



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

**DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MICRO  
PARCELAMIENTO EL NARANJO Y DRENAJE SANITARIO PARA  
EL PARCELAMIENTO VELASQUITOS, SANTA LUCÍA  
COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA.**

**Abner Benjamín Ramírez Rián**

Asesorado por: Inga. Christa Classon de Pinto

Guatemala, noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTA DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MICRO  
PARCELAMIENTO EL NARANJO Y DRENAJE SANITARIO PARA  
EL PARCELAMIENTO VELASQUITOS, SANTA LUCÍA  
COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN**

ASESORADO POR: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga.	Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga.	Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing.	Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br.	José Milton De León Bran
VOCAL V	Br.	Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga.	Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga.	Christa Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing.	Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing.	Fernando Amilcar Boiton Velásquez
SECRETARIA	Inga.	Marcia Ivónne Véliz Vargas

## **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 DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MICRO PARCELAMIENTO EL NARANJO Y DRENAJE SANITARIO PARA EL PARCELAMIENTO VELASQUITOS, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha de 09 de abril de 2,008.

Abner Benjamín Ramírez Rián



Guatemala, 11 de julio de 2008  
Ref.EPS.D 398.07.08

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RÍAN**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **“DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MICRO PARCELAMIENTO EL NARANJO Y DRENAJE SANITARIO PARA EL PARCELAMIENTO VELASQUITOS, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA”**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla**.

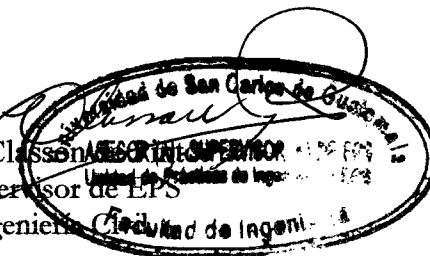
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

*Christa Classon*  
Inga. Christa Classon  
Asesor – Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería



CCdP/am



Guatemala, 11 de julio de 2008  
Ref.EPS.D.397.07.08

Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

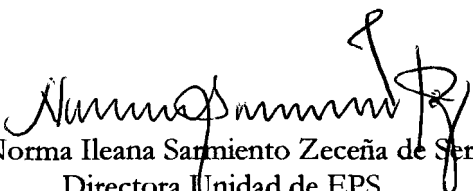
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado " **DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MICRO PARCELAMIENTO EL NARANJO Y DRENAJE SANITARIO PARA EL PARCELAMIENTO VELASQUITOS, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**" que fue desarrollado por el estudiante universitario **ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

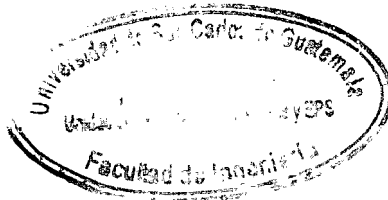
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

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

NISZ/am





Guatemala,  
6 de agosto de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

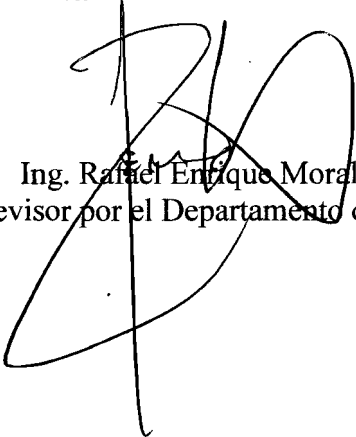
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO Y DRENAJE SANITARIO PARA EL PARCELAMIENTO VELASQUITOS, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Abner Benjamín Ramírez Rián, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.



Guatemala,  
26 de agosto de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO Y DRENAJE SANITARIO PARA EL PARCELAMIENTO VELASQUITOS, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Abner Benjamín Ramírez Rián, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa Classon de Pinto.

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

Atentamente,

Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Armando Fuentes Roca  
Revisor por el Área de Topografía y Transporte



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
TRANSPORTES  
USAC

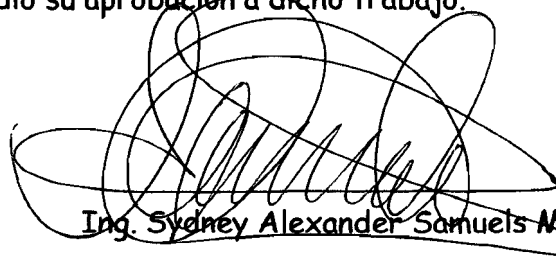
/bbdeb.





FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa Classon de Pinto y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Abner Benjamín Ramírez Rián, titulado DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MICRO PARCELAMIENTO EL NARANJO Y DRENAJE SANITARIO PARA EL PARCELAMIENTO VESLASQUITOS, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, noviembre 2008.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MICRO PARCELAMIENTO EL NARANJO Y DRENAJE SANITARIO PARA EL PARCELAMIENTO VELASQUITOS, SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario **Abner Benjamín Ramírez Rián**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, handwritten signature in black ink, consisting of a large circle and a vertical line with a horizontal crossbar.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, noviembre de 2008



/gdech

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Dios:** Por darme la vida, sabiduría, entendimiento, brindarme su compañía y bendiciones para obtener este triunfo.

**Mi familia:** Por su amor, enseñanzas, dedicación, apoyo y por los sacrificios realizados para obtener este triunfo.

**Mis amigos y compañeros:** Por su amistad y ayuda incondicional que me brindaron.

**Inga. Christa Classon:** Por su tiempo, amistad, por compartir sus conocimientos y su asesoría al presente trabajo de graduación.

**La Facultad de Ingeniería:** Por darme la oportunidad de formarme como profesional.

**La Municipalidad de Santa Lucia Cotzumalguapa:** Por la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.

Todas las personas que de una u otra forma han colaborado para elaborar este trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS .....</b>	<b>IX</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XVII</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>XIX</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XXI</b>
<b>1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA</b>	
1.1. Generalidades.....	1
1.1.1. Límites y localización .....	1
1.1.2. Accesos y comunicaciones .....	2
1.1.3. Topografía e hidrografía.....	2
1.1.4. Aspectos climáticos.....	3
1.1.5. Actividades económicas.....	3
1.1.6. Población .....	5
1.2. Principales necesidades del municipio .....	6
1.2.1. Vías de acceso.....	6
1.2.2. Contaminación por aguas negras .....	6
<b>2. DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICRO PARCELAMIENTO EL NARANJO</b>	
2.1. Descripción del proyecto a desarrollar.....	7
2.2. Definición de pavimentos.....	7
2.3. Tipos de pavimentos.....	7

2.3.1.	Pavimento flexible.....	8
2.3.2.	Pavimentos rígidos .....	8
2.4.	Topografía .....	9
2.4.1.	Planimetría.....	9
2.4.2.	Altimetría.....	9
2.5.	Ensayos de laboratorio de suelos.....	10
2.5.1.	Ensayo de granulometría.....	10
2.5.2.	Límites de Atterberg .....	11
2.5.2.1.	Límite líquido.....	11
2.5.2.2.	Límite plástico .....	11
2.5.2.3.	Índice plástico .....	11
2.5.3.	Ensayo de compactación o Proctor modificado .....	12
2.5.4.	Ensayo de valor soporte (C.B.R.) .....	13
2.5.5.	Análisis de resultados de laboratorio de suelos.....	13
2.6.	Consideraciones de diseño de pavimentos rígidos .....	14
2.6.1.	Sub-rasante .....	15
2.6.2.	Sub-base .....	16
2.6.3.	Carpeta de rodadura.....	18
2.6.3.1.	Juntas en el pavimento de concreto.....	18
2.6.3.2.	Juntas transversales de expansión .....	18
2.6.3.3.	Juntas transversales de contracción .....	19
2.6.3.4.	Juntas longitudinales.....	19
2.6.3.5.	Juntas de construcción.....	20
2.6.4.	Especificaciones técnicas .....	20
2.7.	Trabajos preliminares .....	28
2.8.	Construcción de la carpeta de rodadura.....	29
2.9.	Drenajes menores en vías pavimentadas .....	35
2.9.1.	Consideraciones de drenajes en vías pavimentadas.....	35
2.9.2.	Consideraciones hidráulicas .....	35

2.9.2.1.	Corriente de agua .....	36
2.9.2.2.	Gradiente hidráulico .....	36
2.9.2.3.	Diseño hidráulico .....	37
2.9.2.3.1.	El método racional .....	38
2.9.2.3.1.	Parámetros de la fórmula racional	39
2.9.2.3.2	El método del Talbot .....	40
2.9.2.4.	Pendiente crítica.....	42
2.10.	Consideraciones de operación y mantenimiento de pavimentos rígidos .....	43
2.11.	Presupuesto del proyecto .....	47
2.11.1.	Costo del proyecto .....	47
2.11.2.	Presupuesto Integrado.....	47
2.11.3.	Precios unitarios.....	48
2.11.4.	Cronograma de avance físico y financiero .....	55

### **3. DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL PARCELAMIENTO VELASQUITOS**

3.1.	Descripción del proyecto.....	57
3.2.	Estudio de la población a servir .....	57
3.2.1.	Encuesta .....	58
3.3.	Levantamiento topográfico.....	58
3.3.1.	Levantamiento planimétrico .....	59
3.3.2.	Levantamiento altimétrico .....	60
3.4.	Trazo de la red.....	61
3.5.	Localización del punto de descarga.....	61
3.6.	Diseño de la red.....	61
3.6.1.	Período de diseño .....	62
3.6.2.	Población de diseño.....	62
3.6.3.	Dotación .....	63

3.6.4.	Factor de retorno .....	64
3.6.5.	Factor de rugosidad .....	64
3.6.6.	Caudal sanitario .....	65
3.6.6.1.	Caudal domiciliar .....	65
3.6.6.2.	Caudal comercial .....	66
3.6.6.3.	Caudal de infiltración .....	66
3.6.6.4.	Caudal de conexiones ilícitas .....	67
3.6.7.	Factor de caudal medio .....	67
3.6.8.	Factor de Harmond .....	68
3.6.9.	Caudal de diseño .....	69
3.7.	Relación de diámetros y caudales .....	69
3.8.	Velocidades mínimas y máximas .....	70
3.9.	Pendientes mínimas y máximas .....	71
3.10.	Cotas Invert .....	71
3.11.	Diámetro de tuberías .....	73
3.12.	Profundidades mínimas de tubería .....	73
3.13.	Pozos de visita .....	74
3.14.	Conexiones domiciliarias .....	75
3.15.	Diseño de la red de alcantarillado sanitario .....	77
3.15.1.	Parámetros de diseño .....	77
3.15.2.	Cálculo del tramo PV1 a PV2 .....	77
3.16.	Propuesta de tratamiento de aguas residuales .....	82
3.16.1.	Fosa séptica .....	83
3.16.1.1.	Diseño de fosa séptica .....	84
3.16.1.2.	Operación y mantenimiento .....	87
3.16.2.	Dimensionamiento de pozos de absorción .....	88
3.17.	Evaluación de impacto ambiental .....	89
3.17.1.	Impacto ambiental en drenaje sanitario .....	89
3.17.2.	Impacto ambiental en pavimento rígido .....	94

3.18.	Evaluación socioeconómica.....	97
3.18.1.	Valor presente neto (VPN) .....	97
3.18.2.	Tasa interna de retorno .....	100
3.19.	Presupuesto del proyecto .....	101
3.19.1.	Costo del proyecto .....	101
3.19.2.	Presupuesto Integrado.....	101
3.19.3.	Precios unitarios.....	102
3.19.4.	Cronograma de avance físico financiero .....	111
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>113</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>115</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>117</b>
<b>APÉNDICE .....</b>		<b>119</b>





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de Santa Lucia Cotzumalguapa, micro parcelamiento El Naranja y parcelamiento Velasquitos	2
2.	Fosa séptica	83
3.	Diagrama de flujo efectivo	99
4.	Análisis granulométrico	121
5.	Ensayo de límites de Atterberg	123
6.	Ensayo de Compactación	125
7.	Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)	128

### TABLAS

I.	Propiedades y requisitos ideales para suelo ensayado	16
II.	Espesores estimados de bases según su uso	17
III.	Graduación de agregados	26
IV.	Clasificación de vehículos según su categoría de cargas por eje	31
V.	Determinación de la reacción K por medio del C.B.R.	32
VI.	Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de K	33
VII.	TPDC permisible, carga por eje categoría 1, pavimento con juntas con agregados de trabe (no necesita dovela)	34
VIII.	Valores de Rugosidad	65
IX.	Velocidades mínimas y máximas	70
X.	Profundidad mínima de cota Invert	73

XI.	Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro	74
XII.	Medidas de mitigación de impactos ambientales en pavimentos	95
XIII.	Tabulación de datos de operación	98
XIV.	Diseño de curvas horizontales	129
XV.	Diseño de curvas verticales	130
XVI.	Hoja de cálculo hidráulico	132
XVII.	Relaciones hidráulicas de una alcantarilla de sección circular	144

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>AASHTO</b>	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
<b>ASTM</b>	<i>American Society of Testing Mterials</i>
<b>C</b>	Coeficiente de escorrentía
<b>CA-2</b>	Carretera centroamericana 2
<b>CBR</b>	<i>California Bearing Ratio</i>
<b>cm</b>	Centímetro
<b>CTI</b>	Cota de terreno inicial
<b>CTF</b>	Cota de terreno final
<b>DH</b>	Distancia horizontal entre pozos
<b>f'c</b>	Resistencia máxima a la compresión del concreto
<b>FH</b>	Factor de flujo instantáneo de Harmond
<b>fqm</b>	Factor de caudal medio
<b>h</b>	Hora
<b>Ha</b>	Hectárea
<b>hab.</b>	Habitantes
<b>INFOM</b>	Instituto Nacional de Fomento Municipal
<b>K</b>	Modulo de reacción
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramo por centímetro cuadrado
<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	Kilogramo por metro cúbico
<b>Km</b>	Kilómetro
<b>lt/s</b>	Litros sobre segundo
<b>lb/plg<sup>3</sup></b>	Libra por pulgada cúbica
<b>lt/hab/día</b>	Litros por habitante por día

<b>MC</b>	Asfalto de fraguado medio
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>m</b>	Metro lineal
<b>mm</b>	Milímetro
<b>MR</b>	Módulo de ruptura del concreto
<b>m/s</b>	Metro por segundo
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metro cúbico por segundo
<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>N</b>	Período de diseño en años
<b>n</b>	Coefficiente de rugosidad
<b>PCA</b>	<i>Portland Cement Association</i>
<b>Pf</b>	Población futura
<b>plg</b>	Pulgada
<b>Po</b>	Población actual
<b>PRA</b>	<i>Public Roads Administration</i>
<b>psi</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>PV</b>	Pozo de visita
<b>PVC</b>	Material fabricado a base de cloruro de polivinilo
<b>Q</b>	Caudal
<b>R</b>	Tasa de crecimiento
<b>S</b>	Pendiente del terreno
<b>s</b>	Segundo
<b>SC</b>	Asfalto de fraguado lento
<b>SCU</b>	Sistema de clasificación unificado
<b>RC</b>	Asfalto de fraguado rápido
<b>TPD</b>	Tránsito promedio diario
<b>TPDC</b>	Tránsito promedio diario de camiones
<b>t/m<sup>3</sup></b>	Tonelada por metro cúbico

## GLOSARIO

<b>Aditivos:</b>	Materiales que además del agua, agregados y cemento se utilizan como ingredientes del concreto y se adicionan a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado.
<b>Altimetría:</b>	Procedimientos utilizados para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos de un terreno o construcción, para ello es necesario medir distancias verticales ya sea directa o indirectamente.
<b>Ángulo</b>	Es la menor o mayor abertura que forman entre sí dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
<b>Azimut</b>	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde 0 a 360 grados.
<b>Banco de marca</b>	Es el lugar que tiene un punto fijo, cuya elevación se toma como referencia para determinar la altura de otros puntos.

<b>Base</b>	Están constituidas por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado que se construye sobre la sub-base.
<b>Bordillos</b>	Son las estructuras de concreto simple que se construyen en el centro, en uno o en ambos lados de una carretera y sirve para el ordenamiento del tráfico y seguridad del usuario.
<b>Candela</b>	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y conduce el sistema de drenaje.
<b>Caudal:</b>	Es el volumen de agua que corre en un tiempo determinado.
<b>Colector</b>	Tubería, generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas negras de la población al lugar de descarga.
<b>Cemento Pórtland:</b>	Es un aglomerante que reacciona en presencia del agua ya que debidamente mezclado con agregados inertes se convierte en una masa manejable y moldeable que adquiere características de piedra artificial.
<b>Compactación:</b>	Se le llama al procedimiento de aplicar energía al suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios

vacíos, aumentando así su densidad y en consecuencia, su capacidad de soportar cargas.

**Concreto:** Es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua.

**Conexión domiciliar:** Es la conexión que abastece de agua a una casa que tiene varios artefactos para el consumo.

**Cota del terreno:** Es la altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.

**Cota Invert:** Distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interior de la tubería ya instalada.

**Densidad:** Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

**Descarga:** Lugar a donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector; pueden estar crudas o tratadas.

**Dotación:** Término que se utiliza para designar la cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades.

**Drenajes** Son los medios utilizados para controlar las condiciones de flujo de agua en terracerías y mejorar



las condiciones de estabilidad en cortes, terraplenes y pavimentos.

**Especificaciones:** Son normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones o cualquier otro documento, que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.

**Estación** Cada uno de los puntos del polígono en el que se coloca el instrumento topográfico, en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.

**Pavimento:** Se le llama a la estructura que se coloca sobre el suelo de fundación de una carretera o vía urbana, está destinada a soportar el tránsito de vehículos.

**Plasticidad** Es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse hasta cierto límite.

**Período de diseño:** Es el tiempo durante el cual un sistema (agua potable, drenajes, pavimentación, etc.) dará un servicio satisfactorio a la población, estableciendo su límite en el momento que su uso sobrepase las condiciones de diseño.

**Planimetría:** Es la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario, que es la superficie media de la tierra y que toma un punto de referencia para su

orientación, que puede ser el norte magnético o astronómico, y partiendo de él, conocer la orientación de los puntos que definen el terreno en estudio.

**Pozo de visita:** Es una obra de arte de un sistema de alcantarillado que permite el acceso al colector y cuya finalidad es facilitar el mantenimiento del sistema para que funcione eficientemente.

**Rasante** Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.

**Rígido:** Cuerpo u objeto que tiene la propiedad de tener mucha resistencia a la deformación.

**Sub-base:** Es la capa de la estructura del pavimento, destinada principalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas de tránsito, de tal manera que el suelo de la sub-rasante las pueda soportar, absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar la base.

**Suelo:** Es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan.

**Tirante:**

Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.

## RESUMEN

Este trabajo presenta la planificación y diseño para la construcción del pavimento rígido para el micro parcelamiento El Naranja y el sistema de drenaje sanitario para el parcelamiento Velasquitos del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa del departamento de Escuintla, el cual viene a satisfacer las necesidades básicas de los pobladores, en lo que se refiere a saneamiento urbano.

En el diseño del pavimento rígido se utilizó el sistema de medición topográfica como la planimetría y altimetría, para definirse una longitud de 3,257.50 metros de largo y un área a pavimentar de 17,725.60 m<sup>2</sup>, para luego proceder al muestreo de la sub-rasante y así conocer las propiedades del suelo por medio de los ensayos de laboratorio y diseñar el pavimento rígido. Para el diseño se utilizó el método simplificado de la PCA llegando a proponer una ligera estabilización del suelo de 15 cm de base, con un espesor de losa de 15 centímetros, bordillos de 15 x 10 centímetros y un bombeo pluvial del 2%.

En cuanto a realizar el drenaje sanitario se estudió dónde se debía descargar el agua residual; teniendo definidos los parámetros anteriormente mencionados se procedió a los trabajos previos al diseño: planimetría y altimetría, definiéndose una longitud de 5685 metros lineales, posteriormente se tomaron parámetros de diseño como: período de diseño, tasa de crecimiento de la población, la dotación de agua potable que percibe la población, la cantidad de habitantes por vivienda, número de viviendas, para proponer finalmente, un sistema de tubería PVC Norma ASTM D-3034 y pozos de visita de ladrillo tayuyo, por su facilidad de instalación, economía y duración.



## OBJETIVOS

- **General:**

Presentar a la Municipalidad de Santa Lucía Cotzumalguapa una solución adecuada al problema de saneamiento del área, por medio del diseño del drenaje del parcelamiento Velasquitos, colaborando con la gestión ambiental y mejora de las calles, por medio del diseño del pavimento del micro parcelamiento El Naranjo, de manera que ambos proyectos sean factibles, tanto técnica como económicamente.

- **Específicos:**

1. Realizar el diseño del pavimento rígido para el micro parcelamiento El Naranjo ubicado en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.
2. Realizar el diseño del drenaje sanitario el parcelamiento Velasquitos, ubicado en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.
3. Contribuir al desarrollo de las comunidades por medio del diseño de proyectos de infraestructura como lo son: pavimentación y drenaje sanitario.



## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como finalidad, realizar el Ejercicio Profesional Supervisado que, según el resultado del diagnóstico realizado en la municipalidad de Santa Lucía Cotzumalguapa, se tomó como prioridad en proyectos de infraestructura: diseño del pavimento rígido para el micro parcelamiento El Naranjo y diseño del alcantarillado sanitario para el parcelamiento Velasquitos.

Se determinó que es necesario hacer la planificación y el diseño de la pavimentación, puesto que es una localidad que en la actualidad tiene calles en malas condiciones, cuestión que dificulta el acceso de los vehículos y peatones, por lo que este proyecto va a permitir de mejor manera el tránsito entre las calles de la comunidad y su conexión entre la carretera CA-2 y Santa Lucía Cotzumalguapa.

La falta de un sistema de recolección y conducción de las aguas residuales causa grandes molestias a la población, especialmente de tipo higiénico, y contribuye al deterioro del aspecto físico de la comunidad; por esa razón, la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario se convierte en una necesidad básica, de carácter prioritario.

Por eso, la municipalidad de Santa Lucía Cotzumalguapa ha tomado la decisión de ejecutarlo, mediante el apoyo técnico proporcionado por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.).





# **1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA, ESCUINTLA**

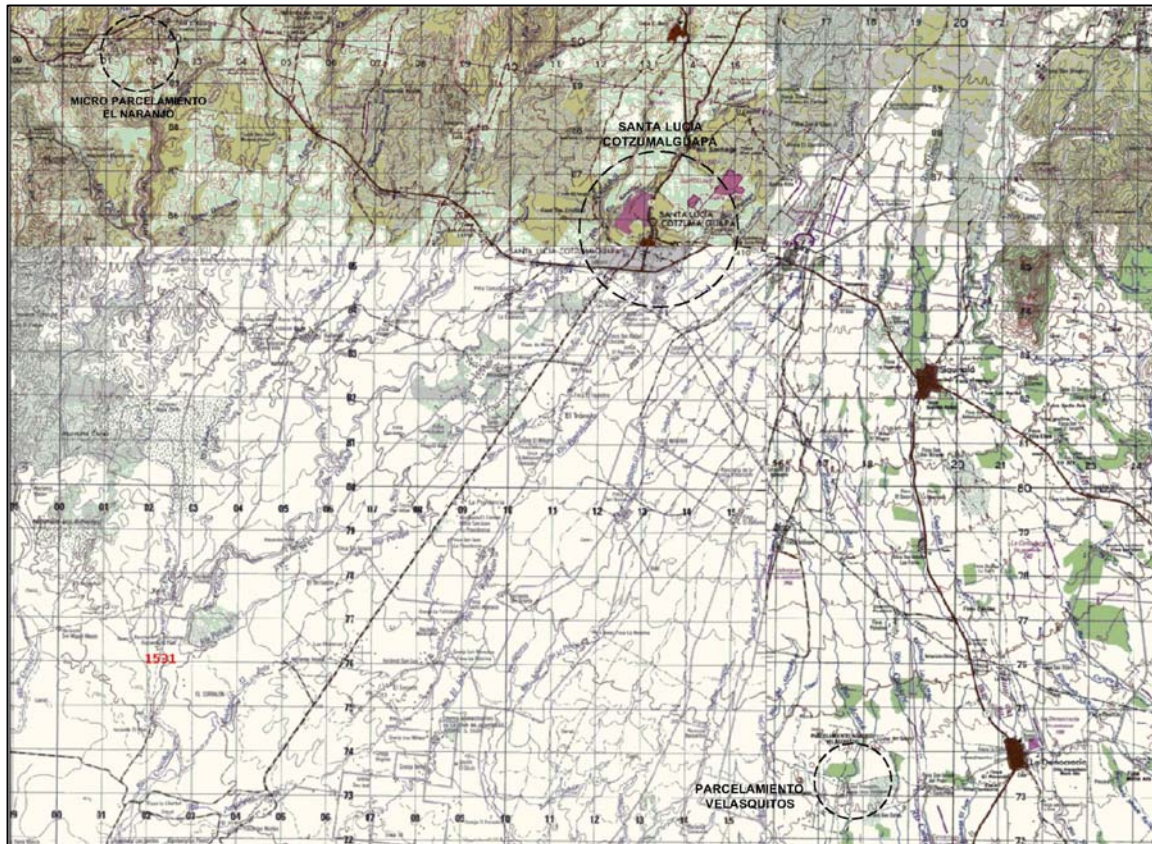
## **1.1. Generalidades**

### **1.1.1. Límites y localización**

El municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa pertenece al departamento de Escuintla, el cual se encuentra ubicado a 90 Km. de la ciudad capital de Guatemala y a 33 Kms. de la cabecera departamental de Escuintla. Su ubicación geográfica es: latitud de 14° 19'54", longitud 91° 01'30" con una altura de 370 msnm, y tiene una extensión de 432 km<sup>2</sup> por sus características y localización hacen del municipio uno de los más importantes del departamento de Escuintla por su indiscutible liderazgo industrial, comercial, agrícola y ganadero. Sus colindancias son:

- Al norte con San Pedro Yepocapa, Chimaltenango
- Al sur con La Gomera y La Nueva Concepción, Escuintla
- Al este con La Democracia, Siquinalá y Escuintla, Escuintla
- Al oeste con La Nueva Concepción, Escuintla y Patulul, Suchitepequez

**Figura 1. Ubicación del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, micro parcelamiento El Naranjo y parcelamiento Velasquitos**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional I.G.N.

### **1.1.2. Accesos y comunicaciones**

Los accesos a Santa Lucía Cotzumalguapa son por la carretera CA-2 a 90 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala y por la carretera CA-2D que es la circunvalación que pasa sobre Siquinalá y Santa Lucía Cotzumalguapa.

### **1.1.3. Topografía e hidrografía**

El municipio es plano en un 80%, el otro 20% se encuentra en los extremos norte y noreste el cual registra algunas elevaciones. El área urbana

de Santa Lucía Cotzumalguapa se encuentra en la cercanía de los ríos: Cristóbal, Ajaxá y Patayá, los cuales son tributarios del Río Coyolate, que desemboca en el Océano Pacífico.

#### **1.1.4. Aspectos climáticos**

Éste se caracteriza por tener un clima muy caluroso y lluvioso, propio de las tierras bajas costeras del Océano Pacífico. El clima predominante es cálido, aunque en las partes de la meseta nor-oriental es levemente templado. Los meses de más elevadas temperaturas son los de marzo, abril, mayo y junio, siendo ligeramente templados los meses de noviembre, diciembre y enero.

En tiempos normales el invierno principia en el mes de abril terminando a finales de octubre o principios de noviembre. Durante los meses de julio, agosto, septiembre y octubre suele llover con mucha intensidad, casi siempre con fuertes tormentas eléctricas y vientos.

Según el instituto nacional de sismología vulcanología y meteorología (INSIVUMEN) estación meteorológica ubicada en finca Camantulul la temperatura máxima es de 32 °C y la mínima de 19 °C. El régimen de lluvias se caracteriza por presentar precipitaciones de 3516 mm, el porcentaje de humedad relativa es de 78% y la evaporación es de 128.40 mm.

#### **1.1.5. Actividades económicas**

En el sector económico ha sido siempre la agricultura la que ha generado trabajo y riqueza en la región, destacando los cultivos de frutas tropicales, entre las que solo mencionaremos: piñas, naranjas, mangos, zapotes, chicozapotes. Desde que se abandonó el cultivo del algodón y la citronela, sigue siendo la

industria azucarera la principal fuente de trabajo y de ingresos de la población, aunque hay otras grandes industrias que se han instalado en los últimos tiempos en el municipio.

Los ingenios azucareros que existen en la región son: Madre Tierra, La Unión, mencionados de acuerdo con la distancia que los separa de la cabecera municipal. Otro ingenio al que muchas familias lucianas acuden para laborar es el de Pantaleón, aunque éste no se encuentra dentro del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa si no que en el municipio de Siquinalá, no hay mucha distancia desde el casco urbano de Santa Lucía Cotzumalguapa a dicho ingenio.

En los ingenios se procesa la caña que se cosecha en los alrededores y durante el tiempo de zafra proporcionan trabajo a miles de personas.

La temporada de zafra se inicia casi siempre en noviembre y termina en abril o mayo. Junto con la bonanza económica para las familias que, directa o indirectamente viven de dicha actividad, se viene sobre la población el problema que no se ha podido resolver, de la ceniza o basura que se produce por la quema de los cañaverales o por las chimeneas de los grandes ingenios.

Otras de las grandes industrias y empresas que hay en Santa Lucía Cotzumalguapa son: Levaduras Universal, la Avícola del Sur (Pollo Rey) INMECASA y transportes Bonanza para sólo mencionar las más relevantes, porque hay mucho más que hacen de este municipio un lugar de mucha importancia comercial e industrial. Es tan significativo el potencial económico de la región que en la actualidad hay 10 agencias bancarias en la ciudad, donde también opera una Cooperativa de Ahorro y Crédito para hacer más accesible el crédito para las personas afiliadas.

El municipio cuenta con instalaciones de agua potable, energía eléctrica, drenajes, institutos, escuelas, academias, Centros de Salud, IGSS, mercados municipales, hipódromo municipal, parques, cine, teatro, supermercados, TELGUA, oficina de correos y telégrafos como muchos negocios más.

#### **1.1.6. Población**

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el censo del 2002, se puede decir que hay un total de 85,974 habitantes de los cuales 43,858 son hombres y 42,116 son mujeres, teniendo un 90% de población no indígena y un 10% de población indígena en el municipio.

La población que es de origen indígena está conformada especialmente por quienes han emigrado desde el altiplano del país, como trabajadores temporales pero que se han ido asentando poco a poco en el municipio; esto sin desestimar que Santa Lucía fue desde sus inicios un centro de población aborígen, en especial de las etnias cakchiquel y olmeca-pipil.

La cabecera municipal de Santa Lucía Cotzumalguapa fue elevada a la categoría de ciudad, el 31 de julio de 1972, su jurisdicción municipal comprende a las siguientes colonias: La Libertad, El Bilbao, Pantaleoncito, Las Delicias, Brisas del Río, Sultanita I, Sultanita II, Sultanita III, Paraíso I, Paraíso II, El Manantial, La Lucianita, La Adelina, Vista Linda, La Joyita, Obregón, Los Olivos, El Relicario, Jordania, El Progreso, El Triunfo, Buenos Aires y 8 de Febrero.

## **1.2. Principales necesidades del municipio**

### **1.2.1. Vías de acceso**

Con el desarrollo que van teniendo las comunidades del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, se ve la necesidad de facilitar el libre, fácil y cómodo transitar de los vehículos dentro de sus comunidades y aldeas, es así como nace la necesidad de pavimentar las calles y entrada principal del micro parcelamiento El Naranja debido a la gran cantidad de habitantes que residen en ella, ya que dichas calles y entrada principal se encuentran en malas condiciones, y esto va a beneficiar a las personas que viven en el lugar para una mejor locomoción y limpieza del lugar, ya que en verano hay mucho polvo y en invierno mucho lodo.

### **1.2.2. Contaminación por aguas negras**

La comunidad del parcelamiento Velasquitos no cuenta con un sistema adecuado para evacuar las aguas negras que producen sus habitantes, en algunos casos se manejan pozos ciegos que contaminan el manto freático, en los casos extremos optan por conducir los lodos a la calle o a quebradas aledañas, contribuyendo así al deterioro de la salud de sus habitantes y la contaminación de su propio ambiente. Es por esto que se hace necesario el diseño de un sistema de drenaje sanitario para el parcelamiento Velasquitos.

## **2. DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICRO PARCELAMIENTO EL NARANJO**

### **2.1. Descripción del proyecto a desarrollar**

El proyecto a desarrollar es el diseño de un pavimento rígido de cemento Pórtland de 3257.50 metros lineales, empezando desde los trabajos preliminares, estudio de suelos, diseño de carpeta de rodadura, presupuesto y cronograma de actividades.

### **2.2. Definición de pavimentos**

Es una estructura cuya función fundamental, es distribuir suficientemente las cargas concentradas de las ruedas de los vehículos, de manera que el suelo subyacente pueda soportarlas sin falla o deformación excesiva. Las condiciones que debe reunir un pavimento son: una superficie lisa, no resbaladiza, que resista la intemperie y finalmente debe proteger el suelo de la pérdida de sus propiedades, por efecto del sol, las lluvias y el frío.

### **2.3. Tipos de pavimentos**

Atendiendo a la forma de cómo se distribuyen las cargas sobre la subrasante, se definen dos tipos de pavimento; los pavimentos rígidos, que están formados por losas de concreto, los que debido a su consistencia y alto módulo de elasticidad, utilizan la acción de viga para distribuir la carga en un área de suelo relativamente grande. En este tipo de pavimento, la mayor parte de la capacidad estructural es proporcionada por la losa de concreto.



Además existen los pavimentos flexibles, los que están constituidos por asfaltos y en los cuales, la carpeta de rodadura produce una mínima distribución de cargas, las cuales se distribuyen por el contacto de partícula a partícula en todo el espesor del pavimento y en este caso su capacidad estructural es proporcionada por las capas de base, sub-base y sub-rasante.

También se puede mencionar en la clasificación de pavimentos los de tipo adoquín, que por la forma de cómo se distribuyen las cargas en las capas inferiores a la superficie de rodadura, se le considera un pavimento semiflexible.

### **2.3.1. Pavimento flexible**

Los materiales bituminosos empleados en la construcción de pavimentos, son el asfalto y el alquitrán; en estos pavimentos las cargas del tránsito se distribuyen a través de las diferentes capas, en tal forma que los esfuerzos en el suelo de la sub-rasante sean los mínimos aceptables. En el medio de la construcción de pavimentos flexibles se utilizan los asfaltos de fraguado lento (S.C.), fraguado medio (M.C.) y fraguado rápido (R.C.).

### **2.3.2. Pavimentos rígidos**

Es un pavimento rígido, concreto de cemento hidráulico, con o sin refuerzo, que se diseña y construye para resistir las cargas e intensidad del tránsito.

