado sanitario.
<b>Tirante</b>	Altura de las aguas negras dentro de la tubería.
<b>Topografía</b>	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre.
<b>Velocidad de arrastre</b>	Velocidad mínima en la que los sólidos no sedimentan en la alcantarilla.

## **RESUMEN**

El presente informe se basa en el diseño de una red de alcantarillado sanitario, para la comunidad del Espíritu Santo, el cual está compuesto de la monografía del lugar donde se recabó la mayor información posible relacionado a sus aspectos de salud, de comunicación, de población entre otras.

La teoría donde se fundamenta el diseño de los alcantarillados sanitarios, tomando en cuenta las normas y recomendaciones de las instituciones encargadas para tal efecto, tratando de aplicarlo lo mas posible al diseño, el diseño propiamente de la red, el presupuesto de ejecución del proyecto y como complemento el juego de planos, que son una herramienta indispensable para poder llevar a cabo el proyecto de una forma ordenada y adecuada para su posterior funcionamiento.

La importancia de este tipo de proyectos radica en minimizar las estadísticas de enfermedad, provocadas por la falta de este tipo de proyectos. Por tal motivo dentro del conjunto de prerizaciones de necesidades de las áreas rurales siempre debe estar involucrado un proyecto de drenaje sanitario.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Mejorar el nivel de vida de la población con la realización del estudio de drenajes sanitarios y su posterior ejecución, logrando con ello disminuir los índices de morbilidad y mortalidad de la población en general.

### **Específicos**

1. Hacer la entrega del estudio completo del proyecto de diseño del drenaje sanitario de la comunidad Espíritu Santo, 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. Darle un mejor manejo a las aguas servidas, recolectándolas de una manera adecuada para su posterior tratamiento.
3. Proporcionar un mejor servicio de alcantarillado sanitario a los habitantes de la comunidad, para que puedan usar baños lavables y no letrinas como se usan actualmente.
4. Poner en práctica los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos y cimentados con el estudio de drenajes de la comunidad Espíritu Santo.

## INTRODUCCIÓN

Con la realización del proyecto de drenajes se mejora el nivel de vida de los habitantes de la comunidad Espíritu Santo en forma integral. Por ser una prioridad de la comunidad se ha optado por realizar el proyecto antes mencionado, y por consiguiente mejorar el saneamiento de la comunidad.

El proyecto de drenajes en su conjunto comprende todas las etapas que conlleva, para tal efecto se deberá realizar; estudio topográfico de primer orden, la realización de planos, tanto de planimetría como de altimetría, diseño de la red de recolección de las aguas aplicando normas y conceptos hidráulicos, tomando en cuenta otros factores que pueden influir en el diseño, además el presupuesto completo para la ejecución del proyecto, y cronograma de avance físico del proyecto.

Cabe mencionar que el diseño del drenaje sanitario se basará en el método de fuerza tractiva o condición autolimpiante, debido a la limitante económica que presenta la comunidad, es importante dotarla de un sistema de alcantarillado económico, pero funcional.

El presente trabajo no muestra el diseño de una planta de tratamiento, pero se recomienda su construcción para evitar la proliferación de enfermedades mortales que afecten seriamente a la población y el ambiente.

# 1 MONOGRAFÍA

## 1.1 Datos generales

La comunidad de Espíritu Santo se encuentra ubicada en la parte noreste de la cabecera municipal, cuenta con una extensión territorial de tres kilómetros cuadrados, pertenece al municipio del Jicaro, departamento de el Progreso.

## 1.2 Localización geográfica

La comunidad se encuentra ubicada geográficamente en las coordenadas:

Latitud: 14° 54' 47"

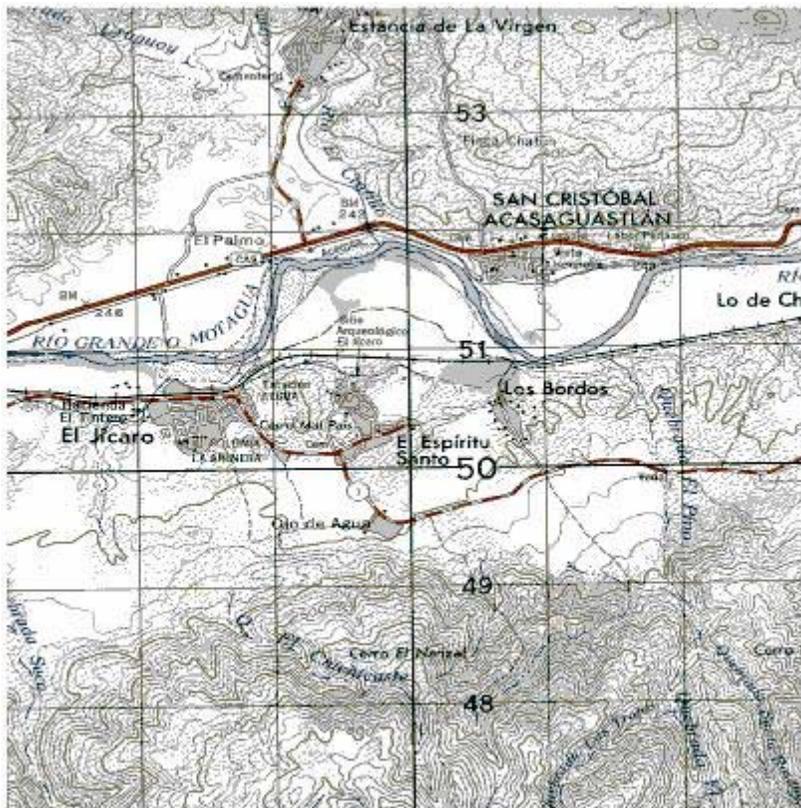
Longitud: 89° 53' 43"

La altitud de la comunidad es de 251 metros sobre el nivel del mar. La comunidad está limitada al norte con el municipio de San Cristóbal Acasaguastlán, al sur con aldea Ojo de Agua, al este con Aldea los Bordos y al oeste con cabecera municipal del Jicaro.

### 1.3 Vías de acceso

El ingreso a la comunidad es por medio de una carretera de terracería transitable en toda época del año, con una longitud de 3 kilómetros de la cabecera municipal, a 31 kilómetros de la cabecera departamental y 101 de la ciudad capital, por la ruta CA-9 norte, también cuenta con caminos de brecha y veredas.

**Figura 1. Mapa cartográfico localización de la comunidad**



**Mapa cartográfico escala 1 / 50,000**

#### **1.4 Servicios con que cuenta la comunidad**

La comunidad cuenta actualmente con los siguientes servicios:

- Agua potable
- Energía eléctrica
- Escuela pre-primaria y primaria
- Centro de salud
- Salón comunal
- Áreas deportivas
- Cementerio general
- Iglesia evangélica y católica
- Librería
- Tiendas de consumo diario
- Transporte por medio de microbuses

#### **1.5 Características topográficas**

La topografía del terreno es quebrada en gran proporción, debido que la comunidad esta ubicada en partes altas y bajas, contando con una planicie en la parte final de la descarga.

Esta planicie se encuentra a 200 metros de distancia para llegar al río Motagua, considerándose esta como área de crecida máxima, debido que durante la tormenta tropical del año 1998 llamada Mich inundo esta área.

## 1.6 Infraestructura habitacional

La comunidad cuenta con una cantidad aproximada de 440 viviendas, distribuidas de la siguiente manera:

- Techo de lamina, paredes de *block* y piso de cemento 40%
- Techo de lamina, paredes de bajareque y piso de cemento 39%
- Techo de palma, paredes de madera y piso de tierra 15%
- Techo de concreto, paredes de *block* y piso de granito 6%

## 1.7 Autoridades

Actualmente en la comunidad solamente hay consejo comunitario de desarrollo (cocode), formado por alcalde auxiliar, presidente, secretario, tesorero y vocales. Los representantes de la comunidad y son los responsables de buscar soluciones a problemas prioritarios de la misma.

## 1.8 Clima

La comunidad pertenece a una zona de clasificación de Monte Espinoso subtropical. El clima, es cálido, las condiciones climatológicas más importantes de la zona son:

Temperatura mínima promedio:	20.3 °C
Temperatura máxima promedio:	34.5 °C
Precipitación media anual:	451.3 mm anuales para el año 2,003

**Tabla I. Cuadro climatológico**

<b>Clave</b>	<b>Lat</b>	<b>Long</b>	<b>Alt</b>	<b>Año</b>	<b>Variable</b>	<b>Dimens</b>	<b>Anual</b>
120301	14°55'49"	90°08'31"	370	2003	LLUVIA	MM	451.3
120301	14°55'49"	90°08'31"	370	2003	TMEDIA	GRADOC	29.7
120301	14°55'49"	90°08'31"	370	2003	NUBOSI	OCTAS	4
120301	14°55'49"	90°08'31"	370	2003	VVIENT	KM/HRA	1.6

Fuente: INSIVUMEH (Datos de estación Morazán que es la más cercana)

### **1.9 Aspecto de salud**

Entre las enfermedades principales que afectan a la comunidad están:

- Dengue
- Infecciones de la piel
- Parasitismo
- Amebiasis
- Diarreas

Para atender sus enfermedades visitan el puesto de salud ubicado en la comunidad, si es de mayor gravedad visitan el centro de salud ubicado en la cabecera municipal.

### **1.10 Aspectos de comercio**

La actividad económica principal de la comunidad es la venta de productos agrícolas y artesanales, entre los productos agrícolas cosechados se encuentran: limón, papaya, tomate, chile, berenjena, pepino.

Entre los productos artesanales se encuentran: fundas para botella, sombreros, escobas, petates, tapetes, abanicos, moisés (cuna de tejido de palma), utilizando como materia prima la palma que es propia del lugar. Para la comercialización de los productos se realizan por intermediarios en el caso de los productos agrícolas y los artesanales se venden directamente por el propietario, cabe mencionar que el 75% de los productos artesanales son de exportación.

Otra actividad que realizan es la elaboración de maya metálica y carpintería que se comercializa por compradores que llegan al lugar.

### **1.11 Aspectos socioeconómicos**

Con respecto a la tenencia de tierra en la comunidad, son pocas las personas que tienen acceso a un arrendamiento de tierra en la propia comunidad, ya que las se tienen son utilizadas por los propietarios para la implementación de sus cultivos. La mayoría de las actividades agrícolas se realizan en la finca denominada la Cooperativa. Las mujeres se dedican a las labores domésticas, a la crianza de animales, tejidos de palma al igual que algunos hombres. Los ingresos en la comunidad se dividen de la siguiente manera: por la producción agrícola el cual promedia Q 600.00 a Q 800.00 mensuales, el otro ingreso se da a través de las actividades artesanales teniendo un promedio de Q 600.00 a Q800.00 mensuales, el resto de ingresos se derivan de las actividades de carpintería y elaboración de maya metálica, los cuales alcanza promedio de Q800.00 a Q 1,000.00 mensuales.

## 1.12 Clasificación del tipo de suelo

Tomando en cuenta el mapa de el Progreso, mostrando la localización de los diferentes grupos de suelo se puede observar que, el total de el Progreso tiene tres tipos de grupos clasificados según su agrupación, área y extensión relativa, por lo tanto el Jicaro presenta estos mismos grupos de suelo que son:

- Suelos desarrollados sobre materiales volcánicos, que se subdividen; en suelos profundos sobre materiales de color claro, suelos pocos profundos, bien drenados, sobre materiales de color claro, suelos poco profundos, mal drenados, sobre materiales de color claro, y suelos profundos sobre materiales de color oscuro.
- Suelos desarrollados sobre materiales sedimentarios y metamórficos, que se subdividen en; suelos profundos, Suelos poco profundos sobre esquisto y serpentina y suelos poco profundos sobre caliza y esquisto arcilloso.

Dentro del tipo de suelo se podría encontrar el siguiente; altombrán, alzatate, jalapa, jigua, pinula, salamá, salamá fase quebrada, Zacapa, chicaj, mongoy, civija, marajuma, acasaguastlán, chol, chuarrancho, sholanimá, sansare, subinal, y el complemento, suelos aluviales no diferenciados, suelos de los valles, no diferenciados, siendo los suelos aluviales no diferenciados los que predominarían en la parte final de la descarga en el río Motagua.

Los suelos aluviales no diferenciados, representan áreas donde los ríos, han depositado material reciente, y las áreas pueden estar sujetas a inundaciones ocasionales.

### 1.13 Estudio de la población

**Tabla. II Población distribuidas por edades y sexo**

<b>Edades</b>	<b>Masculino</b>	<b>Femenino</b>	<b>Total</b>
0 a 4 años	127	111	238
5 a 14 años	269	248	517
15 a 49 años	305	391	696
50 a 59 años	139	157	296
60 años a más	181	147	328
<b>Total</b>	<b>1,021</b>	<b>1,054</b>	<b>2,075</b>

Fuente: Puesto de salud de la comunidad

#### 1.13.1 Pronóstico de la población

Para el cálculo de la población futura se determinara por el método de crecimiento geométrico. Ver análisis en sección 4.2.7

#### 1.13.2 Censos de Población

Para el estudio solamente nos interesa el dato de la población total de cada censo; siendo estos los siguientes:

<b>Año</b>	<b>Población total</b>
1,994	1,026 (censo realizado INE)
2,002	1,337 (censo realizado INE)
2,004	2,075 (censo realizado puesto de salud)

## **2 GENERALIDADES DE LOS ALCANTARILLADOS**

### **2.1 Tipos de alcantarillados**

Se tienen tres tipos de sistemas de alcantarillados, la elección dependerá de los estudios que se realicen y tomando otros factores que se presenten como económicas, físicas y funcionales.

- Alcantarillado sanitario
- Alcantarillado separativo
- Alcantarillado combinado

#### **2.1.1 Alcantarillado sanitario**

Se le llama así al sistema que conduce solamente agua residual, y este tipo de sistema es el que se tomó para realizar el estudio de la comunidad Espíritu Santo, debido a que es una área rural y de poca precipitación pluvial.

#### **2.1.2 Alcantarillado separativo**

Es el cual se diseñan dos redes independientes, una para el transporte de las aguas pluviales y otro para las aguas residuales, pero es importante que todos los que se conecten tengan dos tuberías una de agua de lluvia y la otra de aguas negras.

### **2.1.3 Alcantarillado combinado**

Se diseña para que transporte tanto aguas negras como agua proveniente de la lluvia simultáneamente, debido a esto por lo general los diámetros aumentan considerablemente.

## **2.2 Diámetros, pendientes, velocidades máximas y mínimas, profundidad de la tubería**

### **2.2.1 Diámetros**

Para las conexiones domiciliarias, deberá usarse un diámetro mínimo de 4" de pvc, para el colector se tomara un diámetro de 6" de pvc como mínimo y podrá ir aumentando según el caudal, la velocidad, o por criterio del proyectista.

### **2.2.2 Pendientes**

Para que un sistema este bien proyectado, se procura seguir la pendiente paralela a la del terreno, para disminuir los costos de excavación, esto desde luego en condiciones ideales. Pero no siempre es así, debido a la topografía del lugar y la dirección del flujo se tiene que diseñar el sistema en contra pendiente, provocando que se profundice la excavación y por tal motivo el incremento del costo del proyecto.

### **2.2.3 Velocidades máximas y mínimas**

Los proyectos de alcantarillado sanitario se deben diseñarse bajo ciertas velocidades mínimas y máximas, mínimas porque si la velocidad no es suficiente para arrastrar los sedimentos, estos se irán acumulando hasta provocar un taponamiento y máximas porque las velocidades altas producen efectos dañinos, debido a los sólidos en suspensión que hacen un efecto abrasivo a la tubería, por tal razón se recomienda que la velocidad mínima sea de 0.60 m/seg. y la máxima sea de 4.00 m/seg. En tuberías de pvc según parámetros de Amanco Guatemala.

### **2.2.4 Profundidad de la tubería**

La profundidad de colocación respecto a la rasante tendrá una altura mínima es de 1.00 metro y una máxima de 1.20 metros con respecto a la superficie en tramos iniciales o bien cuando la pendiente del terreno sea la misma de la tubería, esta altura dependerá del tipo de tráfico que circule por el lugar, evitando rupturas en la tubería, según normas del IMFOM.

Preparación de la zanja, deberá ser de tal forma que provea un apoyo firme y uniforme a lo largo de la tubería, cuando en la sub-base se encuentren condiciones que impidieran proporcionar a la tubería un apoyo firme y constante, deberá realizarse una sobre excavación y rellenar esta con material adecuado, siendo esta arena, arena blanca o material selecto a una altura no menor de diez centímetros por debajo y encima de la tubería siendo esta compactada.

Piedras grandes o puntiagudas, así como cualquier otro material como por ejemplo arcilla debe eliminarse en un área de diez centímetros alrededor de la tubería, a fin de evitarle daños.

### **2.2.5 Período de diseño**

Se le denomina así al tiempo durante el cual la obra diseñada alcanza un buen funcionamiento. Para el período de diseño se tomarán en cuenta algunos factores que podrían ser:

- Vida útil de las estructuras, tomando en cuenta la antigüedad, desgaste o daño a la tubería o a los pozos de visita.
- Facilidad o dificultad para hacer ampliaciones o adiciones a las obras existentes o planeadas.
- Comportamiento de las obras durante sus primeros años, cuando no estarán sujetas a su capacidad máxima.
- En nuestro medio, se debería proyectar un periodo de diseño de 30 a 40 años según el IMFOM.

### **2.2.6 Pozos de visita**

Son obras básicas que sirven para verificar el buen funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario, así como para efectuar limpieza y mantenimiento. Estos deben tener una abertura adecuada de 0.60 metros y el espacio suficiente para que un hombre pueda trabajar en el interior; este espacio tendrá como mínimo 1.20 metros. Según las normas del IMFOM para la construcción de alcantarillados, se recomienda colocarlos en los siguientes casos:

- En toda intersección de colectores
- Al comienzo de todo el colector
- En todo cambio de sección o diámetro
- En todo cambio de dirección o pendiente
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 a 120 metros.



## **3 DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

### **3.1 Fuerza tractiva en alcantarillas**

Fuerza tractiva, también conocida como fuerza cortante o fuerza de degrado, se le define como la tensión tangencial ejercida por el líquido en dirección del flujo, sobre el fondo y paredes del canal o colector.

El criterio de la fuerza tractiva para fines de cálculo de colectores busca establecer una pendiente para el tramo que es capaz de provocar una tensión que sea suficiente como para arrastrar el material que se deposita en el fondo. Por lo tanto la fuerza tractiva sería otra forma de calcular pendientes y velocidades que cumplan con el objetivo de un alcantarillado, y que su uso es más aplicado a canales abiertos.

#### **3.1.1 Flujo en alcantarillas parcialmente llenas**

Debido a que las profundidades de flujo son menores en los ramales iniciales de las alcantarillas sanitarias, es necesario mejorar su comportamiento hidráulico mediante el uso de pendientes más inclinadas que las normales. El comportamiento hidráulico de las secciones parcialmente llenas y de las llenas debe ser bien comprendido, especialmente, en relación con el mantenimiento de velocidades mínimas y máximas.

Las variables incluidas en la fórmula de Manning tal como V, D, S, y n constituyen los elementos hidráulicos de los conductos a sección llena y para calcularlos a sección parcial estos deben buscarse en las tablas tabuladas de elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular, tomando como referencia el caudal de diseño (q) y el caudal de sección llena (Q), q/Q, y la relación de tirantes de  $0.1 < d/D < 0.75$ .

### 3.2 Determinación de parámetros de diseño

#### 3.2.1 Caudal domiciliar

Son las aguas provenientes de las actividades de aseo, cocina, lavado de ropa, baño, lavado de pisos, descarga de inodoros, etc. En el caso por ejemplo del lavado de ropa el agua empleada no regresa totalmente a la alcantarilla si no que un porcentaje se queda en la ropa, debido a esto existe un parámetro de retorno el cual esta comprendido en 0.70 y 0.90, cabe mencionar que este factor de retorno esta relacionado con la dotación de agua potable que le llega a la vivienda, pero depende directamente del diseñador. Para el cálculo del caudal domiciliar se emplea la siguiente fórmula:

$$Q_{dom} = \frac{Dot * \# hab * Fac.de\ retorno}{86,400seg}$$

$Q_{dom}$  = Caudal domiciliar (lts/seg.)

Dot = Dotación (lts/seg).

#hab. = Número de habitantes

### **3.2.2 Caudal comercial**

Son aguas residuales o de desecho que se producen en el sector comercial, para efectos de diseño, esa carga queda incluida en la contribución doméstica porque la dotación del sistema, está incluida en la dotación per capita, solo en casos especiales, para grandes centros comerciales la determinación de la contribución se hace por separado, basándose en datos de áreas existentes o previstas en un futuro próximo.

### **3.2.3 Caudal industrial**

Son aguas residuales de la actividad industrial, su cálculo se hace por medio de registro de industrias, como por ejemplo fabricas de textiles, licoreras, refrescos etc. La contribución industrial, puede incluirse en la dotación del sistema, entonces su contribución queda incluida en el cálculo de la contribución doméstica, excepto en casos especiales, en grandes industrias se determinara por cálculos separados.

Los caudales de aguas residuales de origen industrial varían según el tipo y tamaño de la industria y también según el método de tratamiento de su vertido.