Los factores que afectan al espesor de un pavimento rígido, son principalmente el nivel de carga que ha de soportar, es decir, el tipo y cantidad de vehículos que pasarán sobre él, el módulo de reacción del suelo de apoyo y las propiedades mecánicas del concreto. Por lo general el pavimento consta de

dos capas que son la base, muchas veces puede ser la sub-base y la losa o superficie de rodadura de concreto hidráulico.

## **2.4. Topografía**

Se llama así a la descripción y delineación detallada de la superficie de un terreno de la línea preliminar seleccionada, siguiendo las señales indicadas en el reconocimiento; el levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos y tangentes.

La planimetría y altimetría son fundamentales en todo proyecto de ingeniería civil, tales como: proyectos viales, abastecimientos de agua potable, drenajes, construcción, etc. El fin de esto, es obtener libretas de campo, que posteriormente reflejarán las condiciones topográficas del lugar, donde se ejecutará el proyecto.

### **2.4.1. Planimetría**

Es el conjunto de trabajos efectuados en el campo para tomar los datos geométricos necesarios, basados en un norte para su orientación y así proyectar una figura en un plano horizontal. Para el levantamiento planimétrico se utilizó el método de conservación del azimut y se utilizaron radiaciones, para poder obtener el ancho de la calle; para esto, se utilizó un teodolito marca SOKKIA TM20H, un estadal, plomada y cinta métrica.

### **2.4.2. Altimetría**

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes

entre los puntos de un terreno o construcción, para ello es necesario medir distancias verticales, ya sea directa o indirectamente en base a un banco de marca o punto de referencia y a todo este procedimiento se le llama nivelación, para el levantamiento se utilizó un nivel marca Leica modelo WILD NA20, un estadal, plomada y cinta métrica.

## **2.5. Ensayos de laboratorio de suelos**

Son los ensayos para clasificar el tipo de suelo en el área de trabajo, son de mucha importancia para describir y clasificarlos adecuadamente. Dentro de estos ensayos, podemos determinar si nuestro suelo cumple o no con las condiciones requeridas o hay necesidad de tratarlo o cambiarlo.

Los ensayos de suelos se hicieron a partir de una muestra representativa: se tomaron a cada 500 metros de las calles a pavimentar, la profundidad de los pozos de donde se obtuvo la muestra fue de 0.50 metros.

A continuación se describen los ensayos de mayor importancia en un pavimento.

### **2.5.1. Ensayo de granulometría**

El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso, sirve para discernir sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado, el ensayo granulométrico se basa en dos normas que son la AASHTO-T27 y la AASHTO-T11.

El análisis granulométrico, se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo.

Conocidas las composiciones granulométricas del material, se le representa gráficamente. Según los resultados obtenidos en el laboratorio, el suelo posee un 58.59% de arena, 16.41% de grava y 25.00% de finos. El suelo se clasifica como arena limosa color café con grava.

## **2.5.2. Límites de Atterberg**

### **2.5.2.1. Límite líquido**

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje, respecto del peso seco de la muestra con el cual el suelo cambia del estado líquido al estado plástico, el método que actualmente se utiliza para determinar el límite líquido es el que ideó Casagrande y su norma es AASHTO T-89. El límite líquido debe determinarse, con muestras del suelo que hayan cruzado la malla o tamiz No. 40, si el espécimen es arcilloso, es preciso que nunca haya sido secado a humedades menores que su límite plástico.

### **2.5.2.2. Límite plástico**

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje de su peso secado al horno, que tiene el material cuando permite su arrollamiento en tiras de 1/8 de pulgada sin romperse y su norma es AASHTO T-90, según los ensayos de laboratorio el suelo no posee plasticidad debido a que no se pudo formar cilindros con el material.

### **2.5.2.3. Índice plástico**

Representa la variación de humedad que puede tener un suelo, que se conserva en estado plástico según AASHTO T-90, tanto el límite líquido, como

el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo.

Según Atterberg:

Índice plástico = 0 entonces, suelo no plástico

Índice plástico = 7 entonces, suelo tiene baja plasticidad

Índice plástico  $7 \leq I.P. \leq 17$  suelo medianamente plástico

Dado que el índice plástico, es de 0 según el resultado obtenido en el laboratorio, el suelo se encuentra clasificado como un suelo no plástico.

### **2.5.3. Ensayo de compactación o Proctor modificado**

La prueba de Proctor modificado, según la norma AASTHO T-180. La densidad que se puede obtener en un suelo por medio de un método de compactación dado, depende de su contenido de humedad. Al contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad) se le llama "Contenido óptimo de humedad" para aquel método de compactación. En general, esta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación. Antes de la realización de este ensayo, el material debe ser triturado, secado y pasado por el tamiz No. 4. Se entiende por triturado únicamente el espolvorear terrones, no así las gravas si las hubiere.

La prueba de Proctor reproduce en el laboratorio el tipo de compactación uniforme de la parte inferior hacia la superficie de la capa compactada. En este ensayo se utilizó un pisón de 10 libras y una altura de caída de 18 pulgadas, compactando en 5 capas, usando para ello 25 golpes.

Los resultados indican que posee una densidad seca máxima de 1,780 Kg/m<sup>3</sup>, humedad óptima de 11.4%. La humedad que contenga el suelo, representa la cantidad de agua necesaria para que el suelo pueda alcanzar el grado máximo de resistencia y acomodo de sus partículas.

#### **2.5.4. Ensayo de valor soporte (C.B.R.)**

Normado por la AASHTO T-193. Este ensayo sirve para determinar el valor soporte del suelo compactado a la densidad máxima y humedad óptima, simulando las peores condiciones probables en el terreno.

El ensayo de razón soporte California (C.B.R.), se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón hasta la misma profundidad de una muestra, patrón de piedra triturada bien graduada.

Para determinar el C.B.R. se toma como material de comparación o patrón, piedra triturada bien graduada, que tiene un C.B.R. igual al 100%.

Los resultados de laboratorio demuestran que la sub-rasante tiene un valor soporte del 40.50% clasificando al suelo de apto para una sub-rasante con una estabilización mínima.

#### **2.5.5. Análisis de resultados de laboratorio de suelos**

Los resultados obtenidos de los ensayos realizados a la muestra representativa, así como las gráficas, véase figuras 4, 5, 6 y 7.

De estos resultados dependen los espesores de las diferentes capas que conforman el pavimento.

De los ensayos realizados, se obtuvo que el suelo estudiado tiene las siguientes características:

Clasificación S.C.U	=	SM
Clasificación P.R.A	=	A – 1 – b
Descripción del suelo	=	Arena limosa color café con grava.
Límite líquido	=	0 %
Índice plástico	=	0 %
Peso unitario seco máximo	=	1780 Kg/m <sup>3</sup> - 111.10 lb/pie <sup>3</sup>
Humedad óptima	=	11.40 %
C.B.R. crítico	=	18.3 % al 84.5 % de compactación

## **2.6. Consideraciones de diseño de pavimentos rígidos**

En el diseño de losas de concreto para pavimentos rígidos se debe contemplar con mucho cuidado los componentes de la losa, si todos estos componentes son proporcionados de forma adecuada, el producto terminado resultará fuerte y durable. El concreto se produce por la interacción mecánica y química de un gran número de materiales constituyentes.

De estos materiales es vital saber las funciones de cada uno antes de concebir el concreto como producto terminado, el ingeniero deberá desarrollar la habilidad de seleccionar los materiales adecuados, y así proporcionarlos para obtener un concreto eficiente, que satisfaga los requisitos de resistencia y condiciones de servicio.

Para el diseño del pavimento rígido se va a utilizar el método simplificado de la PCA, en donde se han elaborado tablas basadas en distribuciones de carga-eje para diferentes categorías de calles y carreteras. Estas tablas están formuladas para un período de diseño de 20 años y contemplan un factor de seguridad de carga. Este factor es de 1, 1.1, 1.2 y 1.3 para las categorías 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Para determinar el espesor de la losa es necesario conocer los esfuerzos combinados de la sub-rasante y la base, ya que mejoran la estructura del pavimento rígido.

El éxito de un diseño de pavimento rígido se basa en un buen estudio de suelos, ya que éste nos da como resultado la capacidad de absorber esfuerzo de deformación y valor soporte tanto de la sub-base como los de la base y así poder diseñar el espesor adecuado de la carpeta de rodadura del pavimento rígido para el lugar.

### **2.6.1. Sub-rasante**

Es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad, en que no le afecte la carga de diseño que corresponde a la estructura prevista.

Los materiales que forman la sub-base deberán cumplir con ciertos requisitos para producir un pavimento de buena calidad, dichos requisitos dependen de las propiedades de los materiales que se determinan por ensayos debidamente normalizados, por la *American Society for Testing Materials* ASTM y por la *American Association of State Highways Officials* AASHTO.



Los siguientes requisitos deben cumplirse en una profundidad de al menos cincuenta centímetros para calles y carreteras.

Tabla I. **Propiedades y requisitos ideales para suelo ensayado**

<b>PROPIEDAD</b>	<b>REQUISITO</b>
Tamaño máximo de partícula	7.5 cm.
Límite Líquido	Mayor del 50%
C.B.R.	5% mínimo
Expansión	5% máximo
Compactación	95% mínimo

Los suelos que no cumplan con estas condiciones, deberán ser sustituidos por un material adecuado o bien ser estabilizados, aunque lo más importante es que el porcentaje de compactación alcance como mínimo el 95%.

### **2.6.2. Sub-base**

Es la primera capa del pavimento rígido y está constituida por una capa de material selecto o estabilizado según el estudio de suelos, de un espesor compactado según las condiciones y características de los suelos existentes en la sub-rasante, pero en ningún caso menor de 10 centímetros ni mayor de 70 centímetros. Las principales funciones de la sub-base son:

- Transmitir y distribuir las cargas provenientes de la base o en el caso de un pavimento rígido de la carpeta de rodadura.
- Servir de material de transición entre la terracería y la base, así también como elemento aislador, previniendo la contaminación de la base cuando la terracería contenga materiales muy plásticos.

- Romper la capilaridad de la terracería y drenar el agua proveniente de la base, hacia las cunetas. Es importante que la sub-base y la base en su sección transversal, sean interceptadas por las cunetas, para que éstas drene fácilmente el agua que aquellas eliminan.

Tabla II. **Espesores estimados de bases según su uso**

<b>Tipo de base</b>	<b>Usos</b>	<b>Espesor (cm)</b>
Granular	Carretera	10 – 15 cm.
Estabilizada	Carretera	10 – 15 cm.

La capa de sub-base, debe estar constituida por suelos de tipo granular en su estado natural o mezclados, que forman y produzcan un material que llene los siguientes requisitos:

- Valor soporte: el material debe tener un C.B.R., según AASHTO T-193, mínimo de 30%, efectuado sobre una muestra saturada a 95% de compactación según AASHTO T-180, o bien un valor de plasticidad según AASHTO T-90 de mayor a 50%.
- Piedras grandes y excesos de finos: el tamaño máximo de las piedras que contengan material de sub-base no debe exceder de 7 centímetros, el material de sub-base no deber tener más del 50% en peso de partículas que pasen el tamiz No. 200 (0.075mm).
- Plasticidad y cohesión: debe tener las características siguientes: la porción que pasa el tamiz No. 40 (0.425mm) no debe tener un índice de plasticidad, según AASHTO T-90 mayor a 6, en el límite según AASHTO T-89 mayor de 25, determinados ambos sobre muestra preparada en húmedo según AASHTO T-146, cuando las disposiciones especiales lo indiquen expresamente, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero en ningún caso mayor a 8.

### **2.6.3. Carpeta de rodadura**

Es la capa sobre la cual se aplican directamente las cargas del tránsito, se coloca encima de la base cuando es un pavimento flexible y muchas veces sobre la sub-base cuando es un pavimento rígido y está formada por una mezcla bituminosa si el pavimento es flexible; o por una losa de concreto hidráulico de cemento Pórtland si es pavimento rígido o por adoquines, si es una pavimento semiflexible.

Esta capa protege a las capas inferiores de los efectos del sol, las lluvias y las heladas, además resiste con un desgaste mínimo los esfuerzos producidos por el tránsito.

#### **2.6.3.1. Juntas en el pavimento de concreto**

Se forman las juntas en el pavimento de concreto para reducir los efectos de la expansión y la contracción, para facilitar el colado del concreto y para dejar espacio para la liga de las losas colindantes. Las juntas pueden ser perpendiculares a la línea central del pavimento (trasversales) y, dependiendo a la función que se les destine, longitudinales.

#### **2.6.3.2. Juntas transversales de expansión**

La función principal de una junta de expansión en un pavimento de concreto es permitir el movimiento de la losa debido a cambios en la temperatura. Por ejemplo, cuando se eleva la temperatura, aumenta la longitud de la losa, creando en consecuencia esfuerzos de compresión en el concreto. Si no se colocaran juntas de expansión, la losa, dependiendo de su longitud, podría abombarse o reventarse.

En el pavimento de concreto en general, se colocan juntas de expansión cada 40 a 60 pies, a lo largo de la longitud del pavimento. Las juntas que pueden variar en espesor de  $\frac{3}{4}$ " a una pulgada, deben de incorporar dispositivos apropiados de transferencia de carga. En las juntas se debe colocar relleno, como caucho, betumen o corcho que permita la expansión de la losa y excluya la suciedad.

### **2.6.3.3. Juntas transversales de contracción**

Se ponen juntas de contracción para limitar los efectos de las fuerzas de tensión en una losa de concreto, causados por una caída en la temperatura. El objetivo es debilitar la losa, de modo que si las fuerzas de tensión son suficientemente grandes como para agrietarla, las grietas se formarán en las juntas. En general, la profundidad de las juntas de contracción sólo es un cuarto a un tercio del espesor de la losa. No obstante, cuando se diseñan y espacian apropiadamente, también pueden minimizar el agrietamiento de la losa fuera de las juntas.

Las juntas de contracción se pueden formar al aserrar en el concreto endurecido, colocando insertos de plástico en los lugares de las juntas antes de colocar el concreto, o bien, trabajando el concreto después de haber sido colado pero antes de que éste haya endurecido por completo.

### **2.6.3.4. Juntas longitudinales**

Éstas se forman paralelas a la línea central de la carretera para facilitar la construcción de los carriles y prevenir la propagación de grietas longitudinales irregulares. Las juntas se pueden acuñar, juntar a tope, formar mecánicamente o ranurar con sierra.

#### **2.6.3.5. Juntas de construcción**

Cuando se interrumpe el colado del concreto para una losa, resulta conveniente una junta de construcción en la junta fría entre las dos secciones de esa losa. Como preparación para la interrupción, se forma una cara vertical con un travesaño de madera o se usa una costanera como arrastre en el extremo de la losa que se está colando.

#### **2.6.4. Especificaciones técnicas**

**Excavación de cajuela:** La excavación comúnmente comprenderá los trabajos de excavación, remoción y disposición de todos los materiales que se encuentren dentro de los límites de construcción indicados en plano adjunto y en las especificaciones que establezca la Municipalidad.

Los límites o cotas máximas a las cuales deberá cortarse el fondo de la excavación se fijarán en la obra. El contratista deberá apegarse estrictamente, como mínimo a las cotas indicadas y preestablecidas.

Los suelos que se encuentran en el proyecto de pavimentación, durante las operaciones de preparación del fondo de las excavaciones o de las sub-rasante, según el caso que se encuentren suaves, húmedos o inestables (baches) por excesiva humedad o por zanjas mal compactadas, deberán ser removidos, total o parcialmente por el contratista, a requerimiento de la municipalidad o a juicio del contratista con la previa autorización de ésta.

Los materiales resultantes de la excavación de las zanjas y baches serán transportados y depositados en los lugares que elija el supervisor, en forma similar que para los materiales de excavación común. Los materiales de relleno

para reemplazar los suelos extraídos de los baches y zanjas mal compactadas, serán de calidad y deberán ser aprobadas previamente por la municipalidad.

Como mínimo tendrán un CBR de 30, compactados a un grado de compactación de 95% según el método AASHTO T-180 (AASHTO modificado) el contratista no iniciará la ejecución de ninguna “Excavación especial de baches” ni la construcción de ningún “Relleno especial de baches” hasta que el supervisor nombrado por la municipalidad haya aprobado previamente el volumen excavado, respectivamente. El relleno para baches o zanjas mal compactadas dentro de las áreas a pavimentar, se compactará por capas a un mínimo de 95% según el método AASHTO modificado. La operación de la excavación deberá ejecutarse de modo que el material afuera de los límites de la obra no sea alterado.

El contratista deberá notificar a la municipalidad con suficiente anticipación el inicio de cualquier excavación y no deberá empezar ninguna operación sin que antes se levanten las elevaciones respectivas del terreno original y se coloquen las correspondientes estacas de corte en el área a excavar.

**Preparación de la sub-rasante:** Se considera como sub-rasante la superficie que servirá de apoyo al pavimento a construir. El material de la sub-rasante preparado como se indicó deberá ser compactado inmediatamente con el equipo adecuado para el tipo de suelo que se trate o con el que apruebe la municipalidad hasta alcanzar una densidad seca máxima del 95.2% de la obtenida en el laboratorio por el método AASHTO T-180 (AASHTO modificado). La compactación se hará gradualmente de las orillas hasta el centro, paralelamente a un eje longitudinal de modo que traslape uniformemente cada pasada de la compactación en la mitad de su ancho con la pasada anterior. Se deberá continuar así hasta obtener la compactación especificada.

El afinamiento y la compactación deberán ejecutarse alternativamente hasta lograr una superficie lisa y uniformemente compactada. Si la superficie de la sub-rasante se seca durante la compactación, deberá regarse con la cantidad de agua necesaria para mantener el contenido de humedad de compactación especificado.

La compactación de los materiales de la sub-rasante cercanos a los pozos de visita, cajas de registro, bordillos y lugares no accesibles por el equipo de compactación, deberá efectuarse mecánicamente con compactadoras neumáticas (sapos) o con platos vibratorios, y como alternativa manual con mazos en forma tal de asegurar la compactación especificada.

La superficie de la sub-rasante terminada después de escarificar, homogenizar, humedecer, conformar adecuadamente los materiales, deberá quedar completamente lisa. No debe tener depresiones o salientes que excedan 2 centímetros con relación a lo indicado en los planos o por la municipalidad. Las zonas que estén fuera de ese límite serán corregidas.

El contenido de humedad y compactación deberá estar entre el 80 y 95% del contenido óptimo de humedad del material en cuestión, determinado en el laboratorio. El contenido óptimo de humedad corresponde a los diferentes suelos que forman la sub-rasante; será determinado por el contratista y aprobado por la municipalidad, previo a las operaciones de compactación. Las densidades secas del campo, se determinarán por el método del cono de arena AASHTO T-191 u otro aprobado por la municipalidad. La corrección de las densidades por partículas gruesas, si es necesario, se harán con el método AASHTO T-224; la densidad se obtendrá cada 40 metros lineales, siguiendo el alineamiento de un eje longitudinal en la siguiente forma:

Orilla derecha, centro, orilla izquierda, centro, orilla derecha, etc. En las zonas donde por inspección se crea deficiente la compactación se debe también medir la densidad de campo.

Las áreas que no alcancen el 95% o el porcentaje que se indique en las especificaciones especiales, de la densidad máxima seca obtenida en el laboratorio, por medio del ensayo de compactación AASHTO T-180 (AASHTO modificado), deberá seguirse compactando hasta obtener la densidad especificada. Las densidades secas máximas de laboratorio correspondiente a los diferentes suelos que forman la sub-rasante serán determinadas por el contratista y serán comprobadas y aprobadas por la municipalidad previamente a las operaciones de compactación.

**Preparación de sub-base granular:** Los materiales de sub-base deberán ser uniformemente distribuidos, mezclados, humedecidos, conformados y compactados de acuerdo con estas especificaciones, de modo que el espesor de la misma no sea menor del indicado. Todos los materiales que se utilicen para sub-base, deberán estar libres de materiales vegetales, tierra negra, terrones de arcilla, etc. La máxima dimensión de cualquier partícula contenida en el material, y que no sea posible desintegrar con el equipo de conformación o de compactación, no deberá ser mayor de 1/3 del espesor especificado de la sub-base. La fracción del material en peso seco que pase el tamiz N. 200 deberá estar comprendida entre 5 y 20% (análisis granulométrico en húmedo).

El agregado grueso (pasa tamiz No. 10) deberá cumplir con los siguientes requisitos:



- La fracción que pasa el tamiz N. 200 debe ser menor de 2/3 de la fracción que pasa el tamiz No. 40
- La fracción que pasa el tamiz No. 40 tendrá un límite líquido menor a 25 (AASHTO T-90).

El material de sub-base, humedecido y conformado, deberá ser compactado inmediatamente después con el equipo adecuado para el tipo de material o con el que apruebe la municipalidad, hasta alcanzar una densidad seca no menor a 95% de la densidad seca máxima obtenida en el laboratorio con el método AASHTO T-180 (AASHTO Modificado). La compactación se hará gradualmente de las orillas hacia el centro, paralelamente al eje longitudinal, de modo que cada pasada de la máquina traslape uniformemente con la pasada anterior en la mitad de su ancho, la operación deberá continuarse de esta forma hasta obtener la compactación específica.

Cuando el espesor total compactado de la sub-base sea mayor de 20 centímetros, éste se compactará con la compactadora con dos capas de igual espesor. Cuando se utilice equipo vibratorio o de otro tipo aprobado el espesor compactado de cada capa de sub-base podrá incrementarse a 30 centímetros previa aprobación de la municipalidad. El afinamiento y aplanado deberá ejecutarse alternativamente a modo de obtener una superficie lisa y uniformemente compactada. Si la superficie de la sub-base se seca durante la compactación, deberá agregarse a la misma la cantidad necesaria de agua para mantener el contenido de humedad de compactación especificada.

Todo el material suave o inestable, que no se compacte o que de acuerdo con la municipalidad no sirva para ese uso, será removido o extraído, colocando en su lugar, material nuevo según indique la municipalidad.

El contenido de humedad de compactación será ajustado a un valor tal que esté comprendido entre el 90 y 95% del contenido de humedad óptima determinado por ensayo de compactación de laboratorio o de campo del material en cuestión. El contenido de humedad correspondiente a los materiales de la sub-base será determinado por el contratista y aprobado por La municipalidad, previo a las operaciones de compactación. Las densidades secas de campo se determinarán preferentemente por el método del cono de la arena (AASHTO T-191) u otro aprobado por la municipalidad. La corrección de las densidades por partículas gruesas se hará de acuerdo con el método AASHTO-124. Estas densidades se obtendrán cada 400 metros cuadrados siguiendo el alineamiento de un eje longitudinal de: orilla derecha, centro, orilla izquierda, centro, orilla derecha, etc. En las zonas donde por inspección se cree eficiente la compactación se deberá hacer también ensayos de densidad de campo.

**Pavimento de concreto con Cemento Pórtland:** Los materiales que se utilizan en la construcción de este pavimento deben llenar fundamentalmente los requisitos y normas siguientes:

- **Cemento Pórtland:** el Cemento Pórtland debe corresponder a los tipos I y II, de acuerdo a AASHTO M 85-63.
- **Agregado fino:** deben consistir en arena natural o de trituración, compuesta de partículas duras y durables de acuerdo a AASHTO M6, exceptuando el ensayo de desintegración al sulfato de sodio y la pérdida de peso no sea mayor del 15% después de cinco ciclos conforme AASHTO T-104.

El módulo de finura no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 la graduación del agregado debe estar dentro de los siguientes límites:

Tabla III. **Graduación de agregados**

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que pasa en peso</b>
3/8"	100
4	95-100
N. 16	45-80
N. 50	10-30
N. 100	2-10
N. 200	0-5

Fuente: INFOM

- **Agregado grueso:** Debe consistir en grava o tierra triturada, procesada adecuadamente para formar un agregado clasificado que cumpla con los requisitos de AASHTO M-80; excepto que no se aplicara el ensayo de congelamiento y deshielo alternos, y que el ensayo de desintegración al sulfato de sodio y pérdida de peso no sea mayor del 15% después de cinco ciclos conforme AASHTO T-104. Además, el porcentaje de desgaste no debe ser mayor de 50% después de 500 revoluciones en el ensayo de abrasión (los ángeles) AASHTO T-96.

El porcentaje de partículas desmenuzables no debe exceder del 56% en peso, el contenido de terrones de arcilla no debe ser mayor de 0.25% en peso.

El agregado grueso a utilizar va a ser de 3/4" dado que es bastante resistente al desgaste, y por esto es utilizado en pavimentos rígidos.

- **Agua:** El agua para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados debe ser limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, azúcar, sales como cloruros o sulfatos, material orgánico y otras sustancias que pueden ser nocivas al concreto. El agua debe analizarse de acuerdo a AASHTO T-26. En ningún caso la cantidad de impurezas en el agua debe ser tal, que cause un cambio en el tiempo de fraguado del cemento pórtland en más del 25% o una reducción de más del 10% en la resistencia a compresión en morteros de cemento pórtland a 7 y 28 días. En relación a la resistencia obtenida con morteros hechos con agua potable, de acuerdo a AASHTO T-106. El agua proveniente de abastecimiento o cisternas de distribución de agua potable, puede usarse sin ensayos previos.

La planta y equipo para producción del concreto, debe estar en el sitio de la obra en condiciones óptimas de servicio, debe ser inspeccionado y aprobado antes de que inicien las operaciones de construcción. El agua puede medirse por peso o volumen. El equipo para medir el agua debe tener una exactitud de  $\pm 0.5$  % de la capacidad del tanque y debe ser adoptado de manera que la exactitud de dicha medida no sea afectada por las variaciones de presión en la red de suministro de agua. Cuando el cemento se dosifique en sacos, no se requiere el pesado del mismo, puede medirse con base en el peso marcado de fábrica en los sacos.

El agregado grueso y fino podrá medirse por volumen, contando en el sitio de la obra con moldes de un volumen definido y conocido y también por peso, cuando se cuente en el sitio de la obra con un equipo de capacidad y exactitud suficiente para la operación.

## 2.7. Trabajos preliminares

Inicialmente, se hizo un levantamiento topográfico en el tramo que se pavimentará, dicho levantamiento se realizó por método de la poligonal abierta y radiaciones, seguidamente se niveló dicha poligonal con estaciones de múltiplos de 20 metros, utilizando el método del punto de vuelta.

Seguidamente, se dibujaron los niveles de la línea central, una vez trazado el perfil longitudinal, se procedió al diseño de la rasante final, tomando en consideración las especificaciones técnicas y criterios de diseño.

**Hechura de cajuela:** antes de proceder al corte del terreno natural, se deberá tener en cuenta la profundidad de los conductos subterráneos existentes utilizados para servicios públicos, como agua potable, drenaje, electricidad, teléfono, etc. para evitar ruptura de ellos al momento de iniciar la excavación.

Se deberá definir la profundidad del corte tomando en cuenta los planos de diseño, así como las diferencias de la altura entre la banqueteta y la superficie de rodadura existente, para evitar que el pavimento quede muy alto o muy bajo respecto a las alturas de las banquetetas de las casas.

La excavación podrá hacerse con la maquinaria adecuada y si se detectan instalaciones subterráneas comprendidas dentro de la profundidad del corte se procederá a mano o con maquinaria, pero tomando precauciones pertinentes para evitar daños e interrupciones de los servicios públicos.

## 2.8. Construcción de la carpeta de rodadura

Como se indicó anteriormente, para realizar el diseño de la carpeta de rodadura se utilizó el método simplificado de la PCA, en donde se han elaborado tablas basadas en distribuciones de carga – eje para diferentes categorías de calles y carreteras. Estas tablas están formuladas para un período de diseño de 20 años y contemplan un factor de seguridad de carga. Para determinar el espesor de la losa es necesario conocer los esfuerzos combinados de la sub-rasante y la base, ya que mejoran la estructura del pavimento. Valores aproximados del módulo de reacción K, cuando se usan bases de diferentes tipos de material se muestran en las tablas siguientes.

Pasos del método simplificado de la PCA:

- a) Estimar TPDC (tránsito promedio de camiones) en dos direcciones, excluyendo camiones de dos ejes y cuatro llantas.
- b) Seleccionar la categoría de carga – eje, según su tabla correspondiente.
- c) Encontrar el espesor de losa en la tabla apropiada.

Tras conocer el CBR de la sub-rasante se busca su correspondiente módulo de reacción K en la tabla correspondiente. Luego se determinará el espesor de base, de acuerdo al tipo de suelo y módulo de ruptura del concreto, que es el 15% de  $f'c$  con la información anterior y conociendo el tipo de junta a utilizar, se localiza el espesor de la losa en la tabla correspondiente.

**Tránsito**, el factor más importante en la determinación del diseño del espesor de un pavimento, es el número y peso de la carga por eje que pasará sobre él, por eso es necesario conocer datos como:

- a) TPD: tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos.
  
- b) TPDC: tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones.

El TPCD puede ser expresado como un porcentaje del TPD o como un valor aparte. El dato del TPD se obtiene de contadores especiales, por censos de vehículos que circulan por el lugar o por cualquier otro método de conteo.

Las tablas del método simplificado están especificadas para un período de diseño de 20 años con su respectivo tránsito promedio de camiones en dos direcciones, si el período de diseño fuera diferente de 20 años se multiplica el TPDC por un factor adecuado, por ejemplo, si fueran 25 años, entonces el factor a utilizar es 25/30.

**Cálculo de espesor del pavimento**, para el cálculo del espesor del pavimento lo primero que se determinó fue el tránsito promedio diario en ambas direcciones (TPD). Este dato se estableció tomando en cuenta lo que representa el lugar a diseñar; para el tramo a pavimentar se tomó como parámetro la entrada que actualmente se utiliza donde se consideraron más de 200 vehículos diarios para 20 años, de los cuales se tomó un porcentaje del 2% del TPDC en ambas direcciones. Según lo mencionado anteriormente, se clasifica en la categoría número 1 de la siguiente tabla.

Tabla IV. **Clasificación de vehículos según su categoría de cargas por eje**

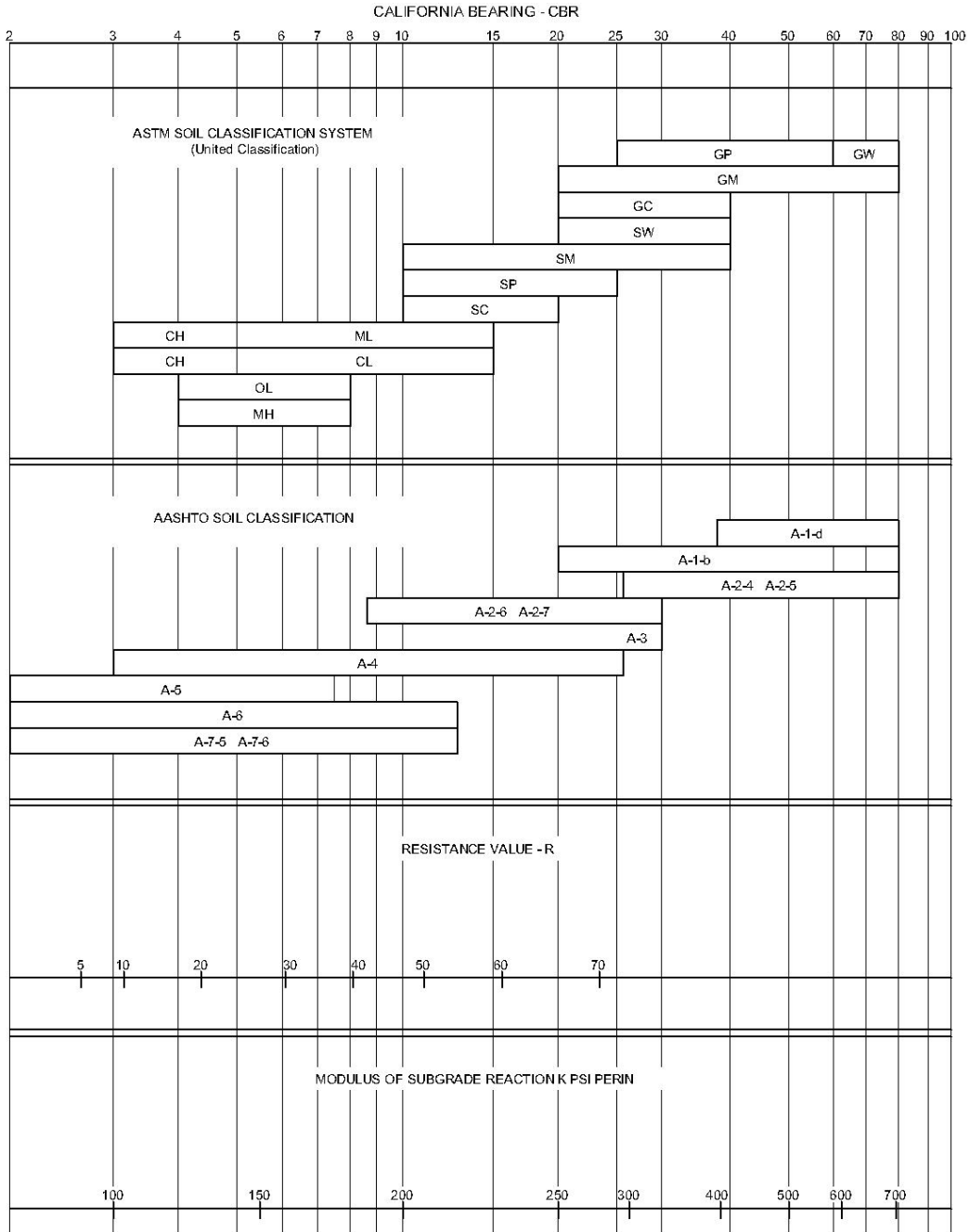
Categoría	Descripción	Tráfico			Máxima carga por eje, KIPS	
		TPD	%	TPDC por día	Sencillo	Tandem
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a Medio).	200 a 800	1 A 3	arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo)	700 a 5000	5 A 10	de 40 a 1000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio) supercarreteras interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)	3000 a 12000 para 2 carriles, 3000 a 5000 Para 4 carriles o más	8 A 30	de 500 a 5000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas) interestatales urbanas y rurales (medio a alto)	3000 a 20000 para 2 carriles, 3000 a 15000 para 4 carriles o más.	8 A 30	de 1500 a 8000	34	60

Fuente: Hernández Monzón, Jorge. **Consideraciones generales para el diseño de los diferentes tipos de pavimentos Pg. 67.** Las descripciones altas, medio y bajo se refieren al peso relativo de las cargas por eje para el tipo de calle o carretera. TPDC: camiones de dos ejes, camiones de cuatro llantas excluidos.

Una vez conocida la categoría a la que pertenece, se encuentra el módulo de reacción K. Este valor se establece por medio del CBR del laboratorio que en este caso, es de 18.3 %. Según la siguiente figura:



**Tabla V. Determinación de la reacción K por medio del C.B.R.**



Localizamos la relación de soporte de California (C.B.R.) en 15 que es el que se aproxima a 18.3%. En donde le corresponde el módulo de reacción K de 220 lb/pulg<sup>3</sup>.