### 3.2.4 Caudal de infiltración

Es el que se infiltra en el alcantarillado, a través de fisuras o juntas en las tuberías, esta filtración proveniente del nivel freático o de las aguas de escorrentía que se infiltra en suelo. Puede estimarse de dos formas: en litros diarios por hectárea o litros diarios por kilómetro de tubería, se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias. 12,000 u 18,000 litros/km/día.

$$Q_{inf} = \frac{FI * LT}{84,400 \text{ seg}}$$

$Q_{inf}$  = Caudal de infiltración

FI = Factor de infiltración (12,000 u 18,000 litros/km/día)

LT = Longitud de la tubería instalada en kilómetros

### 3.2.5 Caudal de conexiones ilícitas

Se le denomina así a las conexiones de agua de lluvia y que por razones obvias no deberían llegar al sistema de alcantarillado, esto por medio de patios interiores de las viviendas. Para efectos de diseño y según las normas generales de alcantarillado se podrá agregar un 10 por ciento del caudal doméstico. Sin embargo, en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto.

También se puede estimar con la siguiente formula:

$$Q_{ilic.} = \frac{C I A * 1,000}{360}$$

Q<sub>ilic.</sub> = Caudal de conexiones ilícitas (M<sup>3</sup>/seg.)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación en mm/hora

A = Área en hectáreas

% = Porcentaje de población con conexiones ilícitas ( 0.5 – 2.5 del total)

### 3.2.6 Caudal máximo domiciliar

Para determinar el caudal máximo que fluye por las tuberías, en un momento dado hay que afectar el caudal medio por un factor conocido comúnmente por el factor de Harmond. El factor de Harmond es un valor estadístico que determina la probabilidad del número de usuarios y se calcula con la siguiente ecuación:

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

FH = Factor de Harmond

P = Población futura acumulada en miles

### 3.2.7 Caudal de diseño

Para el cálculo de agua residual que transportara el alcantarillado en los diferentes tramos, se deberá de integrar los valores que se describen en la siguiente fórmula:

$$Q_{dis} = \# \text{ de habitantes} * FH * F_{qm}$$

# Habitantes = Numero de habitantes futuros acumulados

FH = Factor de Harmond

F<sub>qm</sub> = Factor de caudal medio

Al finalizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriormente descritos se procede a obtener el valor del caudal medio que esta dado en la siguiente expresión:

$$Q_{med} = \frac{Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{conilic}}{\# \text{ de habitantes}}$$

En el caso de la comunidad Espiritu Santo, no se tomó en cuenta el caudal comercial e industrial debido a que no hay ningún tipo de estos y en el futuro es poco probable, tampoco se tomó en cuenta el caudal por infiltración debido a la tubería que se empleara es de pvc.

## **4 DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA COMUNIDAD ESPIRITU SANTO**

### **4.1 Descripción general del sistema**

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se realizó en la comunidad Espíritu Santo, el cual presenta una topografía quebrada y debido a esto se tuvo que diseñar algunas partes en contra pendiente para poder sacar el agua residual de algunos sectores, dando lugar que se profundizara la tubería pero esa era la única alternativa debido que estos sectores se encuentra unos metros abajo teniendo que atravesar la parte alta para poder llegar a la descarga. En el sistema se utilizaron pozos de visita de ladrillo, candelas de tubo de concreto de 12" de diámetro, la tubería del colector y la conexión domiciliar fue de pvc, de la línea (novafort) de diámetro variable.

### **4.2 Cálculos y parámetros de diseño**

#### **4.2.1 Tipo de sistema**

El tipo de sistema que se implementó para la recolección del agua residual fue el sistema de alcantarillado sanitario, debido a que la comunidad no cuenta con ningún tipo de sistema al que se esta diseñando, dejando excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies, según las normas generales para diseño de alcantarillados.

#### **4.2.2 Período de diseño**

El período de diseño para sistemas de alcantarillado fue estimado en un período de 30 años a partir de la fecha en que se desarrollo el diseño, tomando en consideración los recursos económicos con que se cuenta la comunidad y la duración de los materiales, así como, también en el rango que dan las normas generales para diseño de alcantarillado.

#### **4.2.3 Dotación del agua potable**

El agua que llega a la comunidad Espíritu Santo es a través de un sistema de bombeo, por parte de la municipalidad, por lo que la comunidad tiene horarios para el suministro del vital liquido. Algunos propietarios tienen sus propios pozos pero también están conectados a la red municipal.

En la municipalidad no tienen el diseño de introducción del agua para esa comunidad, por lo que tampoco tienen los parámetros de diseño para determinar la dotación empleada en su momento. Debido a esta situación para el diseño del sistema de alcantarillado se tomo una dotación de 200 lts/hab/día.

#### **4.2.4 Factor de retorno**

El factor de retorno tomado para el diseño de alcantarillado sanitario fue de 0.80, fundamentado principalmente en la temperatura del lugar que es cálida y por ello un mayor consumo de agua.

#### 4.2.5 Población actual

Para determinar la población actual se tomo la realizada por el centro de salud de la comunidad con un total de 2,075 habitantes para el 2,004.

#### 4.2.6 Población futura

Una población crece por nacimientos, por axeción y decrece por defunciones o migración, que están relacionados por factores económicos y sociales. Debido a los pocos datos que se cuenta para poder estimar la población se utilizara el método de incremento geométrico, el cual es el mas empleado en Guatemala y el que mas se ajusta a la realidad, empleando la siguiente ecuación:

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

Pf = Población futura

Po = Población actual

r = Tasa de crecimiento

n = Numero de años de diseño

#### **DATOS:**

Po = 2,075 habitantes

n = 30 años

r = 2.1 %

$$Pf = 2,075 * (1 + 0.021)^{30}$$

**Pf = 3,794.22 aprox. 3,795 habitantes para el 2,034**

#### 4.2.7 Factor de Harmond

También conocido como factor de flujo instantáneo se calculo de la siguiente manera:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{3,795 / 1,000}}{4 + \sqrt{3,795 / 1,000}}$$

**FH = Factor de Harmond = 3.35**

#### 4.2.8 Tipo de tubería

La tubería a emplear es de tipo pvc de nombre Novafort, distribuida por Amanco Guatemala. Corrugada en su parte exterior y completamente lisa en su interior con un coeficiente de rugosidad (n) 0.009.

#### Ventajas:

- Es muy liviana, fácil de manejar y transportar.
- Es hermética, junta de hule.
- El rendimiento en obra es alto.
- Todos los diámetros, cumplen con la norma ASTM F-949.
- El costo es mucho menor que la de norma ASTM3034.

#### **4.2.9 Observaciones generales del cuadro de llenado para el cálculo hidráulico**

##### **Resumen**

- El periodo de diseño fue de 30 años
- La dotación fue de 200 lts/Hab/día ( Norma del INFOM)
- Factor de retorno de 0.80
- Velocidad mínima de 0.60 m/s (Norma del INFON)
- Velocidad máxima de 4 m/s (según Amanco)
- Tubería mínima de 6 pulg.
- Tubería mayor utilizada de 15 pulg.
- Cota invert de 1.20 de profundidad (Norma del IMFON)
- Al caudal de diseño se le agrego el 25% de conexiones ilícitas (Rango del IMFON)

##### **Observaciones generales:**

Total de viviendas actuales 411, distribuidas para el estudio de la siguiente forma:

- 57 lotes tomados en cuenta como futuras viviendas, localizados 34 lotes en una lotificación, ubicados en los tramos de los pozos No. 88, 89, 90, 91, 91' 92, 92'; y los otros 23 lotes localizados en los tramos de los pozos No. 2, 58, 57, 56, 55.

- 9 viviendas actuales fueron tomadas en cuenta solo para determinar su diseño hidráulico; pero no influyen en el diseño de la red general debido que se localizan muy por debajo por donde pasa el colector principal dando con esto que se profundizará mas la zanja, el tratamiento sugerido para el agua residual de estas viviendas seria por Fosa Séptica Rotoplas. y estas están comprendidas en los tramos de los pozos No. 15.1, 15.2, 15.3, 15.4, 15.5 y del tramo del pozo No. 17 al 15.6.
- También se dejo fuera del diseño una casa actual, debido que el lugar donde se encontraba estaba 6.00 metros, por debajo de donde pasaba el colector principal, localizándose esta en la estación 33.1. El tratamiento que se recomienda para esta casa es a través de una letrina o mejorando la existente.
- Por lo anterior el total de viviendas actuales son: **411 viviendas.**
- En la tabla del diseño hidráulico aparecen 458 viviendas actuales debido a que se tomaron en cuenta los 23 lotes comprendidos en los tramos de los pozos No. 2, 58, 57, 56, 55, así mismo, los 34 lotes de la lotificación.
- En el área de la lotificación, pozos 88, 89, 90, 91, 91', 92 y 92' no se cálculo velocidad actual debido a que el caudal de diseño era muy poco tomando un rango de 5 personas por vivienda y multiplicando por los 34 lotes, dando como resultado que se profundizara mas la tubería principal. Esto debido a que la lotificacion se ubica unos metros por debajo de donde pasaba el colector principal, por lo que se cálculo la velocidad con la población futura de manera de no profundizar la tubería de salida de la lotificación.

- A diferencia de los 23 lotes comprendidos en los pozos 2 al 55 si se cálculo la velocidad actual debido a que la pendiente ayudaba a su cálculo, y así mismo, poder determinar velocidades máximas y mínimas.

## **Población**

Con la población sucede lo mismo que con las viviendas debido a que la población actual que maneja el centro de salud es de 2,075 habitantes, dando cinco habitantes por vivienda.

En el diseño se tomaron los lotes como habitados por lo que da un total de 2,290 habitantes actuales colocando el parámetro de 5 personas por vivienda, y así poder calcular el diseño hidráulico.

Tomando como referencia la población de 2,290 habitantes actuales y proyectados a 30 años da 4,272 habitantes, el cual sería el periodo de diseño no probablemente su vida útil.

Con relación a la población se agregaron 100 habitantes al tramo comprendido entre los pozos 60 y 59 debido a que allí se tiene un depósito proveniente de la escuela de la localidad, estos 100 habitantes en este caso son niños y que ya está sumados a los 2,290 habitantes actuales y por ende proyectados a 30 años.

### Ejemplo de tramo:

PV-4 a PV-5

Factor de caudal medio ( $F_{qmd}$ )	=	0.003 lts/hab/seg
Población acumulada futura	=	233 habitantes
Diámetro de tubería	=	6 pulgadas
S del tubo	=	0.0558 m/m

$$\begin{aligned} Q_{med} \text{ acumulado} &= F_{qmd} * \text{No. De habitantes} \\ &= 0.003 * 233 \\ &= \mathbf{0.699 \text{ lts/seg.}} \end{aligned}$$

Caudal máximo: para calcular el caudal máximo que fluye por los colectores, en determinado momento, hay que afectar el caudal medio acumulado por el factor de flujo, el cual varía entre 1.5 a 4.5, de acuerdo al tamaño de la población siendo este el factor de Harmond.

$$\begin{aligned} FH &= \frac{18 + \sqrt{233 / 1,000}}{4 + \sqrt{233 / 1,000}} \\ &= \mathbf{4.12} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ diseño} &= Q_{med} \text{ acumulado} * FH \\ &= 0.699 * 4.12 \\ &= \mathbf{2.88 \text{ lts/seg.}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q \text{ diseño total} &= Q \text{ diseño} * 25\% \text{ de conexiones ilícitas} \\
&= 2.88 + 2.88 * 0.25 \\
&= \mathbf{3.61 \text{ lts/seg.}}
\end{aligned}$$

### Cálculo de caudal y velocidad a sección llena (Q, V)

Fórmula de manning.

$$V = \frac{0.03429 * D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$V = \frac{0.03429 * 6''^{\frac{2}{3}} * 0.0588^{\frac{1}{2}}}{0.009}$$

$$V = \mathbf{2.97 \text{ m/seg.}}$$

Formula de continuidad.

$$Q = V * A \text{ donde:}$$

A = área circular del tubo

$$A = (3.1416 / 4) * (6'' / 39.37 \text{ m})^2 * 1,000$$

$$A = \mathbf{18.24 \text{ m}^2}$$

$$Q = 2.97 * 18.24$$

$$Q = \mathbf{54.19 \text{ m}^3 / \text{seg.}}$$

### Chequeo:

El chequeo permite establecer si los datos obtenidos con la pendiente están dentro de los permisibles. Tomando como referencia la tabla de alcantarillas parcialmente llenas.

Teniendo el caudal de diseño (  $q$  ) y el caudal a sección llena (  $Q$  ), se procede a dividirlo, y el resultado se busca en la tabla de alcantarillas parcialmente llenas obteniendo los siguientes resultados.

**Parametros:**            **0.60 < 1.68 < 4.00 m/seg. Para la velocidad**  
                                 **0.10 < 0.175 < 0.75            Para el tirante**  
                                 **Q sección llena > q sección parcial**

$$\begin{aligned} q / Q &= 3.61 / 54.19 \\ &= \mathbf{0.0666} \end{aligned}$$

Velocidad a sección parcial (  $v$  )

$$\begin{aligned} v / V &= 0.567726 & v &= V * 0.567726 \\ & & v &= 2.97 * 0.567726 \\ & & v &= \mathbf{1.68 \text{ m/seg.}} \\ d / D &= \mathbf{0.175} \end{aligned}$$

Por lo que la velocidad, el caudal y el tirante están dentro del rango según las normas empleadas.

### 4.3 Cálculo de alcantarillado sanitario

Tabla III. Cálculo de alcantarillado sanitario

DE	A	COTAS TERR.		DH	S (±)	No. DE CASAS		HAB. SERVIR		FACT. HARM		Qd (L/s)			
		Inicio	Fiscal			Local	Acum.	Act. Acu.	Fat. Acu.	Act.	Fat.	Act.	Fat.	Total	Fat.
1-1	2	100.47	100.40	84.86	0.09	6	6	30	56	4.35	4.30	0.39	0.49	0.72	0.90
2	3	100.40	97.62	55.79	4.98	3	9	45	84	4.32	4.26	0.58	0.73	1.07	1.34
3	4	97.62	93.76	81.76	4.72	7	16	80	149	4.27	4.19	1.02	1.02	1.88	2.35
4	5	93.76	90.51	57.75	5.63	9	25	125	233	4.22	4.12	1.58	1.98	2.88	3.61
5	6	90.51	89.11	19.81	7.06	1	26	130	243	4.21	4.12	1.64	2.05	2.99	3.74
1-66	67	99.58	97.40	85.71	2.54	4	4	20	37	4.38	4.34	0.26	0.33	0.49	0.61
67	68	97.40	93.86	39.57	8.95	3	7	35	65	4.34	4.29	0.46	0.57	0.84	1.05
68	69	93.86	89.26	47.48	9.67	0	7	35	65	4.34	4.29	0.46	0.57	0.84	1.05
1-3	69	97.62	89.26	76.79	10.88	3	3	15	28	4.40	4.36	0.20	0.25	0.37	0.46
69	70	89.26	88.57	46.96	1.47	4	14	70	131	4.28	4.21	0.90	1.12	1.65	2.06
1-70	70	90.71	88.57	29.89	7.16	3	3	15	28	4.40	4.36	0.20	0.25	0.37	0.46
70	71	88.57	88.38	8.94	2.18	1	18	90	168	4.26	4.17	1.15	1.44	2.10	2.63
71	74	88.38	86.35	102	0.03	15	33	165	308	4.18	4.07	2.07	2.58	3.76	4.70
74	75	86.31	86.53	9.96	-2.20	1	34	170	317	4.17	4.07	2.13	2.66	3.87	4.84
1-3	78	97.62	93.71	54.78	7.13	8	8	40	75	4.33	4.28	0.52	0.65	0.96	1.20
78	77	93.71	92.41	30.98	4.21	6	14	70	131	4.28	4.21	0.90	1.12	1.65	2.06
77	76	92.41	91.13	31.98	3.99	6	20	100	187	4.24	4.16	1.27	1.59	2.33	2.91
76	75	91.13	88.53	37.89	6.87	5	25	125	233	4.22	4.12	1.58	1.98	2.88	3.61
75	6	88.53	89.11	25.72	-2.27	5	90	450	839	4.00	3.85	5.40	6.75	9.69	12.11
6	6'	89.11	88.00	19.86	5.59	3	93	465	867	3.99	3.84	5.57	6.96	9.99	12.49
6'	7	88.00	87.51	12.91	3.80	3	96	480	895	3.98	3.83	5.74	7.17	10.29	12.86
1-88	89	89.73	87.96	23.77	7.45	4	4	20	37	4.38	4.34	0.26	0.33	0.49	0.61
1-91	90	89.07	87.07	78.96	2.53	5	5	25	47	4.37	4.32	0.33	0.41	0.60	0.76
90	89	87.07	87.96	28.94	-3.06	5	10	50	93	4.31	4.25	0.65	0.81	1.19	1.49
89	92	87.96	88.56	75.99	-0.79	10	24	120	224	4.22	4.13	1.52	1.90	2.77	3.47
92	12	88.56	88.88	20.9	-1.52	0	24	120	224	4.22	4.13	1.52	1.90	2.77	3.47
1-91	91'	89.07	87.93	41.94	2.72	3	3	15	28	4.40	4.36	0.20	0.25	0.37	0.46
91'	92'	87.93	85.60	34.15	6.82	0	3	15	28	4.40	4.36	0.20	0.25	0.37	0.46
1-92	92'	88.56	85.60	43.73	6.77	7	7	35	65	4.34	4.29	0.46	0.57	0.84	1.05
92'	15	85.60	87.13	74.22	-2.07	0	10	50	93	4.31	4.25	0.65	0.81	1.19	1.49
1-11	10	90.78	90.03	50.99	1.46	6	6	30	56	4.35	4.30	0.39	0.49	0.72	0.90
10	9	90.03	88.83	60.99	1.97	6	12	60	112	4.30	4.23	0.77	0.97	1.42	1.78
9	8	88.83	87.84	17.98	5.51	0	12	60	112	4.30	4.23	0.77	0.97	1.42	1.78
1-71	72	88.38	87.07	45.93	2.86	2	2	10	19	4.41	4.38	0.13	0.17	0.25	0.31
72	73	87.07	85.84	49.93	2.45	7	9	45	84	4.32	4.26	0.58	0.73	1.07	1.34
1-74	73	88.31	85.84	32.89	7.49	4	13	65	121	4.29	4.22	0.84	1.05	1.53	1.92
73	80	85.84	85.57	43.98	0.63	7	20	100	187	4.24	4.16	1.27	1.59	2.33	2.91

Continuación

DE	A	DIAM. TUBO	S (z)	SECC. LLEMA		v (m/s)		COT. INVERT		PROF. POZO		ANCHO Zanja (m)	EXC. (MS)
				Vel. (m/s)	q (M/s)	Act.	Fct.	Inicio	Final	Inicio	Final		
I-1	2	6	1.73	1.66	30.20	0.61	0.73	99.27	97.80	1.20	2.60	0.8	176.31
2	3	6	2.43	1.96	35.74	0.78	0.93	97.77	96.42	2.63	1.20	0.8	53.56
3	4	6	4.68	2.72	49.67	1.16	1.39	96.39	92.56	1.23	1.20	0.6	58.87
4	5	6	5.58	3.97	54.19	1.41	1.68	92.53	89.31	1.23	1.20	0.6	41.58
5	6	6	6.91	3.31	60.31	1.53	1.84	89.28	87.91	1.23	1.20	0.6	14.26
I-66	67	6	2.54	2.01	36.58	0.63	0.75	98.38	96.20	1.20	1.20	0.6	61.71
67	68	6	8.88	3.75	68.40	1.14	1.38	96.17	92.66	1.23	1.20	0.6	28.49
68	69	6	9.61	3.90	71.13	1.17	1.41	92.63	88.06	1.23	1.20	0.6	34.19
I-3	69	6	10.88	4.15	75.69	0.95	1.14	96.42	88.06	1.20	1.20	0.6	55.29
69	70	6	1.41	1.49	27.21	0.73	0.88	88.03	87.37	1.23	1.20	0.6	33.81
I-70'	70	6	7.16	3.37	61.40	0.82	0.99	89.51	87.37	1.20	1.20	0.6	21.52
70	71	6	1.85	1.71	31.18	0.87	1.04	87.34	87.18	1.23	1.20	0.6	6.44
71	74	6	0.49	0.88	16.04	0.64	0.76	87.15	86.65	1.23	1.70	0.6	104.04
74	75	6	0.40	0.80	14.53	0.61	0.71	86.62	86.58	1.69	1.95	0.8	15.56
I-3	78	6	7.13	3.36	61.28	1.1	1.32	96.42	92.51	1.20	1.20	0.6	39.44
78	77	6	4.11	2.55	46.54	1.07	1.28	92.48	91.21	1.23	1.20	0.6	22.31
77	76	6	3.90	2.48	45.30	1.16	1.39	91.18	89.93	1.23	1.20	0.6	23.03
76	75	6	6.79	3.28	59.79	1.51	1.81	89.90	87.33	1.23	1.20	0.6	27.28
75	6	6	0.35	0.74	13.58	0.68	0.78	86.55	86.46	1.98	2.65	0.8	54.57
6'	6'	6	0.65	1.02	18.57	0.94	1.09	86.43	86.30	2.68	1.70	0.8	27.04
6'	7	6	0.85	1.16	21.18	1.04	1.21	86.27	86.16	1.73	1.95	0.8	13.96
I-88	89	6	7.45	3.43	62.62	0	1.09	88.53	86.76	1.20	1.20	0.6	17.11
I-91	90	6	2.53	2.00	36.52	0	0.8	87.87	85.87	1.20	1.20	0.6	56.85
90	89	6	0.96	1.23	22.49	0	0.68	85.84	85.56	1.23	2.40	0.8	55.45
89	92	6	0.36	0.75	13.68	0	0.62	85.53	85.26	2.43	3.30	1	250.62
92	12	6	0.48	0.87	15.87	0	0.7	85.23	85.13	3.33	3.75	1	78.29
I-91	91'	6	2.72	2.07	37.83	0	1.4	87.87	86.73	1.20	1.20	0.6	30.20
91'	92'	6	6.73	3.26	59.56	0	0.97	86.70	84.40	1.23	1.20	0.6	24.59
I-92	92'	6	6.77	3.27	59.71	0	1.24	87.36	84.40	1.20	1.20	0.6	31.49
92'	15	6	0.66	1.02	18.61	0	0.61	84.37	83.88	1.23	3.25	1	241.44
I-11	10	6	1.66	1.62	29.56	0.6	0.73	89.58	88.73	1.20	1.30	0.6	39.77
10	9	6	1.76	1.67	30.44	0.76	0.91	88.70	87.63	1.33	1.20	0.6	43.91
9	8	6	5.34	2.91	53.03	1.12	1.34	87.60	86.64	1.23	1.20	0.6	12.95
I-71	72	6	4.15	2.56	46.77	0.6	0.73	87.18	85.27	1.20	1.80	0.8	65.99
72	73	6	1.40	1.49	27.17	0.64	0.77	85.24	84.54	1.83	1.30	0.8	52.09
I-74	73	6	7.49	3.44	62.82	1.29	1.55	87.11	84.64	1.20	1.20	0.6	23.68
73	80	6	0.66	1.02	18.63	0.62	0.74	84.51	84.22	1.33	1.35	0.6	35.60