Identificado el módulo de reacción K, se clasifica la sub-rasante según la siguiente tabla.

**Tabla VI. Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de K**

<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>SOPORTE</b>	<b>Rango de valores de K lb/pulg<sup>3</sup></b>
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75 – 120
Arenas y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo arcilla	Mediano	130 - 170
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos	Alto	180 - 220
Sub-base tratada con cementos	Muy alto	250 - 400

FUENTE: HERNÁNDEZ MONZÓN, Jorge. **Consideraciones generales para el diseño de los diferentes tipos de pavimentación pg. 67.**

Como el suelo de sub-rasante tiene un soporte alto, se asume un espesor de base de 15 cm. Se calcula el módulo de ruptura del concreto tomando un porcentaje de la resistencia a compresión, la cual es del 15%  $f'c$ ; el  $f'c$  tiene un valor de 4000 psi y el módulo de ruptura es de 600 psi.

Para poder encontrar el espesor se necesita definir el tipo de junta a utilizar: se utilizan juntas de trabe por agregados con bordillo integrado.

Ahora se procede a buscar el espesor del pavimento siguiendo los pasos en la siguiente tabla:

Tabla VII. TPDC permisible, carga por eje categoría 1, pavimento con juntas con agregados de trabe (no necesita dovela)

MR	Espesor de losa pulg.	Sin hombros de concreto o bordillo Soporte sub-rasante subbase				Espesor de losa pulg.	Con hombros de concreto o bordillo Soporte sub-rasante subbase			
		Bajo	Mediano	Alto	Muy alto		Bajo	Mediano	Alto	Muy alto
650 PSI	5.5				5					
	6		4	12	59	5,5	9	42	120	450
	6.5	9	43	120	490	6	96	380	700	970
	7	80	320	840	1200	6.5	650	1000	1400	2100
	7.5	490	1200	1500		7	1100	1900		
	8	1300	1900							
600 PSI	6				11	5			1	8
	6.5		8	24	110	5.5	1	8	23	98
	7	15	70	190	750	<b>6</b>	<b>19</b>	<b>84</b>	<b>220</b>	<b>810</b>
	7.5	110	440	1100	2100	6,5	160	520	1400	2100
	8	590	1900			7	1000	1900		
	8.5	1900								
550 PSI	6.5			4	19	5,5			3	17
	7		11	34	150	6	3	14	41	160
	7.5	19	84	230	890	6.5	29	120	320	1100
	8	120	470	1200		7	210	770	1900	
	8,5	560	2200			7,5	1100			
	9	2400								

FUENTE: HERNÁNDEZ MONZÓN, Jorge. **Consideraciones generales para el diseño de los diferentes tipos de pavimentación pg. 68.**

Se busca en lado derecho, por incluir bordillo, el diseño de losa. El soporte de la sub-rasante tiene un carácter alto al buscar en el sector correspondiente en un módulo de ruptura de 600 psi, el cual es de 6 pulgadas, ya que el valor K se encuentra entre 220 y 1400, por facilidad de construcción se dejará de 15 cm de espesor y el bordillo será de 0.45 m de alto y 0.10 m de ancho, así como se indica en los planos.

Las juntas transversales serán construidas a cada 3.00 metros y la junta longitudinal a ancho/2, la pendiente de bombeo será de 2%, así como se indica en los planos.

## **2.9. Drenajes menores en vías pavimentadas**

### **2.9.1. Consideraciones de drenajes en vías pavimentadas**

Los drenajes en carreteras o pavimentaciones son los que le dan mayor vida a ésta, ya que permiten que el agua de lluvia y otros cursos de agua fluyan sin causarle destrozos. Los drenajes según su tipo pueden ser: superficiales (cunetas, contra cunetas, bombeos y pendiente longitudinal del pavimento) y de alcantarillas pluviales.

La alcantarilla pluvial es un conducto que lleva agua a través de un terraplén. Es un paso bajo nivel del pavimento para el agua y, el tránsito vehicular pasa sobre ella. La diferencia entre un alcantarillado y un puente, consiste en que la parte superior de una alcantarilla, generalmente, no forma parte del pavimento; por lo contrario, un puente es un eslabón del pavimento. Las alcantarillas pueden ser: tubos, arcos y bóvedas.

### **2.9.2. Consideraciones hidráulicas**

Para determinar si una alcantarilla o drenaje transversal es adecuado, es importante determinar los siguientes factores: el alineamiento, la pendiente y los métodos de instalación. Si una alcantarilla se obstruye, se disloca o se socava, es señal que no tiene la capacidad, ni presta el servicio que se espera de ella en beneficio del pavimento. Una alcantarilla no debe diseñarse para que funcione a sección llena o con la boca de entrada sumergida más de una vez en cada 25 años, en caminos secundarios y poco transitados, el reboso de las aguas sobre el camino una vez cada varios años puede que no tenga consideraciones serias, si el terraplén se encuentra protegido. Cuando se trate de caminos de mucho tránsito, la boca de entrada debe ser tal, que en raras

ocasiones quede sumergida, y las aguas nunca deben rebosar por encima de la carretera.

### **2.9.2.1. Corriente de agua**

Existen dos tipos diferentes de flujo: laminar y turbulento, generalmente es éste último el que predomina. En el caso del flujo turbulento, la resistencia del agua se drena de ella a través del conducto y depende de la viscosidad, densidad y velocidad, además de la longitud, rugosidad y sección transversal de la alcantarilla. La altura de presión necesaria para vencer esta resistencia se conoce como pérdida de carga por fricción. Esta pérdida de carga en canales, que es caso de las alcantarillas, está dada por la diferencias de elevaciones de la superficie de agua entre los puntos considerados. También se consideran las pérdidas de entrada y salida de la alcantarilla.

### **2.9.2.2. Gradiente hidráulico**

Es una línea imaginaria que une los puntos hasta donde llega el agua en una serie de tubos piezométricos acoplados a las tuberías a presión o a los canales. El gradiente hidráulico representa entonces la presión a lo largo del tubo, pues en un punto cualquiera, la distancia vertical medida desde el conducto hasta el gradiente hidráulico, es la columna de presión en ese punto. En canales es evidente que el gradiente hidráulico coincide con la superficie del agua.

### 2.9.2.3. Diseño hidráulico

El diseño hidráulico de una obra consiste en calcular el área necesaria para dar paso al volumen que se concentra en su entrada, para ello se requiere de un estudio previo que abarca, entre otros, los siguientes aspectos:

- Precipitación pluvial.
- Área, pendiente y formación geológica de la cuenca.
- Uso del terreno aguas arriba de la estructura del drenaje.

Los métodos para un correcto diseño hidráulico requieren de cierta información básica que incluye: el coeficiente de escorrentía para el área local, el área de la cuenca y datos de intensidad de precipitación. Esto es necesario para conocer la cantidad de agua o descarga que correrá en un área determinada. Las estructuras de drenaje menor deberán tener la suficiente capacidad para acomodar esta cantidad de agua.

La descarga puede determinarse por varios métodos hidrológicos, con el fin de evitar que el drenaje menor sea lo suficientemente capaz de evacuar el agua y así evitar asolvamiento, socavación o daño del pavimento, entre los métodos tenemos:

**a) Por medio de fórmulas:** en las que se toman en cuenta la cantidad de lluvia que cae, el tamaño de la cuenca, la pendiente y condiciones de vegetación del lugar. Las fórmulas más conocidas son:

- **Fórmula de Talbot:** proporciona directamente el diámetro de la tubería o el área de descarga.

- **Fórmula racional:** esta fórmula expresa que el caudal es igual a un porcentaje de la cantidad de lluvia que cae, multiplicado por el área de la cuenta.

**b) Por medio de estructuras próximas y crecidas máximas marcadas:**

puede ser una tubería o alcantarilla de los alrededores, ubicada sobre la misma corriente; en este caso, bastará tomar las medidas del área de descarga y de ellas se parte para deducir el diámetro necesario. También se puede determinar la descarga por las marcas que deja el agua al haber una correntada, de estas marcas se toma el nivel de la crecida y se puede utilizar un 10% al 15% de la creciente normal, para tener un margen de seguridad aceptable y también se puede usar las crecidas extra-máximas, información que por lo general es proporcionada por los vecinos del lugar.

#### **2.9.2.3.1. El método racional**

Es un método muy utilizado para medir descargas de pequeños drenajes, consiste en una fórmula para calcular la esorrentía superficial de una cuenca hidrográfica. Se adapta muy bien para la determinación de la esorrentía y caudales para drenajes superficiales de carreteras y descargas para alcantarillas o tuberías de pequeñas cuencas. En el método racional se asume que la intensidad de lluvia sobre el área de drenaje es uniforme para un tiempo considerado.

### 2.9.2.3.1. Parámetros de la fórmula racional

El método racional utiliza varios parámetros para poder calcular la descarga o caudal de una cuenca, los cuales forman la siguiente fórmula:

Fórmula racional:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

- Q = caudal de escorrentía, en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s).
- C = coeficiente de escorrentía (adimensional)
- I = intensidad de lluvia, en milímetros por hora (mm/h).
- A = Área de la cuenca en hectáreas (Ha) (1 Ha = 10,000 m<sup>2</sup>).

En donde el coeficiente de escorrentía es:

$$C = \frac{\sum(c \times a)}{\sum a}$$

Donde:

- c = coeficiente de escorrentía de cada una de las áreas parciales.
- a = Áreas parciales (Hectáreas).
- C = coeficiente de escorrentía promedio del área drenada.



### 2.9.2.3.2 El método del Talbot

Es un método muy utilizado para estimar el área de descarga en estructuras de drenajes. Para hacer una estimación preliminar del tamaño de las estructuras de drenajes menores se usa la fórmula de Talbot. La fórmula de Talbot fue determinada mediante observaciones en zonas de alta precipitación pluvial (hasta 100 mm/h), en los Estados Unidos.

La expresión de la fórmula de Talbot es la siguiente:

$$a = 0.183 \times C \times A^{3/4}$$

Donde:

- a = Área hidráulica necesaria en la obra, en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).
- A = Área de la cuenca en Hectáreas (Ha).
- C = coeficiente relacionado con las características del terreno (adimensional).

Este método se aplica principalmente a estructuras de drenaje menor, por lo que las áreas consideradas son generalmente carreteras o caminos; también es aplicable en cuencas hidrográficas. El proceso de cálculo es el siguiente:

- a) Definir el área de la cuenca, determinando la partición de aguas que llegan a la cuenca hidrográfica. Para definir esta área se deben marcar todos los cursos de fondos o cauces de la cuenca, luego delimitar todas las particiones de aguas o divisorias de aguas (cuenca topográfica), en

donde deberá ser circuito cerrado, partiendo desde el punto de interés para el paso por éste, luego siguiendo en dirección de las agujas del reloj, por todas las divisorias hasta completar el circuito. El área hidráulica de la cuenca, se puede obtener por diferentes métodos topográficos, fotografía aérea, planos cartográficos, etc.

b) Medir el área de la cuenca, en la medición del área de la cuenca pueden utilizarse varios métodos, los cuales varían debido a la exactitud de los mismos, entre ellos están:

- Contar la cuadrícula de mapas cartográficos.
- Área por coordenadas.
- Uso de planímetro.

c) Determinar el coeficiente “C”, de acuerdo a la clasificación de colores y simbología de vegetación del mapa cartográfico, se identifica el terreno y sus condiciones; si es cultivo, suelo desnudo, bosque, etc. Con las curvas de nivel que se encuentran en el mapa cartográfico se establece la pendiente del terreno y la forma del mismo, pudiendo ser: plano, ondulado o montañoso. Los valores de C son los siguientes:

- **C = 1.0** terrenos montañosos con suelos de roca y con pendientes pronunciadas.
- **C = 0.65** terrenos quebrados con pendientes moderadas.
- **C = 0.50** cuenca irregulares muy largas.
- **C = 0.33** terrenos agrícolas ondulados, en los que el largo de la cuenca es 3 ó 4 veces el ancho.
- **C = 0.20** terrenos llanos, sensiblemente horizontales no afectados por inundaciones fuertes.

En terrenos permeables los valores de C deben disminuirse en un 50 por ciento, por lo que además de la formación geológica de la zona, se debe conocer el tipo de vegetación y prever el uso futuro del terreno.

- d) Calcular el área hidráulica. Ésta se obtiene al aplicarse la fórmula de Talbot.

#### 2.9.2.4. Pendiente crítica

Es la pendiente capaz de sostener un caudal dando un flujo uniforme y a profundidad crítica. La pendiente crítica puede calcularse usando cualquier fórmula conocida para canales, en el manual para tuberías de concreto, Concrete Pipe Handbook, de la American Concrete Pipe Association, se encuentra un gráfico que relaciona descarga y altura crítica y descarga con pendiente crítica. Estas curvas están construidas con base unitaria, es decir, que los valores de pendiente y descarga son aplicados directamente a una alcantarilla o canal de 1 pie de diámetro con un coeficiente de rugosidad (n) de 0.01. Para otro diámetro y otro coeficiente de rugosidad, hay que aplicar las siguientes formulas de conversión:

Descarga crítica:

$$Q_C = Q_{C1} \times D^{5/2}$$

Pendiente crítica:

$$S_C = S_{C1} \times 10^4 \times \left( \frac{n^2}{D^{1/3}} \right)$$

Donde:

- $Q_C$  = Descarga crítica para diámetro deseado.
- $Q_{C1}$  = Descarga crítica para un canal de 1 pie de diámetro.
- $D$  = Diámetro de la tubería.

- $S_C$  = Pendiente de un N dado.
- $S_{C1}$  = Pendiente crítica para  $N = 0.01$ .
- $n$  = Coeficiente de rugosidad que tiene la nueva tubería.

Cuando la pendiente es más plana que la crítica, para una descarga específica, la sección se traslada de la entrada a la salida de la tubería. Para alcantarillas es satisfactorio asumir que se encuentre 6 metros antes de la salida. Para determinar la altura en la entrada, es necesario calcular los puntos de la curva de remanso entre la sección crítica y la entrada. Una vez la altura crítica es determinada, se pueden calcular la altura, la velocidad y las pérdidas en la entrada; con esto, podemos calcular la altura aguas arriba. La forma de la curva de remanso depende de la rugosidad, longitud y pendiente de la alcantarilla. La pendiente de la alcantarilla a un valor más alto que la pendiente crítica no aumenta la descarga, simplemente hace que el agua corra a mayor velocidad y a menor profundidad que la sección crítica.

## **2.10. Consideraciones de operación y mantenimiento de pavimentos rígidos**

Todas las mezcladoras deben ser de un tipo aprobado y diseñado en tal forma, que aseguren una distribución uniforme de los materiales en toda la mezcla. No se debe usar ninguna mezcladora cuya capacidad indicada sea inferior a la carga de un saco y que cuente con un accesorio que cierre automáticamente el dispositivo de carga, con el fin de evitar que a la mezcladora se vacíe antes de que los materiales hayan sido mezclados durante el tiempo mínimo especificado.

Cuando en el área de construcción de la losa de concreto antes o después de colocar las formaleta, se produzcan baches o presiones causadas por el

movimiento de equipo y actividades propias de la construcción, éstas deben ser corregidas antes de colocar el concreto, llenándolas con material igual al de la superficie preparada y nunca de concreto, lechada o mortero, seguidamente se debe proceder a conformar y compactar el material, con compactadora mecánica de operación manual, efectuándose el control de compactación conforme a lo establecido en estas especificaciones técnicas. Todo material excedente debe removerse, dejando la superficie nivelada y de acuerdo a los planos constructivos.

Las losas de concreto deben ser construidas sobre las superficies previamente preparadas de conformidad con estas especificaciones.

El concreto de la carpeta de rodadura del pavimento a la hora de ser colocado, debe ser vibrado para obtener un mejor acomodo de los agregados finos como gruesos, luego debe ejecutarse un alisado longitudinal por medio de un flotador o niveladora maniobrada con un movimiento de uno a otro lado de la losa; procediéndose al acabado final por medio de una escoba, colocada en dirección transversal y operada con un movimiento rápido de uno a otro lado de la losa o deslizándose en sentido longitudinal del pavimento. La ejecución del acabado final debe ejecutarse antes del endurecimiento, eliminándose las aristas de las juntas. El acabado de los bordes debe ser igual al de la superficie, posteriormente al acabado se debe aplicar un aditivo antisol para mejorar el curado, aprobado por el supervisor de la obra, o en su efecto agua, con el objetivo de evitar un fraguado brusco del concreto.

El concreto debe dosificarse y producirse para asegurar una resistencia a la compresión de 4,000 psi a los 28 días. La resistencia del concreto debe de supervisarse por medio de pruebas de cilindros fabricados en el lugar donde se está realizando la fundición del pavimento, a los cuales se les realizarán

ensayos resistencia a compresión del concreto a diferentes edades como, a los 7 y 28 días. Las muestras para las pruebas de resistencia de cada bachada de concreto producido por la mezcladora, deben consistir de por lo menos dos y preferentemente tres probetas para cada edad de prueba y se deben de sacar cilindros a cada 60 metros cúbicos, los testigos de concreto deben tomarse de acuerdo al método AASHTO T 14.

El material sellante debe colocarse en las juntas previamente secas y limpias, se debe emplear herramientas que penetren en la ranura de las juntas. El material de relleno debe ser cuidadosamente colocado, sin producir desbordamiento. Cualquier exceso debe moverse inmediatamente, limpiando la superficie. No se permitirá que queden rebordes o túmulos, especialmente en las juntas transversales.

Las formaletas no pueden ser retiradas, hasta después de transcurridas por lo menos 12 horas de haber sido colocado el concreto, y la operación debe ser hecha con cuidado para evitar dañar los bordes del concreto.

El pavimento no debe ser abierto al tránsito sino hasta transcurridos por lo menos 14 días después de la colocación del concreto o que lleguen las probetas de prueba, al ensayarlas a una resistencia de 3,500 psi a la compresión. Este tiempo puede ser mejorado utilizando aditivos como acelerantes de fraguado rápido.

Las fallas en los pavimentos rígidos pueden deberse a dos causas principales, una de ellas se refiere a las deficiencias de la propia losa y comprende por un lado el defecto del concreto propiamente dicho, tales como utilización de materiales y agregados no adecuados, desintegración por reacción de los agregados del cemento, y por otro lado, defectos de

construcción o de insuficiencia estructural en la losa, tales como la inapropiada colocación y baja resistencia a la compresión del concreto debido a el uso en exceso de agua en la dosificación de la mezcla produciendo un concreto pobre en resistencia.

También son orígenes de falla la mala compactación de la capa de base o sub-base de un pavimento rígido, dado que en éstas descansa la losa de concreto y transfiere las cargas de compresión producidas por el tránsito de vehículos a dichas capas, si una capa de base o de sub-base se encuentra mal compactada, dará como resultado un bache el cual producirá un agrietamiento y hundimiento del la carpeta de rodadura muy brusco.

Para evitar fallas en la construcción de un pavimento rígido, es necesario tener una buena y adecuada supervisión basada en las especificaciones técnicas como en los planos constructivos y así asegurar un perfecto funcionamiento de la obra realizada en el lugar. Es necesario que el supervisor asignado tenga experiencia y sea conocedor en el área de pavimentos rígidos.

## 2.11. Presupuesto del proyecto

### 2.11.1. Costo del proyecto

El costo total del proyecto va a ser de Q. 5,541,771.17 (cinco millones quinientos cuarenta y un quetzales con diecisiete centavos).

El metro cuadrado de pavimento rígido tendrá un costo de Q. 312.64 (trescientos doce quetzales con sesenta y cuatro centavos).

### 2.11.2. Presupuesto Integrado

#### PRESUPUESTO INTEGRADO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO



No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
1	LIMPIEZA GENERAL	17725.60	m <sup>2</sup>	Q 1.65	Q 29,223.14
2	TRAZO Y ESTAQUEADO	3257.50	ml	Q 12.70	Q 41,368.37
3	CONFORMACIÓN DEL TERRENO	17725.60	m <sup>2</sup>	Q 12.21	Q 216,362.41
4	BASE MATERIAL SELECTO	17725.60	m <sup>2</sup>	Q 17.44	Q 309,176.80
5	BORDILLOS	6515.00	ml	Q 119.67	Q 779,625.05
6	PAVIMENTO	17725.60	m <sup>2</sup>	Q 216.11	Q 3,830,640.17
7	CUNETAS	1870.00	ml	Q 179.35	Q 335,375.23
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 5,541,771.17</b>
<b>EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO ASCIENDE</b>					<b>Q 5,541,771.17</b>

CINCO MILLONES QUINIENTOS CUARENTA Y UN MIL  
SETECIENTOS SETENTA Y UN QUETZALES CON 17/100



### 2.11.3. Precios unitarios

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO



1	LIMPIEZA GENERAL	17725.60	m <sup>2</sup>	Q	1.65	Q	29,223.14
---	------------------	----------	----------------	---	------	---	-----------

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
-----	-------------	----------	--------	-------------	-------

MATERIALES Y HERRAMIENTA							
	Escobones	10.00	Unidad	Q	40.00	Q	400.00
	Machetes	5.00	Unidad	Q	21.00	Q	105.00
	Azadones	5.00	Unidad	Q	35.00	Q	175.00
	Palas	5.00	Unidad	Q	40.00	Q	200.00
	Piochas	5.00	Unidad	Q	70.00	Q	350.00
	Carretillas de Mano	5.00	Unidad	Q	250.00	Q	1,250.00
	Rotulo	1.00	Unidad	Q	2,000.00	Q	2,000.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>						<b>Q</b>	<b>4,480.00</b>

EQUIPO Y MAQUINARIA							
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q	4,480.00	Q	448.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>						<b>Q</b>	<b>448.00</b>

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE							
				Q	-	Q	-
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>						<b>Q</b>	<b>-</b>

MANO DE OBRA							
	Mano de Obra Calificada						
	Mano de Obra No Calificada	17725.60	m <sup>2</sup>	Q	1.00	Q	17,725.60
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>Q</b>	<b>17,725.60</b>

GASTOS INDIRECTOS							
	Fianzas	2.00	%	Q	22,653.60	Q	453.07
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q	22,653.60	Q	453.07
	Supervisión	10.00	%	Q	22,653.60	Q	2,265.36
	Utilidades	10.00	%	Q	22,653.60	Q	2,265.36
	Imprevistos	5.00	%	Q	22,653.60	Q	1,132.68
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q</b>	<b>6,569.54</b>

<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>						<b>Q</b>	<b>22,653.60</b>
---------------------------------	--	--	--	--	--	----------	------------------

<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q</b>	<b>6,569.54</b>
-----------------------------------	--	--	--	--	--	----------	-----------------

<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>						<b>Q</b>	<b>29,223.14</b>
--------------------------------	--	--	--	--	--	----------	------------------

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO



2	TRAZO Y ESTAQUEADO	3257.50	ml	Q	12.70	Q	41,368.37
---	--------------------	---------	----	---	-------	---	-----------

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
-----	-------------	----------	--------	-------------	-------

MATERIALES Y HERRAMIENTA						
	Hilo Plástico	10.00	Rollo	Q	14.00	Q 140.00
	Cal Hidratada	20.00	Bolsa	Q	22.00	Q 440.00
	Cinta Métrica de 50 m	2.00	Unidad	Q	200.00	Q 400.00
	Metro de Mano de 5 m	3.00	Unidad	Q	30.00	Q 90.00
	Reglas de 2"x3"x9' p/Estaca	25.00	Unidad	Q	34.00	Q 850.00
	Clavo de 3"	25.00	Lb.	Q	5.00	Q 125.00
	Nivel de Mano	3.00	Unidad	Q	35.00	Q 105.00
	Alambre de Amarre	25.00	Lb.	Q	5.00	Q 125.00
	Almágana de 4 lbs.	3.00	Unidad	Q	45.00	Q 135.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>						<b>Q 2,410.00</b>

EQUIPO Y MAQUINARIA						
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q	2,410.00	Q 241.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>						<b>Q 241.00</b>

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE						
	Viajes	1.00	Viaje	Q	100.00	Q 100.00
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>						<b>Q 100.00</b>

MANO DE OBRA						
	Mano de Obra Calificada	3257.50	ml	Q	6.50	Q 21,173.75
	Mano de Obra No Calificada	3257.50	ml	Q	2.50	Q 8,143.75
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>Q 29,317.50</b>

GASTOS INDIRECTOS						
	Fianzas	2.00	%	Q	32,068.50	Q 641.37
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q	32,068.50	Q 641.37
	Supervisión	10.00	%	Q	32,068.50	Q 3,206.85
	Utilidades	10.00	%	Q	32,068.50	Q 3,206.85
	Imprevistos	5.00	%	Q	32,068.50	Q 1,603.43
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q 9,299.87</b>

<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>						<b>Q 32,068.50</b>
---------------------------------	--	--	--	--	--	--------------------

<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q 9,299.87</b>
-----------------------------------	--	--	--	--	--	-------------------

<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>						<b>Q 41,368.37</b>
--------------------------------	--	--	--	--	--	--------------------

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO



3	CONFORMACIÓN DEL TERRENO	17725.60	m <sup>2</sup>	Q	12.21	Q 216,362.41
---	--------------------------	----------	----------------	---	-------	--------------

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
-----	-------------	----------	--------	-------------	-------

MATERIALES Y HERRAMIENTA					
	Azadones	8.00	Unidad	Q 35.00	Q 280.00
	Palas	8.00	Unidad	Q 40.00	Q 320.00
	Carretillas de Mano	8.00	Unidad	Q 250.00	Q 2,000.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 2,600.00</b>

EQUIPO Y MAQUINARIA					
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q 2,600.00	Q 260.00
	Motoniveladora	180.00	Hora	Q 400.00	Q 72,000.00
	Vibro Compactador 10 Ton.	100.00	Hora	Q 400.00	Q 40,000.00
	Vibro Apisonador	80.00	Hora	Q 300.00	Q 24,000.00
	Camión Volteo	10.00	Día	Q 2,000.00	Q 20,000.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 156,260.00</b>

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE					
					Q -
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					<b>Q -</b>

MANO DE OBRA					
	Mano de Obra Calificada	17725.60	m <sup>2</sup>	Q -	Q -
	Mano de Obra No Calificada	17725.60	m <sup>2</sup>	Q 0.50	Q 8,862.80
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 8,862.80</b>

GASTOS INDIRECTOS					
	Fianzas	2.00	%	Q 167,722.80	Q 3,354.46
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q 167,722.80	Q 3,354.46
	Supervisión	10.00	%	Q 167,722.80	Q 16,772.28
	Utilidades	10.00	%	Q 167,722.80	Q 16,772.28
	Imprevistos	5.00	%	Q 167,722.80	Q 8,386.14
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 48,639.61</b>

<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>					<b>Q 167,722.80</b>
<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 48,639.61</b>

<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 216,362.41</b>
--------------------------------	--	--	--	--	---------------------

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO



No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
4	BASE MATERIAL SELECTO	17725.60	m <sup>2</sup>	Q 17.44	Q 309,176.80
<b>MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					
	Material Selecto	2925.00	m <sup>3</sup>	Q 60.00	Q 175,500.00
	Azadones	5.00	Unidad	Q 35.00	Q 175.00
	Palas	5.00	Unidad	Q 40.00	Q 200.00
	Carretillas de Mano	5.00	Unidad	Q 250.00	Q 1,250.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 1,625.00</b>
<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>					
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q 1,625.00	Q 162.50
	Motoniveladora	240.00	Hora	Q 400.00	Q 96,000.00
	Vibro Compactador 10 Ton.	170.00	Hora	Q 400.00	Q 68,000.00
	Vibro Apisonador	70.00	Hora	Q 300.00	Q 21,000.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 185,162.50</b>
<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					
	Transporte Material Selecto	325.00	Viaje	Q 100.00	Q 32,500.00
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					<b>Q 32,500.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
	Mano de Obra Calificada	17725.60	m <sup>2</sup>	Q 0.75	Q 13,294.20
	Mano de Obra No Calificada	17725.60	m <sup>2</sup>	Q 0.40	Q 7,090.24
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 20,384.44</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS</b>					
	Fianzas	2.00	%	Q 239,671.94	Q 4,793.44
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q 239,671.94	Q 4,793.44
	Supervisión	10.00	%	Q 239,671.94	Q 23,967.19
	Utilidades	10.00	%	Q 239,671.94	Q 23,967.19
	Imprevistos	5.00	%	Q 239,671.94	Q 11,983.60
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 69,504.86</b>
<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>					<b>Q 239,671.94</b>
<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 69,504.86</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q 309,176.80</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO



No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
5	BORDILLOS	6515.00	ml	Q 119.67	Q 779,625.05
<b>MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					
	Cemento	2640.00	Saco	Q 53.00	Q 139,920.00
	Arena de Río	162.00	m <sup>3</sup>	Q 230.00	Q 37,260.00
	Piedrín	162.00	m <sup>3</sup>	Q 285.00	Q 46,170.00
	Costanera de 2" x 6"	650.00	Unidad	Q 240.00	Q 156,000.00
	Hierro No. 3	25.00	Quintal	Q 425.00	Q 10,625.00
	Alambre de Amarre	100.00	Lb.	Q 5.00	Q 500.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 250,555.00</b>
<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>					
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q 250,555.00	Q 25,055.50
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 25,055.50</b>
<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					
	Viajes	30.00	Viaje	Q 100.00	Q 3,000.00
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					<b>Q 3,000.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
	Mano de Obra Calificada	6515.00	ml	Q 40.00	Q 260,600.00
	Mano de Obra No Calificada	6515.00	ml	Q 10.00	Q 65,150.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 325,750.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS</b>					
	Fianzas	2.00	%	Q 604,360.50	Q 12,087.21
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q 604,360.50	Q 12,087.21
	Supervisión	10.00	%	Q 604,360.50	Q 60,436.05
	Utilidades	10.00	%	Q 604,360.50	Q 60,436.05
	Imprevistos	5.00	%	Q 604,360.50	Q 30,218.03
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 175,264.55</b>
<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>					<b>Q 604,360.50</b>
<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 175,264.55</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 779,625.05</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO



No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
6	PAVIMENTO	17725.60	m <sup>2</sup>	Q 216.11	Q3,830,640.17
<b>MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					
	Cemento	23940.00	Saco	Q 53.00	Q 1,268,820.00
	Arena de Río	1463.00	m <sup>3</sup>	Q 230.00	Q 336,490.00
	Piedrín	1463.00	m <sup>3</sup>	Q 285.00	Q 416,955.00
	Costanera de 2" x 6"	1885.00	Unidad	Q 240.00	Q 452,400.00
	Hierro No. 3	16.00	Quintal	Q 425.00	Q 6,800.00
	Alambre de Amarre	50.00	Lb.	Q 5.00	Q 250.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 1,212,895.00</b>
<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>					
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q 1,212,895.00	Q 121,289.50
	Concreteira	100.00	Día	Q 300.00	Q 30,000.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 151,289.50</b>
<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					
	Viajes	100.00	Viaje	Q 100.00	Q 10,000.00
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					<b>Q 10,000.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
	Mano de Obra Calificada	17725.60	m <sup>2</sup>	Q 60.00	Q 1,063,536.00
	Mano de Obra No Calificada	17725.60	m <sup>2</sup>	Q 30.00	Q 531,768.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 1,595,304.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS</b>					
	Fianzas	2.00	%	Q 2,969,488.50	Q 59,389.77
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q 2,969,488.50	Q 59,389.77
	Supervisión	10.00	%	Q 2,969,488.50	Q 296,948.85
	Utilidades	10.00	%	Q 2,969,488.50	Q 296,948.85
	Imprevistos	5.00	%	Q 2,969,488.50	Q 148,474.43
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 861,151.67</b>
<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>					<b>Q 2,969,488.50</b>
<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 861,151.67</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 3,830,640.17</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO



No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
7	CUNETA	1870.00	ml	Q 179.35	Q 335,375.23
<b>MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					
	Cemento	2670.00	Saco	Q 53.00	Q 141,510.00
	Arena de Río	165.00	m <sup>3</sup>	Q 230.00	Q 37,950.00
	Piedrín	165.00	m <sup>3</sup>	Q 285.00	Q 47,025.00
	Tabla de 1"x1"x10'	25.00	Docena	Q 960.00	Q 24,000.00
	Reglas de 2"x3"x10'	13.00	Docena	Q 456.00	Q 5,928.00
	Clavo de 3"	75.00	Lb.	Q 5.00	Q 375.00
	Alambre de Amarre	50.00	Lb.	Q 5.00	Q 250.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 115,528.00</b>
<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>					
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q 115,528.00	Q 11,552.80
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 11,552.80</b>
<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					
	Viajes	20.00	Viaje	Q 100.00	Q 2,000.00
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					<b>Q 2,000.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
	Mano de Obra Calificada	1870.00	ml	Q 50.00	Q 93,500.00
	Mano de Obra No Calificada	1870.00	ml	Q 20.00	Q 37,400.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 130,900.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS</b>					
	Fianzas	2.00	%	Q 259,980.80	Q 5,199.62
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q 259,980.80	Q 5,199.62
	Supervisión	10.00	%	Q 259,980.80	Q 25,998.08
	Utilidades	10.00	%	Q 259,980.80	Q 25,998.08
	Imprevistos	5.00	%	Q 259,980.80	Q 12,999.04
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 75,394.43</b>
<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>					<b>Q 259,980.80</b>
<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 75,394.43</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q 335,375.23</b>

## 2.11.4. Cronograma de avance físico y financiero

### CRONOGRAMA DE AVANCE FÍSICO Y FINANCIERO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO



DESCRIPCIÓN	MESES						
	1	2	3	4	5	6	7
Limpieza General	■						
Trazo y Estaqueado	■						
Conformación del Terreno	■	■	■	■	■	■	■
Base de Material Selecto	■	■	■	■	■	■	■
Bordillos	■	■	■	■	■	■	■
Pavimento	■	■	■	■	■	■	■
Cuneta	■	■	■	■	■	■	■
<b>AVANCE FÍSICO</b>							
<b>PORCENTAJE MENSUAL</b>	8%	18%	17%	13%	13%	17%	14%
<b>PORCENTAJE MENSUAL ACUMULADO</b>	8%	27%	44%	56%	69%	86%	100%
<b>AVANCE FINANCIERO</b>							
<b>INVERSIÓN MENSUAL</b>	Q 43,012.60	Q 584,098.20	Q 965,348.04	Q 893,227.24	Q 1,051,767.78	Q 1,193,690.66	Q 810,626.65
<b>INVERSIÓN MENSUAL ACUMULADA</b>	Q 43,012.60	Q 627,110.80	Q 1,592,458.84	Q 2,485,686.07	Q 3,537,453.85	Q 4,731,144.52	Q 5,541,771.17





### **3. DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO PARA EL PARCELAMIENTO VELASQUITOS**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

La comunidad del parcelamiento Velasquitos no cuenta con un sistema adecuado para evacuar las aguas negras que producen sus habitantes, en algunos casos se manejan pozos ciegos que contaminan el manto freático, fosas sépticas mal diseñadas, ya que sólo son cajas receptoras de lodos y su base es la que absorbe los líquidos, provocando contaminación del suelo y subsuelo, en los casos extremos optan por conducir los lodos a la calle o a quebradas aledañas, contribuyendo así al deterioro de la salud de sus habitantes y la contaminación de su propio ambiente. Es por lo anterior que surge el estudio y diseño del drenaje sanitario para este micro parcelamiento.

El proyecto comprende líneas centrales principales como ramales auxiliares para la evacuación de las aguas residuales, teniendo una longitud aproximada de 5,685 metros lineales de tubería PVC norma ASTM D-3034 de diámetros de 6" y 8", contando con un sistema de 70 pozos de visita, con altura promedio de 1.92 metros.

#### **3.2. Estudio de la población a servir**

El número de actual de habitantes en el parcelamiento Velasquitos es de 1,216 con un número de viviendas igual a 205. Las actividades principales de la población es la agricultura y muchos de sus pobladores laboran en el ingenio Magdalena ubicado en La Democracia, Escuintla.

### **3.2.1. Encuesta**

El resultado de la encuesta realizada en el parcelamiento Velasquitos nos dio como resultado un total de 1,216 habitantes y 205 casas haciendo un promedio de 6 habitantes por casa. Para este diseño, como se realizó una encuesta se conoce la cantidad de habitantes que hay entre cada pozo de visita y fue así como se tomó en cuenta para el diseño del drenaje sanitario.

### **3.3. Levantamiento topográfico**

La topografía tiene por objeto medir las extensiones de terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie. Para el sistema de alcantarillado sanitario se tomó en cuenta el levantamiento para ambos lados de la calle principal, identificando las edificaciones existentes y las entradas a callejones; así mismo el área de terreno para diseñar el tratamiento de las aguas servidas considerando las quebradas, elevaciones y depresiones que éstas presentan.

La topografía se puede dividir en dos grandes ramas que son:

- Altimetría
- Planimetría

Existen también tres formas de realizar la planimetría y altimetría, ésta depende del tipo de instrumento que se utiliza, y se divide en tres tipos de orden.

- a) **1er. Orden:** Para planimetría se utiliza teodolito y altimetría nivel de precisión.

- b) **2do. Orden:** Para planimetría se utiliza teodolito y altimetría el método taquimétrico.
- c) **3er. Orden:** Para planimetría se utiliza brújula o cinta métrica y para altimetría nivel de mano.

En la realización de este proyecto se ejecutó una topografía de segundo orden; para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito marca SOKKIA TM20H, un estadal, plomada y cinta métrica.

Las notas realizadas en la libreta de campo deben ser lo más claras posibles, especificando los problemas que se puedan suscitar en el trayecto de la tubería. Es necesario realizar inspecciones preliminares para formarse un criterio sobre los elementos que serán determinantes en el diseño hidráulico del sistema.

### **3.3.1. Levantamiento planimétrico**

El levantamiento planimétrico es el estudio de los procedimientos para la representación de una superficie terrestre en un plano horizontal, es usado para localizar cambio de dirección en donde la tubería interconecta los pozos de visita y cajas de registro.

El levantamiento planimétrico se ejecutó como una poligonal abierta, utilizando para ello el método de conservación de azimut y se utilizaron radiaciones, para poder obtener el ancho de la calle.

Las distancias horizontales (DH) se calcularon, según la siguiente fórmula:

$$DH = \Delta H \times 2h \times \text{sen}^2\beta$$

Donde:

- **DH** = Distancia horizontal
- **$\Delta H$**  = Diferencia de hilos (superior – medio).
- **2h** = 2 veces la constante de lectura horizontal del aparato.
- **$\beta$**  = Ángulo vertical.

### 3.3.2. Levantamiento altimétrico

Es la medición de la altura de una superficie de la tierra, con el fin de representarlas gráficamente, para que juntamente con la planimetría, se defina la superficie en estudio, representada en tres dimensiones.

Las diferencias de nivel entre puntos de las líneas, se calcularon mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{CPO = CEA + AI - HM + DH \times (\tan (90 - \beta))}$$

Donde:

- **CPO** = Cota del punto observado.
- **CEA** = Cota de la estación anterior.
- **AI** = Altura del instrumento.
- **HM** = Lectura del hilo medio.
- **DH** = Distancia horizontal.
- **$\beta$**  = Ángulo vertical.

### **3.4. Trazo de la red**

El trazo de la red se realizó en el centro de todas las calles, tratando de que toda la línea de la red sanitaria trabaje a la pendiente del terreno natural, ubicando los pozos de visita en su mayoría en las intersecciones de calles como en los cambios de pendientes bruscos, y no a distancias mayores de 100 metros.

### **3.5. Localización del punto de descarga**

El punto de descarga, es por donde las aguas residuales, que han sido tratadas, llegan a un cuerpo receptor, ya sea un río, lago o mar.

El punto de desfogue de este proyecto estará ubicado a orillas de un riachuelo, que es un ramal alimentador del río Acomé que está ubicado a poco menos de 100 metros del punto seleccionado del desfogue.

### **3.6. Diseño de la red**

El análisis y la investigación del flujo hidráulico, han establecido que las condiciones del flujo y las pendientes hidráulicas en sistemas de PVC por gravedad, pueden ser diseñadas conservadoramente utilizando la ecuación de Manning.

Relativamente la pequeña concentración de sólidos usualmente encontrada en las aguas negras, no es suficiente para hacer que su comportamiento sea diferente al del agua. Por esta razón, se acepta que las aguas negras tengan las mismas características que el agua, siempre que se mantengan velocidades mínimas de auto limpieza. Al igual que el agua, las

aguas negras buscarán el nivel bajo cuando son introducidas en una tubería con pendiente. El intento de las aguas negras de buscar su nivel, induce un movimiento como flujo por gravedad.

### **3.6.1. Período de diseño**

El período de diseño, es el tiempo en el cual el sistema tendrá la capacidad de satisfacer al 100% el funcionamiento a lo largo de un tiempo establecido; este período varía de acuerdo con la cobertura considerada en el diseño de servicio sanitario, en el crecimiento poblacional y en la capacidad de administración, operación y mantenimiento que pueda tener tanto de los habitantes como de la municipalidad para que el servicio básico se mantenga en funcionamiento.

Aunque por lo general el período de diseño es un criterio que adopta el diseñador según sea la conveniencia del proyecto, el diseño del drenaje sanitario se propone trabajar al 100% por 31 años tomando en consideración que llevaría 2 años de gestión para la aprobación de financiamiento y construcción y 29 años de vida útil del proyecto; sin embargo, éste también depende del mantenimiento, calidad de los materiales y la mano de obra con que se ejecutará el proyecto.

### **3.6.2. Población de diseño**

El estudio de la población se efectúa con el objetivo de estimar la población que tributará los caudales sanitarios al sistema de drenaje al final del período de diseño. Dicha población se puede calcular utilizando alguno de los métodos conocidos. Para el caso del parcelamiento Velasquitos se optó por el

método geométrico, debido a que éste es el más exacto. A continuación se presenta el cálculo realizado por el método geométrico:

Ecuación de crecimiento geométrico

$$P_f = P_o \times (1 + R)^n$$

Donde:

- $P_f$  = Población futura
- $P_o$  = Población actual
- $R$  = Tasa de crecimiento
- $n$  = Período de diseño

Para el proyecto de drenaje sanitario se utilizaron los siguientes datos:

- $P_o$  = 205 casas x 6 hab/casa = 1230 habitantes
- $R$  = 3.50% según datos proporcionados por la municipalidad de Santa Lucía Cotzumalguapa.
- $N$  = 31 años.

La población proyectada para el año 2039 será:

$$P_f = 1,230 \times (1 + 0.035)^{31}$$
$$P_f = 3,574 \text{ habitantes}$$

### 3.6.3. Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante y se expresa en litros por habitante por día (lt/hab/día).



Para determinar la dotación se consideran factores que influyen en la misma, como clima y condiciones de vida, también las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal, Dirección General de Obras Públicas y normas de urbanismo. La dotación con la que cuenta el parcelamiento Velasquitos es de 120 lt/hab/día.

#### **3.6.4. Factor de retorno**

Es el porcentaje de la dotación de agua que recibe cada habitante y retorna al alcantarillado sanitario, oscila entre el 75% al 90% del consumo de agua y depende del criterio del diseñador como de las costumbres de los habitantes y las condiciones climáticas del lugar.

Debido a las actividades de los habitantes y al uso del agua que hace la población así como el clima cálido que hay en el lugar se utilizó un factor de retorno de 80% de la dotación diaria.

#### **3.6.5. Factor de rugosidad**

La rugosidad es un valor que es determinado en forma experimental, además es adimensional, que expresa qué tan lisa es la superficie del canal, y varía en el transcurso del tiempo dependiendo del material que se utiliza en su construcción.

Los valores más utilizados se presentan a continuación:

Tabla VIII. Valores de rugosidad.

<b>MATERIAL</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>
Superficie de cemento	0.011	0.030
Mampostería	0.017	0.030
Tubería PVC	0.006	0.011
Tubo de concreto diámetro <24"	0.011	0.016
Tubo de concreto diámetro >24"	0.013	0.018
Tubería de asbesto cemento	0.009	0.011

### 3.6.6. Caudal sanitario

#### 3.6.6.1. Caudal domiciliar

Es el volumen de aguas servidas que se evacua de cada una de las viviendas, este caudal debe calcularse con base en el número de habitantes futuro, la dotación y el factor de retorno, expresado en litros por segundo.

Una parte de este caudal no será llevada al alcantarillado, de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor que varía entre 0.75 a 0.90, el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{\text{No. hab.} \times \text{Dot.} \times \text{F.R.}}{86,400 \text{ seg/día}}$$

Donde:

- Qd = Caudal de domiciliar (lt/s)
- F.R. = Factor de retorno
- Dot. = Dotación (lt/hab/día)
- No. hab. = Número de habitantes

### 3.6.6.2. Caudal comercial

Este caudal es producido por las industrias pequeñas, locales comerciales y negocios que se encuentran en la localidad en donde se esté realizando el diseño del sistema de alcantarillado. En nuestro caso no tenemos caudal comercial.

### 3.6.6.3. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de las profundidades del nivel freático del agua, y de la tubería, de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción. Puede calcularse 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, asumiendo un valor de 6.00 m por cada casa; la dotación de infiltración varía entre 12,000 a 18,000 litro/Km/día.

$$Q_{inf} = \frac{\text{Dot.} \times \frac{(\text{LT} + (\# \text{casas} \times 6.00 \text{ m}))}{1,000}}{86,400 \text{ seg/día}}$$

Donde:

- $Q_{inf}$  = Caudal de Infiltración (lt/s)
- Dot. = Dotación (litros/kilómetro/día)
- LT = Longitud de Tubería (metros)
- # Casas = Número de casas

Nota: en este estudio el caudal de infiltración será igual a cero, ya que la tubería PVC que se utilizará en los colectores primarios y secundarios así como las tuberías de las acometidas domiciliarias es impermeable.

#### **3.6.6.4. Caudal de conexiones ilícitas**

Es el caudal producido por las viviendas que conectan las aguas pluviales al alcantarillado sanitario. Para el diseño, se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas, cuyo porcentaje puede variar de 0.5% a 2.5% y se calcula por medio de la fórmula:

$$Q_{ci} = \left( \frac{CIA \times 1000}{360} \right) \times \% \text{ casa}$$

Donde:

- $Q_{ci}$  = caudal de conexiones ilícitas ( lt/s)
- $C$  = coeficiente de escorrentía (adimensional)
- $I$  = intensidad de lluvia (mm/h)
- $A$  = Área de la cuenca (Ha) (1 Ha = 10,000 m<sup>2</sup>)

#### **3.6.7. Factor de caudal medio**

Es el factor relacionado con la aportación media de agua por persona, que al ser integrado el caudal sanitario del área a drenar, que a su vez, se distribuye entre el número de habitantes, se obtiene el factor de caudal medio, el cual varía entre el rango de 0.002 a 0.005; si el cálculo del factor de caudal medio

está entre estos dos límites, se utiliza el valor calculado; en cambio, si el cálculo del factor de caudal medio es menor o es mayor a los límites, se utiliza el límite más cercano según sea el caso del valor calculado.

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{infiltración}} + Q_{\text{c. ilícitas}}$$

$$F_{qm} = \frac{Q_{\text{sanitario}}}{\text{No. hab.}}$$

$$0.002 < F_{qm} < 0.005$$

Donde:

- $F_{qm}$  = Factor de caudal medio
- $Q_{\text{sanitario}}$  = Caudal sanitario
- No. hab. = Número de habitantes

### 3.6.8. Factor de Harmond

Es el valor estadístico, que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso simultáneo del servicio; está dado de la siguiente manera:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}$$

Donde:

- FH = Factor de Harmond
- P = Población en miles de habitantes

### 3.6.9. Caudal de diseño

Es el caudal con el que se diseñará cada tramo del sistema sanitario y será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir.

$$Q_{\text{diseño}} = F_{\text{qm}} \times F.H. \times \text{No. hab.}$$

Donde:

- $F_{\text{qm}}$  = Factor de caudal medio
- F.H. = Factor de flujo instantáneo de Harmond
- No. hab. = Número de habitantes

Es importante mencionar que el flujo que se encauzará y circulará dentro de las tuberías al construirse el sistema con la población actual, será menor al que existirá en el sistema cuando a éste se le incorporen futuras conexiones domiciliarias y otros caudales.

### 3.7. Relación de diámetros y caudales

La relación  $q/Q$  deberá ser menor o igual a 0.75, la relación  $d/D$  debe ser mayor o igual a 0.10 y menor o igual a 0.75 para alcantarillado sanitario. Por lo general cuando la velocidad de diseño chequea, no es necesario que la relación  $d/D$  cheque al cien por ciento, porque la misma fuerza que ejerce la velocidad de diseño hace que los desechos dentro de la tubería circulen sin ningún problema.

Se consideran las siguientes especificaciones hidráulicas, para garantizar que nuestro sistema trabaje aceptablemente y se evita que la tubería trabaje con presión.

$$\frac{q}{Q} \leq 0.75$$

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

$$q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$$

### 3.8. Velocidades mínimas y máximas

La velocidad de flujo está determinada por la pendiente del terreno, el tipo y diámetro de la tubería que se utilice. La velocidad de flujo debe estar comprendida entre el siguiente rango, para evitar problemas de taponamiento y desgaste en las tuberías que se utilice.

Tabla IX. **Velocidades mínimas y máximas**

Tipo de tubería	Velocidad mínima	Velocidad máxima
Concreto	0.60 m/s	3.00 m/s
PVC	0.40 m/s	4.00 m/s

Las velocidades mínimas fijadas no permiten la decantación de los sólidos pero también, las velocidades altas producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión hacen un efecto abrasivo a la tubería.

### 3.9. Pendientes mínimas y máximas

La pendiente mínima en los colectores es la que provoca velocidades iguales o mayores a 0.40 m/s y la pendiente máxima la que provoca velocidades menores o iguales a 4.00 m/s para tubería de PVC, en cuanto a la tubería de concreto, las velocidades mínimas son iguales o mayores a 0.60 m/s y velocidad máxima no mayor a 3.00 m/seg, estos parámetros garantiza que nuestro sistema de alcantarillado sanitario trabaje sin defectos de sedimentación y abrasión para prolongar la vida útil del sistema.

$$S = \left( \frac{\text{Cota final del terreno} - \text{Cota inicial del terreno}}{\text{Longitud del tramo}} \right) \times 100$$

Donde:

- S = Pendiente (%)

Para todo diseño de alcantarillado es recomendable seguir la pendiente del terreno, tomando en cuenta siempre si la pendiente va a favor o en contra del sentido del fluido.

### 3.10. Cotas Invert

Es la distancia entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel del diámetro interno de la parte inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería.



Cuando se está trabajando en el diseño se tiene que calcular la profundidad a la que se va a instalar la tubería inicial; para esto, se toma en cuenta la profundidad mínima según el reglamento de la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) e Instituto de Fomento Municipal (INFOM) el cual será de 1.20 m en lugares donde no pasan vehículos pesados y de 1.40 m donde transitan vehículos pesados. Teniendo esta información inicial, el cálculo de las cotas invert se obtienen restando a la cota de terreno la altura inicial del primer pozo para obtener la primera que sería cota invert de salida y para encontrar la cota invert de entrada se obtiene mediante la diferencia de cota invert de salida menos pendiente de diseño por la distancia.

- La cota Invert de salida de un pozo se coloca 3 centímetros más baja que la cota Invert de entrada, cuando las tuberías son del mismo diámetro.
- La cota Invert de salida está a un nivel más bajo que la entrada, la cual será la diferencia de diámetros de las tuberías, cuando éstas son de diferente diámetro.
- Cuando a un pozo de visita llegan varias tuberías de distintos diámetros y sale una de igual diámetro al mayor de las que llega, la cota Invert de salida debe estar tres centímetros debajo de la de entrada; si la tubería que sale es de diámetro mayor, la cota invert de salida será la diferencia de diámetro con la tubería de mayor diámetro que llega al pozo de visita.

### 3.11. Diámetro de tuberías

El diámetro mínimo a utilizar en los drenajes sanitarios será de 8 pulgadas para tubos de concreto o de 6 pulgadas para tubos de PVC. Se utilizan estos diámetros debido a requerimientos de limpieza, flujo y para evitar obstrucciones.

Para el diseño del drenaje sanitario del parcelamiento Velasquitos, se utilizo tubería de PVC norma ASTM D-3034, con diámetros de 6 y 8 pulgadas, ya que estos diámetros cumplen con los parámetros de diseño.

### 3.12. Profundidades mínimas de tubería

Para instalarse en condiciones de cargas en carreteras y en lugares donde las cargas vivas o de impacto sean considerables, se tienen valores para las diferentes tuberías a fin de evitar rupturas.

A continuación, se presentan los valores de profundidad de tubería y ancho de la zanja, los que dependen del diámetro de tubería y de la profundidad.

Tabla X. **Profundidad mínima de cota Invert.**

<b>PROFUNDIDAD MÍNIMA DE COTA INVERT (cm).</b>												
<b>DIÁMETRO</b>	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
<b>Tráfico normal</b>	122	128	138	141	150	158	166	184	199	214	225	255
<b>Tráfico pesado</b>	142	148	158	151	170	178	186	204	219	234	245	275

Tabla XI: Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro.

<b>ANCHO LIBRE DE ZANJA SEGÚN PROFUNDIDAD Y DIAMETRO EN cm.</b>											
<b>D</b>	<b>Profundidad de zanja en m.</b>										
<b>Diámetro de tubería</b>	<b>0,00 a 1,30</b>	<b>1,30 a 1,85</b>	<b>1,86 a 2,35</b>	<b>2,36 a 2,85</b>	<b>2,86 a 3,35</b>	<b>3,36 a 3,85</b>	<b>3,86 a 4,35</b>	<b>4,36 a 4,85</b>	<b>4,86 a 5,35</b>	<b>5,36 a 5,85</b>	<b>5,86 a 6,35</b>
6"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
8"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
10"		70	70	70	70	70	75	75	75	80	80
12"		75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
15"		90	90	90	90	90	110	90	90	90	90
18"		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
21"		110	110	110	110	110	135	110	110	110	110
24"		135	135	135	135	135	155	135	135	135	135
30"		135	155	155	155	155	175	155	155	155	155
36"			175	175	175	175	180	175	175	175	175
42"				190	190	190	210	180	180	180	180
48"				210	210	210	245	210	210	210	210
60"				245	245	245	280	245	245	245	245

### 3.13. Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleadas como medio de inspección y limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de vista en los siguientes casos:

- a) En cambios de diámetros
- b) En cambios de pendiente
- c) En cambios de dirección de la línea central del alcantarillado
- d) En las intersecciones de tuberías colectoras
- e) En los extremos superiores ramales iniciales
- f) A distancias no mayores de 100 metros en línea recta

En este proyecto los pozos de visita serán de sección circular y con un diámetro de 1.20 metros; las paredes serán de ladrillo tayuyo y su colocación será en punta y, en el fondo se hará una losa de concreto armado. La parte superior tendrá forma de cono truncado y llevará una tapadera de forma circular de concreto armado. Se podrá penetrar en él cuando sea necesario efectuar una limpieza. Se colocarán escalones o gradas en forma de zig-zag.

### **3.14. Conexiones domiciliarias**

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe. Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, se acostumbra establecer y dejar prevista una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces.

Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda su capacidad.

Éstas deberán ser construidas de acuerdo con las especificaciones técnicas y planos del proyecto, las cuales generalmente constan de dos partes: caja de registro y tubería de empotramiento.

- a) **Caja de registro o candela:** la conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor será de 45 centímetros. Y si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas; en ambos

casos deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria, hasta llegar al alcantarillado central.

La altura mínima de la candela será de un metro. Debe tenerse el cuidado necesario en la colocación de la caja de registro, dándoles a éstas la profundidad requerida para permitir hasta donde sea posible que la conexión domiciliar sea por gravedad.

- b) **Tubería de empotramiento:** la conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería de empotramiento, la cual tendrá un diámetro mínimo de 6 pulgadas, en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima de 2 %.

Al realizar el diseño de alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las viviendas, con relación a la alcantarilla central, y con esto no profundizar demasiado la conexión domiciliar; aunque en algunos casos ésta resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerarse otras formas de realizar dicha conexión.

No se permitirá a ningún usuario conectar sus aguas negras y servidas al sistema de alcantarillado sin previo permiso de la municipalidad local o del comité encargado, quien solicitará asesoría técnica para efectuar una inspección a los trabajos de conexión domiciliar antes de proceder al relleno respectivo.

### 3.15. Diseño de la red de alcantarillado sanitario

#### 3.15.1. Parámetros de diseño

▪ Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
▪ Período de diseño	31 años
▪ Población actual	1,230 habitantes
▪ Población futura	3,574 habitantes
▪ Tasa de crecimiento	3.50%
▪ Dotación	120 litros/habitante/día
▪ Factor de retorno	0.80
▪ Factor de caudal medio	0.003
▪ Diámetro de tuberías	6 y 8 pulgadas
▪ Tipo de tubería	PVC norma ASTM D-3034

#### 3.15.2. Cálculo del tramo PV1 a PV2

▪ Cota de terreno inicial (CTI)	=	1000.09 m.
▪ Cota de terreno final (CTF)	=	1000.00 m.
▪ Distancia entre pozos (DH)	=	80.00 m.
▪ Población actual en el tramo	=	24 habitantes
▪ Población futura en el tramo	=	70 habitantes

#### Pendiente del tramo (S%)

$$S\% = \left( \frac{CTI - CTF}{DH} \right) \times 100$$

$$S\% = \left( \frac{1000.09 - 1000.00}{80.00} \right) \times 100 = 0.11\%$$

### Factor de Harmon (F.H.)

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}$$

$$F.H. \text{ actual} = \frac{18 + \sqrt{\frac{24}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{24}{1000}}} = 4.369$$

$$F.H. \text{ futuro} = \frac{18 + \sqrt{\frac{70}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{70}{1000}}} = 4.283$$

### Caudal de diseño (Qdiseño)

$$Q_{\text{diseño actual}} = P_{\text{actual}} \times FH_{\text{actual}} \times f_{qm}$$

$$Q_{\text{diseño actual}} = 24 \times 4.369 \times 0.003 = 0.3146 \text{ lt/s}$$

$$Q_{\text{diseño futuro}} = P_{\text{futuro}} \times FH_{\text{futuro}} \times f_{qm}$$

$$Q_{\text{diseño futuro}} = 70 \times 4.283 \times 0.003 = 0.8994 \text{ lt/s}$$

### Diseño hidráulico

- Diámetro tubería = 6 pulgadas de PVC norma ASTM D-3034
- S% tubería = 1.35%

Utilizando la fórmula de Manning, se encuentra la velocidad y caudal a sección llena.

$$V = \frac{1}{n} \times \left( \frac{D \times 0.0254}{4} \right)^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$Q = \frac{\pi}{4} \times (D \times 0.0254)^2 \times V \times 1000$$

Donde:

- V = velocidad de flujo a sección llena (m/s)
- Q = caudal de flujo a sección llena (lt/s)
- D = diámetro de la sección circular (pulgadas)
- S = pendiente del gradiente hidráulico (m/m)
- n = coeficiente de rugosidad de Manning

$$V = \frac{1}{0.010} \times \left( \frac{6 \times 0.0254}{4} \right)^{2/3} \times \left( \frac{1.35}{100} \right)^{1/2} = 1.32 \text{ m/s}$$

$$Q = \frac{\pi}{4} \times (6 \times 0.0254)^2 \times 1.32 \times 1000 = 24.00 \text{ lt/s}$$

### Relaciones hidráulicas

Deben cumplir con  $Q_{dis} < Q_{sec \text{ llena}}$  y el tirante  $0.1 \leq d / D \leq 0.75$ , para que las tuberías no trabajen a sección llena y trabaje adecuadamente.

Cálculos para la población actual

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.3146}{24.00} = 0.01311$$

Teniendo el valor de la relación de caudales, se busca en la tabla de elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular, los valores de  $v/V$ ,  $d/D$



$$\frac{v}{V} = 0.348007$$

$$\frac{d}{D} = 0.080$$

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

Por lo general en los tramos iniciales no chequea la relación  $d/D$ , se cumple hasta el tercer tramo en adelante, el diseño de los demás tramos se presentan en el Anexo.

Cálculos para la población futura

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.8994}{24.00} = 0.03747$$

$$\frac{v}{V} = 0.477526$$

$$\frac{d}{D} = 0.132$$

$$0.10 \leq \frac{d}{D} \leq 0.75 \Rightarrow \text{si chequea}$$

### Velocidad de diseño

$$V_{\text{diseño}} = \frac{v}{V} \times V_{\text{sección llena}}$$

$$V_{\text{diseño actual}} = (0.348007) \times (1.32) = 0.46 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{diseño futura}} = (0.477526) \times (1.32) = 0.63 \text{ m/s}$$

La velocidad de diseño actual como la futura se encuentran entre el rango de velocidades admisibles de  $0.4 \text{ m/s} \leq v \leq 4.00 \text{ m/s}$ .

### **Cálculo de cotas Invert**

$$\text{CIS 1} = \text{Cota de Terreno Inicial} - H_{PV1}$$

$$\text{CIE 2} = \text{CIS 1} - \left( \frac{S\%}{100} \times \text{D.H.} \right)$$

$$\text{CIS 2} = \text{CIE 2} - 0.03$$

Donde:

- $H_{PV1}$  = Profundidad de pozo de visita Inicial (1.20 m)
- CIS 1 = Cota invert de salida pozo de visita 1
- CIE 2 = Cota invert de entrada pozo de visita 2
- CIS 2 = Cota invert de salida pozo de visita 2
- S% = Pendiente de la tubería en porcentaje
- D.H. = Distancia horizontal

$$\text{CIS 1} = 1000.09 - 1.20 = 998.89 \text{ m}$$

$$\text{CIE 2} = 998.89 - \left( \frac{1.35}{100} \times 80 \right) = 997.81 \text{ m}$$

$$\text{CIS 2} = 997.81 - 0.03 = 997.78 \text{ m}$$

### **Altura de Pozos:**

$$H_{PV1} = \text{Cota de Terreno Inicial} - \text{CIS1}$$

$$H_{PV1} = 1000.09 - 998.89 = 1.20 \text{ m}$$

$$H_{PV2} = \text{Cota de Terreno Final} - \text{CIS2}$$

$$H_{PV1} = 1000.00 - 997.78 = 2.22 \text{ m}$$

Los demás tramos se diseñan de la misma forma. (Véase tabla XVI)

### 3.16. Propuesta de tratamiento de aguas residuales

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

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

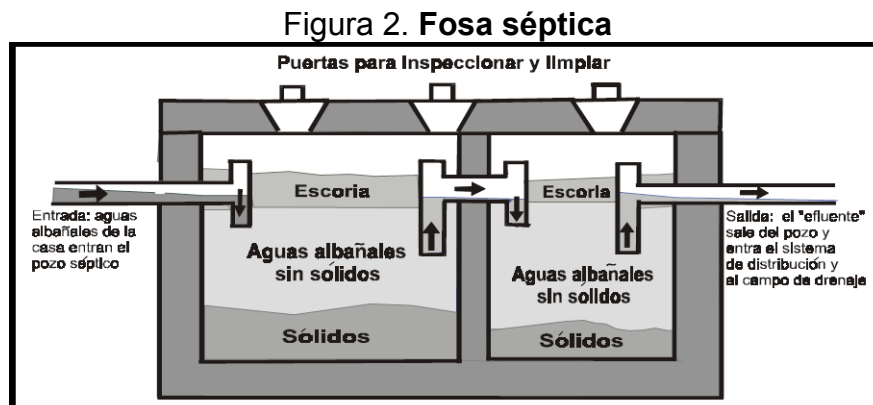
- **Consideraciones higiénicas:** eliminar o reducir al máximo los organismos patógenos de origen entérico, para evitar la contaminación que contribuya a trastornos orgánicos en las personas.
- **Consideraciones estéticas:** eliminar todas aquellas materias orgánicas o de otro tipo que son ofensivas para el bienestar, agrado y salud de las comunidades; que inciden en el aspecto estético y urbanístico de los sectores cercanos a donde escurren las aguas negras.
- **Consideraciones económicas:** las aguas negras sin tratamiento, diluidas a un río, lago u otro podrían desvalorizar la propiedad, perjudica los servicios de agua para consumo humano e industrial y disminuyen la calidad del agua de regadillo.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, se propone que el efluente pase un tratamiento primario o sea por una fosa séptica.

### 3.16.1. Fosa séptica

Las fosas sépticas son tanques que permiten la sedimentación y la eliminación de flotantes, actuando también como digestores anaerobios; para conseguir un correcto funcionamiento, las fosas sépticas, independientemente del material de construcción empleado, deben ser estructuralmente resistentes. Para limitar la descarga de sólidos en el efluente de la fosa séptica, se usan tanques de dos compartimientos. El buen funcionamiento de estos tanques sigue los principios básicos de la sedimentación, pudiéndose guardar entre otras razones, una relación de 1:3 entre el ancho y la longitud.

Dentro del tanque se definen varias capas. La zona de almacenamiento o capa de fango, se ubica en el fondo, donde se acumulan los sólidos o lodos, en el tramo intermedio (zona de sedimentación) se ubican los líquidos, sobre éstos se encuentran las grasas o natas que son materiales ligeros y que ascienden a la superficie, dando lugar a una capa de espumas formada por la acumulación de materia flotante. Por último, se tiene el espacio libre apropiado (0.25 m mínimo, 0.40 m preferible) para que se ubiquen los gases producidos por el proceso anaerobio de descomposición de la materia.



Fuente: Distrito de salud de Benton y Franklin. **Una guía para comprender su sistema séptico. Pág. 2**

El agua residual decantada y libre de flotantes que se encuentra entre las capas de fango y espuma, fluye por una salida sumergida, hasta las zanjas subterráneas llenas de rocas a través de las cuales puede fluir y filtrarse en la tierra, donde se oxida aeróbicamente.

Aunque la descomposición anaerobia reduce permanentemente el volumen de la materia sólida acumulada en el fondo del tanque, siempre existe una acumulación neta de fango. La generación de gases durante los procesos de descomposición provoca que una parte de la materia sedimentada en el fondo del tanque ascienda y se adhiera a la parte inferior de la capa de espumas; lo cual contribuye a aumentar el espesor de la misma.

El efluente de la fosa, que es agua con menos contenido de materia orgánica, deberá enviarse a un sistema de oxidación para complementar el tratamiento; esta oxidación se puede realizar mediante cualquiera de los siguientes medios:

- Pozos de absorción
- Zanjas de oxidación
- Filtros subterráneos

### **3.16.1.1. Diseño de fosa séptica**

Fosa séptica es un estanque cubierto (hermético), construido de piedra, ladrillo, hormigón armado u otro material de albañilería, generalmente rectangular, el cual se proyecta para que las aguas negras permanezcan durante un tiempo determinado (período de retención), el que puede variar ordinariamente de 12 a 24 horas.

El volumen de desechos y la cantidad de población que se tenga para las fosas sépticas tienen limitantes, el volumen máximo para una fosa séptica es de 37.00 m<sup>3</sup> cuando se habla de descarga y cuando de población se trata, se puede tomar entre 55 a 60 viviendas, no importando el número de habitantes por vivienda. Se estima que el volumen de lodos digeridos por persona entre períodos de limpieza (máximo dos años) es del orden de 30 a 60 litros.

Para su diseño se debe considerar que en el parcelamiento Velasquitos actualmente existen 205 viviendas, tomando el criterio de 60 viviendas por pozo, entonces se debe diseñar una batería de 4 fosas sépticas.

Los datos para su diseño son los siguientes

- Período de retención = 24 horas
- Caudal de desecho = (120 lt/hab/día x 0.80) = 96 lt/hab/día
- Habitantes a servir (31 años) = (3574 hab / 4 fosas) = 894 hab/fosa
- Período de limpieza = 1 año
- Relación largo/ancho (L/A) = 2
- Lodos acumulados = 30 lt/hab/día

Cálculo de caudal (Q):

$$Q = q \times N$$

Donde:

- q = Caudal de desecho
- N = Número de habitantes a servir

$$Q = 96 \text{ lt/hab/día} \times 894 \text{ habitantes} = 85,824 \text{ lt/día}$$

Cálculo de volumen (V):

$$V = Q \times T$$

Donde:

- T = Período de Retención

$$V = \frac{85,824 \text{ lt/día} \times 24 \text{ horas}}{24 \text{ horas/día}} = 85,824 \text{ lt} = 85.824 \text{ m}^3$$

Cálculo de volumen de lodos (v):

$$v = N \times \text{Lodos Acumulados}$$

$$v = 894 \text{ habitantes} \times 30 \text{ lt/hab/día} = 26,820 \text{ lt} = 26.820 \text{ m}^3$$

$$V \text{ total} = 85.824 \text{ m}^3 + 26.820 \text{ m}^3 = 112.644 \text{ m}^3$$

Cálculo de dimensiones de fosa séptica:

Como :

Volumen = Largo  $\times$  Ancho  $\times$  altura

$$\frac{L}{A} = 2 \Rightarrow L = 2A$$

Tomando una altura  $h = 2.50 \text{ m}$  (como criterio personal)

Sustituyendo datos en la ecuación de volumen

$$V = 2A \times A \times h$$

$$V = 2hA^2$$

Despejando "A"

$$A = \sqrt{\frac{V}{2h}}$$

Aplicando valores en la ecuación de "A"

$$A = \sqrt{\frac{112.644 \text{ m}^3}{2 \times 2.50 \text{ m}^2}} = 4.75 \text{ m}$$

$$L = 2 \times 4.75 = 9.50 \text{ m}$$

Las dimensiones para la fosa séptica son las siguientes:

- Largo = 9.50 m
- Ancho = 4.75 m
- Altura = 2.50 m

Teniendo presente que estas medidas son interiores y la altura es la del líquido dejando libre en la superficie 0.40 m.