Continuación

DE	A	COTAS TERR.		DH	\$ (S)	No. DE CASAS		HAB. SERVIR		FACT. HARM		Qd (L/s)	
		Inicio	Final			Local	Acum.	Act. Aca.	Fat. Aca.	Act.	Fat.	Act.	Total
PV	PV			Local (m)	Terrazo								
1-6'	79	85.00	85.56	31.52	4.56	8	8	40	75	4.33	4.28	0.52	0.65
	79	85.56	85.57	43.99	2.26	4	32	160	298	4.18	4.08	2.01	2.51
	80	85.57	85.39	36.98	0.48	6	38	190	354	4.16	4.05	2.37	2.96
1-81'	81	85.37	85.39	22.99	-0.09	2	2	10	19	4.41	4.38	0.13	0.17
	81	85.39	85.47	27.99	-0.29	2	42	210	392	4.14	4.03	2.61	3.26
	82	85.47	85.49	9.97	-0.18	2	44	220	410	4.13	4.02	2.73	3.41
	83	85.49	86.36	37.99	-2.29	8	52	260	485	4.10	3.98	3.20	4.00
1-111	87	90.78	88.89	35.93	5.26	2	2	10	19	4.41	4.38	0.13	0.17
	87	88.89	87.04	37.94	4.87	5	7	35	65	4.34	4.29	0.46	0.57
	86	87.04	86.77	28.95	0.92	6	13	65	121	4.29	4.22	0.84	1.05
	85	86.77	86.36	27.99	1.46	2	67	335	625	4.06	3.92	4.08	5.10
	84	86.36	87.84	19.94	-7.40	2	81	405	755	4.02	3.88	4.88	6.10
	8	87.84	87.51	47.99	0.68	7	88	440	821	4.00	3.85	5.28	6.60
1-111	12	90.78	88.88	83.84	2.27	5	5	25	47	4.37	4.32	0.33	0.41
1-15	13	87.13	87.15	18.33	-0.11	2	12	60	112	4.30	4.23	0.77	0.97
1-12	13	88.88	87.15	95.92	1.80	5	5	25	47	4.37	4.32	0.33	0.41
	13	87.15	86.42	17.91	4.08	0	17	85	159	4.26	4.18	1.09	1.36
	14	86.42	82.67	49.42	7.60	4	21	105	196	4.24	4.15	1.33	1.67
	16	82.67	79.06	19.12	18.90	0	21	105	196	4.24	4.15	1.33	1.67
	17	79.06	78.43	63.97	0.98	3	24	120	224	4.22	4.13	1.52	1.90
	18	78.43	78.99	60	-0.94	11	35	175	326	4.17	4.06	2.19	2.74
1-19.1	19.1	80.84	80.54	11.99	2.50	2	2	10	19	4.41	4.38	0.13	0.17
	19.1	80.54	78.99	27.96	5.55	0	2	10	19	4.41	4.38	0.13	0.17
	19	78.99	79.67	17.99	-3.78	3	40	200	373	4.15	4.04	2.49	3.11
1-12	21	88.88	80.58	55.24	15.01	1	30	150	280	4.19	4.09	1.89	2.36
1-22'	22	90.73	83.83	54.3	12.71	4	4	20	37	4.38	4.34	0.26	0.33
	22	83.83	80.58	44.9	7.25	1	5	25	47	4.37	4.32	0.33	0.41
	21	80.58	79.67	10.97	8.28	0	75	375	700	4.04	3.89	4.54	5.67
	20	79.67	76.88	24.59	11.35	2	77	385	718	4.03	3.89	4.65	5.82
1-23'	23	75.72	76.88	44.9	-2.59	3	3	15	28	4.40	4.36	0.20	0.25
	23	76.88	75.51	49.91	2.74	4	64	420	783	4.01	3.87	5.06	6.32
1-10	27	90.03	85.23	34.46	13.93	6	6	30	56	4.35	4.30	0.39	0.49
	27	85.23	81.91	23.56	14.10	2	8	40	75	4.33	4.28	0.52	0.65
	26	81.91	77.51	33.45	13.16	9	17	85	159	4.26	4.18	1.09	1.36
	25	77.51	75.51	29.89	6.67	3	20	100	187	4.24	4.16	1.27	1.59
	24	75.51	73.38	109.93	1.94	12	116	580	1082	3.94	3.78	6.86	8.57
	28	73.38	74.17	10	-7.95	0	116	580	1082	3.94	3.78	6.86	8.57

Continuación

DE	A	DIAM.	S (°)	SECC. LLEMA		v (m/s)		COT. INVERT		PROF. POZO		ANCHO	EXC.
				Vel. (m/s)	Q (M <sup>3</sup> /s)	Act.	Fct.	Inicio	Final	Inicio	Final		
PV	PV												
1-6'	79	6	4.56	2.69	49.02	0.94	1.13	86.80	85.36	1.20	1.20	0.6	22.69
79	80	6	2.19	1.86	33.99	1.09	1.73	85.33	84.37	1.23	1.20	0.6	31.67
80	81	6	0.39	0.79	14.42	0.62	0.73	84.34	84.19	1.23	1.20	0.6	26.63
1-8'	81	6	3.41	2.32	42.35	0	0.68	84.17	83.39	1.20	2.00	1	46.05
81	82	6	0.50	0.89	16.23	0.69	0.81	83.36	83.22	2.03	2.25	1	63.06
82	83	6	0.50	0.89	16.25	0.7	0.83	83.19	83.14	2.28	2.35	1	23.44
83	84	6	0.39	0.79	14.42	0.67	0.79	83.11	82.96	2.38	3.40	1	129.20
1-11	87	6	5.25	2.88	52.58	0.65	0.78	89.58	87.69	1.20	1.20	0.6	25.78
87	86	6	4.80	2.76	50.30	0.92	1.11	87.66	85.84	1.23	1.20	0.6	27.32
86	85	6	0.99	1.35	22.85	0.66	0.76	85.81	85.52	1.23	1.25	0.6	21.73
85	84	6	1.18	1.36	24.88	1.07	1.26	85.49	85.16	1.28	1.20	0.6	20.15
84	8	6	0.30	0.69	12.59	0.68	0.78	82.93	82.87	3.43	4.97	1	99.04
8	7	6	0.48	0.87	15.89	0.83	0.95	82.84	82.61	5.00	4.90	1	235.25
1-11	12	6	2.27	1.89	34.55	0.64	0.67	89.58	87.66	1.20	1.20	0.6	60.36
1-15	13	6	16.63	5.13	93.58	0.64	0.77	86.70	83.65	0.44	3.50	0.6	38.54
1-12	13	6	1.86	1.71	31.26	0.6	0.71	87.68	85.90	1.20	1.25	0.6	71.94
13	14	6	0.73	1.07	19.55	0.61	0.73	83.62	83.49	3.53	2.93	0.6	31.53
14	16	6	4.03	2.53	46.07	1.2	1.43	83.46	81.47	2.96	1.20	0.6	35.58
16	17	6	18.74	5.45	99.34	2.04	2.46	77.86	77.86	1.23	1.20	0.6	13.77
17	18	6	0.93	1.21	22.15	0.74	0.86	77.83	77.23	1.23	1.20	0.6	46.06
18	19	6	0.43	0.83	15.08	0.63	0.74	77.20	76.94	1.23	2.05	0.8	98.50
1-19.1'	19.1	6	5.04	2.82	51.51	0.64	0.78	79.64	79.04	1.20	1.50	0.8	14.43
19.1	19	6	4.69	2.72	49.67	0.63	0.76	79.01	77.70	1.53	1.29	1	36.12
19	20	6	0.50	0.89	16.23	0.69	0.81	76.91	76.82	2.08	2.85	1	51.31
1-12	21	6	10.35	4.05	73.83	1.85	2.21	85.10	79.38	3.78	1.20	0.6	39.77
1-22'	22	6	12.71	4.48	81.80	1.09	1.32	89.53	82.63	1.20	1.20	0.6	39.10
22	21	6	7.25	3.39	61.78	0.96	1.17	82.60	79.35	1.23	1.23	0.6	33.14
21	20	6	7.73	3.50	63.80	1.09	2.56	79.32	78.47	1.26	1.20	0.6	7.90
20	23	6	4.51	2.67	48.71	1.8	2.13	76.79	75.68	2.88	1.20	0.8	23.61
1-23'	23	6	3.58	2.38	43.42	0.65	0.78	74.52	72.91	1.20	3.97	1	178.34
23	24	6	0.54	0.93	16.88	0.86	1	72.88	72.61	4.00	2.90	1	144.84
1-10	27	6	13.93	4.70	85.65	1.28	1.54	88.83	84.03	1.20	1.20	0.6	24.81
27	26	6	13.97	4.70	85.78	1.39	1.67	84.00	80.71	1.23	1.20	0.6	16.96
26	25	6	13.07	4.55	82.97	1.69	2.04	80.68	76.31	1.23	1.20	0.6	24.08
25	24	6	6.57	3.22	58.83	1.4	1.68	76.28	74.31	1.23	1.20	0.6	21.52
24	28	8	0.37	0.93	30.00	0.8	0.93	72.58	72.18	2.93	1.20	1	131.92
28	29	8	0.45	1.02	33.15	0.85	1	72.15	72.10	1.23	2.07	1	20.70

Continuación

DE	A	COTAS TERR.		DH		\$ (₺)	No. DE CASAS		HAB. SERVIR		FACT. HARM		Qd (L/s)			
		PV	FV	Inicio	Final		Local (m)	Terrazo	Local	Acum.	Act. Aca.	Fat. Aca.	Act.	Fat.	Act.	Total
1-9	31	88.83	89.03	26.18	-0.76		3	3	15	28	4.40	4.36	0.20	0.25	0.37	0.46
31	30	89.03	80.80	46.66	17.63		6	9	45	84	4.32	4.26	0.58	0.73	1.07	1.34
30	29	80.80	74.17	56.32	11.78		6	15	75	140	4.28	4.20	0.96	1.20	1.76	2.20
29	32	74.17	73.01	18.85	6.15		1	132	660	1231	3.91	3.74	7.74	9.68	13.81	17.27
32	33	73.01	68.86	62.65	6.63		3	135	675	1259	3.90	3.73	7.90	9.88	14.10	17.63
1-32	32.1	73.01	69.68	23.9	13.93		1	1	5	9	4.44	4.42	0.07	0.08	0.12	0.15
32.1	33	69.68	68.86	41.44	1.99		4	5	25	47	4.37	4.32	0.33	0.41	0.60	0.76
1-34	33	73.34	68.86	56.7	7.90		1	1	5	9	4.44	4.42	0.07	0.08	0.12	0.15
33	44	68.86	67.62	74.96	1.65		7	148	740	1380	3.88	3.71	8.61	10.77	15.34	19.18
1-7	38	87.51	88.51	47.12	-2.13		5	189	945	1763	3.82	3.63	10.82	13.52	19.19	23.98
38	39	88.51	84.67	60.69	6.33		3	192	960	1791	3.81	3.62	10.98	13.72	19.46	24.33
1-5	42	90.51	88.76	31.46	5.56		4	4	20	37	4.38	4.34	0.26	0.33	0.49	0.61
42	41	88.76	85.60	39.89	7.91		5	9	45	84	4.32	4.26	0.58	0.73	1.07	1.34
41	40	85.60	84.82	35.98	2.17		1	10	50	93	4.31	4.25	0.65	0.81	1.19	1.49
40	39	84.82	84.67	11.98	1.24		1	11	55	103	4.31	4.24	0.71	0.89	1.31	1.63
39	39.1	84.67	81.26	19.47	17.52		1	204	1020	1903	3.79	3.60	11.61	14.51	20.56	25.70
39.1	39.2	81.26	77.48	19.48	19.43		1	205	1025	1912	3.79	3.60	11.66	14.58	20.66	25.82
39.2	39	77.48	75.66	19.46	9.34		0	205	1025	1912	3.79	3.60	11.66	14.58	20.66	25.82
39	43	75.66	71.46	24.49	17.15		0	205	1025	1912	3.79	3.60	11.66	14.58	20.66	25.82
1-37	37	86.29	82.43	16.26	23.77		3	3	15	28	4.40	4.36	0.20	0.25	0.37	0.46
37	36	82.43	76.97	28.03	19.48		6	9	45	84	4.32	4.26	0.58	0.73	1.07	1.34
36	35	76.97	72.73	43.66	9.70		6	15	75	140	4.28	4.20	0.96	1.20	1.76	2.20
1-34	35	73.34	73.73	21.94	2.76		2	2	10	19	4.41	4.38	0.13	0.17	0.25	0.31
35	43.1	72.73	72.48	10.96	2.33		0	17	85	159	4.26	4.18	1.09	1.36	1.99	2.49
43.1	43.2	72.48	71.96	36	1.44		1	18	90	168	4.26	4.17	1.15	1.44	2.10	2.63
43.2	43	71.96	71.46	28	1.79		2	20	100	187	4.24	4.16	1.27	1.59	2.33	2.91
43	44	71.46	67.62	74.48	5.15		1	374	1870	3488	3.61	3.39	20.24	25.30	35.43	44.29
44	45	67.62	66.94	47.96	1.41		6	380	1900	3544	3.60	3.38	20.54	25.67	35.94	44.92
1-47	47	66.00	66.63	32.95	-1.91		5	5	25	47	4.37	4.32	0.33	0.41	0.60	0.76
47	46	66.63	66.69	11.97	-0.48		2	7	35	65	4.34	4.29	0.46	0.57	0.84	1.05
46	45	66.69	66.94	45.98	-0.56		5	12	60	112	4.30	4.23	0.77	0.97	1.42	1.78
45	48	66.94	66.92	31.99	0.09		6	398	1990	3712	3.59	3.36	21.42	26.77	37.44	46.80
48	49	66.92	66.66	37.98	0.68		6	404	2020	3768	3.58	3.36	21.71	27.14	37.94	47.43
1-52.1	52	69.58	68.21	66.98	2.06		3	3	15	28	4.40	4.36	0.20	0.25	0.37	0.46
1-52	52	68.21	68.21	64.99	0.00		4	4	20	37	4.38	4.34	0.26	0.33	0.49	0.61
52	51	68.21	67.59	27.99	2.22		2	9	45	84	4.32	4.26	0.58	0.73	1.07	1.34
51	50	67.59	67.89	23.97	-1.25		1	10	50	93	4.31	4.25	0.65	0.81	1.19	1.49
50	49	67.89	66.66	13.96	8.81		0	10	50	93	4.31	4.25	0.65	0.81	1.19	1.49
49	53	66.66	66.76	65.67	-0.15		6	420	2100	3917	3.57	3.34	22.49	28.11	39.27	49.09

Continuación

DE	A	DIAM.	S (z)	SECC. LLEMA		v (m/s)		COT. INVERT		PROF. POZO		ANCHO	EXC.
				TUBO	q (l/s)	Act.	Fct.	Inicio	Final	Inicio	Final		
1-9	31	6	2.97	2.17	39.53	0.61	0.73	87.66	86.88	1.17	2.15	1	56.21
31	30	6	15.53	4.96	90.43	1.49	1.79	86.85	79.60	2.18	1.20	0.8	44.79
30	29	6	11.72	4.31	78.58	1.57	1.89	79.57	72.97	1.23	1.20	0.8	54.07
29	32	8	1.38	1.79	58.04	1.32	1.56	73.07	71.81	2.10	1.20	0.8	18.10
32	33	8	6.11	3.77	122.12	2.26	2.67	71.48	67.66	1.53	1.20	0.8	60.14
1-32	32.1	6	13.93	4.70	85.66	0.68	0.9	71.81	68.48	1.20	1.20	0.6	17.21
32.1	33	6	1.98	1.77	32.28	0.61	0.73	68.45	67.63	1.23	1.23	0.6	30.46
1-34	33	6	8.00	3.56	64.92	0.61	0.79	72.14	67.60	1.20	1.26	0.6	42.70
33	44	8	1.53	1.89	61.19	1.42	1.67	67.57	66.42	1.29	1.20	0.6	53.97
1-7	38	10	0.15	0.68	34.54	0.64	0.73	82.58	82.51	4.93	6.00	1.5	424.36
38	39	10	0.18	0.75	38.15	0.68	0.79	82.48	82.37	6.03	2.30	1.5	209.74
1-5	42	6	5.66	2.99	54.59	0.83	1	89.34	87.56	1.17	1.20	0.8	30.20
42	41	6	7.84	3.52	64.24	1.17	1.41	87.53	84.40	1.23	1.20	0.8	38.29
41	40	6	2.09	1.82	33.15	0.77	0.92	84.37	83.62	1.23	1.20	0.8	34.54
40	39	6	0.99	1.25	22.87	0.6	0.73	83.59	83.47	1.23	1.20	0.8	11.50
39	39.1	6	7.09	3.35	61.10	2.74	3.2	81.64	80.26	3.03	1.00	1	19.51
39.1	39.2	6	8.73	3.72	67.79	2.96	3.46	78.18	76.48	3.08	1.00	1	19.42
39.2	39'	6	6.12	3.11	56.75	2.6	3.03	75.85	74.66	1.63	1.00	1	19.46
39'	43	6	8.86	3.74	68.31	2.97	3.47	72.63	70.46	3.03	1.00	1	24.47
1-37	37	6	23.77	6.13	111.88	1.24	1.51	85.09	81.23	1.20	1.20	0.6	11.71
37	36	6	19.38	5.54	101.01	1.62	1.94	81.20	75.77	1.23	1.20	0.6	20.18
36	35	6	9.63	3.90	71.23	1.46	1.75	75.74	71.53	1.23	1.20	0.6	31.44
1-34	35	6	4.00	2.52	45.88	0.6	0.72	72.14	71.26	1.20	1.47	0.6	19.38
35	43.1	6	1.37	1.47	26.85	0.77	0.92	71.23	71.08	1.50	1.40	0.6	9.19
43.1	43.2	6	0.81	1.13	20.63	0.65	0.77	71.05	70.76	1.43	1.20	0.6	25.92
43.2	43	6	1.68	1.63	29.73	0.87	1.04	70.73	70.26	1.23	1.20	0.6	20.16
43	44	8	4.04	3.06	99.34	2.55	2.97	69.43	66.42	2.03	1.20	0.8	71.50
44	45	8	1.35	1.77	57.40	1.72	1.95	66.39	65.74	1.23	1.20	0.8	46.04
1-47	47	6	2.03	1.79	32.72	0.62	0.74	64.90	64.23	1.10	2.40	1	79.05
47	46	6	1.75	1.67	30.40	0.65	0.78	64.20	63.99	2.43	2.70	1	32.28
46	45	6	0.91	1.20	21.93	0.6	0.72	63.96	63.54	2.73	3.40	1	156.52
45	48	12	0.16	0.79	57.61	0.78	0.88	63.51	63.46	3.43	3.46	1	110.53
48	49	12	0.16	0.79	57.92	0.78	0.88	63.43	63.37	3.49	3.29	1	124.76
1-52.1	52	6	3.24	2.27	41.32	0.63	0.76	68.38	66.21	1.20	2.00	1	133.63
1-52'	52	6	2.22	1.87	34.16	0.6	0.72	67.10	65.66	1.10	2.55	1	165.40
52	51	6	1.21	1.39	25.29	0.61	0.74	65.63	65.29	2.58	2.29	1	64.24
51	50	6	1.13	1.34	24.36	0.62	0.74	65.26	64.99	2.32	2.90	1	69.39
50	49	6	3.58	2.38	43.43	0.92	1.11	64.96	64.46	2.93	2.20	1	30.64
49	53	12	0.20	0.89	64.73	0.86	0.98	63.34	63.21	3.32	3.55	1	233.58

Continuación

DE	A	COTAS TERR.		DH	\$ (S)	No. DE CASAS		HAB.SERVIR		FACT. HARM		Qd (L/s)			
		Inicio	Final			Local	Acum.	Act. Acc.	Fat. Acc.	Act.	Fat.	Act.	Total	Fat.	Total
I-2	58	100.40	90.78	60.83	15.82	4	4	20	37	4.38	4.34	0.26	0.33	0.49	0.61
58	57	90.78	81.46	50.56	18.42	3	7	35	65	4.34	4.29	0.46	0.57	0.84	1.05
57	56	81.46	73.33	75.21	10.81	5	12	60	112	4.30	4.23	0.77	0.97	1.42	1.78
56	55	73.33	70.85	59.94	4.15	5	17	85	159	4.26	4.18	1.09	1.36	1.99	2.49
55	54	70.85	68.41	72.94	3.33	2	19	95	177	4.25	4.17	1.21	1.51	2.22	2.77
54	53	68.41	66.76	59.97	2.76	4	23	115	215	4.23	4.14	1.46	1.82	2.66	3.33
53	59	66.76	65.92	25.93	3.22	0	443	2215	4132	3.55	3.32	23.60	29.49	41.16	51.45
I-60'	60	65.81	66.16	58.99	-0.59	3	3	15	28	4.40	4.36	0.20	0.25	0.37	0.46
60	59	66.16	65.92	97.99	0.24	5	8	100	187	4.24	4.16	1.27	1.59	2.33	2.91
59	61	65.92	67.44	53.97	-2.82	0	451	2255	4206	3.54	3.31	23.98	29.97	41.82	52.27
61	62	67.44	68.15	59.99	-1.18	7	458	2290	4272	3.54	3.31	24.32	30.39	42.39	52.99
62	63	68.15	67.83	119.99	0.26	0	458	2290	4272	3.54	3.31	24.32	30.39	42.39	52.99
63	64	67.83	67.69	46.99	0.30	0	458	2290	4272	3.54	3.31	24.32	30.39	42.39	52.99
64	64'	67.69	67.77	83.99	-0.10	0	458	2290	4272	3.54	3.31	24.32	30.39	42.39	52.99
64'	65	67.77	66.66	32	3.48	0	458	2290	4272	3.54	3.31	24.32	30.39	42.39	52.99
65	65.1	66.66	62.95	12.35	30.03	0	458	2290	4272	3.54	3.31	24.32	30.39	42.39	52.99
65.1	65.2	62.95	55.35	12.35	61.54	0	458	2290	4272	3.54	3.31	24.32	30.39	42.39	52.99
65.2	caja 1	55.35	48.44	12.35	55.95	0	458	2290	4272	3.54	3.31	24.32	30.39	42.39	52.99
caja 1	caja 2	48.44	48.72	37.99	-0.74	0	458	2290	4272	3.54	3.31	24.32	30.39	42.39	52.99
caja 2	RID	48.72	45.79	21.46	13.85	0	458	2290	4272	3.54	3.31	24.32	30.39	42.39	52.99
toma															
I-15	15.1	87.13	87.16	27.99	-0.11	3	3	15	28	4.40	4.36	0.20	0.25	0.37	0.46
15.1	15.2	87.16	77.78	61.85	15.22	1	4	20	37	4.38	4.34	0.26	0.33	0.49	0.61
15.2	15.3	77.78	77.62	15.98	0.99	2	6	30	56	4.35	4.30	0.39	0.49	0.72	0.90
15.3	15.4	77.62	76.85	18.99	4.04	0	6	30	56	4.35	4.30	0.39	0.49	0.72	0.90
15.4	15.5	76.85	77.15	15.94	-1.84	0	6	30	56	4.35	4.30	0.39	0.49	0.72	0.90
15.5	15.6	77.15	76.82	11.99	2.71	1	9	45	84	4.32	4.26	0.58	0.73	1.07	1.34
I-17	15.6	79.06	76.82	39.62	5.65	2	2	10	19	4.41	4.38	0.13	0.17	0.25	0.31

Continuación

DE	A	DIAM.	S (°)	SECC. LLENA		v (m/s)		COT. INVERT		PROF. POZO		ANCHO	EXC.
				TUBO	q (l/s)	Act.	Fct.	Inicio	Final	Inicio	Final		
PV	PV												
1-2	58	6	15.82	5.00	91.27	1.18	1.43	99.20	89.58	1.20	1.20	0.6	43.79
58	57	6	18.36	5.39	98.34	1.47	1.77	89.55	80.26	1.23	1.20	0.6	36.40
57	56	6	10.77	4.13	75.31	1.43	1.73	80.23	72.13	1.23	1.20	0.6	54.15
56	55	6	4.10	2.55	46.45	1.13	1.36	72.10	69.65	1.23	1.20	0.6	43.15
55	54	6	3.29	2.28	41.64	1.08	1.29	69.62	67.21	1.23	1.20	0.6	52.52
54	53	6	2.71	2.07	37.81	1.07	1.28	67.18	65.56	1.23	1.20	0.6	43.18
53	59	12	0.23	0.96	70.09	0.92	1.05	63.18	63.12	3.58	2.80	1	72.66
1-60'	60	6	2.88	2.14	38.96	0.6	0.73	64.81	63.11	1.00	3.05	1	179.86
60	59	6	0.62	0.99	18.11	0.61	0.73	63.08	62.47	3.08	3.45	1	338.26
59	61	12	0.19	0.86	62.72	0.85	0.96	62.44	62.34	3.48	5.10	1	275.35
61	62	12	0.18	0.86	62.40	0.85	0.96	62.31	62.20	5.13	5.95	1	356.88
62	63	15	0.16	0.92	105.13	0.8	0.92	62.17	61.98	5.98	5.85	1	702.42
63	64	15	0.13	0.83	94.41	0.74	0.85	61.95	61.89	5.88	5.80	1	272.73
64	64'	15	0.07	0.62	70.61	0.6	0.68	61.86	61.80	5.83	5.97	1	501.76
64'	65	15	0.12	0.82	93.41	0.71	0.85	61.70	61.66	6.07	5.00	1	159.97
65	65.1	15	0.65	1.87	212.64	1.32	1.55	61.63	61.55	5.03	1.40	1	17.29
65.1	65.2	15	36.44	13.99	1594.78	5.47	6.43	59.05	54.55	3.90	0.80	1	9.88
65.2	caja 1	15	31.42	12.99	1480.85	5.19	6.11	51.52	47.64	3.83	0.80	1	9.88
caja 1	caja 2	12	0.84	1.84	133.94	1.49	1.73	47.34	47.02	1.10	1.70	0.8	51.67
caja 2	RIO	8	9.93	4.80	155.70	3.72	4.34	46.92	44.79	1.80	1.00	0.8	17.17
toma													
1-15	15.1	6	3.48	2.35	42.79	0.64	0.77	85.93	84.96	1.20	2.20	0.6	37.00
15.1	15.2	6	13.55	4.63	84.47	1.13	1.34	84.93	76.58	2.23	1.20	0.6	44.39
15.2	15.3	6	1.74	1.66	30.27	0.62	0.74	76.55	76.27	1.23	1.35	0.6	12.94
15.3	15.4	6	3.09	2.21	40.35	0.76	0.9	76.24	75.65	1.38	1.20	0.6	13.67
15.4	15.5	6	1.71	1.65	30.03	0.61	0.73	75.62	75.35	1.23	1.80	0.6	17.18
15.5	15.6	6	1.67	1.62	29.64	0.68	0.82	75.32	75.12	1.83	1.70	0.6	12.24
1-17	15.6	6	5.65	2.99	54.57	0.67	0.81	77.86	75.62	1.20	1.20	0.6	28.53

## **4.4 Descarga**

La descarga se hará al río Motagua, ubicado a unos 200 metros, donde se pretende construir el sistema de tratamiento de las aguas residuales de la comunidad. La población más cercana aguas abajo es la del municipio de San Cristóbal Acasaguastlan.

### **4.4.1 Selección del punto**

El punto sugerido para la construcción del sistema de tratamiento del agua residual de la comunidad, es a través de lagunas de estabilización, ubicandolas en la parte más baja exactamente en la estación 76 buscando el río Motagua, debido a que la topografía se presta para que el fluido caiga por encima a las lagunas.

El impacto ambiental negativo del lugar podría ser, las actividades necesarias durante la construcción de las obras proyectadas tales como movimientos de tierras y acopio de materiales, producirán una alteración en la actividad diaria de las zonas circundantes, destrucción de algunas especies vegetales, producto de las excavaciones, eventuales olores y proliferación de mosquitos

El impacto ambiental positivo seria fuentes de trabajo para la población local durante la construcción, la incorporación de un sistema de tratamiento suprime una eventual fuente de riesgo de contaminación del cuerpo receptor, mejorando las condiciones sanitarias de la población tanto de la localidad, como aquellas ubicadas aguas abajo que hacen uso de las aguas de este curso de agua, permite obtener una calidad apta para determinados usos.

#### **4.4.2 Tratamiento del agua residual**

El tratamiento sugerido es la construcción de lagunas de estabilización, debido a que se cuenta con terreno, el cual podría estar condicionado únicamente a las dimensiones de estas. El tratamiento de aguas residuales por medio de lagunas de estabilización es un proceso natural de tratamiento biológico. Se las ha desarrollado aguas receptoras a bajo costo y utilizando mano de obra no calificada. Las lagunas de estabilización, prácticamente quedarán a merced de las fuerzas naturales y, por lo tanto, es muy poco lo que se puede hacer además de mantener la laguna en buenas condiciones. Consecuentemente, la denominación "operación de lagunas" es un tanto inadecuada puesto que darle mantenimiento es casi todo lo que se puede hacer.

## **5 PRESUPUESTO DEL DRENAJE SANITARIO DE LA COMUNIDAD ESPIRITU SANTO**

La cuantificación de materiales y mano de obra para los trabajos se realizo con base a lo siguiente:

- El ladrillo empleado en los pozos de visita se cálculo por el total de pozos, y no en forma unitaria debido a que no eran todos de la misma profundidad.
- Para las tapaderas de los pozos de visita y de la candela domiciliar si se cálculo en forma unitaria cada tapadera.
- El brocal del pozo y de la candela domiciliar también se cálculo en forma unitaria para cada elemento.
- Todos los trabajos preliminares están en metros cuadrados.
- El acero para cada uno de los elementos esta calculado por varia de hierro.
- El concreto de base esta calculado en metros cúbicos.
- La mano de obra esta calculada por contrato en metros cuadrados y cúbicos.





Continuación

PRESUPUESTO DE DRENAJE SANITARIO						
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>				Julio de 2,004		
Localización: EL JICARO EL PROGRESO		Cálculo: Ruben Armando Chavez Ramirez		EPS		
Materiales Pozo de Visita						
ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidades	Unidades	Precio Unitario	TOTAL	
A	<b>Pozo de Visita</b>					
1	Ladrillo tayuyo 0.065x0.11x0.23 mts.	127.00	Millar	Q 1,100.00	Q	139,700.00
2	Tapadera de Concreto	121.00	Unidades	Q 60.00	Q	7,260.00
3	Base del pozo de Concreto	121.00	Unidades	Q 325.00	Q	39,325.00
4	Escalera	605.00	Unidades	Q 20.98	Q	12,692.90
5	Brocal	121.00	Unidades	Q 104.18	Q	12,605.78
6	Repellos (ensabietado propor. 1:3)	886.00	m <sup>2</sup>	Q 10.03	Q	8,886.58
7	Mortero (propor. 1:3)	50.32	m <sup>2</sup>	Q 562.66	Q	28,313.05
					<b>Q</b>	<b>248,783.31</b>

Continuación

PRESUPUESTO DE DRENAJE SANITARIO						
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>				Julio de 2,004		
Localización: EL JICARO EL PROGRESO		Cálculo: Ruben Armando Chavez Ramirez		EPS		
Materiales Conexiones Domiciliares						
ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidades	Unidades	Precio Unitario	TOTAL	
A	<b>Conexión Domiciliar</b>					
1	Tubería de concreto Ø 12"	416	Unidades	Q 25.00	Q 10,400.00	
2	Tapadera de candela domiciliar	416	Unidades	Q 15.00	Q 6,240.00	
3	Brocal de candela domiciliar	393	ml	Q 6.67	Q 2,621.31	
4	Base de candela domiciliar	416	Unidades	Q 15.00	Q 6,240.00	
5	Tubería Ø 4" PVC para drenaje 125 PSI	160	Unidades	Q 372.55	Q 59,608.00	
6	Cabo reductor 4" x 3" pvc	416	Unidades	Q 26.74	Q 11,123.84	
7	Codo 90° de 4" PSI 125 de pvc	416	Unidades	Q 32.48	Q 13,511.68	
8	Silleta T reductora 6" X 4"	404	Unidades	Q 132.58	Q 53,562.32	
9	Silleta T reductora 8" X 4"	30	Unidades	Q 190.49	Q 5,714.70	
10	Silleta T reductora 10" X 4"	8	Unidades	Q 217.69	Q 1,741.52	
11	Silleta T reductora 12" X 4"	25	Unidades	Q 279.45	Q 6,986.25	
12	Adhesivo Novafort 300 ml	40	Unidades	Q 55.00	Q 2,200.00	
13	Pegamento para pvc	3	Galones	Q 443.81	Q 1,331.43	
					<b>Q 181,281.05</b>	

### 5.3 Estimación de mano de obra

Tabla Vi. Presupuesto estimación de mano de obra

PRESUPUESTO DE DRENAJE SANITARIO						
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espiritu Santo</b>		Julio de 2,004				
Localización: EL JICARO EL PROGRESO		Cálculo: Ruben Armando Chavez Ramirez EPS				
Estimación de mano de obra (trabajos preliminares)						
ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidades	Unidades	Precio Unitario	TOTAL	
1	Levantado de adoquin	810.00	m <sup>2</sup>	Q 10.00	Q 8,100.00	
2	Levantado de empedrado	704.00	m <sup>2</sup>	Q 20.00	Q 14,080.00	
3	Colocado de adoquin	810.00	m <sup>2</sup>	Q 20.00	Q 16,200.00	
4	Colocado de empedrado	704.00	m <sup>2</sup>	Q 30.00	Q 21,120.00	
					<b>Q 59,500.00</b>	
Mano de obra colector						
ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidades	Unidades	Precio Unitario	TOTAL	
B	<b>Tubería Novafort de 6" de diametro</b>					
1	Trazo de la línea de drenaje	4,606.00	ml	Q 2.00	Q 9,212.00	
2	Excavación de línea de drenaje	5,932.00	m <sup>2</sup>	Q 30.00	Q 177,960.00	
3	Colocado de tubería y uniones de drenaje	770.00	Tubos	Q 10.00	Q 7,700.00	
4	Relleno y compactación de línea de drenaje	5,932.00	m <sup>2</sup>	Q 20.00	Q 118,640.00	
					<b>Q 313,512.00</b>	
Mano de obra colector						
ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidades	Unidades	Precio Unitario	TOTAL	
B	<b>Tubería Novafort de 8" de diametro</b>					
1	Trazo de la línea de drenaje	457.35	ml	Q 2.00	Q 914.70	
2	Excavación de línea de drenaje	455.12	m <sup>2</sup>	Q 30.00	Q 13,653.60	
3	Colocado de tubería y uniones de drenaje	80.00	Tubos	Q 10.00	Q 800.00	
4	Relleno y compactación de línea de drenaje	455.12	m <sup>2</sup>	Q 20.00	Q 9,102.40	
					<b>Q 24,470.70</b>	

Continuación

Proyecto: Diseño de drenajes Espiritu Santo						
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espiritu Santo</b>			Julio de 2,004			
Localización: EL JICARO EL PROGRESO			Cálculo: Ruben Armando Chavez Ramirez EPS			
<b>Mano de obra colector</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidades	Unidades	Precio Unitario	TOTAL	
B	<b>Tubería Novafort de 10" de diametro</b>					
1	Trazo de la línea de drenaje	107.81	ml	Q 2.00	Q 215.62	
2	Excavacion de línea de drenaje	634.11	m <sup>2</sup>	Q 30.00	Q 19,023.30	
3	Colocado de tubería y uniones de drenaje	19.00	Tubos	Q 10.00	Q 190.00	
4	Relleno y compactacion de línea de drenaje	634.11	m <sup>2</sup>	Q 20.00	Q 12,682.20	
					<b>Q 32,111.12</b>	
<b>Mano de obra colector</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidades	Unidades	Precio Unitario	TOTAL	
B	<b>Tubería Novafort de 12" de diametro</b>					
1	Trazo de la línea de drenaje	313.72	ml	Q 2.00	Q 627.44	
2	Excavacion de línea de drenaje	1,225.42	m <sup>2</sup>	Q 30.00	Q 36,762.60	
3	Colocado de tubería y uniones de drenaje	55.00	Tubos	Q 10.00	Q 550.00	
4	Relleno y compactacion de línea de drenaje	1,225.42	m <sup>2</sup>	Q 20.00	Q 24,508.40	
					<b>Q 62,448.44</b>	
<b>Mano de obra colector</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidades	Unidades	Precio Unitario	TOTAL	
B	<b>Tubería Novafort de 15" de diametro</b>					
1	Trazo de la línea de drenaje	282.97	ml	Q 2.00	Q 565.94	
2	Excavacion de línea de drenaje	1,636.88	m <sup>2</sup>	Q 30.00	Q 49,106.40	
3	Colocado de tubería y uniones de drenaje	50.00	Tubos	Q 15.00	Q 750.00	
4	Relleno y compactacion de línea de drenaje	1,636.88	m <sup>2</sup>	Q 20.00	Q 32,737.60	
					<b>Q 83,159.94</b>	

Continuación

PRESUPUESTO DE DRENAJE SANITARIO						
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>				Julio de 2,004		
Localización: EL JICARO EL PROGRESO		Cálculo: Ruben Armando Chavez Ramirez EPS				
<b>Mano de obra pozo de visita</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidades	Unidades	Precio Unitario	TOTAL	
B	<b>Pozo de Visita</b>					
1	Excavación de pozos de visita	510	m <sup>2</sup>	Q 100.00	Q 51,000.00	
2	Construcción de paredes de pozo	886	m <sup>2</sup>	Q 45.00	Q 39,870.00	
3	Elaboración de tapaderas	121	Unidades	Q 50.00	Q 6,050.00	
4	Elaboración de brocal	121	Unidades	Q 50.00	Q 6,050.00	
5	Repellos	886	m <sup>2</sup>	Q 15.00	Q 13,290.00	
6	Fundición de base de pozo y alizado	121	Unidades	Q 50.00	Q 6,050.00	
					<b>Q 122,310.00</b>	
<b>Mano de obra conexiones domiciliarias</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidades	Unidades	Precio Unitario	TOTAL	
B						
1	Excavación de Candela domiciliar	31	m <sup>2</sup>	Q 60.00	Q 1,860.00	
2	Excavación de Tubería Domiciliar de 4"	72	m <sup>2</sup>	Q 60.00	Q 4,320.00	
3	Elaboración de Tapaderas de Candela	416	Unidades	Q 30.00	Q 12,480.00	
4	Elaboración de Bases de Candela	416	Unidades	Q 25.00	Q 10,400.00	
5	Instalación de Tubería Domiciliar a Colector	160	ml	Q 50.00	Q 8,000.00	
6	Brocal de Candela Domiciliar	416	Unidades	Q 30.00	Q 12,480.00	
					<b>Q 49,540.00</b>	

Continuación

PRESUPUESTO DE DRENAJE SANITARIO						
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>		Julio de 2,004				
Cálculo: Ruben Armando Chavez Ramirez		EPS				
<b>5.4 INTEGRACIÓN DE COSTOS</b>						
ITEM	REGLON	TOTAL DE		TOTAL DE		TOTAL
		MATERIALES	MANO DE OBRA	MATERIALES	MANO DE OBRA	
1	Levantado de adoquin o empedrado	Q 78,726.00	Q 59,500.00	Q 78,726.00	Q 59,500.00	Q 138,226.00
2	Colector principal	Q 527,521.11	Q 515,702.20	Q 527,521.11	Q 515,702.20	Q 1,043,223.31
3	Pozos de visita	Q 248,783.31	Q 122,310.00	Q 248,783.31	Q 122,310.00	Q 371,093.31
4	Conexión domiciliar	Q 181,281.05	Q 49,540.00	Q 181,281.05	Q 49,540.00	Q 230,821.05
5	Fosa septica de 10,000 litros, instalación	Q 13,400.00	Q 3,000.00	Q 13,400.00	Q 3,000.00	Q 16,400.00
		<b>TOTAL</b>				<b>Q 1,799,763.67</b>
		IMPREVISTOS 4%				Q 71,990.55
		COSTO INDIRECTO 40%				Q 719,905.47
		<b>GRAN TOTAL</b>				<b>Q 2,591,659.68</b>

#### 5.4 Cronograma de actividades proyecto de drenaje Espiritu Santo

Figura 2. Cronograma de actividades del proyecto

Semana de C/mes	mes 1				mes 2				mes 3				mes 4				mes 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Actividad																				
Trazo de la línea de drenaje																				
Excavación de línea de drenaje																				
Colocado de tubería y uniones de drenaje																				
Relleno y compactación de línea de drenaje																				
Excavación de candela domiciliar																				
Elaboración de candelas																				
Excavación de pozos de visita																				
Construcción de paredes de pozo																				
Colocado de adoquín y empedrado																				
Limpieza General																				

## 6 VULNERABILIDAD DEL PROYECTO

Debido a la localización geográfica donde se encuentra la comunidad del Espíritu Santo, el proyecto posiblemente podría ser afectado en su parte final o de descarga con una longitud aproximada de 100 metros, esto puede darse debido a una crecida máxima que pueda tener el río Motagua.

Según testimonios de los pobladores de la comunidad que el río a llegado hasta donde se pretende dejar la tubería de descarga y el tratamiento del agua residual, esto se presento cuando se dio la tormenta tropical Mich.

Otro factor que posiblemente podría afectar seria un sismo fuerte dañando así las estructuras básicas, como el colector y los pozos de visita.

En general el proyecto no presenta mayor peligro debido a la altura donde se encuentra.

## CONCLUSIONES

1. Es evidente que un sistema de alcantarillado sanitario viene a solucionar problemas en la comunidad, que van desde el resguardo de la salud humana hasta el crecimiento socio-económico de la misma, así como, también con el aspecto físico.
2. El éxito del proyecto, dependerá del cumplimiento de las especificaciones e información de los planos, sumando una buena supervisión técnica, efectuada por profesionales con experiencia en el ramo.
3. En el proyecto del sistema sanitario para la comunidad, no se presentó el diseño de un sistema de tratamiento de agua residual, debido a la legislación del Ministerio de Ambiente es indispensable tener algún método de tratamiento para autorizar la construcción del mismo.
4. Con la realización del ejercicio profesional supervisado, se tuvo la oportunidad de poner en práctica algunas áreas de la carrera, resolviendo problemas reales, así como, también conocer el grado de pobreza que existe en el área rural.