### **3.16.1.2. Operación y mantenimiento**

Debe realizarse una remoción periódica de lodos por personal capacitado que disponga del equipo adecuado, para garantizar que no haya contaminación hacia las personas.

Aun cuando los tiempos para las acciones de limpieza dependen de la intensidad de su uso, es recomendable hacer una inspección cada 6 meses y si es necesario limpieza cada año, extrayendo el 90% de los lodos existentes, el 10% deberá permanecer en la fosa ya que servirá de inóculo para las futuras aguas residuales.



Antes de efectuar cualquier operación en el interior del tanque, la cubierta debe mantenerse abierta durante un tiempo suficiente (> 15 minutos) para la remoción de gases tóxicos o explosivos.

En ningún caso los lodos removidos, pueden arrojarse a cuerpos de agua. En zonas aisladas, los lodos pueden disponerse en lechos de secado.

Los lodos secos pueden disponerse en rellenos sanitarios o en campos agrícolas; siempre que éstos últimos no estén dedicados al cultivo de hortalizas, frutas o legumbres que se consuman crudas.

### **3.16.2. Dimensionamiento de pozos de absorción**

Consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 2.00 a 2.50 m de diámetro, con una profundidad que normalmente varía de 6 a 12 m; al cual se vacían las aguas negras sedimentadas provenientes de la fosa séptica, para ser infiltradas en el terreno. El pozo es de forma cónica relleno hasta  $\frac{3}{4}$  de su altura, con piedra bolón (piedra de cerro de regular tamaño) de 0.20 m de diámetro como mínimo, que sirve de entibación y para distribuir el líquido en el subsuelo.

### **3.17. Evaluación de impacto ambiental**

Un impacto ambiental es una alteración significativa del medio, causado por una acción humana o natural y está referido a la vulnerabilidad del área en estudio.

#### **3.17.1. Impacto ambiental en drenaje sanitario**

##### **Identificación de riesgos y amenazas**

Identificar y evaluar las amenazas que inciden sobre el área del sistema: esto se basa en los estudios de los registros históricos de la región y en los registros de daños que han sufrido los sistemas.

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son.

**El agua:** debido a que existen fuentes superficiales pequeñas, quebradas, ríos, que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.

**El suelo:** si impactará negativamente el mismo si no se verifica la etapa del zanjeo porque habrán movimientos de tierra por lo mismo solamente se dará en la etapa de construcción y sus efectos son fácilmente prevenibles.

**El aire:** si no se verifican las fugas de aguas negras rápidamente hay peligro en el ambiente con malos olores.

**Salud:** hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción que debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto.

### **Impactos negativos**

Los impactos negativos del proyecto se dan sólo en la etapa de construcción del proyecto donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y éste a su vez provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento.

### **Medidas de mitigación**

Las medidas de mitigación son consideraciones expuestas en forma de planes descriptivos sobre las acciones a tomar, para contrarrestar y mitigar los efectos causados por los impactos negativos.

- Para evitar las polvaredas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo, las que deberán efectuarse en el tiempo más corto posible, compactándose, adecuadamente, las mismas para evitar; el arrastre de partículas por el viento.
- Deberá de capacitarse al o a las personas encargadas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de las aguas servidas y reparaciones menores.
- Capacitar a las amas de casa, sobre el adecuado uso del sistema para evitar que los mismos sean depositarios de basura producidas en el hogar.

## **Estimación de la vulnerabilidad**

La vulnerabilidad de un sistema de alcantarillado sanitario, puede ser física, operativa u organizativa, y depende de sus características estructurales, recursos con los que se cuenta para el manejo de los sistemas en caso de desastre, capacitación del personal, métodos operativos y la propia organización de la empresa. El objeto de tal estimación, a partir de la evaluación de los posibles efectos de la amenaza, es el de contar con la identificación de ciertas medidas de mitigación que puedan adoptarse.

La determinación de las medidas de mitigación, a partir de la estimación de la vulnerabilidad, permite programar rápidamente las acciones previas para reducir el efecto de la amenaza sobre el sistema. Estas medidas, permiten la formulación de operaciones de emergencia, la realización de convenios y acuerdos con otras instituciones, la preparación de cursos de capacitación y la asignación de recursos materiales, entre otros.

## **Plan de contingencia**

En áreas planas es común que en épocas de lluvia ocurran inundaciones con el consecuente arrastre de fango y otros materiales o cuerpos extraños que en un dado caso pudieran dañar el proyecto.

- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones o asolvamiento en la comunidad beneficiada. Velar por que los lugares en donde se ubican las obras civiles se encuentren lo más despejado posible.
- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
- Capacitar a quienes se encargarán de darle mantenimiento al sistema, especialmente sobre aspectos de limpieza de pozos de visita.

- Velar porque los comunitarios no depositen su basura en las aguas negras para evitar obstaculizaciones al sistema.
- Para la disposición de desechos generados por las familias se debe contar con depósitos, distribuidos en lugares estratégicos.

### **Programa de monitoreo ambiental**

- Supervisar periódicamente si están siendo ejecutadas las medidas de supervisión y mantenimiento del sistema.
- Monitorear si el personal utiliza el equipo necesario para la prevención de accidentes y de salud.
- Monitorear si está organizada la comunidad de acuerdo con lo propuesto en las medidas o plan de contingencia.

### **Plan para la salud humana**

Las medidas preventivas y correctivas para conservar la salud de los trabajadores durante la etapa de construcción, están relacionadas con la prevención de accidentes laborales. Éstos se pueden evitar manteniendo la disciplina en el trabajo, ya que el gremio de albañiles es muy dado a una conducta que puede provocar accidentes.

Además de las normas que por ley se deben cumplir entre las que están incluidas las contenidas en las leyes laborales y en los reglamentos del IGSS.

### **Plan de seguridad ambiental**

En el análisis de los impactos se observa que el proyecto tiene aspectos negativos al ambiente; solamente en la etapa de construcción, pero éstos son

fácilmente manejables mediante la implementación de las medidas de mitigación que se explicaron en el apartado de alternativas; de ahí en adelante no se visualizan impactos que dañen el ambiente.

### **Impactos positivos**

Cabe resaltar que uno de los impactos positivos que tendrá el proyecto en el ambiente es evitar la contaminación de los acuíferos, pues el objetivo del proyecto es que las aguas servidas no corran a flor de tierra y por lo tanto no contaminen el nivel freático. También cabe mencionar que se evitará la proliferación de bacterias en el ambiente, causantes de enfermedades a los pobladores ayudando con ello a la salud por medio de la obra civil.

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

### **Manejo y disposición final de desechos**

Durante la etapa de construcción se generarán desechos sólidos originados en las tareas de preparación de concreto y en la limpieza del área, también basura de tipo domiciliar generada por los trabajadores en la preparación de sus alimentos. También material de desperdicio en la excavación para las instalaciones de los pozos de absorción y fosas sépticas.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se generarán desechos sólidos y pastosos producidos por la limpieza de tuberías, fosas sépticas y pozos de absorción, los cuales deben ser transportados al basurero municipal de la localidad.

### **3.17.2. Impacto ambiental en pavimento rígido**

La construcción de vías pavimentadas, al igual que todos los proyectos de infraestructura, genera impactos en los componentes ambientales: ambiente físico, biológico y social. Para la construcción de un pavimento rígido los impactos generados se consideran poco significativos, debido a que generalmente no cruzan zona de alto valor escénico, área turística, sitio ceremonial, sitio arqueológico, área de protección agrícola, área de producción forestal, área de producción pecuaria.

Toda autorización derivada de un estudio de evaluación de impacto ambiental significativo, deberá garantizar su cumplimiento por parte de la persona interesada, individual o jurídica, por medio de una fianza que será determinada por el Ministerio de Ambiente.

## Factores que pueden causar impacto ambiental y sus obras de mitigación

Tabla XII. **Medidas de mitigación de impactos ambientales en pavimentos**

Componente	Impacto	Medida de mitigación
<b>Suelos</b>	Deslaves de material	Prevención durante la construcción, prevención de erosión usando estabilización física.
	Erosión de cortes	
<b>Recursos Hídricos</b>	Alteración del drenaje superficial	Construcción durante la estación seca, minimizar la erosión de la ribera del río, alteración mínima de corrientes de aguas naturales.
	Disminución de la calidad de agua	
	Contaminación de los cuerpos de agua por causa de los insumos utilizados durante la construcción.	Depositar los desechos de insumos en un lugar fuera de la zona del cause del río.
<b>Calidad del aire</b>	Contaminación del aire por polvo generado en construcción.	Uso de agua para minimizar la generación de polvo.
<b>Salud Humana</b>	Riesgos para la salud de los trabajadores	Desarrollar plan de seguridad e higiene.
	Generación de desechos sólidos derivados de las actividades de los trabajadores de la obra.	Hacer servicio sanitario provisional. Colocar toneles para la basura y para posterior disposición en zona adecuada.
<b>Vegetación y Fauna</b>	Remoción y afectación de cobertura vegetal	Utilizar la infraestructura existente para la instalación de los trabajadores. Separar la capa de material orgánico de la del material inerte. Disponer adecuadamente el material orgánico para su posible reutilización. Evitar el paso de maquinaria sobre el suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra. Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar.



Continuación

<b>Componente</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medida de mitigación</b>
<b>Población</b>	Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas	Evitar la interferencia entre el tráfico peatonal y/o vehicular y los frentes de trabajo. Disponer de rutas alternativas en fechas de importancia para la población.
	Incremento en los niveles de accidentes	Transportar el material de excavación sin superar la capacidad del vehículo de carga. Mantener una adecuada señalización en el área de la obra, en etapa de ejecución y operación. Instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajo. Controlar la velocidad de los vehículos y que éstos cuenten con alarma reversa.
<b>Paisaje</b>	Impacto Visual	Recuperar el espacio público afectado, una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas.
<b>Patrimonio Cultural</b>	Daño al patrimonio cultural	Suspender la obra, delimitar el área e informar a quien corresponda para una correcta evaluación; en eventualidad de encontrar hallazgos históricos y arqueológicos, una vez realizadas estas actividades, se puede continuar el trabajo.

### **3.18. Evaluación socioeconómica**

Al realizar el análisis económico de un proyecto se pueden tomar varios puntos de vista. Si se desea saber la rentabilidad del proyecto, el análisis tendría que ser desde el punto de vista del inversionista o en el caso del proyecto de alcantarillado sanitario del parcelamiento Velasquitos, asumir que el valor del proyecto es financiado y recuperado de alguna manera; es decir, se considera cuánto cuesta hacer el proyecto y que se obtiene con ello (ingresos). El costo de un proyecto es la suma del valor de los recursos o insumos que dicha obra ocupa durante su vida útil, y cuya aplicación se justifica sólo si a partir de la utilización de ellos se genera un beneficio directo o indirecto para toda la comunidad o parte de ella.

El alcantarillado sanitario también puede ser analizado desde el punto de vista social, comprendido por una inversión que se realiza por parte del gobierno de Guatemala, que al no ser recuperables, la atención se enfoca en la cantidad de beneficiarios que atenderá el proyecto.

#### **3.18.1. Valor presente neto (VPN)**

El valor presente neto, indica el valor real del dinero a través del tiempo; consiste en trasladar a una sola cantidad equivalente en el tiempo presente, los valores futuros y series de anualidades del flujo de efectivo de un proyecto.

Para el análisis del proyecto de alcantarillado sanitario en el parcelamiento Velasquitos, se asume una tasa de interés del 5%, debido a que el proyecto no es de carácter lucrativo, sino de carácter social, la tasa debe ser la más baja posible.

La municipalidad de Santa Lucía Cotzumalguapa pretende invertir Q 3,197,961.26 en la ejecución del proyecto del alcantarillado sanitario para el parcelamiento Velasquitos que consta de 205 casas, pretende tener un costo mensual por mantenimiento del sistema de Q 1,000.00. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida corresponde a un pago único de Q 100.00 por vivienda; también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q 5.00, por concepto de mantenimiento de fosa séptica. Suponiendo una tasa del 5% al final de los 30 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

#### **Datos del proyecto**

Costo total del proyecto	= Q 3,197,961.26
Costo mensual por mantenimiento por línea central	= Q 1000.00
Pago de instalación de acometidas por vivienda	= Q 100.00
Ingreso mensual de mantenimiento por vivienda	= Q 5.00
Tasa de interés (i)	= 5%
Vida útil del proyecto (n)	= 30 años.

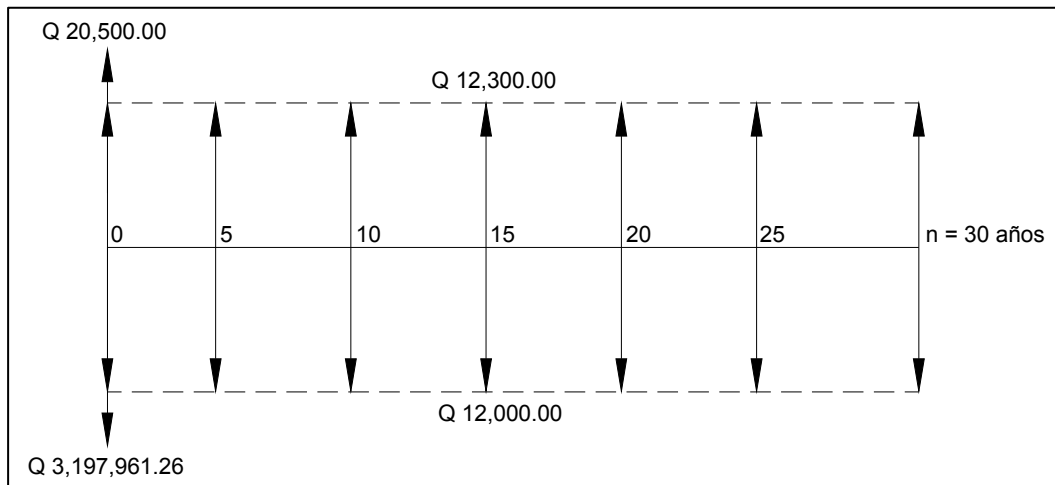
**Tabla XIII. Tabulación de datos de operación**

	<b>OPERACIÓN</b>	<b>RESULTADO</b>
Costo inicial		Q 3,197,961.26
Ingreso inicial	$(Q\ 100/viv) \cdot (205\ viv)$	Q 20,500.00
Costos anuales (A)	$(Q\ 1,000/viv) \cdot (12\ meses)$	Q 12,000.00
Ingreso anual (F)	$(Q\ 5/viv) \cdot (205\ viv) \cdot (12\ meses)$	Q 12,300.00
Vida útil, en años (n)		30 años

Para analizar este proyecto usamos el método de línea de tiempo ya que es fácil y práctico, situando los ingresos y egresos y trasladándolos posteriormente al valor presente, para este caso utilizamos una tasa de interés

del 5%. Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos, entonces se tiene que:

Figura 3. Diagrama de flujo efectivo



La anualidad se puede pasar al presente, a través del factor de serie uniforme valor presente, el cual es:

$$P = A \times \frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n}$$

$$P = (12,000) \times \frac{(1+0.05)^{30} - 1}{0.05 \times (1+0.05)^{30}}$$

$$P = 184,469.41$$

Además, el aporte comunitario por mantenimiento se convierte a un valor presente por medio del factor de pago único valor presente, de la siguiente manera:

$$P = F \times \frac{1}{(1+i)^n}$$

$$P = (12,300) \times \frac{1}{(1+0.05)^{30}}$$

$$P = 2,845.94$$

### **Cálculo del VPN**

$$\text{VPN} = -3,197,961.26 + 20,500.00 - 184,469.41 + 2,845.94$$

$$\text{VPN} = -3,359,084.73$$

Como el valor presente neto calculado es menor que cero, indica que el proyecto no genera ningún ingreso pero esto no quiere decir que no sea rentable, debido a que es un proyecto de inversión social que pretende que toda la comunidad se beneficie con un sistema de alcantarillado eficiente con el cual se va a mejorar el ambiente y la salud de los vecinos de parcelamiento Velasquitos. Con esto se logra reducir los gastos en el área de salud pública provenientes del estado.

### **3.18.2. Tasa interna de retorno**

Ésta es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, por tal razón no es posible su estimación debido a que la tasa de interés es muy alta.

### 3.19. Presupuesto del proyecto

#### 3.19.1. Costo del proyecto

El costo total del proyecto va a ser de Q. 3,197,961.26 (tres millones ciento noventa y siete mil novecientos sesenta y un quetzales con veintiséis centavos).

El metro lineal de drenaje sanitario tendrá un costo de Q 562.53 (quinientos sesenta y dos quetzales con cincuenta y tres centavos).

#### 3.19.2. Presupuesto Integrado

##### **PRESUPUESTO INTEGRADO**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
1	TRAZO Y REPLANTEO	5685.00	ml	Q 2.52	Q 14,328.03
2	EXCAVACION DE TIERRA	6796.79	m <sup>3</sup>	Q 42.57	Q 289,306.95
3	RELLENO Y COMPACTACION	6519.68	m <sup>3</sup>	Q 24.65	Q 160,721.36
4	RETIRO MATERIAL SOBRANTE	277.11	m <sup>3</sup>	Q 38.82	Q 10,757.88
5	POZOS DE VISITA	70.00	Unidad	Q 5,994.84	Q 419,638.48
6	LINEA DE CONDUCCION	5685.00	ml	Q 263.16	Q 1,496,049.78
7	CONEXION DOMICILIAR	205.00	Casa	Q 1,042.77	Q 213,766.90
8	FOSA SEPTICA	4.00	Unidad	Q 144,900.31	Q 579,601.24
9	POZO DE ABSORCION	1.00	Unidad	Q 13,790.64	Q 13,790.64
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 3,197,961.26</b>
<b>EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO ASCIENDE</b>					<b>Q 3,197,961.26</b>

**TRES MILLONES CIENTO NOVENTA Y SIETE MIL  
NOVECIENTOS SESENTA Y UN QUETZALES CON 26/100**

### 3.19.3. Precios unitarios

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



1	TRAZO Y REPLANTEO	5685.00	ml	Q	2.52	Q	14,328.03
---	-------------------	---------	----	---	------	---	-----------

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
-----	-------------	----------	--------	-------------	-------

MATERIALES Y HERRAMIENTA						
	Hilo Plástico	20.00	Rollo	Q	14.00	Q 280.00
	Cal Hidratada	25.00	Bolsa	Q	22.00	Q 550.00
	Cinta Métrica de 50 m	2.00	Unidad	Q	200.00	Q 400.00
	Metro de Mano de 5 m	5.00	Unidad	Q	30.00	Q 150.00
	Reglas de 2"x3"x10'	25.00	Unidad	Q	38.00	Q 950.00
	Clavo de 3"	10.00	Lb.	Q	5.00	Q 50.00
	Nivel de Mano	5.00	Unidad	Q	35.00	Q 175.00
	Alambre de Amarre	25.00	Lb.	Q	5.00	Q 125.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>						<b>Q 2,680.00</b>

EQUIPO Y MAQUINARIA						
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q	2,680.00	Q 268.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>						<b>Q 268.00</b>

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE						
	Viajes	1.00	Viaje	Q	200.00	Q 200.00
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>						<b>Q 200.00</b>

MANO DE OBRA						
	Mano de Obra Calificada	5685.00	ml	Q	1.00	Q 5,685.00
	Mano de Obra No Calificada	5685.00	ml	Q	0.40	Q 2,274.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>Q 7,959.00</b>

GASTOS INDIRECTOS						
	Fianzas	2.00	%	Q	11,107.00	Q 222.14
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q	11,107.00	Q 222.14
	Supervisión	10.00	%	Q	11,107.00	Q 1,110.70
	Utilidades	10.00	%	Q	11,107.00	Q 1,110.70
	Imprevistos	5.00	%	Q	11,107.00	Q 555.35
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q 3,221.03</b>

<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>						<b>Q 11,107.00</b>
---------------------------------	--	--	--	--	--	--------------------

<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q 3,221.03</b>
-----------------------------------	--	--	--	--	--	-------------------

<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>						<b>Q 14,328.03</b>
--------------------------------	--	--	--	--	--	--------------------

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
2	EXCAVACION DE TIERRA	6796.79	m <sup>3</sup>	Q 42.57	Q 289,306.95
<b>MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					
	Azadones	10.00	Unidad	Q 35.00	Q 350.00
	Palas	25.00	Unidad	Q 40.00	Q 1,000.00
	Piocha	25.00	Unidad	Q 70.00	Q 1,750.00
	Carretillas de Mano	25.00	Unidad	Q 250.00	Q 6,250.00
	Malla de Seguridad	8.00	Rollo	Q 680.00	Q 5,440.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 9,350.00</b>
<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>					
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q 9,350.00	Q 935.00
	Retroexcavadora	450.00	Hora	Q 400.00	Q 180,000.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 180,935.00</b>
<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					
					Q -
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					<b>Q -</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
	Mano de Obra Calificada	6796.79	m <sup>3</sup>	Q -	Q -
	Mano de Obra No Calificada	6796.79	m <sup>3</sup>	Q 5.00	Q 33,983.95
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 33,983.95</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS</b>					
	Fianzas	2.00	%	Q 224,268.95	Q 4,485.38
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q 224,268.95	Q 4,485.38
	Supervisión	10.00	%	Q 224,268.95	Q 22,426.90
	Utilidades	10.00	%	Q 224,268.95	Q 22,426.90
	Imprevistos	5.00	%	Q 224,268.95	Q 11,213.45
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 65,038.00</b>
<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>					<b>Q 224,268.95</b>
<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 65,038.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 289,306.95</b>



## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



3	RELLENO Y COMPACTACIÓN	6519.68	m <sup>3</sup>	Q	24.65	Q 160,721.36
---	------------------------	---------	----------------	---	-------	--------------

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
-----	-------------	----------	--------	-------------	-------

MATERIALES Y HERRAMIENTA					
	Azadones	10.00	Unidad	Q 35.00	Q 350.00
	Palas	15.00	Unidad	Q 40.00	Q 600.00
	Carretillas de Mano	10.00	Unidad	Q 250.00	Q 2,500.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 3,450.00</b>

EQUIPO Y MAQUINARIA					
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q 3,450.00	Q 345.00
	Vibro Apisonador	50.00	Día	Q 300.00	Q 15,000.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 15,345.00</b>

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE					
	Gasolina	200.00	Galón	Q 40.00	Q 8,000.00
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					<b>Q 8,000.00</b>

MANO DE OBRA					
	Mano de Obra Calificada	6519.68	m <sup>3</sup>	Q -	Q -
	Mano de Obra No Calificada	6519.68	m <sup>3</sup>	Q 15.00	Q 97,795.20
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 97,795.20</b>

GASTOS INDIRECTOS					
	Fianzas	2.00	%	Q 124,590.20	Q 2,491.80
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q 124,590.20	Q 2,491.80
	Supervisión	10.00	%	Q 124,590.20	Q 12,459.02
	Utilidades	10.00	%	Q 124,590.20	Q 12,459.02
	Imprevistos	5.00	%	Q 124,590.20	Q 6,229.51
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 36,131.16</b>

<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>					<b>Q 124,590.20</b>
---------------------------------	--	--	--	--	---------------------

<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 36,131.16</b>
-----------------------------------	--	--	--	--	--------------------

<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 160,721.36</b>
--------------------------------	--	--	--	--	---------------------

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



4	RETIRO MATERIAL SOBRANTE	277.11	m <sup>3</sup>	Q	38.82	Q	10,757.88
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL		
MATERIALES Y HERRAMIENTA							
	Palas	5.00	Unidad	Q 40.00	Q	Q	200.00
	Azadones	3.00	Unidad	Q 70.00	Q	Q	210.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>							<b>Q 210.00</b>
EQUIPO Y MAQUINARIA							
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q 210.00	Q	Q	21.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>							<b>Q 21.00</b>
TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE							
	Transporte	35.00	Viaje	Q 200.00	Q	Q	7,000.00
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>							<b>Q 7,000.00</b>
MANO DE OBRA							
	Mano de Obra Calificada	277.11	m <sup>3</sup>	Q -	Q	Q	-
	Mano de Obra No Calificada	277.11	m <sup>3</sup>	Q 4.00	Q	Q	1,108.44
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>							<b>Q 1,108.44</b>
GASTOS INDIRECTOS							
	Fianzas	2.00	%	Q 8,339.44	Q	Q	166.79
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q 8,339.44	Q	Q	166.79
	Supervisión	10.00	%	Q 8,339.44	Q	Q	833.94
	Utilidades	10.00	%	Q 8,339.44	Q	Q	833.94
	Imprevistos	5.00	%	Q 8,339.44	Q	Q	416.97
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>							<b>Q 2,418.44</b>
<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>						<b>Q 8,339.44</b>	
<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q 2,418.44</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>						<b>Q 10,757.88</b>	

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



5	POZOS DE VISITA	70.00	Unidad	Q	5,994.84	Q	419,638.48
---	-----------------	-------	--------	---	----------	---	------------

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
-----	-------------	----------	--------	-------------	-------

MATERIALES Y HERRAMIENTA						
	Cemento	1050.00	Saco	Q	53.00	Q 55,650.00
	Arena de Río	105.00	m <sup>3</sup>	Q	230.00	Q 24,150.00
	Piedrín	45.00	m <sup>3</sup>	Q	285.00	Q 12,825.00
	Hierro No. 6	91.00	Varilla	Q	150.00	Q 13,650.00
	Hierro No. 4	20.00	Quintal	Q	425.00	Q 8,500.00
	Hierro No. 3	12.00	Quintal	Q	425.00	Q 5,100.00
	Hierro No. 2	5.00	Quintal	Q	450.00	Q 2,250.00
	Alambre de Amarre	140.00	Lb.	Q	5.00	Q 700.00
	Tabla de 1"x12"x9'	8.00	Docena	Q	864.00	Q 6,912.00
	Párales de 3"x3"x9'	6.00	Docena	Q	612.00	Q 3,672.00
	Tendales de 4"x3"x9'	8.00	Docena	Q	816.00	Q 6,528.00
	Ladrillo Tayuyo 6.5x11x23 cm.	63210.00	Unidad	Q	1.95	Q 123,259.50

<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>						<b>Q 207,546.50</b>
---	--	--	--	--	--	---------------------

EQUIPO Y MAQUINARIA						
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q	207,546.50	Q 20,754.65

<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>						<b>Q 20,754.65</b>
---	--	--	--	--	--	--------------------

TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE						
	Transporte	100.00	Viaje	Q	200.00	Q 20,000.00

<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>						<b>Q 20,000.00</b>
---	--	--	--	--	--	--------------------

MANO DE OBRA						
	Mano de Obra Calificada	70.00	Unidad	Q	1,000.00	Q 70,000.00
	Mano de Obra No Calificada	70.00	Unidad	Q	100.00	Q 7,000.00

<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>Q 77,000.00</b>
-------------------------------	--	--	--	--	--	--------------------

GASTOS INDIRECTOS						
	Fianzas	2.00	%	Q	325,301.15	Q 6,506.02
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q	325,301.15	Q 6,506.02
	Supervisión	10.00	%	Q	325,301.15	Q 32,530.12
	Utilidades	10.00	%	Q	325,301.15	Q 32,530.12
	Imprevistos	5.00	%	Q	325,301.15	Q 16,265.06

<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q 94,337.33</b>
------------------------------------	--	--	--	--	--	--------------------

<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>						<b>Q 325,301.15</b>
---------------------------------	--	--	--	--	--	---------------------

<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q 94,337.33</b>
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--------------------

<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>						<b>Q 419,638.48</b>
--------------------------------	--	--	--	--	--	---------------------

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
6	LÍNEA DE CONDUCCION	5685.00	ml	Q 263.16	Q 1,496,049.78
<b>MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					
	Tubería PVC de 8" 118 PSI	276.00	Unidad	Q 493.00	Q 136,068.00
	Tubería PVC de 6" 118 PSI	672.00	Unidad	Q 401.00	Q 269,472.00
	Solvente PVC	8.00	Galón	Q 590.00	Q 4,720.00
	Thiner	20.00	Galón	Q 58.40	Q 1,168.00
	Wipe	100.00	Lb.	Q 7.84	Q 784.00
	Brochas de 3"	15.00	Unidad	Q 13.34	Q 200.10
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 276,344.10</b>
<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>					
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q 276,344.10	Q 27,634.41
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 27,634.41</b>
<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					
	Transporte	15.00	Viaje	Q 200.00	Q 3,000.00
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					<b>Q 3,000.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
	Mano de Obra Calificada	5685.00	ml	Q 125.00	Q 710,625.00
	Mano de Obra No Calificada	5685.00	ml	Q 25.00	Q 142,125.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 852,750.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS</b>					
	Fianzas	2.00	%	Q 1,159,728.51	Q 23,194.57
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q 1,159,728.51	Q 23,194.57
	Supervisión	10.00	%	Q 1,159,728.51	Q 115,972.85
	Utilidades	10.00	%	Q 1,159,728.51	Q 115,972.85
	Imprevistos	5.00	%	Q 1,159,728.51	Q 57,986.43
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 336,321.27</b>
<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>					<b>Q 1,159,728.51</b>
<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 336,321.27</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 1,496,049.78</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



7	CONEXION DOMICILIAR	205.00	Casa	Q	1,042.77	Q 213,766.90
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD		COSTO/UNIT.	TOTAL
<b>MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>						
	Tubería de Concreto de 12"	205.00	Unidad	Q	100.00	Q 20,500.00
	Tubería PVC de 4" 80 PSI	205.00	Unidad	Q	140.50	Q 28,802.50
	Cemento	257.00	Saco	Q	53.00	Q 13,621.00
	Arena	21.00	m³	Q	230.00	Q 4,830.00
	Piedrín	31.00	m³	Q	285.00	Q 8,835.00
	Hierro No. 2	18.00	Quintal	Q	450.00	Q 8,100.00
	Hierro No. 3	8.00	Quintal	Q	425.00	Q 3,400.00
	Alambre de Amarre	103.00	Lb.	Q	5.00	Q 515.00
	Clavo de 3"	30.00	Lb.	Q	5.00	Q 150.00
	Tabla de 1"x12"x9'	8.00	Docena	Q	864.00	Q 6,912.00
	Silleta Yee de 8"x4"	68.00	Unidad	Q	349.38	Q 23,757.84
	Silleta Yee de 6"x4"	137.00	Unidad	Q	242.61	Q 33,237.57
	Codo 4" 90°	15.00	Unidad	Q	28.75	Q 431.25
	Codo 4" 45°	15.00	Unidad	Q	22.00	Q 330.00
	Solvente PVC	8.00	Galón	Q	590.50	Q 4,724.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>						<b>Q 137,646.16</b>
<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>						
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q	137,646.16	Q 13,764.62
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>						<b>Q 13,764.62</b>
<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>						
	Transporte	10.00	Viaje	Q	200.00	Q 2,000.00
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>						<b>Q 2,000.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>						
	Mano de Obra Calificada	205.00	Casa	Q	50.00	Q 10,250.00
	Mano de Obra No Calificada	205.00	Casa	Q	10.00	Q 2,050.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>Q 12,300.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS</b>						
	Fianzas	2.00	%	Q	165,710.78	Q 3,314.22
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q	165,710.78	Q 3,314.22
	Supervisión	10.00	%	Q	165,710.78	Q 16,571.08
	Utilidades	10.00	%	Q	165,710.78	Q 16,571.08
	Imprevistos	5.00	%	Q	165,710.78	Q 8,285.54
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q 48,056.13</b>
<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>						<b>Q 165,710.78</b>
<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q 48,056.13</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>						<b>Q 213,766.90</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



8	FOSA SÉPTICA	4.00	Unidad	Q 144,900.31	Q 579,601.24
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
<b>MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					
	Block de 0.19x0.19x0.39 m	3150.00	Unidad	Q 4.50	Q 14,175.00
	Block de 0.14x0.19x0.39 m	688.00	Unidad	Q 3.50	Q 2,408.00
	Cemento	892.00	Saco	Q 53.00	Q 47,276.00
	Arena	60.55	m³	Q 230.00	Q 13,926.50
	Piedrín	72.15	m³	Q 285.00	Q 20,562.75
	Hierro No. 3	58.00	Quintal	Q 425.00	Q 24,650.00
	Hierro No. 4	50.00	Quintal	Q 425.00	Q 21,250.00
	Electromalla 6x6 - 3/3	30.00	Unidad	Q 600.00	Q 18,000.00
	Alambre de Amarre	378.00	Lb.	Q 5.00	Q 1,890.00
	Clavo de 3"	65.00	Lb.	Q 5.00	Q 325.00
	Tabla de 1"x12"x10'	40.00	Docena	Q 960.00	Q 38,400.00
	Parales de 3"x3"x10'	24.00	Docena	Q 675.00	Q 16,200.00
	Regla de 2"x3"x10'	7.00	Docena	Q 450.00	Q 3,150.00
	Ladrillo Tayuyo 6.5x14x29 cm	447.00	Unidad	Q 1.95	Q 871.65
	Tubería PVC de 6" 118 PSI	9.00	Unidad	Q 401.00	Q 3,609.00
	Codo PVC 6" 90°	4.00	Unidad	Q 150.00	Q 600.00
	Codo PVC 6" 45°	16.00	Unidad	Q 200.00	Q 3,200.00
	Tee PVC 6"	8.00	Unidad	Q 200.00	Q 1,600.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 232,093.90</b>
<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>					
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q 232,093.90	Q 23,209.39
	Retroexcavadora	320.00	Hora	Q 450.00	Q 144,000.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>					<b>Q 167,209.39</b>
<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					
	Transporte	50.00	Viaje	Q 200.00	Q 10,000.00
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>					<b>Q 10,000.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
	Mano de Obra Calificada	4.00	Unidad	Q 6,500.00	Q 26,000.00
	Mano de Obra No Calificada	4.00	Unidad	Q 3,500.00	Q 14,000.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 40,000.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS</b>					
	Fianzas	2.00	%	Q 449,303.29	Q 8,986.07
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q 449,303.29	Q 8,986.07
	Supervisión	10.00	%	Q 449,303.29	Q 44,930.33
	Utilidades	10.00	%	Q 449,303.29	Q 44,930.33
	Imprevistos	5.00	%	Q 449,303.29	Q 22,465.16
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 130,297.95</b>
<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>					<b>Q 449,303.29</b>
<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>					<b>Q 130,297.95</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q 579,601.24</b>

## PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



9	POZO DE ABSORCION	1.00	Unidad	Q	13,790.64	Q	13,790.64
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD		COSTO/UNIT.		TOTAL
<b>MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>							
	Cemento	22.00	Saco	Q	53.00	Q	1,166.00
	Arena	2.00	m³	Q	230.00	Q	460.00
	Piedrín	0.50	m³	Q	285.00	Q	142.50
	Ladrillo Tayuyo 6.5x11x23 cm	2686.00	Unidad	Q	1.95	Q	5,237.70
	Hierro No. 2	2.00	Varilla	Q	16.00	Q	32.00
	Hierro No. 3	6.00	Varilla	Q	35.00	Q	210.00
	Alambre de Amarre	2.00	Lb.	Q	5.00	Q	10.00
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>						<b>Q</b>	<b>6,082.20</b>
<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>							
	Herramienta Menor 10%	10.00	%	Q	6,082.20	Q	608.22
<b>SUB-TOTAL MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>						<b>Q</b>	<b>608.22</b>
<b>TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>							
	Transporte	5.00	Viaje	Q	200.00	Q	1,000.00
<b>SUB-TOTAL TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE</b>						<b>Q</b>	<b>1,000.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>							
	Mano de Obra Calificada	1.00	Unidad	Q	1,950.00	Q	1,950.00
	Mano de Obra No Calificada	1.00	Unidad	Q	1,050.00	Q	1,050.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>Q</b>	<b>3,000.00</b>
<b>GASTOS INDIRECTOS</b>							
	Fianzas	2.00	%	Q	10,690.42	Q	213.81
	Gastos Administrativos	2.00	%	Q	10,690.42	Q	213.81
	Supervisión	10.00	%	Q	10,690.42	Q	1,069.04
	Utilidades	10.00	%	Q	10,690.42	Q	1,069.04
	Imprevistos	5.00	%	Q	10,690.42	Q	534.52
<b>SUB-TOTAL GASTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q</b>	<b>3,100.22</b>
<b>TOTAL DE GASTOS DIRECTOS</b>						<b>Q</b>	<b>10,690.42</b>
<b>TOTAL DE GASTOS INDIRECTOS</b>						<b>Q</b>	<b>3,100.22</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>						<b>Q</b>	<b>13,790.64</b>

### 3.19.4. Cronograma de avance físico financiero

#### CRONOGRAMA DE AVANCE FISICO Y FINANCIERO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMIN RAMÍREZ RIAN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



DESCRIPCION	MESES						
	1	2	3	4	5	6	7
Trazo y Replanteo							
Excavación de Tierra							
Relleno y Compactación							
Retiro Material Sobrante							
Pozos de Visita							
Línea de Conducción							
Conexión Domiciliar							
Fosa Séptica							
Pozo de Absorción							
<b>AVANCE FISICO</b>							
<b>PORCENTAJE MENSUAL</b>	8%	16%	15%	16%	20%	15%	10%
<b>PORCENTAJE MENSUAL ACUMULADO</b>	8%	25%	39%	56%	75%	90%	100%
<b>AVANCE FINANCIERO</b>							
<b>INVERSION MENSUAL</b>	Q 185,728.71	Q 523,378.42	Q 588,664.56	Q 682,010.63	Q 650,421.39	Q 450,196.56	Q 117,560.98
<b>INVERSION MENSUAL ACUMULADA</b>	Q 185,728.71	Q 709,107.13	Q 1,297,771.69	Q 1,979,782.32	Q 2,630,203.71	Q 3,080,400.28	Q 3,197,961.26





## CONCLUSIONES

1. Observando la problemática que tienen las comunidades del municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa y luego de un diagnóstico de los servicios básicos de los que carecen estas comunidades, se hizo un estudio detallado para diseñar con mayor certeza, los proyectos de drenaje sanitario y pavimentación, se diseñaron aprovechando todas las características favorables que presenta el terreno y utilizando todos los parámetros técnicos de diseño, con el objetivo que éstos funcionen adecuadamente, cubran las necesidades de la población y sean económicamente posibles.
2. El beneficio que obtendrá la comunidad de El Naranjo con la pavimentación de sus calles y avenidas será el mejorar la circulación de vehículos y peatones, con lo que se continuará con el desarrollo de infraestructura de este micro parcelamiento y así mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector.
3. Con la construcción del alcantarillado sanitario, en el parcelamiento Velasquitos, se estará beneficiando directamente a la población; se eliminarán los focos de contaminación y proliferación de enfermedades, se evitará el mal aspecto que ocasionan las aguas negras que corren a flor de tierra, y se generará así un mejor desarrollo físico y mental de los pobladores.



## RECOMENDACIONES

1. La Oficina Municipal de Planificación deberá exigir el cumplimiento de las especificaciones contenidas en los planos a la entidad ejecutora de ambos proyectos.
2. Tener un plan de limpieza de cunetas para el proyecto de pavimentación, antes de la época de invierno, ya que si éstas se encuentran obstruidas con basura es difícil que el agua pluvial evacue por ellas, lo cual puede traer como consecuencia taponamientos, inundaciones y asolvamientos en el lugar.
3. Una vez terminado el proyecto del drenaje sanitario, se sugiere tener un plan de limpieza para el sistema de alcantarillado, el cual debe realizarse por lo menos dos veces al año, ya que el objetivo es evitar la acumulación de sedimentos en las tuberías, colectores y pozos de visita, así como de basura o material que perjudique el buen funcionamiento del sistema y por ende pueda producir un colapso del servicio de la red sanitaria.
4. Actualizar los precios presentados en los presupuestos, antes de su construcción, porque están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
5. Dar prioridad a los proyectos de agua potable, drenajes, energía eléctrica y pavimentación, para cubrir las necesidades básicas de la población.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera Riepele, Ricardo Antonio. Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2. Tesis Ing. Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989, 133pp.
2. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, República de Guatemala. **Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes**. Guatemala 2001.
3. Gálvez Gonzáles, Nestor Daniel. Diseño de pavimento rígido para el caserío Navidad, aldea Las Lagunas y diseño del alcantarillado sanitario para el cantón El Centro, aldea La Federación, San Marcos, San Marcos. Trabajo de graduación Ingeniería Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 161 pp.
4. INFOM. **Normas generales para diseños de alcantarillados**. Guatemala 2001. 30pp.
5. Paz Valenzuela, Jorge Raúl. Diseño de pavimento rígido para la aldea El Rosario y drenaje sanitario para el micro parcelamiento El Naranjo, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Trabajo de graduación Ingeniería Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 119 pp.
6. Portland Cement Association (PCA). **Design of concrete pavement for city streets**. USA 1974.



## **APÉNDICE**

1. Ensayos de laboratorio de suelos
2. Diseño de curvas horizontales
3. Diseño de curvas verticales
4. Cálculos hidráulicos del drenaje sanitario.
5. Tablas de relaciones hidráulicas.
6. Planos





## Figura 4. Análisis granulométrico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



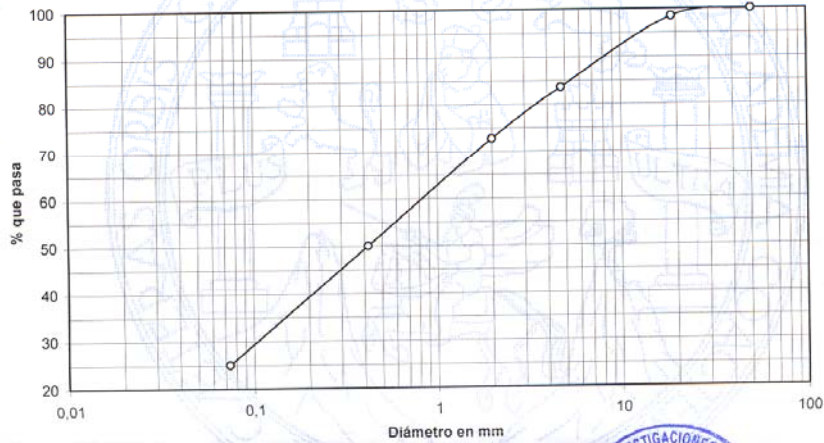
INFORME No. 488 S.S. O.T.: 22,301

Interesado: Abner Benjamín Ramírez Rián  
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.  
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11  
 Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Procedencia: El Naranjo, municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla  
 Fecha: 14 de noviembre de 2007  
 Banco No. 1

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50,8	100,00
3/4"	19,00	98,44
4	4,76	83,59
10	2,00	72,66
40	0,42	50,00
200	0,074	25,00

% de Grava: 16,41  
 % de Arena: 58,59  
 % de Finos: 25,00



Descripción del suelo: Arena limosa color café con grava  
 Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-1-b  
 Observaciones:

Atentamente,

Vo. Bo.  
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez  
 DIRECTOR CII/USAC



*Omar Enrique Medrano Méndez*  
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos





## Figura 5. Ensayo de límites de Atterberg



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No. 489 S. S.      O.T.: 22,301

Interesado: Abner Benjamín Ramírez Rián  
Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Banco No: 1  
Ubicación: El Naranjo, municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla

FECHA: 14 de noviembre de 2007

**RESULTADOS:**

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	0	0	SM	Arena limosa color café con grava


(\*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el personal del laboratorio

Atentamente,



Vo. Bo.

  
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
 DIRECTOR CII/USAC

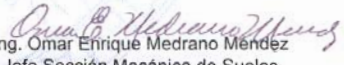
  
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



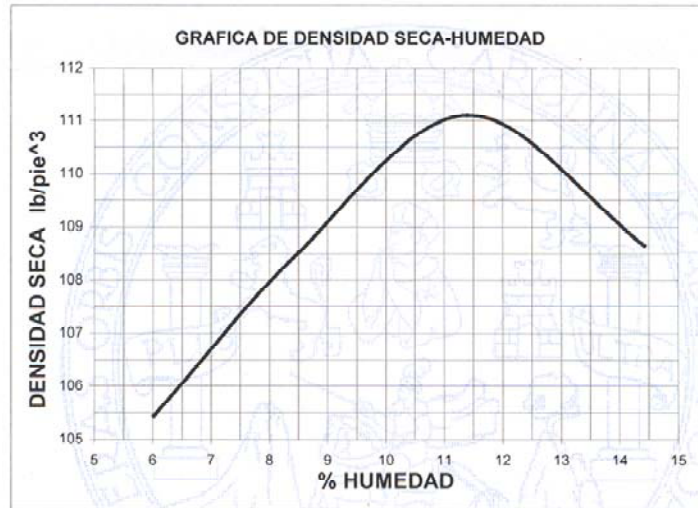
Figura 6. Ensayo de compactación



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 486S.S. O.T.: 22,301  
 Interesado: Abner Benjamín Ramírez Rián  
 Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: ( ) Norma:  
 Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180  
 Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS  
 Ubicación: El Naranjo, municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla  
 Fecha: 14 de noviembre de 2007



Banco No. 1  
 Descripción del suelo: Arena limosa color café con grava  
 Densidad seca máxima  $\gamma_{d, max}$ : 1780 Kg/m<sup>3</sup> 111,1 lb/ft<sup>3</sup>  
 Humedad óptima Hop.: 11,4 %  
 Observaciones:

Atentamente,



Vo. Bo.:

*[Signature]*  
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
 DIRECTOR CII/USAC

*[Signature]*  
 Ing. Omar Enrique Médrano Méndez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



Figura 7. Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)

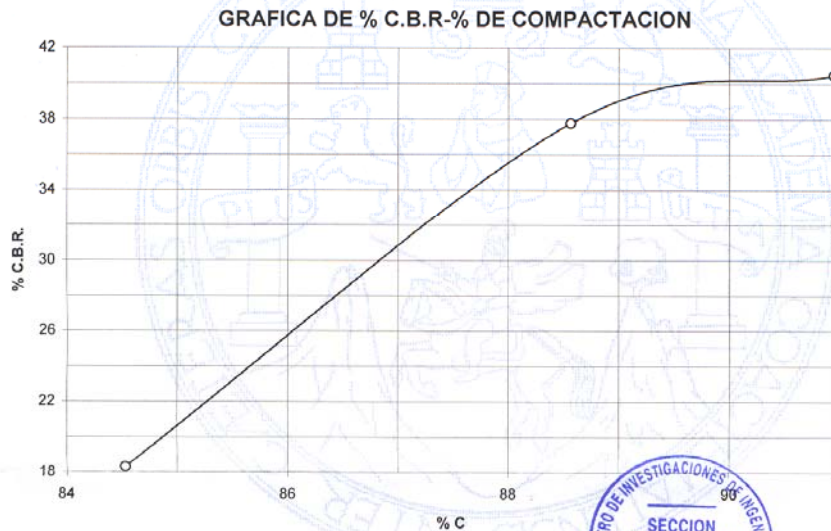


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 487 S.S. O.T.: 22,301  
 Interesado: Abner Benjamín Ramírez Rián  
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193  
 Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS  
 Ubicación: El Naranjo, municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla  
 Descripción del suelo: Arena limosa color café con grava  
 Banco No.: 1  
 Fecha: 14 de noviembre de 2007

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	$\gamma_d$ (Lb/pie <sup>3</sup> )			
1	10	11,40	93,9	84,5	0,89	18,3
2	30	11,40	98,4	88,6	1,02	37,8
3	65	11,40	101,0	90,9	0,96	40,5



Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
DIRECTOR CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos







Tabla XIV. Diseño de curvas horizontales



**CUADRO DE DISEÑO DE CURVAS HORIZONTALES**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO

CURVA No.	DIRECCIÓN	DELTA ( $\Delta$ )	RADIO	SUB TANGENTE	EXTERNAL	G	L.C.	P.C.	P.I.	P.T.
1	IZQUIERDA	58.07°	9.008	5.000	1.295	127°	9.13	0+005.150	0+009.715	0+014.219
2	IZQUIERDA	40.65°	22.623	8.380	1.502	51°	16.051	0+049.806	0+057.832	0+065.857
3	DERECHA	15.98°	59.685	8.380	0.585	19°	16.651	0+065.857	0+074.183	0+082.508
4	DERECHA	74.32°	26.388	20.000	6.723	43°	37.234	0+097.663	0+114.783	0+131.893
5	DERECHA	28.65°	19.577	5.000	0.628	58°	9.790	0+022.162	0+027.057	0+031.952
6	DERECHA	50.53°	12.712	6.000	1.345	90°	1.211	0+062.080	0+067.686	0+073.291
7	DERECHA	28.77°	19.493	5.000	0.631	59°	9.788	0+090.220	0+95.114	0+100.008

## CUADRO DE DISEÑO DE CURVAS VERTICALES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO



Tabla XV. Diseño de curvas verticales

CURVA No.	FORMA DE CURVA	ELEVACION			PENDIENTE DE ENTRADA	PENDIENTE DE SALIDA	CURVA CORREGIDA			DELTA $\Delta$	LCV	O.M.
		PCV	PIV	PTV			PCV	PIV	PTV			
1	Convexa	99.632	100.032	99.382	4.00%	-6.50%	99.632	99.769	99.382	6.01°	20.00	-0.263
2	Convexa	97.825	97.175	95.850	-6.50%	-13.25%	97.825	97.006	95.850	3.83°	20.00	-0.169
3	Cóncava	89.000	85.685	85.318	-13.25%	-1.47%	89.000	86.422	85.318	6.71°	50.00	0.737
4	Convexa	83.330	83.040	82.040	-1.47%	-5.00%	83.330	82.860	82.040	2.03°	40.00	-0.180
5	Cóncava	79.640	78.890	78.459	-5.00%	-2.87%	79.64	78.970	78.459	1.22°	30.00	0.080
6	Cóncava	89.511	88.611	88.216	-9.00%	-3.95%	89.511	88.737	88.216	2.88°	20.00	0.126
7	Convexa	82.075	81.970	81.545	-1.05%	-4.25%	82.075	81.89	81.545	1.83°	20.00	-0.080
8	Cóncava	80.695	80.270	80.170	-4.25%	-1.00%	80.695	80.351	80.17	1.86°	20.00	0.081
9	Convexa	79.370	79.270	78.922	-1.00%	-3.48%	79.37	79.208	78.922	1.42°	20.00	-0.062
10	Cóncava	86.214	85.714	85.464	-5.00%	-2.50%	86.214	85.776	85.464	1.43°	20.00	0.062
11	Cóncava	81.838	81.438	81.338	-4.00%	-1.00%	81.838	81.513	81.338	1.72°	20.00	0.075
12	Convexa	84.701	84.789	84.439	0.88%	-3.50%	84.701	84.679	84.439	2.51°	20.00	-0.110
13	Cóncava	82.164	81.639	81.487	-3.50%	-1.01%	82.164	81.732	81.487	1.42°	30.00	0.093
14	Cóncava	84.409	84.209	84.334	-2.00%	1.25%	84.409	84.29	84.334	1.86°	20.00	0.081
15	Cóncava	89.840	88.500	88.380	0.00%	-2.67	89.84	88.805	88.380	15.05°	9.00	0.305
16	Convexa	85.704	86.060	85.783	0.85%	1.20%	85.704	85.902	85.783	1.57°	46.20	-0.158
17	Cóncava	83.435	82.509	82.456	-9.26%	-0.51%	83.435	82.727	82.456	4.97°	20.00	0.218
18	Cóncava	82.746	82.844	83.518	0.98%	6.74%	82.746	82.988	83.518	3.29°	20.00	0.144
19	Convexa	83.518	84.360	84.396	6.74%	0.37%	83.518	84.159	84.396	4.85°	19.00	-0.201
20	Cóncava	81.616	81.863	82.551	2.47%	6.88%	81.616	81.973	82.551	2.52°	20.00	0.110
21	Convexa	82.551	83.239	83.302	6.88%	0.63%	82.551	83.083	83.302	3.57°	20.00	-0.156
22	Convexa	80.400	80.897	80.983	3.31%	0.57%	80.400	80.794	80.983	1.57°	30.00	-0.103
23	Cóncava	81.356	81.414	82.009	0.57%	5.95%	81.356	81.548	82.009	3.07°	20.00	0.134
24	Convexa	76.884	77.429	77.488	5.45%	0.59%	76.884	77.307	77.488	2.78°	20.00	-0.122

Continuación Tabla XV.



**CUADRO DE DISEÑO DE CURVAS VERTICALES**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**EPS INGENIERÍA CIVIL**  
**EPESISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN**  
**MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA**  
**PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA MICROPARCELAMIENTO EL NARANJO**

CURVA No.	FORMA DE CURVA	ELEVACION			PENDIENTE DE ENTRADA	PENDIENTE DE SALIDA	CURVA CORREGIDA			DELTA $\Delta$	LCV	O.M.
		PCV	PIV	PTV			PCV	PIV	PTV			
25	Cóncava	78.054	78.113	78.342	0.59%	2.29%	78.054	78.156	78.342	0.97°	20.00	0.043
26	Convexa	80.937	81.166	80.870	2.29%	-2.96%	80.937	81.035	80.870	3.00°	20.00	-0.131
27	Cóncava	86.070	86.180	87.933	1.10%	17.53%	86.070	86.590	87.933	9.31°	20.00	0.410
28	Convexa	90.562	93.192	94.451	17.53%	8.39%	90.562	92.849	94.451	5.15°	30.00	-0.343
29	Cóncava	96.970	98.228	100.926	8.39%	17.98%	96.970	98.588	100.926	5.40°	30.00	0.360
30	Convexa	100.926	103.354	103.526	17.98%	1.27%	100.926	102.79	103.526	9.47°	27.00	-0.564
31	Convexa	111.930	113.300	113.440	19.57%	2.00%	111.930	112.99	113.440	9.93°	14.00	-0.310
32	Cóncava	113.440	113.580	114.120	2.00%	7.71%	113.440	113.680	114.120	3.27°	14.00	0.100
33	Convexa	90.520	92.640	93.290	19.27%	5.91%	90.520	92.270	93.290	7.53°	22.00	-0.370
34	Cóncava	94.300	94.340	94.760	0.40%	4.20%	94.30	94.435	94.760	2.17°	20.00	0.095
35	Convexa	100.205	100.750	100.902	10.84%	3.04%	100.205	100.65	100.902	4.48°	10.00	-0.100
36	Cóncava	100.902	101.057	102.313	3.04%	25.12%	100.902	101.332	102.313	12.32°	10.00	0.275
37	Convexa	102.313	103.570	103.758	25.12%	3.76%	102.313	103.303	103.758	11.96°	10.00	-0.267

# CUADRO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPSISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



DATOS	
Dotación	120 lt/h/d
Período de Diseño	31 años
Habitantes / Vivienda	6
Tasa de Crecimiento	3.50%
Factor de Caudal Medio	0.003

Tabla XVI. Hoja de cálculo hidráulico

DATOS DEL PROYECTO														DISEÑO			
DE PV	A	COTAS TERRENO		DH mts.	S(%) TERRENO	No. CASAS		HAB. ACT.		HAB. FUT.		Fqm		FACT. HARM.		Od (Lts/seg)	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
1	2	1000.09	1000.00	80	0.11	4	4	24	24	70	70	0.003	0.003	4.369	4.283	0.3146	0.8994
2	3	1000.00	998.73	100	1.27	0	4	0	24	0	70	0.003	0.003	4.369	4.283	0.3146	0.8994
3	4	998.73	993.23	100	5.50	1	5	6	30	17	87	0.003	0.003	4.355	4.259	0.3919	1.1242
4	5	993.23	989.17	70	5.80	1	6	6	36	17	105	0.003	0.003	4.341	4.238	0.4689	1.3349
5	6	989.17	988.99	100	0.18	6	12	36	72	105	209	0.003	0.003	4.280	4.141	0.9245	2.6084
6	7	988.99	988.81	100	0.18	6	18	36	108	105	314	0.003	0.003	4.234	4.070	1.3719	3.8339
7	8	988.81	988.69	70	0.18	2	20	12	120	35	349	0.003	0.003	4.221	4.050	1.5196	4.2399
9	10	989.98	989.34	63	1.02	6	6	36	36	105	105	0.003	0.003	4.341	4.238	0.4689	1.3349
10	8	989.34	988.69	63	1.03	3	9	18	54	52	157	0.003	0.003	4.308	4.185	0.6979	1.9709
8	11	988.69	986.64	100	2.05	2	31	12	186	35	540	0.003	0.003	4.159	3.957	2.3209	6.4212
11	12	986.64	984.58	100	2.06	2	33	12	198	35	575	0.003	0.003	4.150	3.942	2.4649	6.8115
12	13	984.58	982.53	100	2.05	3	36	18	216	52	627	0.003	0.003	4.136	3.921	2.6799	7.3876
13	14	982.53	981.40	55	2.05	1	37	6	222	17	645	0.003	0.003	4.131	3.915	2.7514	7.5751
14	15	981.40	980.27	55	2.05	1	38	6	228	17	662	0.003	0.003	4.127	3.908	2.8227	7.7731
16	17	983.54	982.29	75	1.67	2	2	12	12	35	35	0.003	0.003	4.407	4.344	0.1586	0.4561
17	18	982.29	981.04	75	1.67	2	4	12	24	35	70	0.003	0.003	4.369	4.283	0.3146	0.8994
18	15	981.04	980.27	70	1.10	2	6	12	36	35	105	0.003	0.003	4.341	4.238	0.4689	1.3349

**CUADRO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**EPS INGENIERÍA CIVIL**  
**EPSISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN**  
**MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA**  
**PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS**



**DISEÑO**

DE PV	A	DIAM. (Pig.)	S(%)	COEF. "n"	SECCIÓN LLENA		q/Q		v/V		d/D		v (ms./s)		TIRANTE	
					V (m/s)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
1	2	6	1.35	0.010	1.32	24.00	0.013110	0.037479	0.348007	0.477526	0.080	0.132	0.46	0.63	0.48	0.79
2	3	6	1.05	0.010	1.16	21.16	0.014865	0.042498	0.361764	0.495268	0.085	0.140	0.42	0.57	0.51	0.84
3	4	6	4.70	0.010	2.45	44.78	0.008753	0.025107	0.307527	0.421146	0.066	0.108	0.75	1.03	0.396	0.65
4	5	6	5.75	0.010	2.71	49.53	0.009467	0.026953	0.313504	0.430901	0.068	0.112	0.85	1.17	0.408	0.67
5	6	6	0.65	0.010	0.91	16.65	0.055519	0.156644	0.535578	0.727376	0.159	0.267	0.49	0.66	0.954	1.60
6	7	6	0.60	0.010	0.88	16.00	0.085754	0.239645	0.609553	0.821148	0.197	0.333	0.53	0.72	1.182	2.00
7	8	6	0.50	0.010	0.80	14.60	0.104050	0.290322	0.645433	0.865127	0.217	0.368	0.52	0.69	1.302	2.21
9	10	6	1.05	0.010	1.16	21.16	0.022155	0.063074	0.406216	0.555851	0.102	0.169	0.47	0.64	0.612	1.01
10	8	6	1.00	0.010	1.13	20.65	0.033789	0.095428	0.461593	0.629526	0.125	0.208	0.52	0.71	0.75	1.25
8	11	6	1.00	0.010	1.13	20.65	0.112374	0.310900	0.660967	0.881694	0.226	0.382	0.75	1.00	1.356	2.29
11	12	6	2.00	0.010	1.60	29.21	0.084389	0.233202	0.607708	0.814556	0.196	0.328	0.97	1.30	1.176	1.97
12	13	6	2.00	0.010	1.60	29.21	0.091751	0.252927	0.622332	0.832815	0.204	0.342	1.00	1.33	1.224	2.05
13	14	6	2.00	0.010	1.60	29.21	0.094197	0.259345	0.627735	0.839188	0.207	0.347	1.01	1.34	1.242	2.08
14	15	6	2.00	0.010	1.60	29.21	0.096639	0.266124	0.631312	0.845485	0.209	0.352	1.01	1.35	1.254	2.11
16	17	6	1.70	0.010	1.48	26.93	0.005891	0.016936	0.273304	0.375193	0.055	0.090	0.40	0.55	0.33	0.54
17	18	6	1.70	0.010	1.48	26.93	0.011683	0.033399	0.3339	0.461593	0.075	0.125	0.49	0.68	0.45	0.75
18	15	6	1.10	0.010	1.19	21.66	0.021646	0.061624	0.403692	0.553851	0.101	0.168	0.48	0.66	0.606	1.01

Continuación Tabla XVI

## CUADRO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPSISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



MOVIMIENTO DE TIERRA								
DE PV	A PV	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. m <sup>3</sup>	RELLENO m <sup>3</sup>
		SALIDA	ENTRADA	INICIO	FINAL			
1	2	998.89	997.81	1.20	2.19	0.60	82.72	79.90
2	3	997.78	996.73	2.22	2.00	0.60	128.96	124.63
3	4	996.70	992.00	2.03	1.23	0.60	100.17	96.05
4	5	991.97	987.95	1.26	1.22	0.60	53.67	50.96
5	6	987.92	987.27	1.25	1.73	0.60	90.89	87.64
6	7	987.24	986.64	1.76	2.18	0.60	120.09	116.27
7	8	986.61	986.26	2.21	2.43	0.60	100.03	96.26
9	10	988.78	988.12	1.20	1.22	0.60	47.03	44.52
10	8	988.09	987.46	1.25	1.23	0.60	48.34	45.78
8	11	986.23	985.23	2.46	1.41	0.60	119.08	114.46
11	12	985.20	983.20	1.44	1.39	0.60	86.62	83.16
12	13	983.17	981.17	1.42	1.36	0.60	85.05	81.63
13	14	981.14	980.04	1.39	1.36	0.60	47.09	44.51
14	15	980.01	978.91	1.39	1.36	0.60	47.11	44.53
16	17	982.34	981.07	1.20	1.23	0.60	55.92	53.19
17	18	981.04	979.76	1.26	1.28	0.60	58.46	55.67
18	15	979.73	978.96	1.31	1.31	0.60	56.50	53.74

**CUADRO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPSISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



DATOS	
Dotación	120 lt/h/d
Período de Diseño	31 años
Habitantes / Vivienda	6
Tasa de Crecimiento	3.50%
Factor de Caudal Medio	0.003

DATOS DEL PROYECTO														DISEÑO			
DE PV	A	COTAS TERRENO		DH mts.	S(%) TERRENO	No. CASAS		HAB. ACT.		HAB. FUT.		Fqm		FACT. HARM.		Od (Lts/seg)	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
19	20	991.01	985.79	55	9.50	1	1	6	6	17	17	0.003	0.003	4.434	4.388	0.0798	0.2369
20	21	985.79	980.56	55	9.50	2	3	12	18	35	52	0.003	0.003	4.386	4.311	0.2369	0.6852
21	22	980.56	981.20	100	(0.64)	2	5	12	30	35	87	0.003	0.003	4.355	4.259	0.3919	1.1242
22	23	981.20	980.73	90	0.52	2	7	12	42	35	122	0.003	0.003	4.329	4.219	0.5455	1.5564
23	15	980.73	980.27	90	0.51	1	8	6	48	17	139	0.003	0.003	4.318	4.201	0.6218	1.7643
15	24	980.27	978.55	100	1.72	2	54	12	324	35	941	0.003	0.003	4.064	3.817	3.9502	10.7857
24	25	978.55	976.84	100	1.72	3	57	18	342	52	994	0.003	0.003	4.054	3.802	4.1590	11.3366
25	26	976.84	975.12	100	1.72	3	60	18	360	52	1046	0.003	0.003	4.043	3.787	4.3670	11.8846
26	27	975.12	973.75	80	1.72	2	62	12	372	35	1081	0.003	0.003	4.037	3.778	4.5052	12.2518
28	27	974.37	973.75	100	0.62	4	4	24	24	70	70	0.003	0.003	4.369	4.283	0.3146	0.8994
27	29	973.75	973.49	36	0.72	0	66	0	396	0	1150	0.003	0.003	4.024	3.760	4.7808	12.9826
30	31	974.14	974.34	70	(0.29)	5	5	30	30	87	87	0.003	0.003	4.355	4.259	0.3919	1.1242
32	33	975.96	975.15	70	1.16	3	3	18	18	52	52	0.003	0.003	4.386	4.311	0.2369	0.6852
33	31	975.15	974.34	70	1.16	3	6	18	36	52	105	0.003	0.003	4.341	4.238	0.4689	1.3349
31	34	974.34	974.51	85	(0.20)	2	13	12	78	35	227	0.003	0.003	4.272	4.128	0.9995	2.8108
34	35	974.51	974.69	85	(0.21)	2	15	12	90	35	261	0.003	0.003	4.256	4.103	1.1491	3.2249



**CUADRO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPISITA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RÍAN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMAL GUAPA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



**DISEÑO**

DE PV	A	DIAM. (Pig.)	S(%) TUBO	COEF. "n" DE TUBO	SECCIÓN LLENA		q/Q		v/V		d/D		v (ms./s)		TIRANTE	
					V (m/s)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
19	20	6	9.50	0.010	3.49	63.66	0.001254	0.003721	0.167398	0.232842	0.026	0.043	0.58	0.81	0.156	0.26
20	21	6	9.50	0.010	3.49	63.66	0.003721	0.010764	0.236362	0.325255	0.044	0.072	0.82	1.14	0.264	0.43
21	22	6	8.80	0.010	1.01	18.47	0.060856	0.401157	0.549834	0.100	0.166	0.41	0.56	0.6	1.00	
22	23	6	0.60	0.010	0.88	16.00	0.034098	0.097286	0.463893	0.631312	0.126	0.209	0.41	0.55	0.756	1.25
23	15	6	0.60	0.010	0.88	16.00	0.038869	0.110279	0.482007	0.655830	0.134	0.223	0.42	0.58	0.804	1.34
15	24	6	0.50	0.010	0.80	14.60	0.270482	0.738528	0.849226	1.093425	0.355	0.638	0.68	0.88	2.13	3.83
24	25	6	1.20	0.010	1.24	22.62	0.183823	0.501070	0.761771	1.000000	0.290	0.500	0.94	1.24	1.74	3.00
25	26	6	1.70	0.010	1.48	26.93	0.162166	0.441333	0.735019	0.968735	0.272	0.465	1.09	1.43	1.632	2.79
26	27	6	1.70	0.010	1.48	26.93	0.167300	0.454970	0.741066	0.976157	0.276	0.473	1.09	1.44	1.656	2.84
28	27	6	1.00	0.010	1.13	20.65	0.015232	0.043547	0.364475	0.497452	0.086	0.141	0.41	0.56	0.516	0.85
27	29	6	0.70	0.010	0.95	17.28	0.276665	0.751305	0.854172	1.097383	0.359	0.646	0.81	1.04	2.154	3.88
30	31	6	0.80	0.010	1.01	18.47	0.021216	0.060856	0.401157	0.549834	0.100	0.166	0.41	0.56	0.6	1.00
32	33	6	1.30	0.010	1.29	23.55	0.010059	0.029098	0.319412	0.440505	0.070	0.116	0.41	0.57	0.42	0.70
33	31	6	1.30	0.010	1.29	23.55	0.019911	0.056686	0.393487	0.539682	0.097	0.161	0.51	0.70	0.582	0.97
31	34	6	0.50	0.010	0.80	14.60	0.068442	0.192465	0.571638	0.771863	0.177	0.297	0.46	0.62	1.062	1.78
34	35	6	0.50	0.010	0.80	14.60	0.078680	0.220819	0.594644	0.801131	0.189	0.318	0.48	0.64	1.134	1.91

Continuación Tabla XVI

## CUADRO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPSISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



MOVIMIENTO DE TIERRA								
DE PV	A PV	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. m <sup>3</sup>	RELLENO m <sup>3</sup>
		SALIDA	ENTRADA	INICIO	FINAL			
19	20	989.81	984.59	1.20	1.20	0.60	40.96	38.60
20	21	984.56	979.33	1.23	1.23	0.60	41.98	39.59
21	22	979.30	978.50	1.26	2.70	0.60	120.23	116.98
22	23	978.47	977.93	2.73	2.80	0.60	152.40	147.67
23	15	977.90	977.36	2.83	2.91	0.60	158.18	153.34
15	24	977.33	976.83	2.94	1.72	0.60	143.25	138.10
24	25	976.80	975.60	1.75	1.24	0.60	91.76	87.95
25	26	975.57	973.87	1.27	1.25	0.60	77.06	73.81
26	27	973.84	972.48	1.28	1.27	0.60	62.71	59.80
28	27	973.17	972.17	1.20	1.58	0.60	84.76	81.58
27	29	972.14	971.89	1.61	1.60	0.60	36.51	34.03
30	31	972.94	972.38	1.20	1.96	0.60	67.72	65.08
32	33	974.76	973.85	1.20	1.30	0.60	53.86	51.22
33	31	973.82	972.91	1.33	1.43	0.60	59.46	56.68
31	34	972.35	971.93	1.99	2.58	0.60	118.91	115.11
34	35	971.90	971.47	2.61	3.22	0.60	151.75	147.24

**CUADRO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPISITA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



DATOS	
Dotación	120 lt/h/d
Período de Diseño	31 años
Habitantes / Vivienda	6
Tasa de Crecimiento	3.50%
Factor de Caudal Medio	0.003