## RECOMENDACIONES

1. Teniendo construido el sistema sanitario, debe dársele mantenimiento periódicamente, para que no colapsen las obras básicas, debido a materiales que perjudiquen el funcionamiento de la red.
2. Concientizar a la población del uso del sistema sanitario para que sirva para tal efecto, y no para otros usos.
3. Cobrar una mínima cuota por el uso del sistema a manera que los recursos recolectados sean empleados en el mantenimiento del sistema y/o para reparaciones generales.
4. Crear los mecanismos necesarios para obtener el financiamiento en cualquier institución, para llevar a cabo la construcción del proyecto, debido a que la capacidad económica de la municipalidad no cuenta con los recursos económicos para sufragar la totalidad del proyecto.
5. Buscar los medios para la construcción del método propuesto para el tratamiento de las aguas residuales provenientes de la comunidad y así, no incrementar el nivel de contaminación que tiene el cuerpo receptor.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AMANCO Guatemala, **Manual de normas y diseño utilizando tubería novafort**, basado en la norma ASTM 3034, y listado de precios.
2. Brinker, Russel C. Et.al. **Topografía moderna**. México Editorial **Harla**. 1982. 542 pp.
3. Elizondo Pineda, Milton Heberto. Diseño de la red de alcantarillado sanitario de la aldea el Jute, Usumatlan, Zacapa. Tesis Ing. Civil, Guatemala, universidad de san Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería, 1992.
4. Orosco González, Juan Adolfo. Diseño de drenaje sanitario aldea Petz municipio de san Pedro Sacatepequez, departamento de San Marcos. Tesis Ing. Civil, Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ingeniería, 1999.
5. Simmons, Charles Shoffer, **Clasificación de reconocimiento de los suelos de la republica de Guatemala**, Editorial **José de Pineda Ibarra**. 1959.
6. Vides Tobar, Armando. **Análisis y Control de Costos de Ingeniería**. Guatemala, Editorial Piedra Santa. 1978, 1036 pp.

## ANEXO: 1

**Tabla VIII. Cálculo topográfico planimetría**

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO												
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>										Topografía: Rubén Armando Chávez Ramirez		
Localización: EL JICARO EL PROGRESO										Cálculo: Ruben Armando Chavez Ramirez		
Descripción: Libreta de campo		poligonal abierta										
Est.	PO	Deflexion	Azimut	A.V.	SUP	HILOS			HI	DH		
						MEDIO	INF					
1	2	70.3444	70.3444	88.8458	1.230	1.000	0.770	1.525	45.9813			
2	3	356.668	67.0125	93.0681	1.195	1.000	0.805	1.575	38.8883			
3	4	359.1888	66.2014	93.4583	1.280	1.000	0.720	1.545	55.7962			
4	5	356.2291	62.4305	93.0664	1.410	1.000	0.590	1.555	81.7654			
5	6	11.2042	73.6347	93.7597	1.290	1.000	0.710	1.550	57.7506			
6	7	357.6639	71.2986	92.4917	1.100	1.000	0.900	1.570	19.9622			
7	8	352.7736	64.0722	94.6472	1.100	1.000	0.900	1.535	19.8687			
8	9	359.3403	63.4125	94.7458	1.065	1.000	0.935	1.565	12.9110			
9	10	0.1472	63.5597	90.3236	1.240	1.000	0.760	1.590	47.9985			
10	11	344.4972	48.0569	88.6125	1.090	1.000	0.910	1.575	17.9894			
11	12	10.6417	58.6985	89.4306	1.305	1.000	0.695	1.595	60.9940			
12	13	22.9194	81.6180	89.7222	1.255	1.000	0.745	1.525	50.9988			
13	14	359.275	80.8430	90.4444	1.170	1.000	0.830	1.640	33.9980			
14	15	356.3069	77.1499	93.2306	1.250	1.000	0.750	1.600	49.8412			
15	16	358.7389	75.9188	91.6000	1.480	1.000	0.520	1.620	95.9252			
16	17	284.4111	0.3499	93.9889	1.090	1.000	0.910	1.540	17.9129			
17	18	67.5375	67.8874	93.1208	1.150	1.000	0.850	1.450	29.9111			
18	19	1.0400	68.9118	98.9750	1.100	1.000	0.900	1.490	19.5133			
19	20	337.8403	46.7421	102.0528	1.100	1.000	0.900	1.495	19.1279			
20	21	35.4555	82.2876	95.5458	1.200	1.000	0.800	1.600	39.6264			

Continuación

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO												
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>										Topografía: Rubén Armando Chávez Ramírez		
Localización: EL JICARO EL PROGRESO										Cálculo: Rubén Armando Chávez Ramírez		
Descripción: Libreta de campo		poligonal abierta										
Est.	PO	Deflexion	Azimut	A.V.	HILOS			HI	DH			
					SUP	MEDIO	INF					
21	22	33.1472	115.4348	91.3278	1.060	1.000	0.940	1.605	11.9936			
22	23	41.4222	156.8570	93.3639	1.080	1.000	0.920	1.645	15.9449			
23	24	53.0139	209.8709	89.4111	1.095	1.000	0.905	1.590	18.9980			
24	25	351.8242	201.6951	91.5083	1.080	1.000	0.920	1.585	15.9889			
25	26	49.46	251.1550	81.5917	1.315	1.000	0.685	1.450	61.6529			
26	27	32.5158	283.6708	91.0583	1.140	1.000	0.860	1.495	27.9904			
27	16	18.8486	302.5193	93.4278	1.092	1.000	0.908	1.530	18.3342			
28	29	358.9055	265.9710	89.9917	1.300	1.000	0.700	1.530	60.0000			
29	30	0.2111	266.1822	89.4625	1.090	1.000	0.910	1.520	17.9984			
29	29.1	80.3722	346.5543	87.8750	1.140	1.000	0.860	1.520	27.9615			
29.1	29.2	39.3638	25.7694	91.0556	1.060	1.000	0.940	1.470	11.9959			
30	31	357.725	263.9044	97.3111	1.125	1.000	0.875	1.425	24.5951			
30	30.1	316.6805	222.8627	87.3972	1.055	1.000	0.945	1.425	10.9773			
30	30.2	315.6139	221.7960	86.1806	1.110	1.000	0.890	1.425	21.9024			
30.1	30.3	320.7164	183.5791	78.9986	1.225	1.000	0.775	1.380	43.3612			
30.3	15	3.2419	186.8211	95.3028	1.060	1.000	0.940	1.535	11.8975			
30.2	30.4	15.9972	237.7932	86.7750	1.220	1.000	0.780	1.395	43.8607			
30.4	30.5	350.3319	228.1252	84.1653	1.160	1.000	0.840	1.450	31.6693			
30.5	30.6	55.264	233.3768	82.8319	1.115	1.000	0.885	1.495	22.6419			
30.6	13	306.5917	179.9609	94.1806	1.031	1.000	0.969	1.520	6.1671			
31	32	8.0215	271.9419	92.3222	1.250	1.000	0.750	1.600	49.9179			
31	31.1	98.0083	1.9127	92.5792	1.225	1.000	0.775	1.600	44.9089			

Continuación

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO												
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>								Topografía: Rubén Armando Chávez Ramírez				
Localización: EL JICARO EL PROGRESO								Cálculo: Rubén Armando Chávez Ramírez				
Descripción: Libreta de campo		poligonal abierta										
Est.	PO	Deflexion	Azimut	A.V.	HILOS			HI	DH			
					SUP	MEDIO	INF					
32	33	3.3361	275.2780	91.3528	1.550	1.000	0.450	1.485	109.9387			
32	32.1	285.6083	197.5502	86.6917	1.150	1.000	0.850	1.485	29.9001			
32.1	32.2	32.8694	230.4197	82.7528	1.170	1.000	0.830	1.580	33.4589			
32.2	32.3	28.0972	258.4502	82.1710	1.120	1.000	0.880	1.510	23.5547			
32.3	12	301.3522	199.8023	82.8944	1.175	1.000	0.825	1.555	34.4645			
33	34	346.5375	261.8155	88.3028	1.050	1.000	0.950	1.515	9.9912			
33	33.1	84.1139	359.3752	94.7514	1.365	1.000	0.635	1.515	72.4991			
34	35	271.7555	173.5810	83.7736	1.285	1.000	0.715	1.415	56.3295			
35	36	20.20.3417	193.9227	80.4083	1.240	1.000	0.760	1.410	46.6673			
36	11	340.3391	174.2617	91.4028	1.131	1.000	0.869	1.385	26.1843			
34	37	351.3805	344.9615	94.9653	1.095	1.000	0.905	1.490	18.8577			
37	38	311.0472	296.0088	94.2208	1.315	1.000	0.685	1.480	62.6587			
38	39	0.723611	296.7323	91.2708	1.375	1.000	0.625	1.420	74.9631			
38	38.1	239.7972	176.5296	85.8667	1.285	1.000	0.715	1.410	56.7039			
38.1	38.2	77.3375	253.8671	92.8139	1.110	1.000	0.890	1.450	21.9470			
38.2	38.3	284.3875	178.2546	85.0194	1.220	1.000	0.780	1.400	43.6684			
38.2	42.2	71.7375	331.2046	93.0278	1.055	1.000	0.945	1.405	10.9693			
38.3	38.4	6.5694	184.8240	79.4750	1.145	1.000	0.855	1.430	28.0324			
38.4	38.5	15.6472	200.4713	78.0361	1.085	1.000	0.915	1.390	16.2695			

Continuación

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO												
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espiritu Santo</b>								Topografía: Rubén Armando Chávez Ramírez				
Localización: EL JICARO EL PROGRESO								Cálculo: Rubén Armando Chávez Ramírez				
Descripción: Libreta de campo		poligonal abierta										
Est.	PO	Deflexion	Azimut	A.V.	HILOS			HI	DH			
					SUP	MEDIO	INF					
38.6	40	6.7944	337.0412	94.0361	1.305	1.000	0.695	1.455	60.6978			
40	40.1	221.5	198.5412	91.7028	1.060	1.000	0.940	1.550	11.9894			
40	41	352.8847	329.9259	99.3083	1.300	1.000	0.700	1.500	58.4303			
41	42	7.7464	337.6721	98.1472	1.125	1.000	0.875	1.510	24.4979			
42	42.1	116.368	94.0401	89.9278	1.140	1.000	0.860	1.465	28.0000			
42	39	35.64	13.3123	93.7167	1.374	1.000	0.626	1.460	74.4857			
42.1	42.2	21.0708	115.1111	89.9611	1.180	1.000	0.820	1.530	36.0000			
39	43	3.763	300.4953	91.4361	1.240	1.000	0.760	1.540	47.9699			
40.1	40.2	334.0864	172.6285	88.6806	1.180	1.000	0.820	1.505	35.9809			
40.2	40.3	12.4611	185.0896	87.0194	1.200	1.000	0.800	1.590	39.8919			
40.3	6	351.6305	176.5149	86.2361	1.158	1.000	0.842	1.570	31.4638			
43	44	345.0472	285.5425	90.9889	1.160	1.000	0.840	1.540	31.9905			
43	43.1	82.0611	22.5293	90.9639	1.230	1.000	0.770	1.530	45.9870			
43.1	43.2	63.9389	86.4682	92.6083	1.060	1.000	0.940	1.535	11.9751			
43.2	43.3	298.5805	25.0487	92.0639	1.165	1.000	0.835	1.565	32.9572			
44	45	345	270.5425	91.0472	1.190	1.000	0.810	1.465	37.9873			
45	46	354.6694	265.219	91.9806	1.265	1.000	0.735	1.515	52.9367			
45	45.1	267.5778	178.1203	87.1278	1.070	1.000	0.930	1.510	13.9648			
45.1	45.2	71.433	249.5533	91.9708	1.120	1.000	0.880	1.550	23.9716			
45.2	45.3	270.3028	159.8561	89.8306	1.140	1.000	0.860	1.540	27.9998			
45.3	45.4	351.2653	151.0116	89.2389	1.335	1.000	0.665	1.490	66.9882			
45.3	45.5	275.0555	74.9116	90.4306	1.325	1.000	0.675	1.490	64.9963			
46	47	355.1777	260.3897	86.1194	1.065	1.000	0.935	1.540	12.9405			

Continuación

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO												
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>								Topografía: Rubén Armando Chávez Ramírez				
Localización: EL JICARO EL PROGRESO								Cálculo: Rubén Armando Chávez Ramírez				
Descripción: Libreta de campo		poligonal abierta										
Est.	PO	Deflexion	Azimut	A.V.	HILOS			HI	DH			
					SUP	MEDIO	INF					
47	48	298.4697	198.8594	88.9083	1.300	1.000	0.700	1.525	59.9782			
47	49	117.5668	17.9536	92.9583	1.130	1.000	0.870	1.530	25.9307			
48	50	356.225	195.0844	88.4778	1.365	1.000	0.635	1.520	72.9485			
50	51	340.3694	175.4538	88.1194	1.300	1.000	0.700	1.525	59.9354			
51	52	351.2305	166.9844	84.1667	1.380	1.000	0.620	1.450	75.2149			
52	53	5.5972	172.5816	80.4264	1.260	1.000	0.740	1.550	50.5617			
53	3	339.8397	152.4215	81.2722	1.310	1.000	0.690	1.550	60.5724			
49	54	9.7166	27.6303	90.1472	1.490	1.000	0.510	1.450	97.9994			
54	55	22.1888	49.8591	90.5000	1.295	1.000	0.705	1.390	58.9955			
49	56	346.9847	4.9383	88.8833	1.270	1.000	0.730	1.500	53.9795			
56	57	18.3555	23.2938	89.8111	1.300	1.000	0.700	1.495	59.9993			
57	58	352.1277	15.4216	90.3694	1.600	1.000	0.400	1.470	119.9950			
58	73	3.1138	18.5355	90.6083	1.235	1.000	0.765	1.460	46.9947			
73	74	300.575	319.1105	90.2583	1.420	1.000	0.580	1.475	83.9983			
74	75	51.95	11.0605	92.8611	1.160	1.000	0.840	1.470	31.9203			
75	76	3.8416	14.9022	63.8500	1.235	1.005	0.775	1.460	37.0651			
76	77	37.6111	52.5137	90.2917	1.190	1.000	0.810	1.503	37.9990			
77	78	358.4972	51.0105	98.9500	1.110	1.000	0.890	1.520	21.4675			
3	59	99.7028	166.7152	100.0750	1.100	1.000	0.900	1.480	19.3819			
60	59	272.05	77.4005	91.8667	1.420	1.000	0.580	1.540	83.8472			
59	61	278.4639	85.1790	95.9361	1.200	1.000	0.800	1.530	39.4779			
61	62	51	136.1790	95.5815	1.240	1.000	0.760	1.465	47.4809			

Continuación

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO												
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>								Topografía: Rubén Armando Chávez Ramírez				
Localización: EL JICARO EL PROGRESO								Cálculo: Rubén Armando Chávez Ramírez				
Descripción: Libreta de campo		poligonal abierta										
Est.	PO	Deflexion	Azimut	A.V.	SUP	HILOS			HI	DH		
						MEDIO	INF					
4	62	94.5417	160.4312	96.5583	1.385	1.000	0.615	1.535	1.535	75.8789		
62	63	264.0003	69.4471	91.6111	1.235	1.000	0.765	1.510	1.510	46.9417		
63	63.1	268.2194	337.6666	86.5861	1.150	1.000	0.850	1.485	1.485	29.9166		
63	64	353.5277	62.9749	94.5722	1.045	1.000	0.955	1.580	1.580	8.9329		
64	65	6.715	69.6899	92.2028	1.230	1.000	0.770	1.540	1.540	45.9234		
64	66	3381355	41.1107	90.3417	1.510	1.000	0.490	1.540	1.540	101.9899		
65	67	342.0319	13.3206	92.0583	1.250	1.000	0.750	1.550	1.550	49.9330		
67	67.1	25.685	333.0875	91.0278	1.220	1.000	0.780	1.555	1.555	43.9853		
67	66	281.3655	333.0875	86.8042	1.170	1.000	0.830	1.563	1.563	33.9268		
66	68	332.21	13.3206	92.3028	1.050	1.000	0.950	1.615	1.615	9.9809		
68	7	345.8739	359.1945	89.8667	1.130	1.000	0.870	1.565	1.565	25.7206		
68	68.1	242.3944	255.7150	86.9528	1.190	1.000	0.810	1.565	1.565	37.9327		
68.1	68.2	339.2138	234.9289	88.6639	1.160	1.000	0.840	1.540	1.540	31.9922		
68.2	68.3	27.5139	262.4428	88.5778	1.155	1.000	0.845	1.530	1.530	30.9898		
68.3	4	4.3958	266.8387	86.3972	1.275	1.000	0.725	1.505	1.505	54.8135		
67.1	69	8.8222	79.1635	91.0778	1.185	1.000	0.815	1.515	1.515	36.9856		
67.1	67.2	246.1605	323.5177	89.3750	1.220	1.000	0.780	1.515	1.515	43.9981		
67.2	8	13.6694	337.1871	88.3444	1.158	1.000	0.842	1.535	1.535	31.5256		

Continuación

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO												
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>										Topografía: Rubén Armando Chávez Ramírez		
Localización: EL JICARO EL PROGRESO										Cálculo: Rubén Armando Chávez Ramírez		
Descripción: Libreta de campo		poligonal abierta										
Est.	PO	Deflexion	Azimut	A.V.	HILOS			HI	DH			
					SUP	MEDIO	INF					
71	72	289.7583	343.1472	89.3778	1.190	1.000	0.810	1.445	37.9984			
72	10	355.0927	338.2400	86.9639	1.100	1.000	0.900	1.445	19.9651			
72	72.1	95.3019	75.9985	90.8514	1.140	1.000	0.860	1.450	27.9828			
72.1	72.2	335.7555	54.2047	92.2083	1.145	1.000	0.855	1.440	28.9514			
72.2	72.3	353.8972	48.1019	87.8944	1.190	1.000	0.810	1.430	37.9736			
72.3	13	6.928	55.0301	87.6306	1.180	1.000	0.820	1.380	35.9584			
Iotificacion												
12	13		119.5082									
1	2	47.3527	166.8609	95.5889	1.120	1.000	0.880	1.500	23.7394			
2	3	0.275	167.1359	92.5861	1.145	1.000	0.855	1.460	28.9218			
3	4	263.6394	70.7756	88.8528	1.395	1.000	0.605	1.460	78.9919			
4	5	353.0222	63.7978	92.1139	1.210	1.000	0.790	1.465	41.9387			
4	6	270.0441	340.8199	91.3972	1.195	1.000	0.805	1.460	38.9672			
6	7	89.7777	70.5977	94.4806	1.220	1.000	0.780	1.440	43.6918			
6	2	262.2802	243.1004	90.3944	1.880	1.500	1.120	1.430	75.9900			

## ANEXO: 2

**Tabla IX. Cálculo topográfico altimetría**

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO					
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>					
Localización: EL JICARO EL PROGRESO			Topografía: Rubén Armando Chávez Ramírez		
Descripción	Nivelación	Poligonal abierta			
PUNTO	V.A.	HI	VI	PV	COTA
					100.000
<b>BM</b>	3.037	103.04			<b>100.00</b>
E-1			2.567		100.470
E-2			1.11		101.927
E-3			2.64		100.397
PV	0.64	101.037		2.640	100.397
E-4			3.42		97.617
PV	0.033	97.650		3.420	97.617
PV	0.04	93.800		3.890	93.760
E-5			0.04		93.760
E-6			3.29		90.510
PV	0.057	90.567		3.290	90.510
E-7			1.455		89.112
E-8			2.565		88.002
E-9			3.055		87.512
E-10			2.73		87.837
PV	3.13	90.967		2.730	87.837
E-11			2.14		88.827
E-12			0.937		90.030
PV	2.466	92.496		0.937	90.030
E-13			1.72		90.776
E-14			1.36		91.136
E-15			3.62		88.876
PV	0.46	89.336		3.620	88.876
E-16			2.182		87.154
PV	0.68	87.834		2.182	87.154
E-17			1.41		86.424
E-18			2.537		85.297
PV	0.362	85.659		2.537	85.297
E-19			2.991		82.668
PV	0.017	82.685		2.991	82.668
E-20			3.63		79.055
PV	0.402	79.457		3.630	79.055
E-21			2.636		76.821
PV	1.825	78.646		2.636	76.821
E-22			1.5		77.146
E-23			1.793		76.853
PV	2.407	79.260		1.793	76.853

## Continuación

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO					
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>					
Localización: EL JICARO EL PROGRESO			Topografía: Rubén Armando Chávez Ramírez		
Descripción	Nivelación	Poligonal abierta			
PUNTO	V.A.	HI	VI	PV	COTA
E-24			1.64		77.620
PV	1.29	78.908		1.642	77.618
E-25			1.13		77.778
PV	2.855	80.633		1.130	77.778
PV	2.942	83.451		0.124	80.509
PV	2.707	86.107		0.051	83.400
PV	2.5	88.453		0.154	85.953
E-26			1.29		87.163
E-27			1.32		87.133
E-16		CIERRE		1.304	87.149
E-20	1.295	80.350			79.055
E-28			1.921		78.429
PV	1.95	80.379		1.921	78.429
E-29			1.387		78.992
PV	2.21	81.934		0.655	79.724
E-29.1			1.39		80.544
E-29.2			1.09		80.844
E-29	2.84	81.832			78.992
E-30			2.16		79.672
E-30.1			1.25		80.582
PV	2.875	83.457		1.250	80.582
PV	3.885	87.218		0.124	83.333
PV	3.05	90.235		0.033	87.185
E-30.3			1.61		88.625
E-15		CIERRE	1.36		88.875
E-30.1	3.317	83.899			80.582
E-30.2			2.34		81.559
E-30.4			0.065		83.834
PV	3.756	87.590		0.065	83.834
E-30.5			0.005		87.585
PV	2.43	90.015		0.005	87.585
PV	2.543	92.173		0.385	89.630
E-30.6			1.44		90.733
E-13		CIERRE	1.396		90.777
E-30	0.266	79.938			79.672
E-31			3.056		76.882
PV	1.535	78.417		3.056	76.882