DATOS DEL PROYECTO														DISEÑO					
DE PV	A	COTAS TERRENO		DH mts.	S(%) TERRENO	No. CASAS		HAB. ACT.		HAB. FUT.		Fqm		FACT. HARM.		Od (Lts/seg)			
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
36	35	976.45	974.69	100	1.76	4	4	24	24	70	70	0.003	0.003	4.369	4.283	0.3146	0.8994		
35	37	974.69	974.09	70	0.86	1	20	6	120	17	349	0.003	0.003	4.221	4.050	1.5196	4.2399		
37	29	974.09	973.49	70	0.86	0	20	0	120	0	349	0.003	0.003	4.221	4.050	1.5196	4.2399		
29	38	973.49	972.42	80	1.34	0	86	0	516	0	1499	0.003	0.003	3.967	3.680	6.1411	16.5479		
38	39	972.42	971.35	80	1.34	0	86	0	516	0	1499	0.003	0.003	3.967	3.680	6.1411	16.5479		
39	40	971.35	970.27	80	1.34	0	86	0	516	0	1499	0.003	0.003	3.967	3.680	6.1411	16.5479		
40	41	970.27	969.20	80	1.34	0	86	0	516	0	1499	0.003	0.003	3.967	3.680	6.1411	16.5479		
42	43	968.89	968.99	80	(0.13)	4	4	24	24	70	70	0.003	0.003	4.369	4.283	0.3146	0.8994		
43	44	968.99	969.09	80	(0.13)	2	6	12	36	35	105	0.003	0.003	4.341	4.238	0.4689	1.3349		
44	41	969.09	969.20	80	(0.14)	2	8	12	48	35	139	0.003	0.003	4.318	4.201	0.6218	1.7643		
41	45	969.20	967.70	80	1.87	4	98	24	588	70	1708	0.003	0.003	3.937	3.638	6.9448	18.6514		
45	46	967.70	966.21	80	1.87	6	104	36	624	105	1813	0.003	0.003	3.923	3.619	7.3435	19.6813		
46	47	966.21	964.71	80	1.87	8	112	48	672	139	1952	0.003	0.003	3.905	3.594	7.8719	21.0560		
47	48	964.71	963.66	80	1.31	3	115	18	690	52	2004	0.003	0.003	3.898	3.585	8.0692	21.5634		
48	49	963.66	962.61	80	1.31	5	120	30	720	87	2092	0.003	0.003	3.887	3.571	8.3969	22.4086		
50	51	961.16	961.74	100	(0.58)	7	7	42	42	122	122	0.003	0.003	4.329	4.219	0.5455	1.5564		
51	52	961.74	962.03	50	(0.58)	5	12	30	72	87	209	0.003	0.003	4.280	4.141	0.9245	2.6084		
52	49	962.03	962.61	100	(0.58)	3	15	18	90	52	261	0.003	0.003	4.256	4.103	1.1491	3.2249		

**CUADRO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPISITA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



**DISEÑO**

DE PV	A	DIAM. (Pig.)	S(%) TUBO	COEF. "n" DE TUBO	SECCIÓN LLENA		q/Q		v/V		d/D		v (ms./s)		TIRANTE	
					V (m/s)	Q (L/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
36	35	6	1.80	0.010	1.52	27.71	0.011354	0.032458	0.331034	0.456967	0.074	0.123	0.50	0.69	0.444	0.74
35	37	6	0.50	0.010	0.80	14.60	0.104050	0.290322	0.645433	0.865127	0.217	0.368	0.52	0.69	1.302	2.21
37	29	6	0.50	0.010	0.80	14.60	0.104050	0.290322	0.645433	0.865127	0.217	0.368	0.52	0.69	1.302	2.21
29	38	6	1.00	0.010	1.13	20.65	0.297341	0.801214	0.871109	1.111171	0.373	0.677	0.99	1.26	2.238	4.06
38	39	6	1.00	0.010	1.13	20.65	0.297341	0.801214	0.871109	1.111171	0.373	0.677	0.99	1.26	2.238	4.06
39	40	6	1.00	0.010	1.13	20.65	0.297341	0.801214	0.871109	1.111171	0.373	0.677	0.99	1.26	2.238	4.06
40	41	6	1.00	0.010	1.13	20.65	0.297341	0.801214	0.871109	1.111171	0.373	0.677	0.99	1.26	2.238	4.06
42	43	6	1.00	0.010	1.13	20.65	0.015232	0.043547	0.364475	0.497452	0.086	0.141	0.41	0.56	0.516	0.85
43	44	6	0.70	0.010	0.95	17.28	0.027134	0.077250	0.433316	0.590864	0.113	0.187	0.41	0.56	0.678	1.12
44	41	6	0.60	0.010	0.88	16.00	0.038869	0.110279	0.482007	0.655830	0.134	0.223	0.42	0.58	0.804	1.34
41	45	8	0.50	0.010	0.97	31.45	0.220806	0.593010	0.802488	1.042190	0.319	0.554	0.78	1.01	2.552	4.43
45	46	8	0.50	0.010	0.97	31.45	0.233481	0.625754	0.814556	1.055312	0.328	0.573	0.79	1.02	2.624	4.58
46	47	8	1.80	0.010	1.84	59.68	0.131910	0.352838	0.692597	0.913154	0.245	0.410	1.27	1.68	1.96	3.28
47	48	8	1.30	0.010	1.56	50.72	0.159108	0.425188	0.730444	0.959224	0.269	0.455	1.14	1.50	2.152	3.64
48	49	8	1.30	0.010	1.56	50.72	0.165571	0.441853	0.73956	0.968735	0.275	0.465	1.16	1.51	2.2	3.72
50	51	6	0.60	0.010	0.88	16.00	0.034098	0.097286	0.463893	0.631312	0.126	0.209	0.41	0.55	0.756	1.25
51	52	6	0.40	0.010	0.72	13.06	0.070773	0.199683	0.577464	0.778967	0.180	0.302	0.41	0.56	1.08	1.81
52	49	6	0.35	0.010	0.67	12.22	0.094041	0.263930	0.627735	0.842975	0.207	0.350	0.42	0.56	1.242	2.10

Continuación Tabla XVI

## CUADRO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPSISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



MOVIMIENTO DE TIERRA								
DE PV	A PV	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. m³	RELLENO m³
		SALIDA	ENTRADA	INICIO	FINAL			
36	35	975.25	973.45	1.20	1.24	0.60	74.56	71.38
35	37	971.44	971.09	3.25	3.00	0.60	134.93	129.97
37	29	971.06	970.71	3.03	2.78	0.60	125.44	120.73
29	38	970.68	969.88	2.81	2.54	0.60	131.52	126.88
38	39	969.85	969.05	2.57	2.29	0.60	119.67	115.30
39	40	969.02	968.22	2.32	2.05	0.60	107.69	103.60
40	41	968.19	967.39	2.08	1.81	0.60	95.78	91.96
42	43	967.69	966.89	1.20	2.10	0.60	80.56	77.74
43	44	966.86	966.30	2.13	2.79	0.60	120.49	116.62
44	41	966.27	965.79	2.82	3.41	0.60	152.71	148.06
41	45	965.74	965.34	3.46	2.36	0.60	143.68	137.17
45	46	965.31	964.91	2.39	1.30	0.60	91.29	85.99
46	47	964.88	963.44	1.33	1.27	0.60	63.84	59.74
47	48	963.41	962.37	1.30	1.29	0.60	63.63	59.57
48	49	962.34	961.30	1.32	1.31	0.60	64.61	60.53
50	51	959.96	959.36	1.20	2.38	0.60	108.76	105.58
51	52	959.33	959.13	2.41	2.90	0.60	82.38	78.74
52	49	959.10	958.75	2.93	3.86	0.60	207.01	201.88

**CUADRO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPSISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



DATOS	
Dotación	120 lt/h/d
Período de Diseño	31 años
Habitantes / Vivienda	6
Tasa de Crecimiento	3.50%
Factor de Caudal Medio	0.003

DATOS DEL PROYECTO														DISEÑO			
DE PV	A	COTAS TERRENO		DH mts.	S(%) TERRENO	No. CASAS		HAB. ACT.		HAB. FUT.		Fqm		FACT. HARM.		Od (Lts/seg)	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	LOCAL	ACUM	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.
49	53	962.61	960.88	100	1.73	7	142	42	852	122	2475	0.003	0.003	3.844	3.512	9.8247	26.0862
53	54	960.88	959.14	100	1.74	11	153	66	918	192	2667	0.003	0.003	3.824	3.485	10.5303	27.8860
55	56	958.53	958.83	80	(0.38)	10	10	60	60	174	174	0.003	0.003	4.298	4.169	0.7736	2.1885
57	54	958.83	959.14	80	(0.38)	10	20	60	120	174	349	0.003	0.003	4.221	4.050	1.5196	4.2399
54	57	959.14	957.66	100	1.48	3	176	18	1056	52	3068	0.003	0.003	3.785	3.434	11.9897	31.6076
57	58	957.66	956.18	100	1.48	4	180	24	1080	70	3137	0.003	0.003	3.778	3.426	12.2414	32.2499
58	59	956.18	954.51	100	1.67	2	182	12	1092	35	3172	0.003	0.003	3.775	3.422	12.3670	32.5703
59	60	954.51	952.83	100	1.68	0	182	0	1092	0	3172	0.003	0.003	3.775	3.422	12.3670	32.5703
60	61	952.83	951.36	100	1.47	2	184	12	1104	35	3207	0.003	0.003	3.772	3.418	12.4925	32.8901
61	62	951.36	950.16	82	1.46	3	187	18	1122	52	3259	0.003	0.003	3.767	3.412	12.6804	33.3643
63	64	949.64	949.90	80	(0.32)	5	5	30	30	87	87	0.003	0.003	4.355	4.259	0.3919	1.1242
64	62	949.90	950.16	80	(0.32)	3	8	18	48	52	139	0.003	0.003	4.318	4.201	0.6218	1.7643
62	65	950.16	949.11	72	1.45	1	196	6	1176	17	3416	0.003	0.003	3.754	3.394	13.2424	34.7895
65	66	949.11	948.07	72	1.45	0	196	0	1176	0	3416	0.003	0.003	3.754	3.394	13.2424	34.7895
66	67	948.07	947.02	72	1.45	1	197	6	1182	17	3434	0.003	0.003	3.752	3.392	13.3046	34.9433
67	68	947.02	944.16	90	3.18	4	201	24	1206	70	3503	0.003	0.003	3.746	3.384	13.5533	35.5751
68	69	944.16	941.29	90	3.18	2	203	12	1218	35	3538	0.003	0.003	3.743	3.381	13.6775	35.8903
69	70	941.29	940.34	75	1.27	2	205	12	1230	35	3573	0.003	0.003	3.740	3.377	13.8015	36.2051

**CUADRO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPISITA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RÍAN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMAL GUAPA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



**DISEÑO**

DE PV	A	DIAM. (Pig.)	S(%) TUBO	COEF. "n" DE TUBO	SECCIÓN LLENA		q/Q		v/V		d/D		v (ms./s)		TIRANTE		
					V (m/s)	Q (l/s)	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.
49	53	8	0.50	0.010	0.97	31.45	0.312370	0.829394	1.117666	0.882856	1.117666	0.383	0.694	0.86	1.08	3.064	5.55
53	54	8	1.00	0.010	1.37	44.48	0.236743	0.626933	1.055312	0.815821	1.055312	0.331	0.573	1.12	1.45	2.648	4.58
55	56	6	0.60	0.010	0.88	16.00	0.048358	0.136798	0.699064	0.514669	0.699064	0.149	0.249	0.45	0.61	0.894	1.49
57	54	6	0.50	0.010	0.80	14.60	0.104050	0.290322	0.865127	0.645433	0.865127	0.217	0.368	0.52	0.69	1.302	2.21
54	57	8	1.00	0.010	1.37	44.48	0.269552	0.710603	1.085023	0.847982	1.085023	0.354	0.622	1.16	1.49	2.832	4.98
57	58	8	1.70	0.010	1.79	57.99	0.211077	0.556082	1.025878	0.791539	1.025878	0.311	0.532	1.42	1.83	2.488	4.26
58	59	8	1.00	0.010	1.37	44.48	0.278035	0.732245	1.091899	0.855401	1.091899	0.360	0.635	1.17	1.50	2.88	5.08
59	60	8	1.00	0.010	1.37	44.48	0.278035	0.732245	1.091899	0.855401	1.091899	0.360	0.635	1.17	1.50	2.88	5.08
60	61	8	1.50	0.010	1.68	54.48	0.229318	0.603747	1.046430	0.810563	1.046430	0.325	0.560	1.36	1.76	2.6	4.48
61	62	8	1.50	0.010	1.68	54.48	0.232768	0.612452	1.049896	0.814556	1.049896	0.328	0.565	1.37	1.76	2.624	4.52
63	64	6	0.80	0.010	1.01	18.47	0.021216	0.060856	0.401157	0.549834	0.401157	0.100	0.166	0.41	0.56	0.6	1.00
64	62	6	0.60	0.010	0.88	16.00	0.038869	0.110279	0.482007	0.655830	0.482007	0.134	0.223	0.42	0.58	0.804	1.34
62	65	8	1.00	0.010	1.37	44.48	0.297715	0.782139	1.106128	0.872297	1.106128	0.374	0.665	1.20	1.52	2.992	5.32
65	66	8	1.00	0.010	1.37	44.48	0.297715	0.782139	1.106128	0.872297	1.106128	0.374	0.665	1.20	1.52	2.992	5.32
66	67	8	1.00	0.010	1.37	44.48	0.299115	0.785595	1.106995	0.872297	1.106995	0.374	0.667	1.20	1.52	2.992	5.34
67	68	8	3.00	0.010	2.38	77.04	0.175922	0.461765	0.979807	0.751507	0.979807	0.283	0.477	1.79	2.33	2.264	3.82
68	69	8	3.00	0.010	2.38	77.04	0.177533	0.465856	0.981616	0.754458	0.981616	0.285	0.479	1.79	2.33	2.28	3.83
69	70	8	1.00	0.010	1.37	44.48	0.310285	0.813963	1.114323	0.881694	1.114323	0.382	0.685	1.21	1.53	3.056	5.48

Continuación Tabla XVI

## CUADRO DE DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EPS INGENIERÍA CIVIL

EPSISTA: ABNER BENJAMÍN RAMÍREZ RIÁN

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO PARA PARCELAMIENTO VELASQUITOS



MOVIMIENTO DE TIERRA								
DE PV	A PV	COTA INVERT		PROF. POZO		ANCHO ZANJA (m)	EXC. m <sup>3</sup>	RELLENO m <sup>3</sup>
		SALIDA	ENTRADA	INICIO	FINAL			
49	53	958.70	958.20	3.91	2.68	0.60	201.99	194.32
53	54	958.17	957.17	2.71	1.97	0.60	143.32	137.02
55	56	957.33	956.85	1.20	1.98	0.60	77.79	74.98
57	54	956.82	956.42	2.01	2.72	0.60	115.91	112.18
54	57	956.37	955.37	2.77	2.29	0.60	154.94	148.57
57	58	955.34	953.64	2.32	2.54	0.60	148.44	142.57
58	59	953.61	952.61	2.57	1.90	0.60	136.91	130.76
59	60	952.58	951.58	1.93	1.25	0.60	97.48	92.06
60	61	951.55	950.05	1.28	1.31	0.60	79.15	74.46
61	62	950.02	948.79	1.34	1.37	0.60	68.18	64.01
63	64	948.44	947.80	1.20	2.10	0.60	80.56	77.74
64	62	947.77	947.29	2.13	2.87	0.60	122.41	118.54
62	65	947.24	946.52	2.92	2.59	0.60	122.39	116.75
65	66	946.49	945.77	2.62	2.30	0.60	109.24	103.94
66	67	945.74	945.02	2.33	2.00	0.60	96.09	91.12
67	68	944.99	942.29	2.03	1.87	0.60	107.50	102.28
68	69	942.26	939.56	1.90	1.73	0.60	100.05	94.99
69	70	939.53	938.78	1.76	1.56	0.60	76.69	72.27



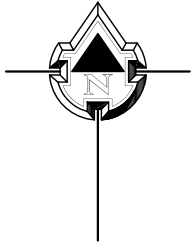
Tabla XVII. Relaciones hidráulicas de una alcantarilla de sección circular

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0050	0.00600	0.050	0.000030	0.1000	0.05204	0.401	0.020868
0.0075	0.00110	0.074	0.000081	0.1025	0.05396	0.408	0.022016
0.0100	0.00167	0.088	0.000147	0.1050	0.05584	0.414	0.023118
0.0125	0.02370	0.103	0.000244	0.1075	0.05783	0.420	0.024289
0.0150	0.00310	0.116	0.000360	0.1100	0.05986	0.426	0.025500
0.0175	0.00391	0.129	0.000504	0.1125	0.06186	0.432	0.026724
0.0200	0.00477	0.141	0.000672	0.1150	0.06388	0.439	0.028043
0.0225	0.00569	0.152	0.000865	0.1175	0.06591	0.444	0.029264
0.0250	0.00665	0.163	0.001084	0.1200	0.06797	0.450	0.030587
0.0275	0.00768	0.174	0.001336	0.1225	0.07005	0.456	0.031943
0.0300	0.00874	0.184	0.001608	0.1250	0.07214	0.463	0.033401
0.0325	0.00985	0.194	0.001911	0.1275	0.07426	0.468	0.034754
0.0350	0.01100	0.203	0.002233	0.1300	0.07640	0.473	0.036137
0.0375	0.01219	0.212	0.002584	0.1325	0.07855	0.479	0.037625
0.0400	0.01342	0.221	0.002233	0.1350	0.08071	0.484	0.039064
0.0425	0.01468	0.230	0.003376	0.1375	0.08289	0.490	0.040616
0.0450	0.01599	0.239	0.003822	0.1400	0.08509	0.495	0.042120
0.0475	0.01732	0.248	0.004295	0.1425	0.08732	0.501	0.043747
0.0500	0.01870	0.256	0.004787	0.1450	0.08954	0.507	0.045697
0.0525	0.02010	0.264	0.005306	0.1475	0.09129	0.511	0.046649
0.0550	0.02154	0.273	0.005880	0.1500	0.09406	0.517	0.048629
0.0575	0.02300	0.281	0.006463	0.1525	0.09638	0.522	0.050310
0.0600	0.02449	0.289	0.007078	0.1550	0.09864	0.528	0.052082
0.0625	0.02603	0.297	0.007731	0.1575	0.10095	0.533	0.053806
0.0650	0.02758	0.305	0.008412	0.1600	0.10328	0.538	0.055563
0.0675	0.02916	0.312	0.009098	0.1650	0.10796	0.548	0.059162
0.0700	0.03078	0.320	0.009850	0.1700	0.11356	0.560	0.063594
0.0725	0.03231	0.327	0.010565	0.1750	0.11754	0.568	0.066765
0.0750	0.03407	0.334	0.011379	0.1800	0.12241	0.577	0.070630
0.0775	0.03576	0.341	0.012194	0.1850	0.12733	0.587	0.074743
0.0800	0.03747	0.348	0.013040	0.1900	0.13229	0.696	0.078845
0.0825	0.03922	0.355	0.013923	0.1950	0.13725	0.605	0.083036
0.0850	0.04098	0.361	0.014794	0.2000	0.14238	0.615	0.087564
0.0875	0.04277	0.368	0.015739	0.2050	0.14750	0.624	0.091040
0.0900	0.04459	0.375	0.016721	0.2100	0.15266	0.633	0.096634
0.0925	0.04642	0.381	0.017918	0.2150	0.15786	0.644	0.101662
0.0950	0.04827	0.388	0.018729	0.2200	0.16312	0.651	0.106191
0.0975	0.05011	0.393	0.019690	0.2250	0.16840	0.659	0.110976

Continuación Tabla XVII

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2300	0.14356	0.669	0.116112	0.6000	0.62646	1.072	0.641570
0.2350	0.17913	0.676	0.121092	0.6100	0.63892	1.078	0.688760
0.2400	0.18455	0.684	0.126232	0.6200	0.65131	1.083	0.705370
0.2450	0.19000	0.692	0.131480	0.6300	0.66363	1.089	0.722690
0.2500	0.19552	0.702	0.137260	0.6400	0.67593	1.094	0.739470
0.2600	0.20660	0.716	0.147930	0.6500	0.68770	1.098	0.755100
0.2700	0.21784	0.730	0.159020	0.6600	0.70053	1.104	0.773390
0.2800	0.22921	0.747	0.171220	0.6700	0.71221	1.108	0.789130
0.2900	0.24070	0.761	0.183170	0.6800	0.72413	1.112	0.805230
0.3000	0.25232	0.776	0.195800	0.6900	0.73596	1.116	0.821330
0.3100	0.26403	0.790	0.208580	0.7000	0.74769	1.120	0.837410
0.3200	0.24587	0.804	0.221800	0.7100	0.75957	1.124	0.853760
0.3300	0.28786	0.817	0.235160	0.7200	0.77079	1.126	0.867910
0.3400	0.29978	0.830	0.248820	0.7300	0.78216	1.130	0.883840
0.3500	0.31230	0.843	0.263270	0.7400	0.79340	1.132	0.897340
0.3600	0.32411	0.856	0.277440	0.7500	0.80450	1.134	0.912300
0.3700	0.33637	0.868	0.291970	0.7600	0.81544	1.136	0.926340
0.3800	0.34828	0.879	0.306490	0.7700	0.82623	1.137	0.939420
0.3900	0.36108	0.891	0.321720	0.7800	0.83688	1.139	0.953210
0.4000	0.34354	0.902	0.336930	0.7900	0.85101	1.140	0.970150
0.4100	0.38604	0.913	0.352460	0.8000	0.86760	1.140	0.989060
0.4200	0.39858	0.921	0.367090	0.8100	0.87759	1.140	1.000450
0.4300	0.40890	0.934	0.381910	0.8200	0.87759	1.140	1.000450
0.4400	0.42379	0.943	0.399630	0.8300	0.88644	1.139	1.009650
0.4500	0.43645	0.955	0.416810	0.8400	0.89672	1.139	1.021400
0.4600	0.44913	0.964	0.432960	0.8500	0.90594	1.138	1.031000
0.4700	0.46178	0.973	0.449310	0.8600	0.91491	1.136	1.047400
0.4800	0.47454	0.983	0.466470	0.8700	0.92361	1.134	1.047400
0.4900	0.48742	0.991	0.483030	0.8800	0.93202	1.131	1.054100
0.5000	0.50000	1.000	0.500000	0.8900	0.94014	1.128	1.060300
0.5100	0.51258	1.009	0.517190	0.9000	0.94796	1.124	1.065500
0.5200	0.52546	1.016	0.533870	0.9100	0.95541	1.120	1.070100
0.5300	0.53822	1.023	0.550600	0.9200	0.96252	1.116	1.074200
0.5400	0.55087	1.029	0.566850	0.9300	0.96922	1.109	1.074900
0.5500	0.56355	1.033	0.582150	0.9400	0.97554	1.101	1.074100
0.5600	0.57621	1.049	0.604440	0.9500	0.98130	1.094	1.073500
0.5700	0.58882	1.058	0.622970	0.9600	0.96658	1.086	1.071400
0.5800	0.60142	1.060	0.637500	0.9700	0.99126	1.075	1.065600
0.5900	0.61396	1.066	0.654880	0.9800	0.99522	1.062	1.058900





**LIBRETA TOPOGRAFICA  
MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO**

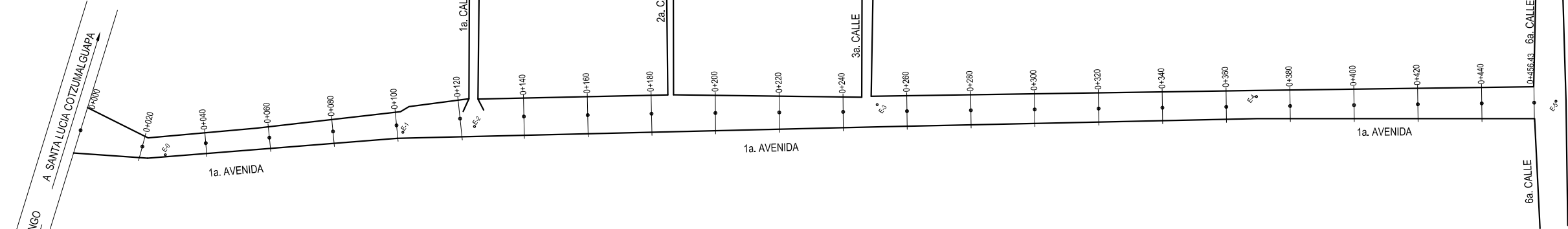
Estación	P.O.	Azmut	Distancia (mts)
E-0	Norte	00°00'00"	0.00
E-0	E-1	138°25'30"	74.71
E-1	E-2	139°12'10"	25.50
E-2	E-3	140°44'25"	126.30
E-3	E-4	142°37'20"	118.80
E-4	E-5	144°44'08"	93.80
E-5	E-6	53°22'52"	47.00
E-6	E-7	53°24'33"	114.19
E-7	E-8	323°02'28"	65.80
E-8	E-9	54°02'28"	33.30
E-8	E-10	235°17'09"	53.00
E-10	E-11	323°25'40"	84.10
E-11	E-12	328°42'10"	64.20
E-12	E-13	322°07'50"	61.25
E-2	E-14	54°06'57"	69.40
E-12	E-15	51°21'10"	46.50
E-15	E-16	53°19'42"	25.50
E-16	E-17	52°11'14"	24.00
E-17	E-18	142°36'30"	33.00
E-18	E-19	53°07'10"	19.80
E-19	E-20	142°34'25"	51.10
E-15	E-21	322°50'25"	55.75
E-21	E-22	55°01'25"	60.20
E-22	E-23	358°20'47"	43.84
E-23	E-24	327°37'42"	30.55
E-24	E-25	04°50'52"	49.15
E-25	E-26	47°53'35"	28.95
E-23	E-27	39°27'17"	28.50
E-27	E-28	48°50'25"	31.65
E-28	E-29	160°06'08"	83.80

**Nomenclatura**

0+000	Caminamiento en metros
E - 0	Estación Topografica
	Puente
	Dirección de la Via
	Línea de caminamiento eje central

**PLANTA GENERAL  
MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO**  
ESCALA: 1:1,250

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2007	
	<b>MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA ESCUINTLA</b>	
DISEÑO: <b>ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN</b> DISEÑO: <b>ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN</b> DISEÑO: <b>ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN</b> ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO 2008	PROYECTO: <b>PAVIMENTACIÓN MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO</b>	
	PLANO DE: <b>PLANTA GENERAL MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO</b>	
ESPECISTA: <b>ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN</b> REVISÓ: <b>Inga. Chrsta Classon de Pinto</b>	CARNET: <b>2001-17348</b>	
	<b>HOJA # 1/8</b>	

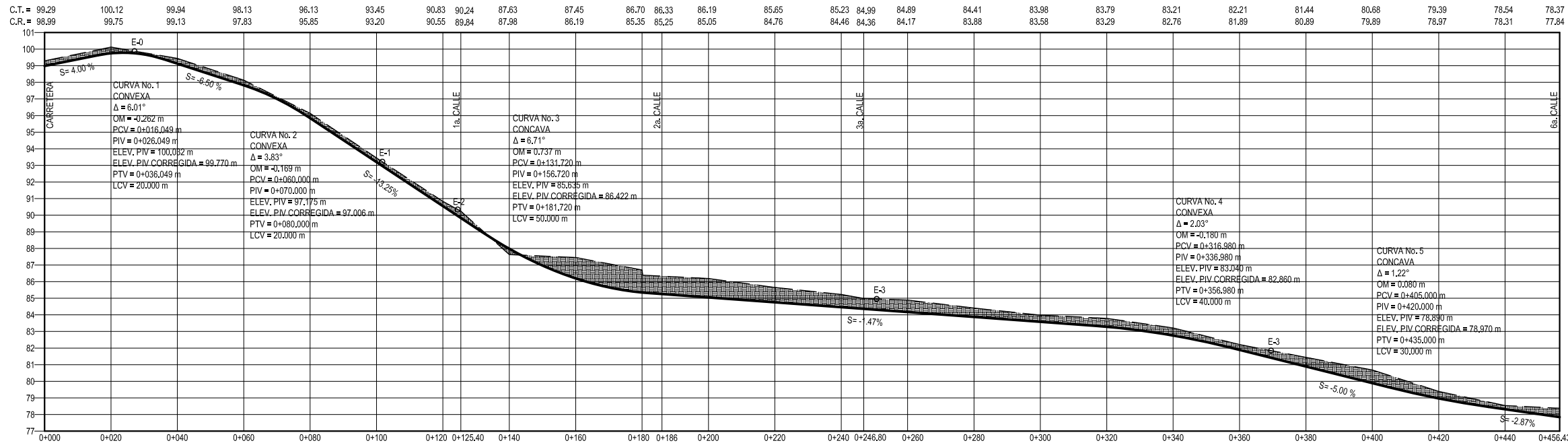


**PLANTA 1a. AVENIDA**

MICRO-PARCELAMIENTO ESCALA: 1:750  
EL NARANJO

**Nomenclatura**

0+000	Caminamiento en metros
E - 0	Estación Topografica
	Puente
	Dirección de la Vía
	Línea de Caminamiento Eje Central
S	Pendiente en %
C.T.	Cota de Terreno
C.R.	Cota de Rasante
OM	Ordenada Máxima
PCV	Principio de Curva Vertical
PIV	Punto de Intersección Vertical
PTV	Principio de Tangente Vertical
LCV	Longitud de Curva Vertical
	Rasante del Pavimento
	Rasante del Terreno Natural
	Corte de Terreno
	Relleno de Terreno



**PERFIL 1a. AVENIDA**

MICRO-PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
EL NARANJO ESC. VER.: 1:150



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
EPS 2007

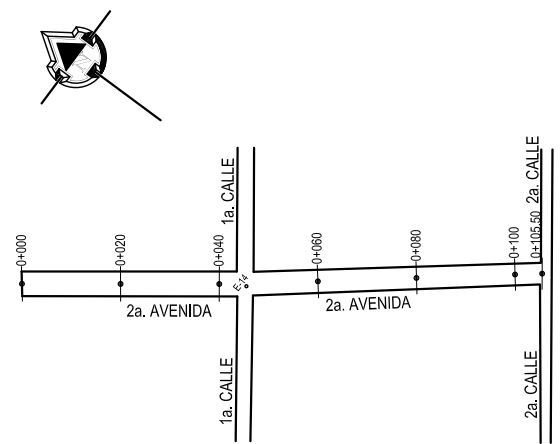
DIR: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
DISEÑO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
DEBUCO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: FEBRERO 2008

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
ESQUINTLA  
PROYECTO: PAVIMENTACIÓN MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO  
PLANO DE: PLANTA Y PERFIL 1a. AVENIDA

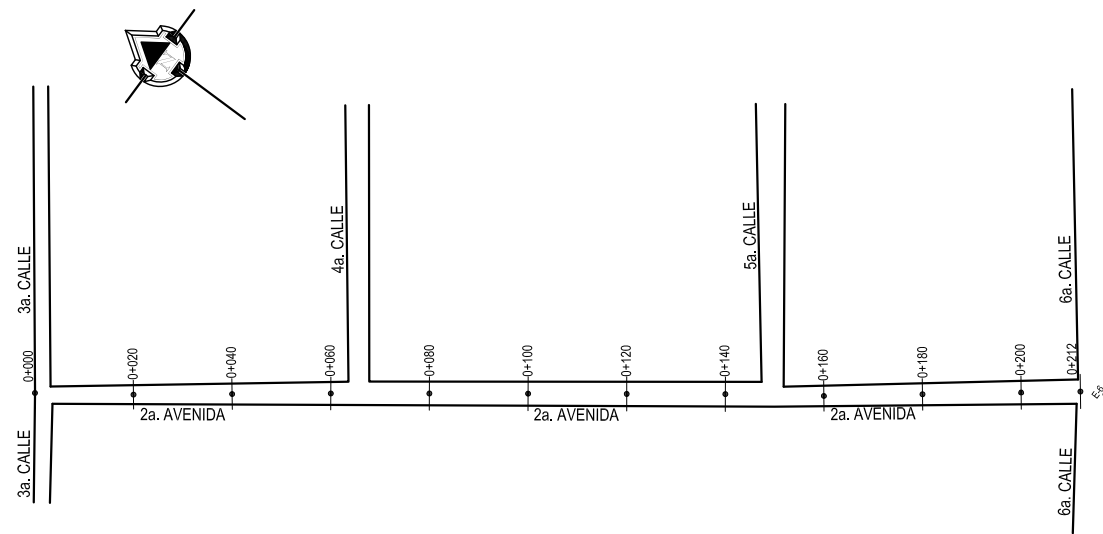


HOJA #  
2/8

ESPELISTA: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN CARNET: 2001-17348  
REVISOR: Inga. Chrsta Classon de Pinto

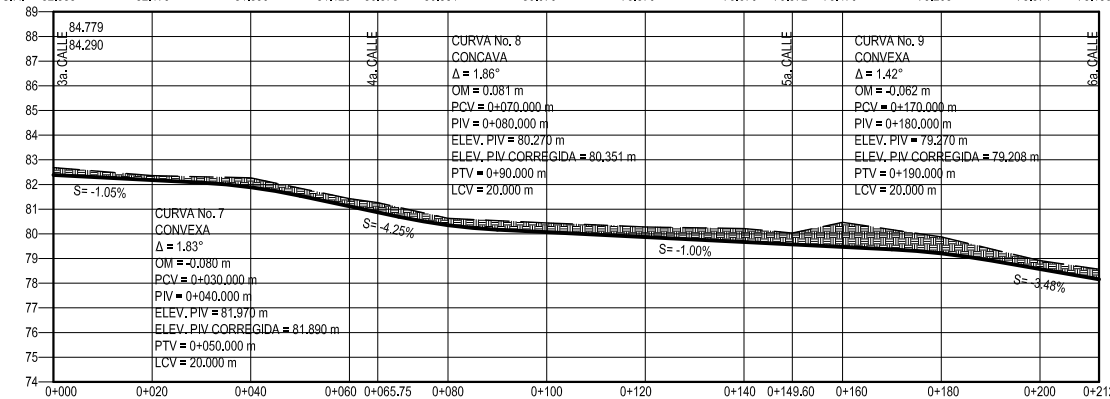


**PLANTA 2a. AVENIDA DE 1a. A 2a. CALLE**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESCALA: 1:750

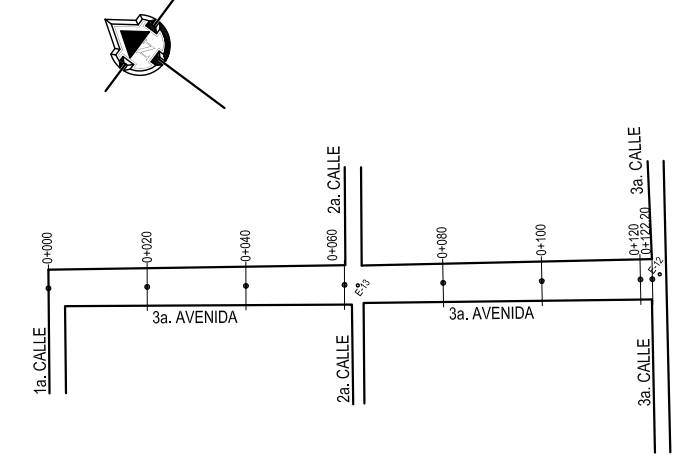


**PERFIL 2a. AVENIDA DE 3a. A 6a. CALLE**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESCALA: 1:750

C.T. = 82.688	82.358	82.270	81.427	81.267	80.627	80.444	80.279	80.214	80.034	80.464	79.874	78.914	78.564
C.R. = 82.388	82.179	81.890	81.120	80.876	80.351	80.070	79.870	79.670	79.572	79.470	79.208	78.574	78.156