## Continuación

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO					
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>					
Localización: EL JICARO EL PROGRESO			Topografía: Rubén Armando Chávez Ramírez		
Descripción	Nivelación	Poligonal abierta			
PUNTO	V.A.	HI	VI	PV	COTA
E-31.1			2.7		75.717
E-32			2.905		75.512
PV	2.126	77.638		2.905	75.512
E-32.1			0.132		77.506
PV	3.213	80.719		0.132	77.506
PV	3.337	83.708		0.348	80.371
E-32.2			1.8		81.908
PV	3.205	86.720		0.193	83.515
E-32.3			1.49		85.230
PV	3.344	90.035		0.029	86.691
E-12		CIERRE	0.00		90.035
E-32	0.02	75.532			75.512
E-33			2.157		73.375
PV	0.035	73.410		2.157	73.375
PV	0.058	70.306		3.162	70.248
E-33.1			2.443		67.863
E-33	3.135	76.510			73.375
E-34			2.34		74.170
PV	3.5	79.984		0.026	76.484
PV	3.827	83.768		0.043	79.941
E-35			2.965		80.803
PV	3.793	87.541		0.020	83.748
PV	2.596	90.027		0.110	87.431
E-36			1.00		89.027
PV	1.688	90.715		1.000	89.027
E-11		CIERRE	1.820		88.895
E-34	0.07	74.240			74.170
E-37			1.23		73.010
E-37.1			4.56		69.680
E-37.2			3.69		70.550
PV	0.01	70.560		3.690	70.550
E-38			1.705		68.855
PV	3.174	72.029		1.705	68.855
PV	3.32	74.922		0.427	71.602
E-38.1			1.585		73.337
E-38.2			2.19		72.732
PV	3.026	75.758		2.190	72.732
PV	3.244	78.798		0.204	75.554
E-38.3			1.83		76.968
PV	3.737	82.535		0.000	78.798

## Continuación

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO					
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>					
Localización: EL JICARO EL PROGRESO			Topografía: Rubén Armando Chávez Ramírez		
Descripción	Nivelación	Poligonal abierta			
PUNTO	V.A.	HI	VI	PV	COTA
E-38.4			0.106		82.429
PV	3.717	86.146		0.106	82.429
PV	2.91	88.864		0.192	85.954
E-38.5			2.57		86.294
E-38.6			0.35		88.514
PV	1.426	89.940		0.350	88.514
E-9		CIERRE	2.41		87.530
E-38.6	0.074	88.588			88.514
E-40			3.914		84.674
PV	0.265	84.939		3.914	84.674
PV	0.115	81.377		3.677	81.262
PV	0.023	77.500		3.900	77.477
E-41			1.84		75.660
PV	0.066	74.063		3.503	73.997
E-42			2.604		71.459
PV	0.065	71.524		2.604	71.459
E-39			3.903		67.621
E-42	2.455	73.914			71.459
E-42.1			1.964		71.950
PV	1.473	73.423		1.964	71.950
PV	1.68	73.977		1.126	72.297
E-42.2			1.5		72.477
E-38.2		CIERRE	1.25		72.727
E-40	1.865	86.539			84.674
E-40.1			1.716		84.823
PV	0.928	85.751		1.716	84.823
PV	2.973	88.577		0.147	85.604
E-40.2			2.973		85.604
PV	1.853	90.150		0.280	88.297
E-40.3			1.39		88.760
PV	2.235	92.005		0.380	89.770
E-6		CIERRE	1.483		90.522
E-39	0.846	68.467			67.621
E-43			1.523		66.944
E-43.1			1.78		66.687
PV	1.427	68.114		1.780	66.687
E-43.2			1.485		66.629
E-43.3			2.115		65.999

## Continuación

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO					
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>					
Localización: EL JICARO EL PROGRESO			Topografía: Rubén Armando Chávez Ramírez		
Descripción	Nivelación	Poligonal abierta			
PUNTO	V.A.	HI	VI	PV	COTA
E-43	1.325	68.269			66.944
E-44			1.354		66.915
E-45			1.614		66.655
PV	2.59	69.245		1.614	66.655
E-45.1			1.36		67.885
E-45.2			1.66		67.585
PV	2.037	69.622		1.660	67.585
E-45.3			1.417		68.205
E-45.4			0.04		69.582
E-45.5			1.42		68.202
E-45	0.347	67.002			66.655
E-46			1.7		65.302
E-47			0.246		66.756
PV	2.484	69.240		0.246	66.756
E-48			0.826		68.414
PV	2.81	71.224		0.826	68.414
E-50			0.378		70.846
PV	3.875	74.721		0.378	70.846
E-51			1.39		73.331
PV	3.803	78.372		0.152	74.569
PV	3.94	82.072		0.240	78.132
E-52			0.61		81.462
PV	3.898	85.950		0.020	82.052
PV	3.925	89.709		0.166	85.784
PV	3.877	93.466		0.120	89.589
E-53			2.69		90.776
PV	3.954	97.330		0.090	93.376
PV	3.78	100.965		0.145	97.185
E-3		CIERRE	0.593		100.372
E-47	0.393	67.149			66.756
E-49			1.227		65.922
PV	2	67.922		1.227	65.922
E-54			1.763		66.159
PV	1.053	67.212		1.763	66.159
E-55			1.40		65.812
E-57			0.593		68.149
PV	1.13	69.279		0.593	68.149
E-58			1.445		67.834

## Continuación

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO					
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>					
Localización: EL JICARO EL PROGRESO			Topografía: Rubén Armando Chávez Ramírez		
Descripción	Nivelación	Poligonal abierta			
PUNTO	V.A.	HI	VI	PV	COTA
E-68.3			1.71		93.711
PV	3.123	98.391		0.153	95.268
E-4		CIERRE	0.746		97.645
E-8	0.496	88.498			88.002
E-67.2			1.934		86.564
PV	1.215	87.779		1.934	86.564
E-67.1			2.21		85.569
PV	1.224	86.793		2.210	85.569
E-69			1.40		85.393
E-69.1			1.42		85.373
E-70			1.32		85.473
PV	1.438	86.911		1.320	85.473
E-71			1.42		85.491
E-72			0.55		86.361
PV	1.918	88.279		0.550	86.361
E-10		CIERRE	0.452		87.827
E-72	1.88	88.241			86.361
E-72.1			1.47		86.771
E-72.2			1.204		87.037
PV	1.927	88.964		1.204	87.037
PV	2.112	90.766		0.310	88.654
E-72.3			1.88		88.886
E-13		CIERRE	0.00		90.766
E-13	0.579	91.345			90.766
E-1			1.62		89.725
E-2			3.39		87.955
PV	1.433	89.388		3.390	87.955
E-3			2.32		87.068
E-4			0.32		89.068
PV	1.39	90.458		0.320	89.068
E-5			2.53		87.928
E-6			1.9		88.558
PV	0.985	87.771		3.672	86.786
E-7			2.173		85.598

## Continuación

LIBRETA TOPOGRÁFICA DE CAMPO					
Proyecto: <b>Diseño de drenajes Espíritu Santo</b>					
Localización: EL JICARO EL PROGRESO			Topografía: Rubén Armando Chávez Ramírez		
Descripción	Nivelación	Poligonal abierta			
PUNTO	V.A.	HI	VI	PV	COTA
E-73			1.585		67.694
PV	1.38	69.074		1.585	67.694
E-74			1.3		67.774
E-75			2.415		66.659
PV	0.14	66.799		2.415	66.659
PV	0.27	63.219		3.850	62.949
PV	0.01	59.299		3.930	59.289
PV	0.03	55.379		3.950	55.349
PV	0.04	51.839		3.580	51.799
E-76			3.40		48.439
PV	1.14	49.579		3.400	48.439
E-77			0.86		48.719
E-78			3.79		45.789
		RIO			
		PARTE BAJA			
E-1	0.516	100.986			100.470
E-60			1.41		99.576
E-59			3.588		97.398
PV	0.02	97.418		3.588	97.398
E-61			3.563		93.855
PV	0.078	93.933		3.563	93.855
PV	0.55	90.693		3.790	90.143
E-62			1.43		89.263
E-63			2.12		88.573
PV	2.15	90.723		2.120	88.573
E-63.1			0.01		90.713
PV	0.29	88.868		2.145	88.578
E-64			0.49		88.378
E-65			1.802		87.066
PV	0.203	87.269		1.802	87.066
E-67			1.425		85.844
PV	3.44	90.359		0.350	86.919
E-66			2.05		88.309
E-68			1.83		88.529
PV	2.646	92.961		0.044	90.315
E-68.1			1.83		91.131
E-68.2			0.554		92.407
PV	3.014	95.421		0.554	92.407



Figura 4 Planta de densidad de poblacion



Figura 5. Planta de curvas de nivel

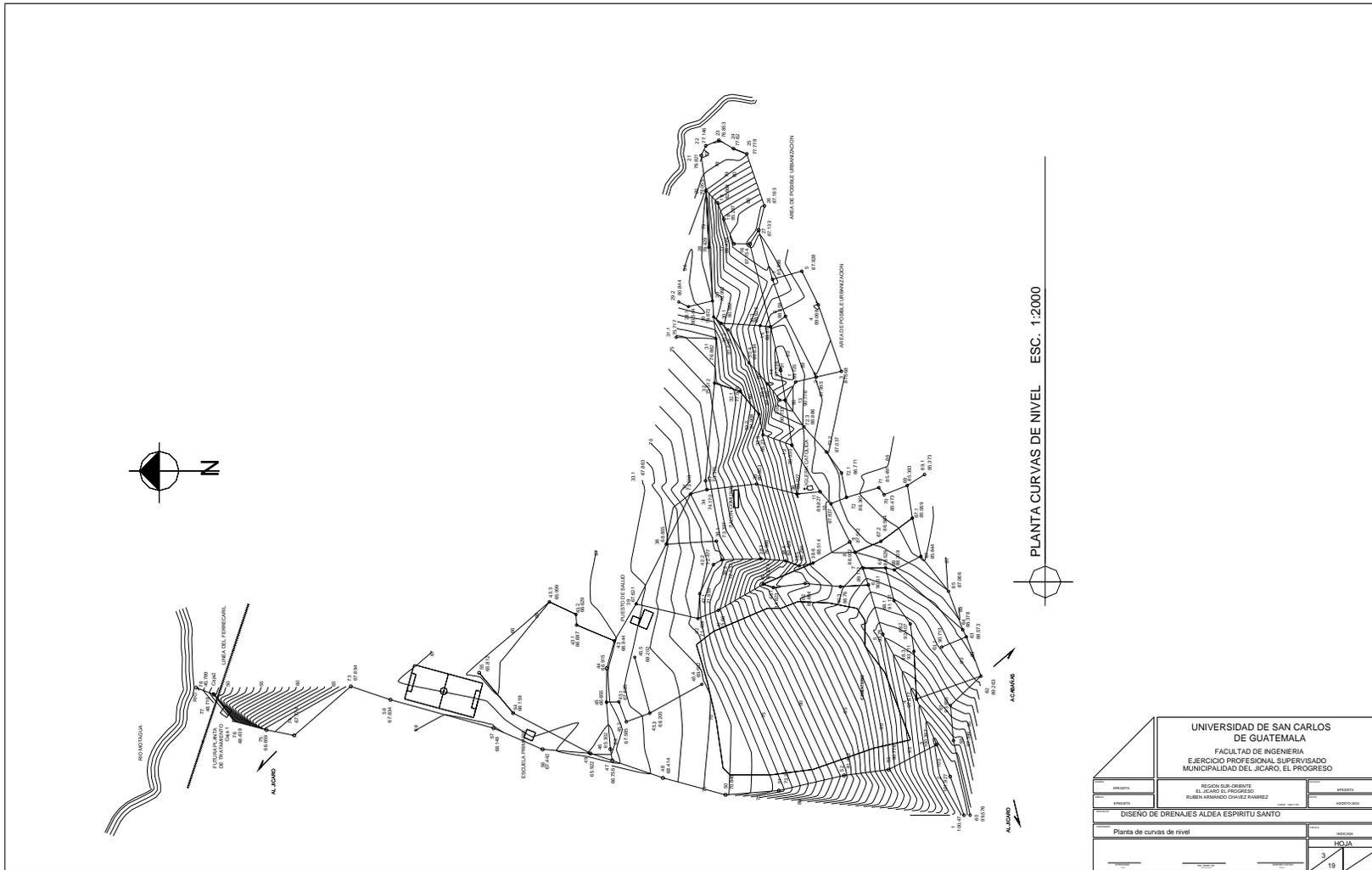


Figura 6. Perfiles

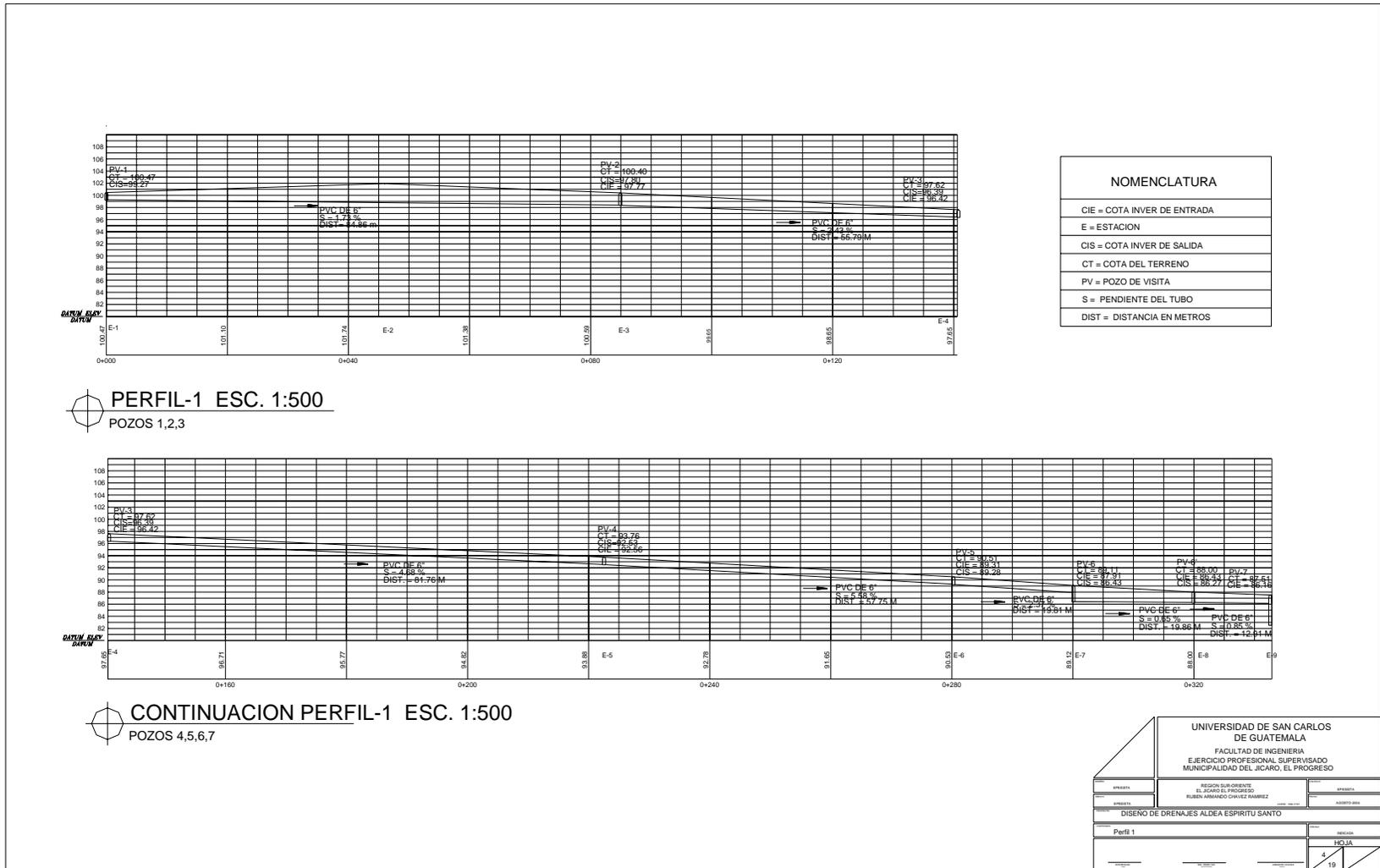
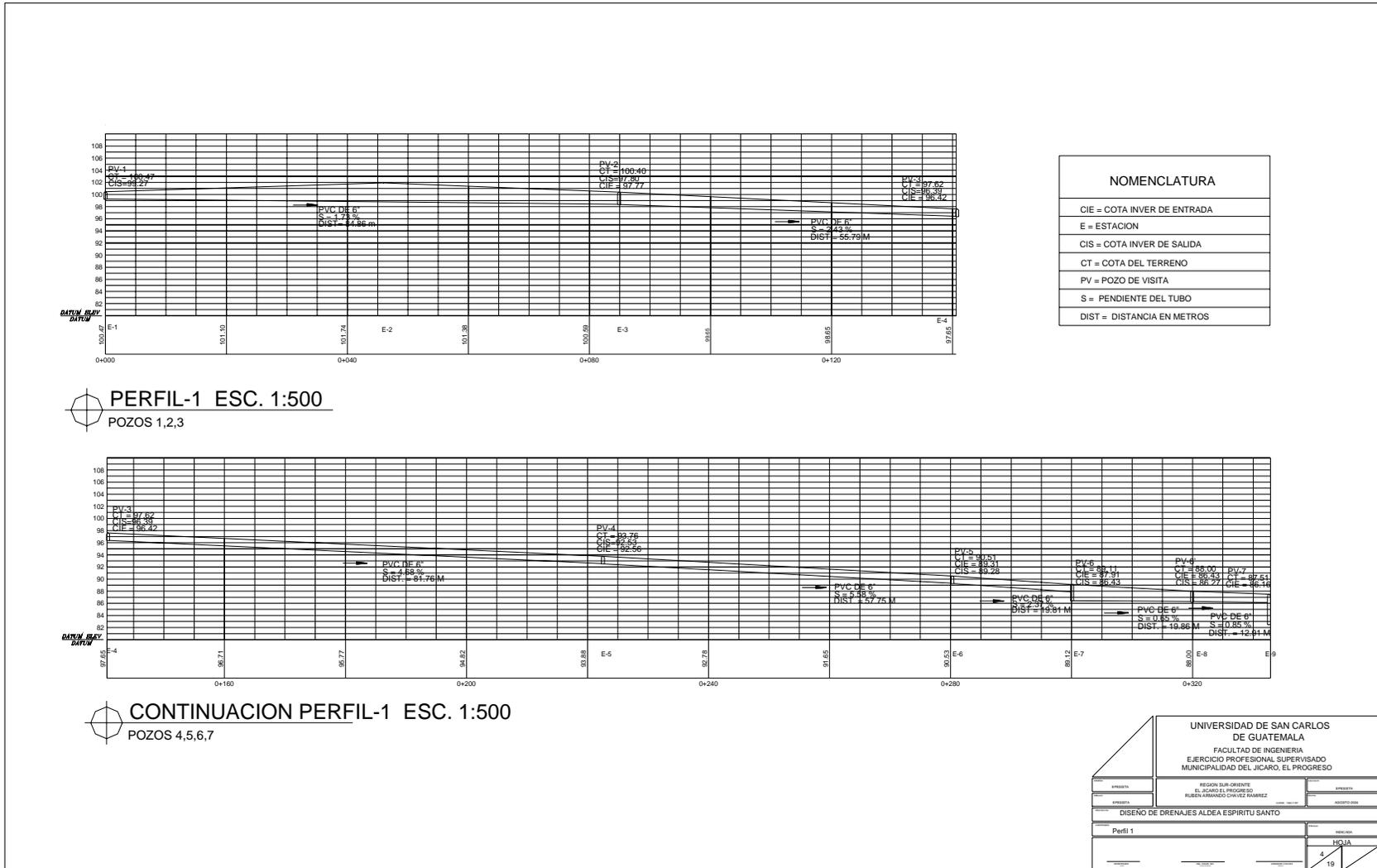
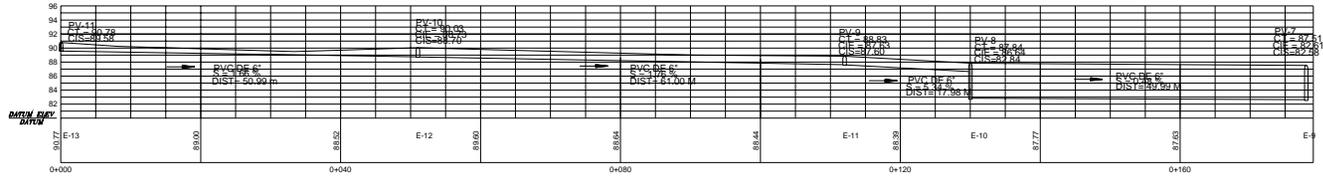


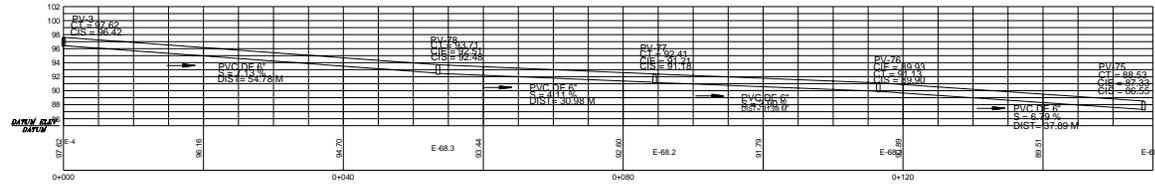
Figura 6. Perfiles



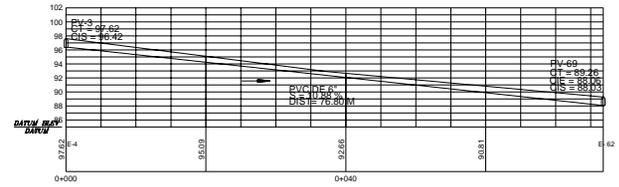
Continuacion



PERFIL-2 ESC. 1:500  
POZOS 11,10,9,8,7



PERFIL-6 ESC. 1:500  
POZOS 3,78,77,76,75



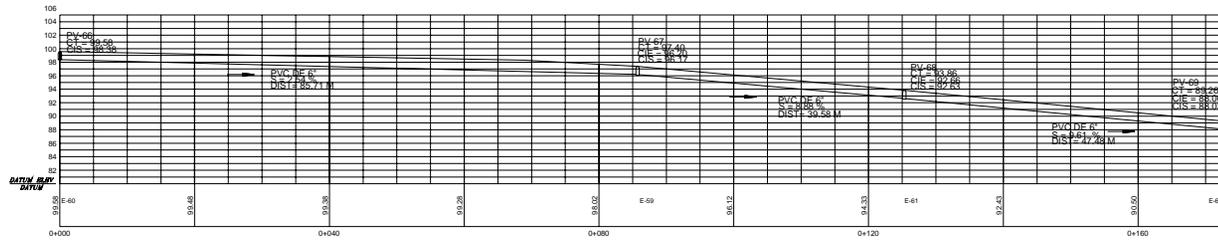
PERFIL-5 ESC. 1:500  
POZOS 3,69

NOMENCLATURA	
CIE	= COTA INVER DE ENTRADA
E	= ESTACION
CIS	= COTA INVER DE SALIDA
CT	= COTA DEL TERRENO
PV	= POZO DE VISITA
S	= PENDIENTE DEL TUBO
DIST	= DISTANCIA EN METROS

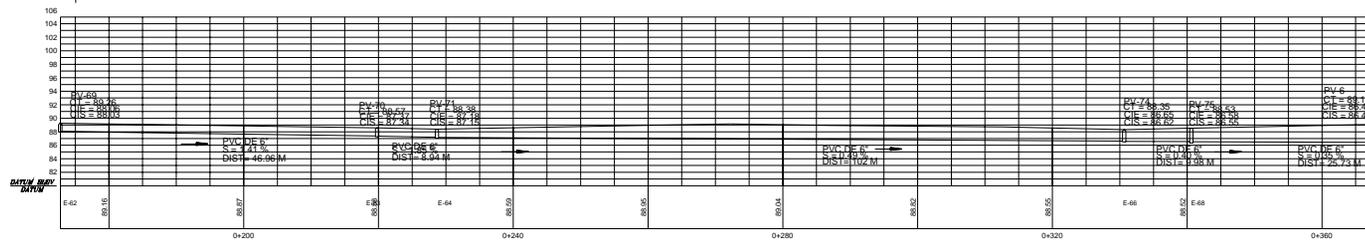
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
FACULTAD DE INGENIERIA			
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			
MUNICIPALIDAD DEL JICARO, EL PROGRESO			
PROFESOR	REGION SUR-ORIENTE	PROFESOR	
ESTUDIANTE	EL JICARO EL PROGRESO	ESTUDIANTE	ASISTENTE
DISEÑO DE DRENAJES ALDEA ESPIRITU SANTO			
Perfil 2.5.6		HOJA	
		19	



Continuacion



PERFIL-4 ESC. 1:500  
POZOS 66,67,68,69

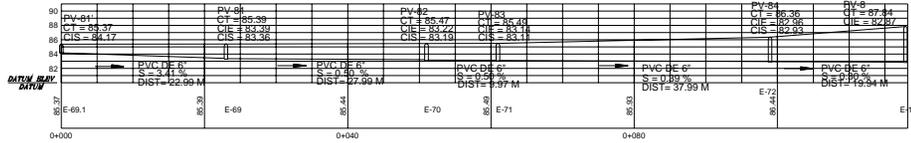


CONTINUACION PERFIL-4 ESC. 1:500  
POZOS 70,71,74,75,6

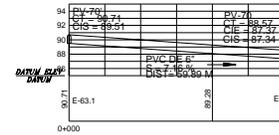
NOMENCLATURA	
CIE =	COTA INVER DE ENTRADA
E =	ESTACION
CIS =	COTA INVER DE SALIDA
CT =	COTA DEL TERRENO
PV =	POZO DE VISITA
S =	PENDIENTE DEL TUBO
DIST =	DISTANCIA EN METROS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DEL JICARO, EL PROGRESO	
REGION SUR ORIENTE	REGION SUR
E. JUAN DE LOS RIOS	RUBEN ARMANDO CHAVEZ SANCHEZ
DISEÑO DE DRENAJES ALDEA ESPIRITU SANTO	
Part 4	HQJA
7	19

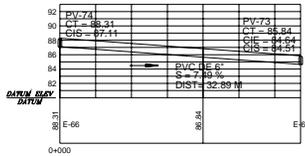
Continuacion



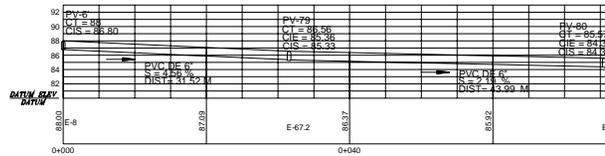
**PERFIL-8 ESC. 1:500**  
POZOS 81',81,82,83,84,8



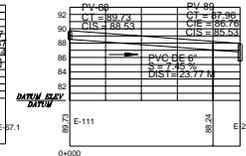
**PERFIL-9 ESC. 1:500**  
POZOS 70',70



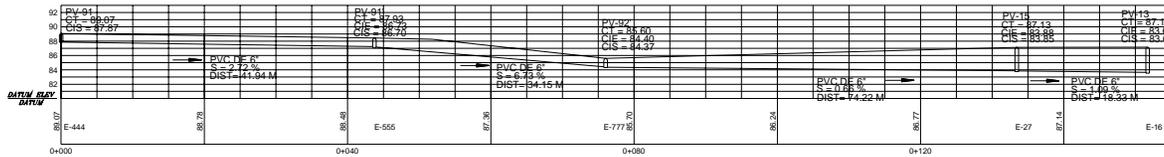
**PERFIL-10 ESC. 1:500**  
POZOS 74,73



**PERFIL-11 ESC. 1:500**  
POZOS 6',80



**PERFIL-15 ESC. 1:500**  
POZOS 88,89

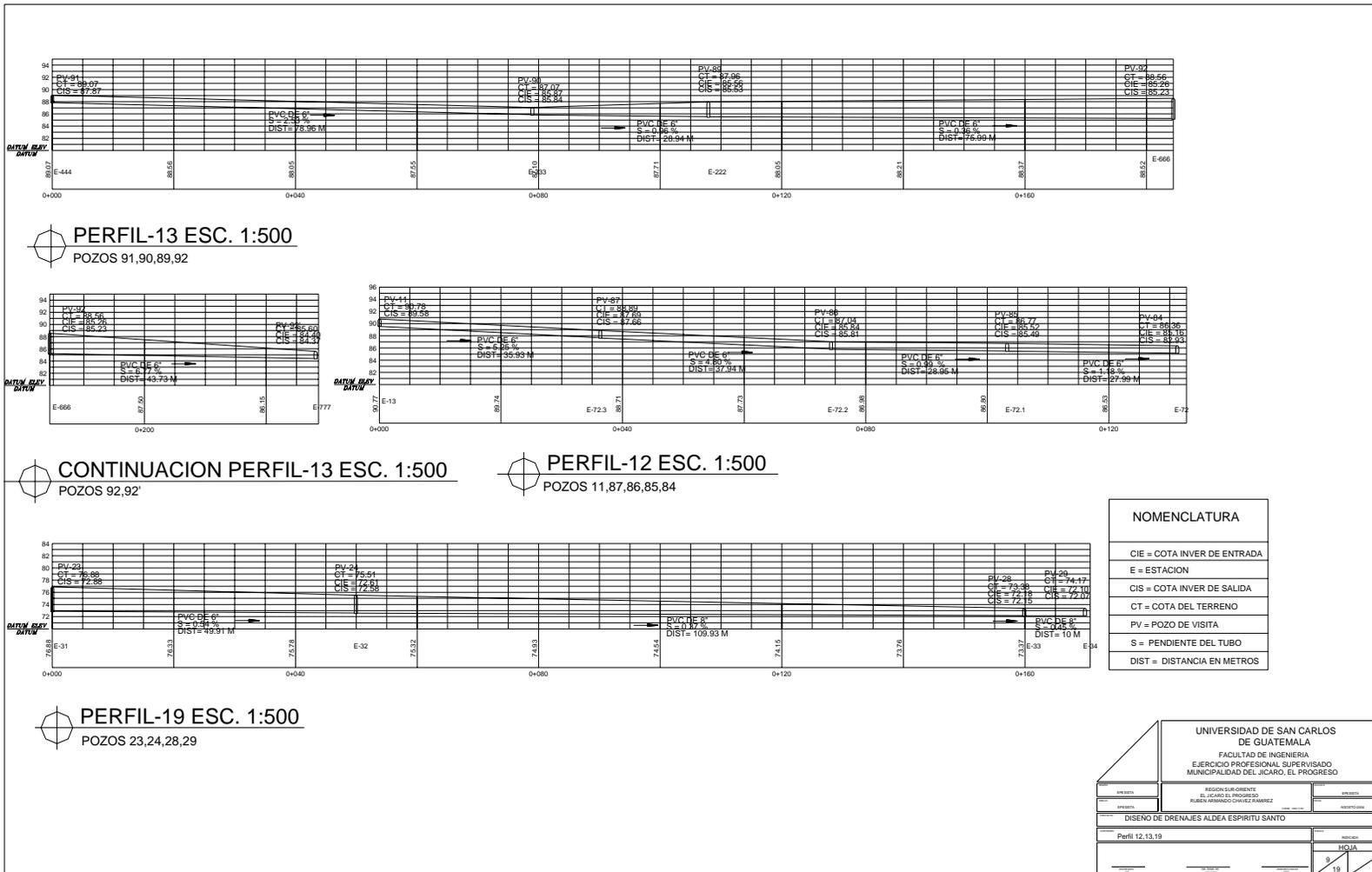


**PERFIL-14 ESC. 1:500**  
POZOS 91,91',92',15,13

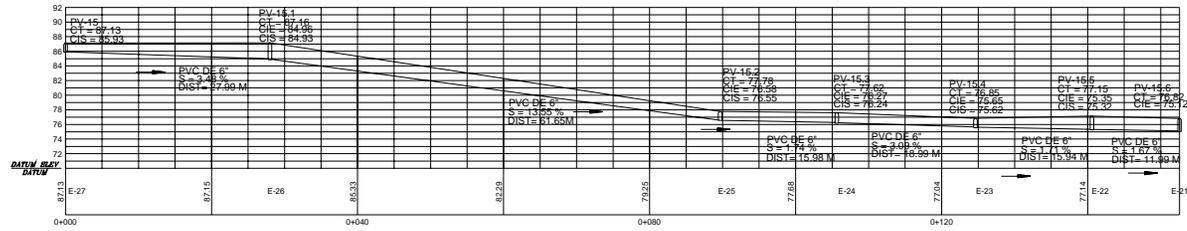
NOMENCLATURA	
CIE = COTA INVER DE ENTRADA	
E = ESTACION	
CIS = COTA INVER DE SALIDA	
CT = COTA DEL TERRENO	
PV = POZO DE VISITA	
S = PENDIENTE DEL TUBO	
DIST = DISTANCIA EN METROS	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DEL JICARO, EL PROGRESO	
PROYECTO:	REGION SUR-ORIENTE EL JICARO EL PROGRESO RUBEN ARMANDO CHEVET MARRAZ
DISEÑO DE DRENAJES ALDEA ESPIRITU SANTO	
Perfil 8,9,10,11,14,15	
HICMA	
18	

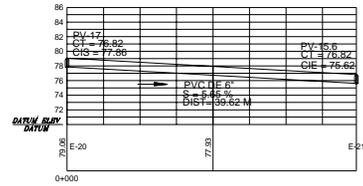
Continuacion



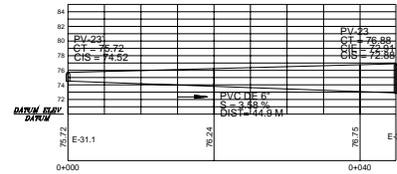
Continuacion



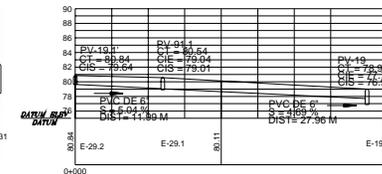
**PERFIL-16 ESC. 1:500**  
 POZOS 15,15.1,15.2,15.3,15.4,15.5,15.6



**PERFIL-17 ESC. 1:500**  
 POZOS 17,15.6



**PERFIL-20 ESC. 1:500**  
 POZOS 23',23

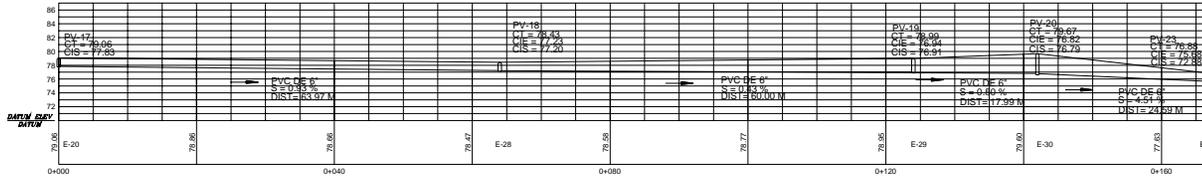


**PERFIL-21 ESC. 1:500**  
 POZOS 19.1',19.1,19

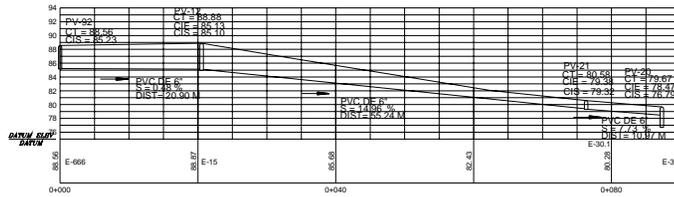
NOMENCLATURA	
CIE = COTA INVER DE ENTRADA	
E = ESTACION	
CIS = COTA INVER DE SALIDA	
CT = COTA DEL TERRENO	
PV = POZO DE VISITA	
S = PENDIENTE DEL TUBO	
DIST = DISTANCIA EN METROS	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DEL JICARO, EL PROGRESO		
REGION SUR-ORIENTE EL JICARO EL PROGRESO RUBEN ARMANDO CHAVEZ DIAZ	REGION SUR-ORIENTE EL JICARO EL PROGRESO RUBEN ARMANDO CHAVEZ DIAZ	REGION SUR-ORIENTE EL JICARO EL PROGRESO RUBEN ARMANDO CHAVEZ DIAZ
DISEÑO DE DRENAJES ALDEA ESPIRITU SANTO		
Perfil 16,17,20,21		HOJA 10 19

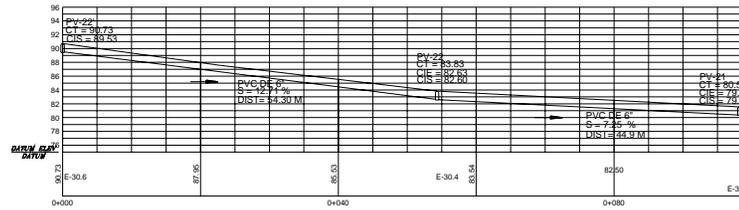
Continuacion



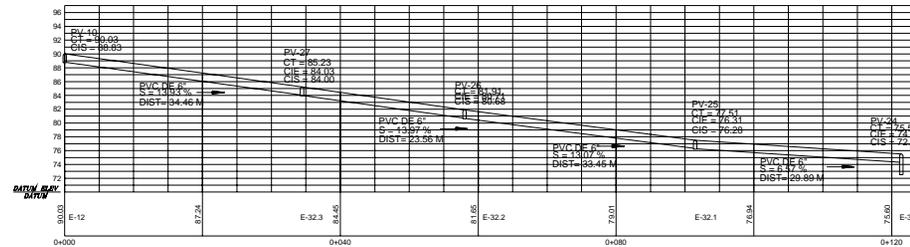
PERFIL-18 ESC. 1:500  
POZOS 17,18,19,20,23



PERFIL-22 ESC. 1:500  
POZOS 92,12,21,20



PERFIL-23 ESC. 1:500  
POZOS 22',22,21

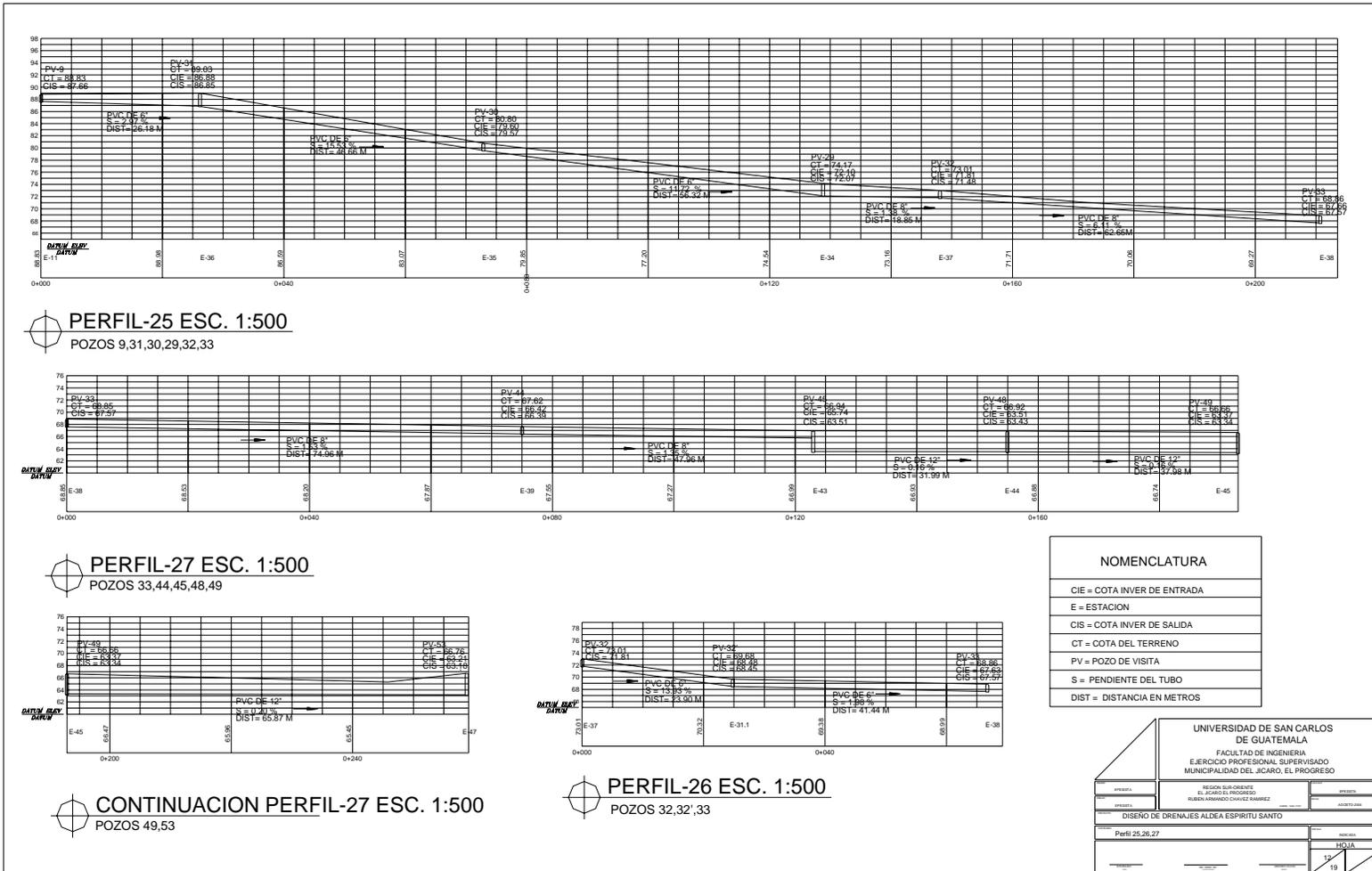


PERFIL-24 ESC. 1:500  
POZOS 10,27,26,25,24

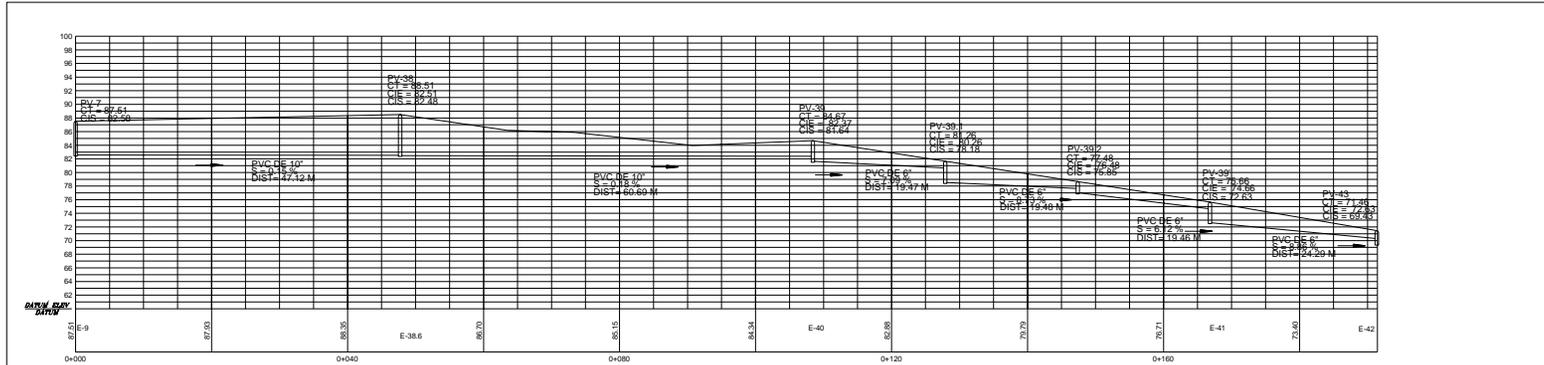
NOMENCLATURA	
CIE = COTA INVER DE ENTRADA	
E = ESTACION	
CIS = COTA INVER DE SALIDA	
CT = COTA DEL TERRENO	
PV = POZO DE VISITA	
S = PENDIENTE DEL TUBO	
DIST = DISTANCIA EN METROS	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DEL JICARO, EL PROGRESO	
REGION SUB-CREDITO	REGION
EL JICARO EL PROGRESO	EL JICARO EL PROGRESO
RUBEN ARMANDO CHEVEL RAMIREZ	ARROYO/2004
DISEÑO DE DRENAJES ALDEA ESPIRITU SANTO	
Perfil 18.22.23.24	
11	
19	

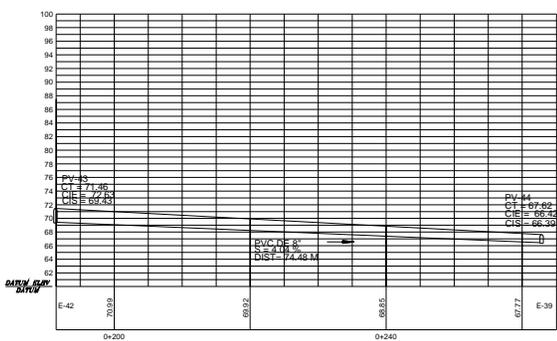
Continuacion



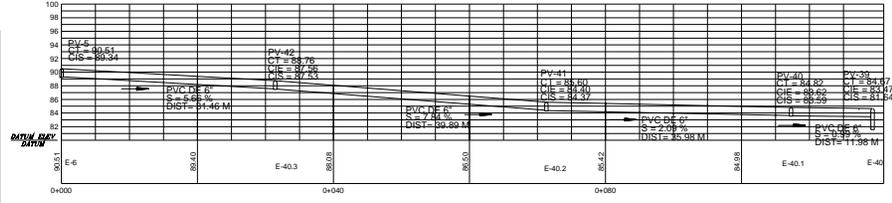
Continuacion



PERFIL-28 ESC. 1:500  
POZOS 7,38,39,39.1,39.2,39,43



CONTINUACION PERFIL-28 ESC. 1:500  
POZOS 43,44

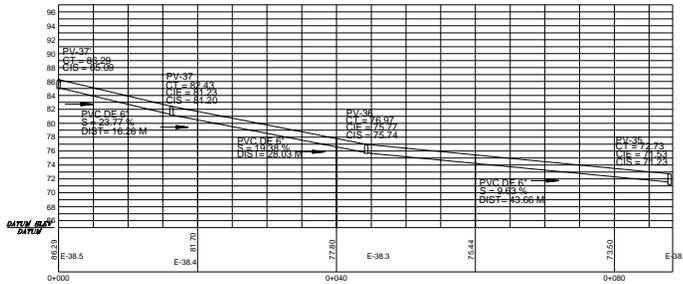


PERFIL-29 ESC. 1:500  
POZOS 5,42,41,40,39

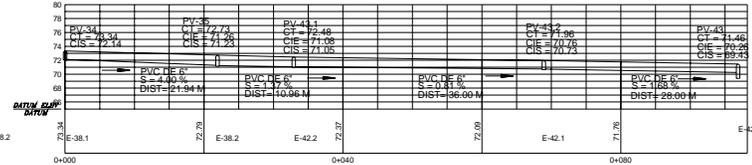
NOMENCLATURA	
CIE = COTA INVER DE ENTRADA	
E = ESTACION	
CIS = COTA INVER DE SALIDA	
CT = COTA DEL TERRENO	
PV = POZO DE VISITA	
S = PENDIENTE DEL TUBO	
DIST = DISTANCIA EN METROS	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DEL JICARÓ, EL PROGRESO	
PROYECTO	REGION SUR-ORIENTE
PROYECTO	EL ALVARO DE PROGRESO
PROYECTO	RUELA ANTONIO JOAQUIN VARELA
DISEÑO DE DRENAJES ALDEA ESPIRITU SANTO	
Perfil 28.29	HOJA
	10

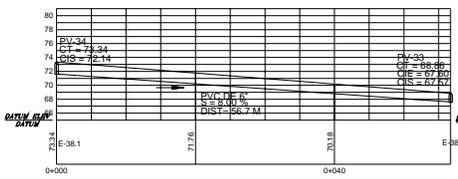
Continuacion



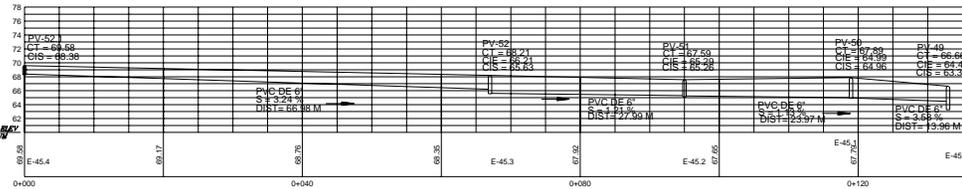
PERFIL-30 ESC. 1:500  
POZOS 37,37,36,35



PERFIL-31 ESC. 1:500  
POZOS 34,35,43,1,43,2,43



PERFIL-32 ESC. 1:500  
POZOS 34,33

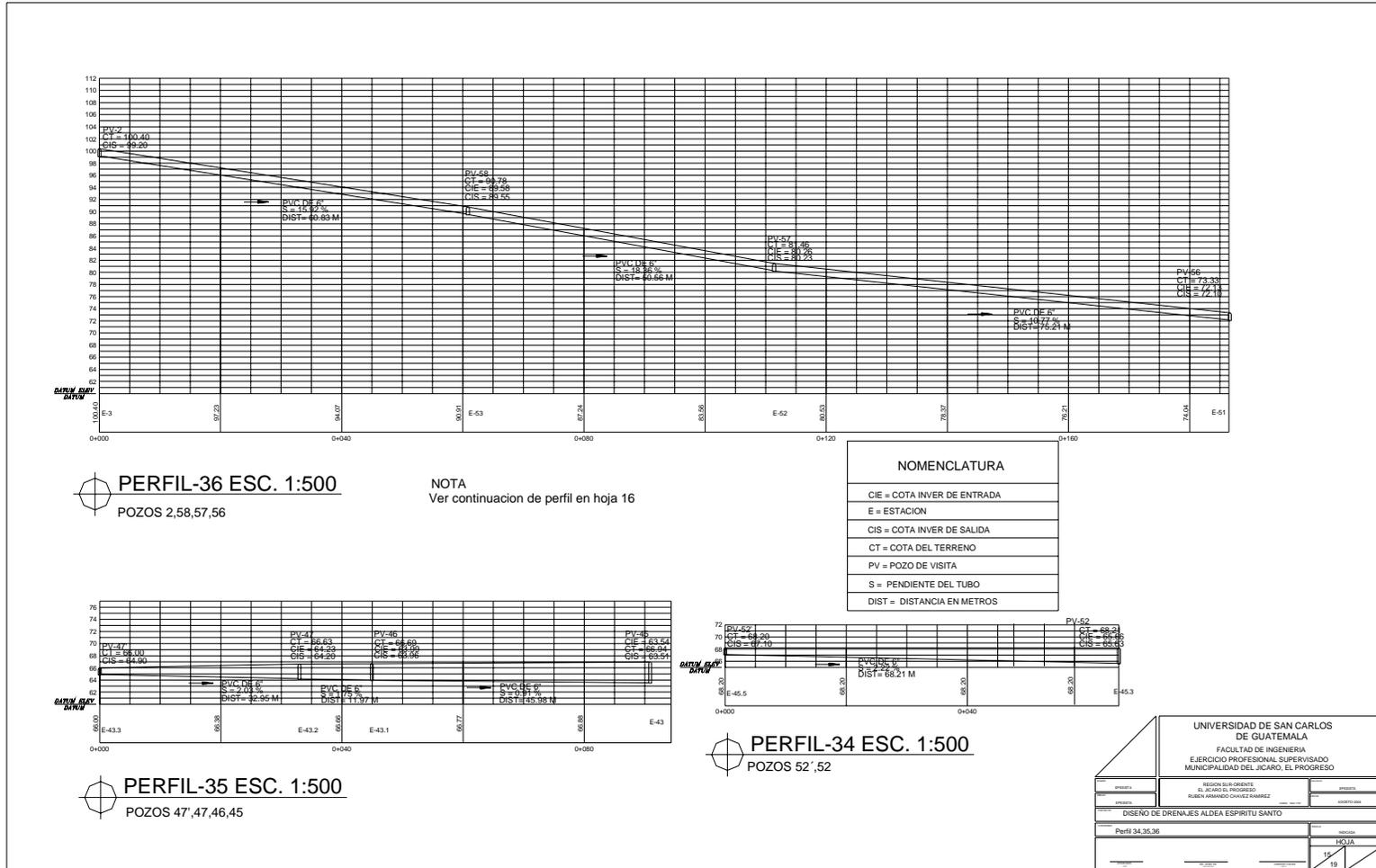


PERFIL-33 ESC. 1:500  
POZOS 52,1,52,51,50,49

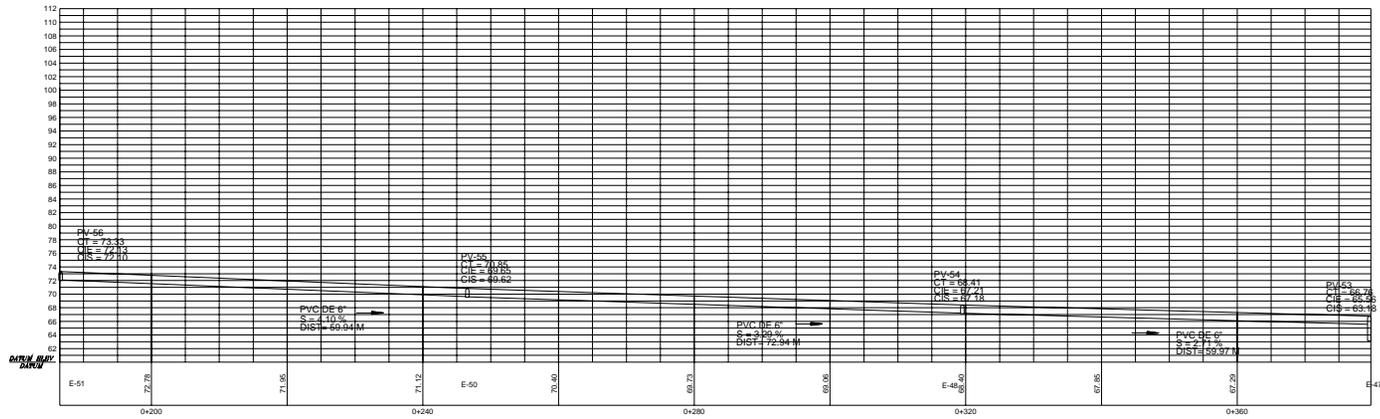
NOMENCLATURA	
CIE	= COTA INVER DE ENTRADA
E	= ESTACION
CIS	= COTA INVER DE SALIDA
CT	= COTA DEL TERRENO
PV	= POZO DE VISITA
S	= PENDIENTE DEL TUBO
DIST	= DISTANCIA EN METROS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DEL JICARO, EL PROGRESO	
REGION SUR-ORIENTE EL JICARO, EL PROGRESO	PROYECTO
DISEÑO DE DRENAJES ALDEA ESPIRITU SANTO	
Perfíl 30,31,32,33	HOLJA
11	

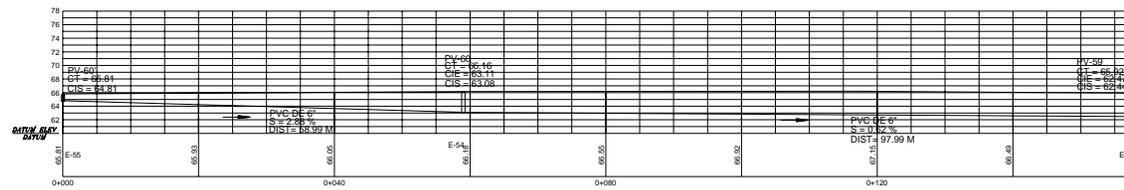
Continuacion



Continuacion



CONTINUACION PERFIL-36 ESC. 1:500  
POZOS 56,55,54,53

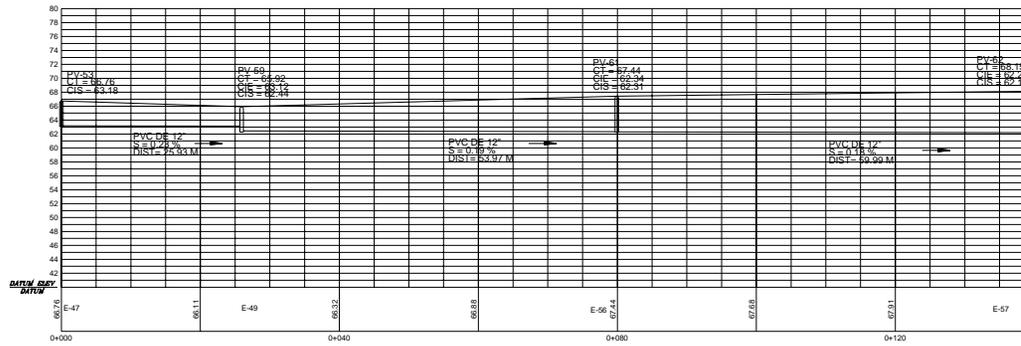


CONTINUACION PERFIL-37 ESC. 1:500  
POZOS 60',60,59

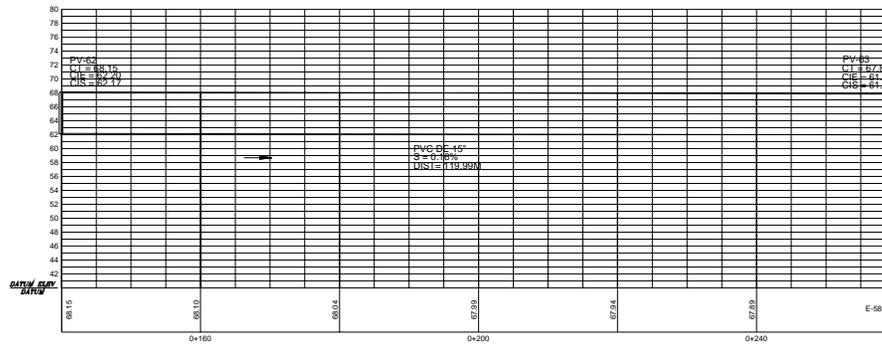
NOMENCLATURA	
CIE	= COTA INVER DE ENTRADA
E	= ESTACION
CIS	= COTA INVER DE SALIDA
CT	= COTA DEL TERRENO
PV	= POZO DE VISITA
S	= PENDIENTE DEL TUBO
DIST	= DISTANCIA EN METROS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DEL JICARO, EL PROGRESO	
PROYECTO	SECTOR SUB-CRIDENTE EL BOMAL EL PROGRESO
PROYECTISTA	RUBEN ARMANDO CHAVEZ SANCHEZ
DISEÑO DE DRENAJES ALDEA ESPIRITU SANTO	
Perfil: 36,37	HCUA
	19
	19

Continuacion



**PERFIL-38 ESC. 1:500**  
POZOS 53,59,61,62



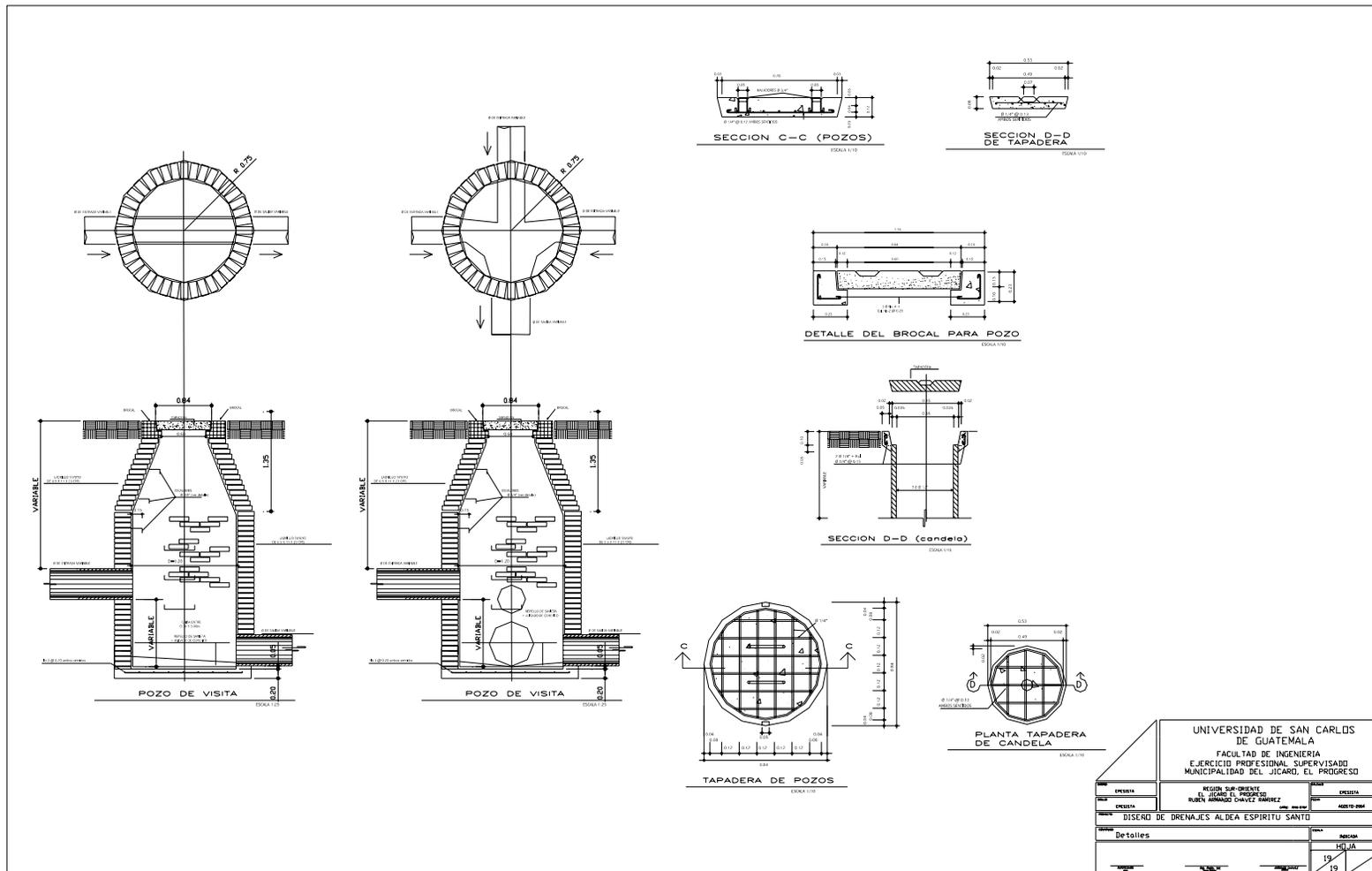
**CONTINUACION PERFIL-38 ESC. 1:500**  
POZOS 62,63

NOMENCLATURA	
CIE	= COTA INVER DE ENTRADA
E	= ESTACION
CIS	= COTA INVER DE SALIDA
CT	= COTA DEL TERRENO
PV	= POZO DE VISITA
S	= PENDIENTE DEL TUBO
DIST	= DISTANCIA EN METROS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
MUNICIPALIDAD DEL JICARO, EL PROGRESO		
PROYECTO:	REGION SUB-URBANA EL JICARO, EL PROGRESO	FECHA:
PROYECTANTE:	INGENIERO CIVIL MIGUEL RAMIRO CHAVEZ PARRALES	APROBADO:
DISEÑO DE DRENAJES ALDEA ESPIRITU SANTO		
Perfil 38	HOJA	17
		18



Figura 7. Detalles



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DEL JICARÓ, EL PROGRESO	
UNIVERSIDAD	REGION SUR-ORIENTE
UNIVERSIDAD	EL JICARÓ, EL PROGRESO
UNIVERSIDAD	ING. ARMANDO CHAVEZ RAMIREZ
DISEÑO DE DRENAJES ALDEA ESPIRITU SANTO	
Detalles	FECHA
	19/12