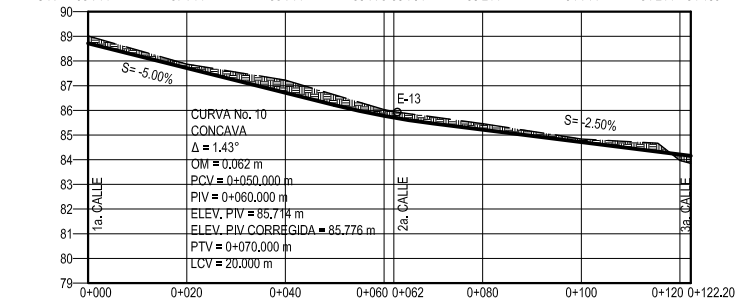


**PERFIL 2a. AVENIDA DE 3a. A 6a. CALLE**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESC. HOR.: 1:750 ESC. VER.: 1:150



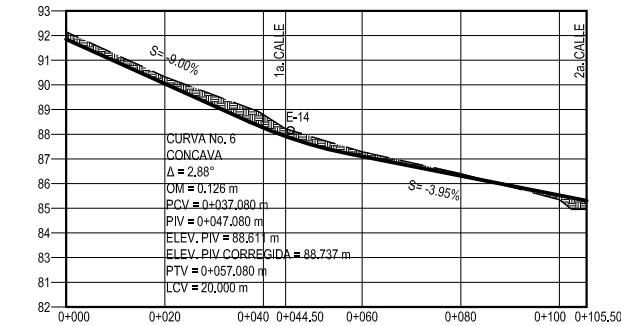
**PLANTA 3a. AVENIDA DE 1a. A 3a. CALLE**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESCALA: 1:750

C.T. = 88.014	87.874	87.224	86.032	85.949	85.459	84.839	83.971	83.851
C.R. = 88.714	87.714	86.714	85.776	85.704	85.214	84.714	84.214	84.159

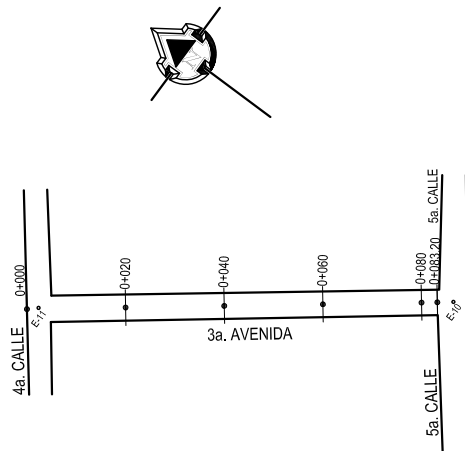


**PERFIL 3a. AVENIDA DE 1a. A 3a. CALLE**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESC. HOR.: 1:750 ESC. VER.: 1:150

C.T. = 92.148	90.328	88.798	88.218	87.288	86.404	85.344	84.954
C.R. = 91.848	90.048	88.258	87.912	87.101	86.311	85.167	85.304

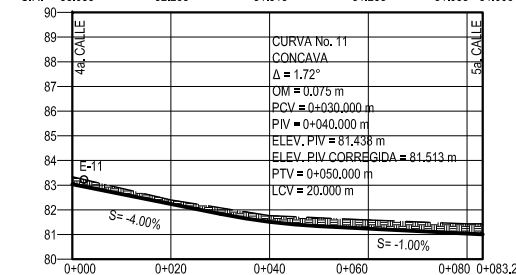


**PERFIL 2a. AVENIDA DE 1a. A 2a. CALLE**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESC. HOR.: 1:750 ESC. VER.: 1:150



**PERFIL 3a. AVENIDA DE 4a. A 5a. CALLE**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESCALA: 1:750

C.T. = 83.383	82.403	81.763	81.593	81.433	81.433
C.R. = 83.083	82.238	81.513	81.238	81.038	81.006



**PERFIL 3a. AVENIDA DE 4a. A 5a. CALLE**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESC. HOR.: 1:750 ESC. VER.: 1:150

**Nomenclatura**

0+000	Caminamiento en metros
E-0	Estación Topografica
(Symbol)	Puente
(Symbol)	Dirección de la Via
(Symbol)	Línea de Caminamiento Eje Central
S	Pendiente en %
C.T.	Cota de Terreno
C.R.	Cota de Rasante
OM	Ordenada Máxima
PCV	Principio de Curva Vertical
PIV	Punto de Intersección Vertical
PTV	Principio de Tangente Vertical
LCV	Longitud de Curva Vertical
(Symbol)	Rasante del Pavimento
(Symbol)	Rasante del Terreno Natural
(Symbol)	Corte de Terreno
(Symbol)	Relleno de Terreno

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 EPS 2007

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
 ESCUINTLA

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO

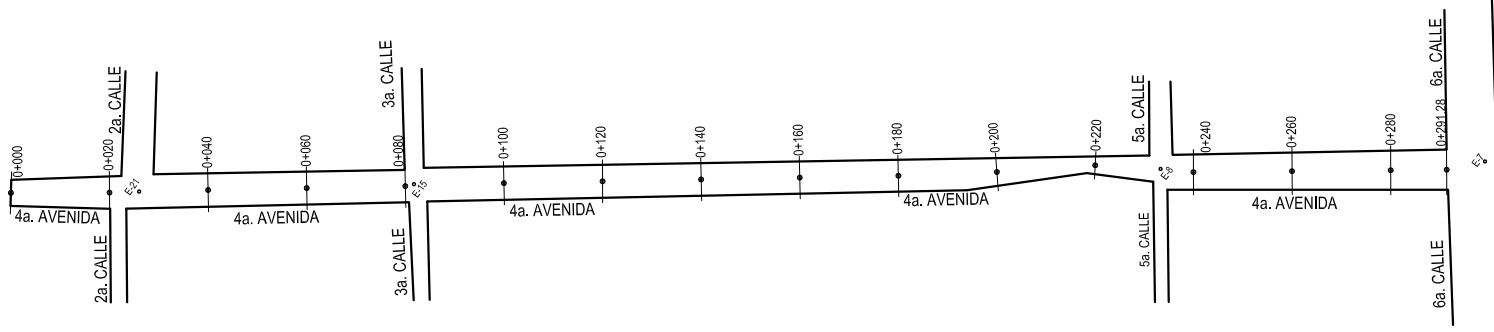
PLANO DE: PLANTA Y PERFIL 2a. AVENIDA Y 3a. AVENIDA

ESPELISTA: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN CARNET: 2001-17348

REVISOR: Inga. Chrístia Classon de Pinto

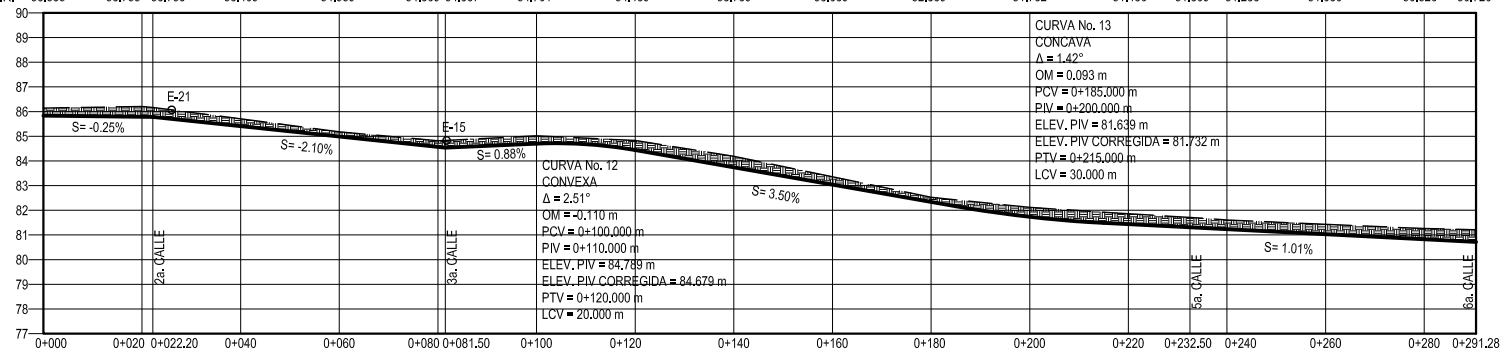
FECHA: FEBRERO 2008

HOJA # 3/8

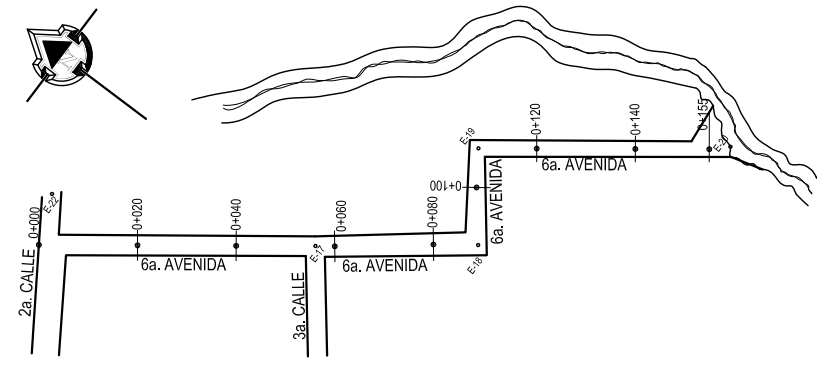


**PLANTA 4a. AVENIDA**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESCALA: 1:750  
EL NARANJO

C.T. =	86.138	86.208	86.168	85.708	85.178	84.818	84.828	85.018	84.828	84.186	83.356	82.526	82.116	81.859	81.709	81.609	81.429	81.259	81.209
C.R. =	85.838	85.788	85.783	85.409	84.989	84.569	84.537	84.701	84.439	83.739	83.039	82.339	81.732	81.436	81.309	81.233	81.030	80.826	80.720

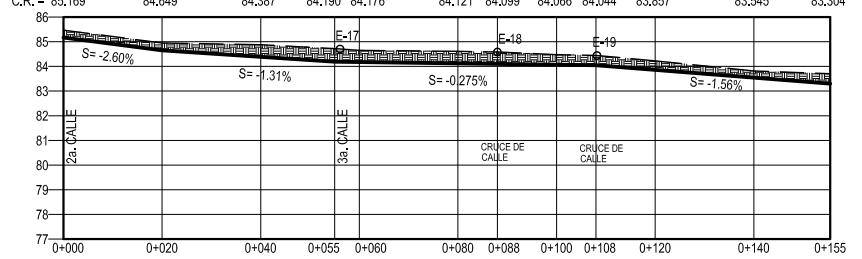


**PERFIL 4a. AVENIDA**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
EL NARANJO ESC. VER.: 1:150

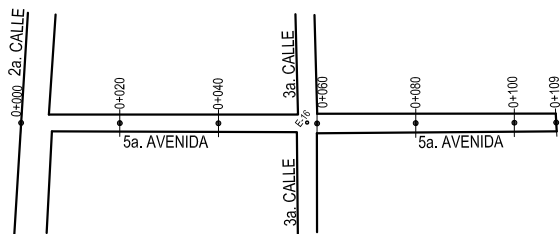
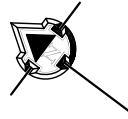


**PLANTA 6a. AVENIDA**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESCALA: 1:750  
EL NARANJO

C.T. =	85.469	84.949	84.879	84.719	84.649	84.609	84.584	84.474	84.444	84.224	83.814	83.704
C.R. =	85.169	84.649	84.387	84.190	84.176	84.121	84.099	84.066	84.044	83.857	83.545	83.304

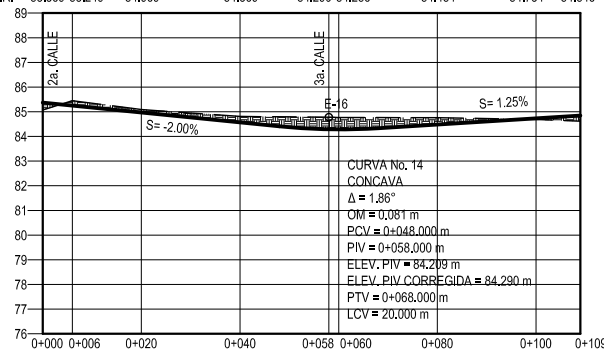


**PERFIL 6a. AVENIDA**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
EL NARANJO ESC. VER.: 1:150

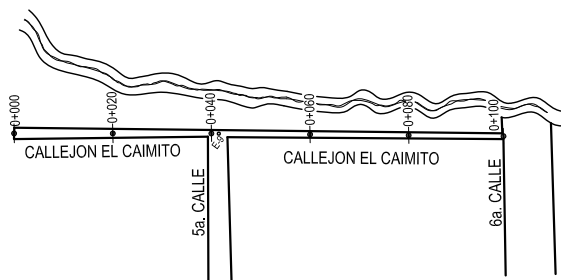


**PLANTA 5a. AVENIDA**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESCALA: 1:750  
EL NARANJO

C.T. =	85.069	85.449	85.089	84.809	84.779	84.769	84.759	84.689	84.619
C.R. =	85.369	85.249	84.969	84.569	84.290	84.286	84.484	84.734	84.846

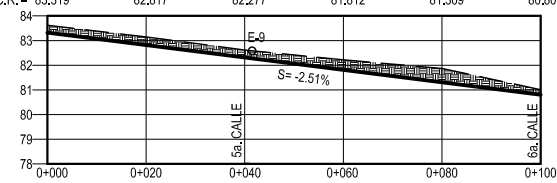


**PERFIL 5a. AVENIDA**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
EL NARANJO ESC. VER.: 1:150



**PLANTA CALLEJON EL CAIMITO**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESCALA: 1:750  
EL NARANJO

C.T. =	83.619	83.149	82.579	82.219	81.869	81.008
C.R. =	83.319	82.817	82.277	81.812	81.309	80.807



**PERFIL CALLEJON EL CAIMITO**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
EL NARANJO ESC. VER.: 1:150

**Nomenclatura**

0+000	Caminamiento en metros
E - 0	Estación Topografica
(Symbol)	Puente
(Symbol)	Dirección de la Vía
(Symbol)	Línea de Caminamiento Eje Central
S	Pendiente en %
C.T.	Cota de Terreno
C.R.	Cota de Rasante
OM	Ordenada Máxima
PCV	Principio de Curva Vertical
PIV	Punto de Intersección Vertical
PTV	Principio de Tangente Vertical
LCV	Longitud de Curva Vertical
(Symbol)	Rasante del Pavimento
(Symbol)	Rasante del Terreno Natural
(Symbol)	Corte de Terreno
(Symbol)	Relleno de Terreno



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
EPS 2007

PROFESOR:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
DISEÑADOR:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
DELEGADO:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
ESCALA:  
INGENIARIA  
FECHA:  
FEBRERO 2008

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
ESQUINTLA

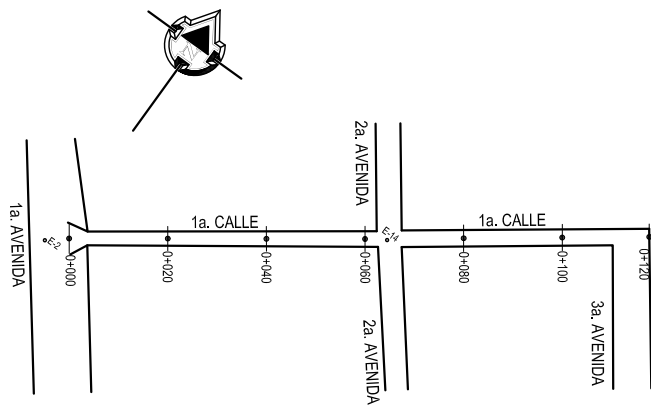
PROYECTO:  
PAVIMENTACIÓN MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO  
PLANO DE:  
PLANTA Y PERFIL 4a., 5a. y 6a. AVENIDA Y CALLEJON EL CAIMITO

ESPECIISTA:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
CARNET:  
2001-17348

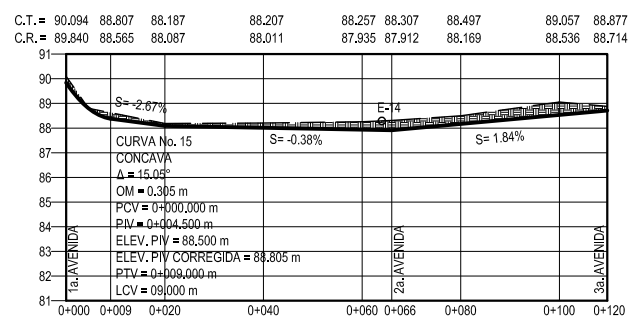
REVISOR:  
Inga. Chrístia Classon de Pinto



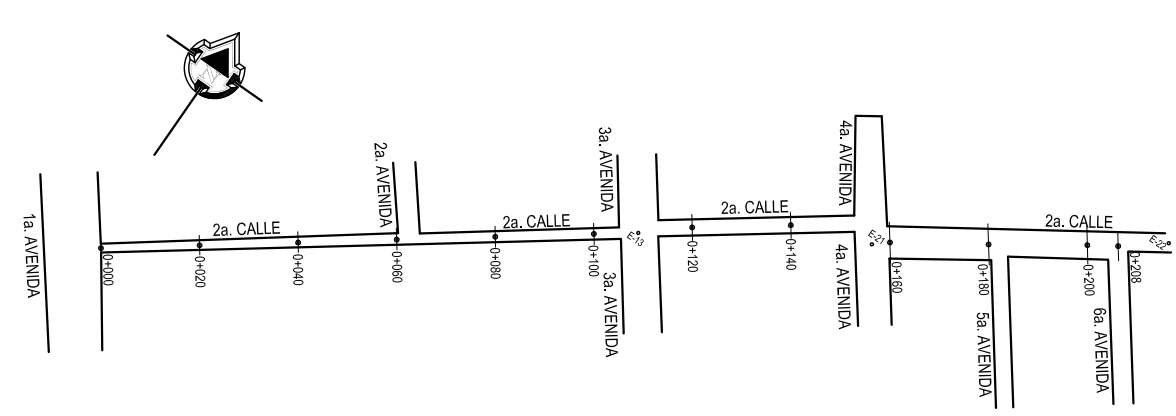
HOJA #  
4/8



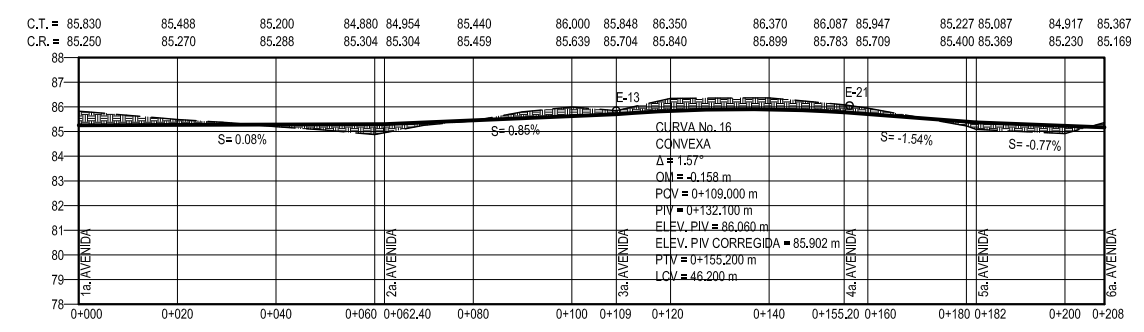
**PLANTA 1a. CALLE**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESCALA: 1:750  
EL NARANJO



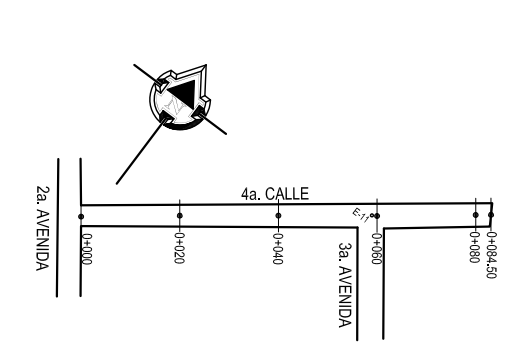
**PERFIL 1a. CALLE**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
EL NARANJO ESC. VER.: 1:150



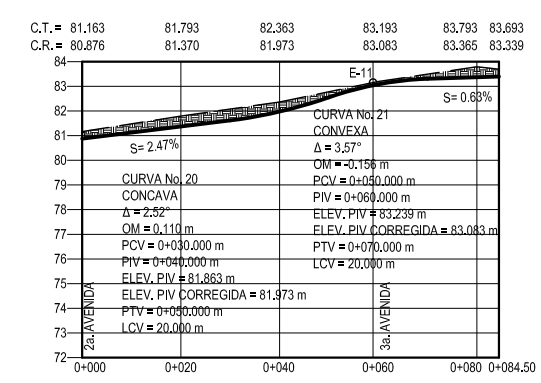
**PLANTA 2a. CALLE**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESCALA: 1:750  
EL NARANJO



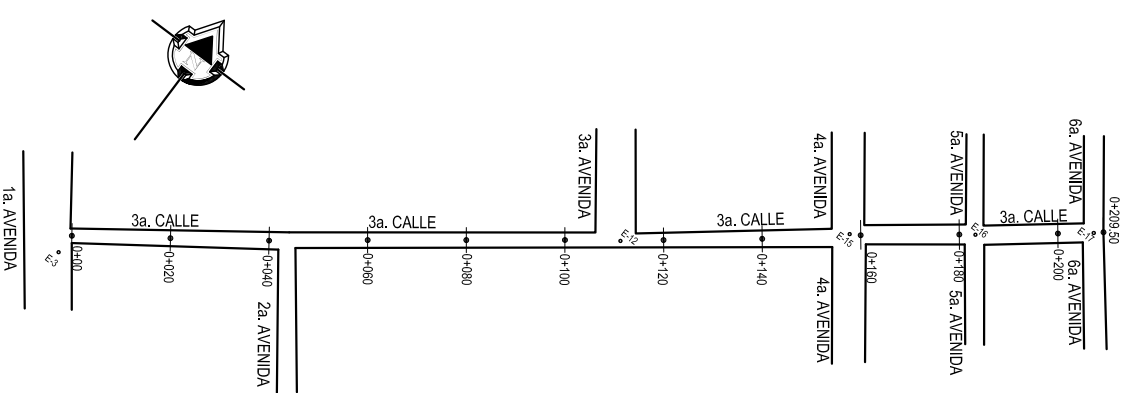
**PERFIL 2a. CALLE**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
EL NARANJO ESC. VER.: 1:150



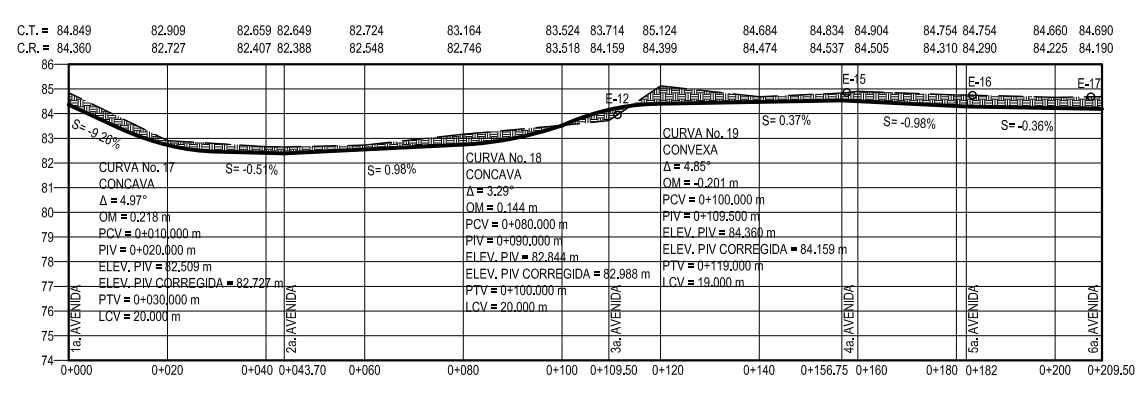
**PLANTA 4a. CALLE**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESCALA: 1:750  
EL NARANJO



**PERFIL 4a. CALLE**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
EL NARANJO ESC. VER.: 1:150



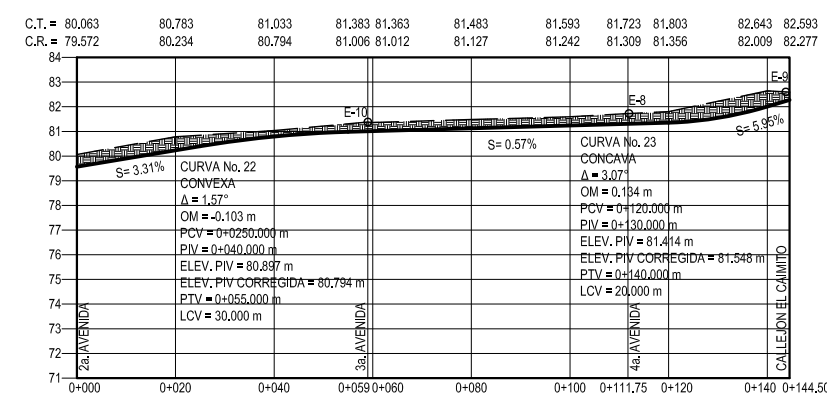
**PLANTA 3a. CALLE**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESCALA: 1:750  
EL NARANJO



**PERFIL 3a. CALLE**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
EL NARANJO ESC. VER.: 1:150



**PLANTA 5a. CALLE**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESCALA: 1:750  
EL NARANJO



**PERFIL 5a. CALLE**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
EL NARANJO ESC. VER.: 1:150

**Nomenclatura**

0+000	Camionamiento en metros
E-0	Estación Topografica
—	Puente
→	Dirección de la Vía
—	Línea de Camionamiento Eje Central
S	Pendiente en %
C.T.	Cota de Terreno
C.R.	Cota de Rasante
OM	Ordenada Máxima
PCV	Principio de Curva Vertical
PIV	Punto de Intersección Vertical
PTV	Principio de Tangente Vertical
LCV	Longitud de Curva Vertical
—	Rasante del Pavimento
---	Rasante del Terreno Natural
—	Corte de Terreno
—	Relleno de Terreno

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
EPS 2007

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
ESCUINTLA

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO

PLANO DE: PLANTA Y PERFIL 1a., 2a., 3a., 4a. y 5a. CALLE

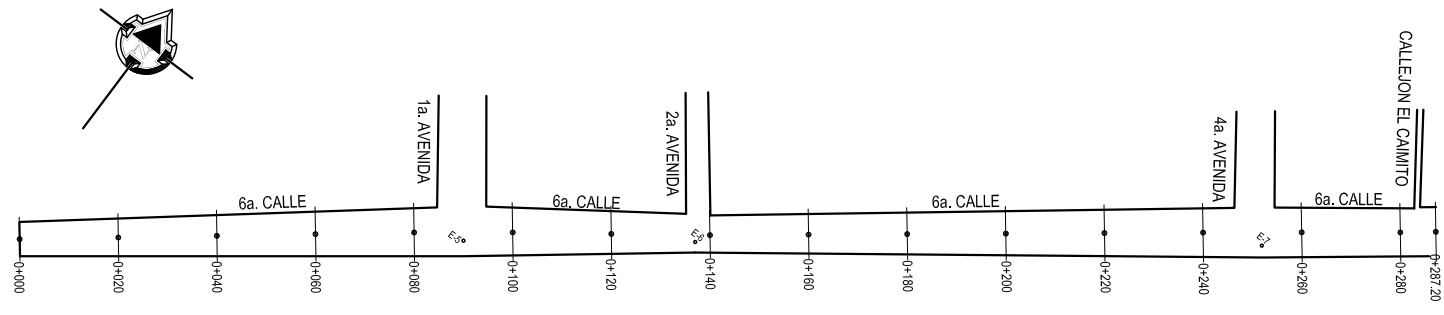
ESPEJISTA: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN CARNET: 2001-17348

REVISOR: Inga. Chrístia Classon de Pinto

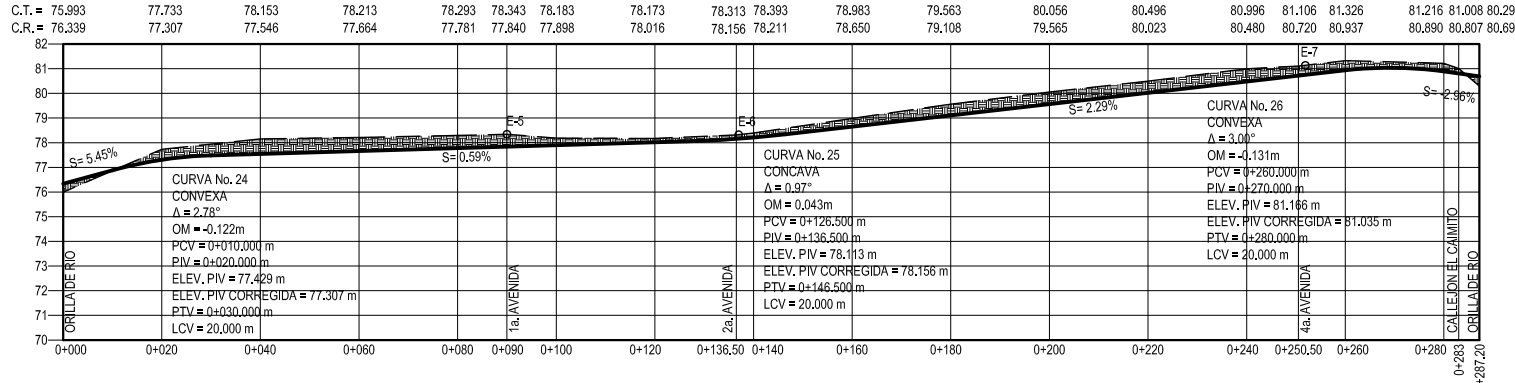
FECHA: FEBRERO 2008

HOJA # 5/8

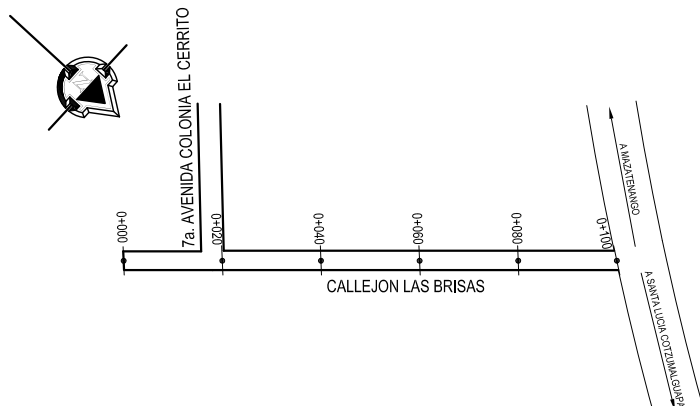




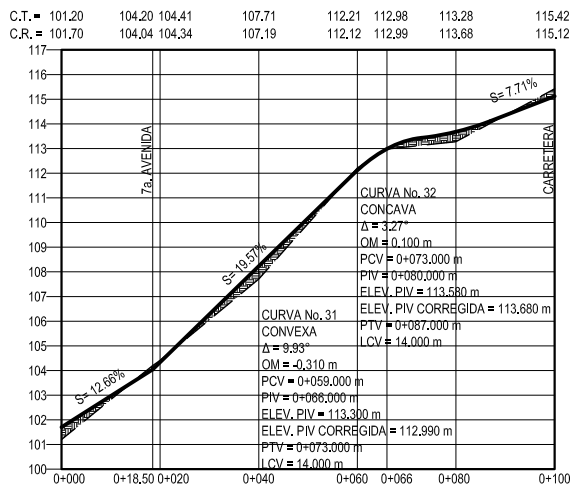
**PLANTA 6a. CALLE**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESCALA: 1:750  
EL NARANJO



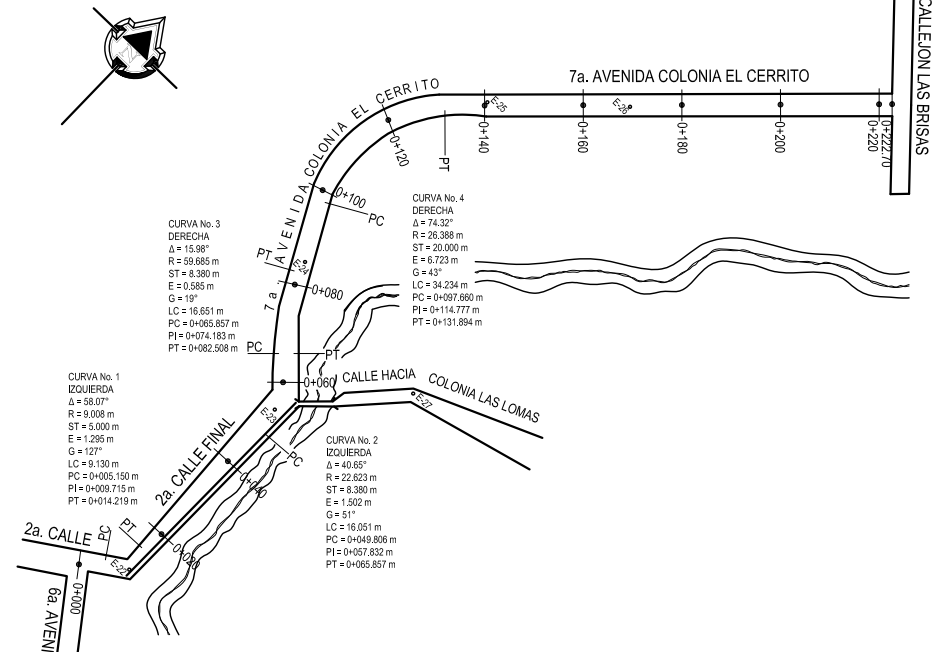
**PERFIL 6a. CALLE**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
EL NARANJO ESC. VER.: 1:150



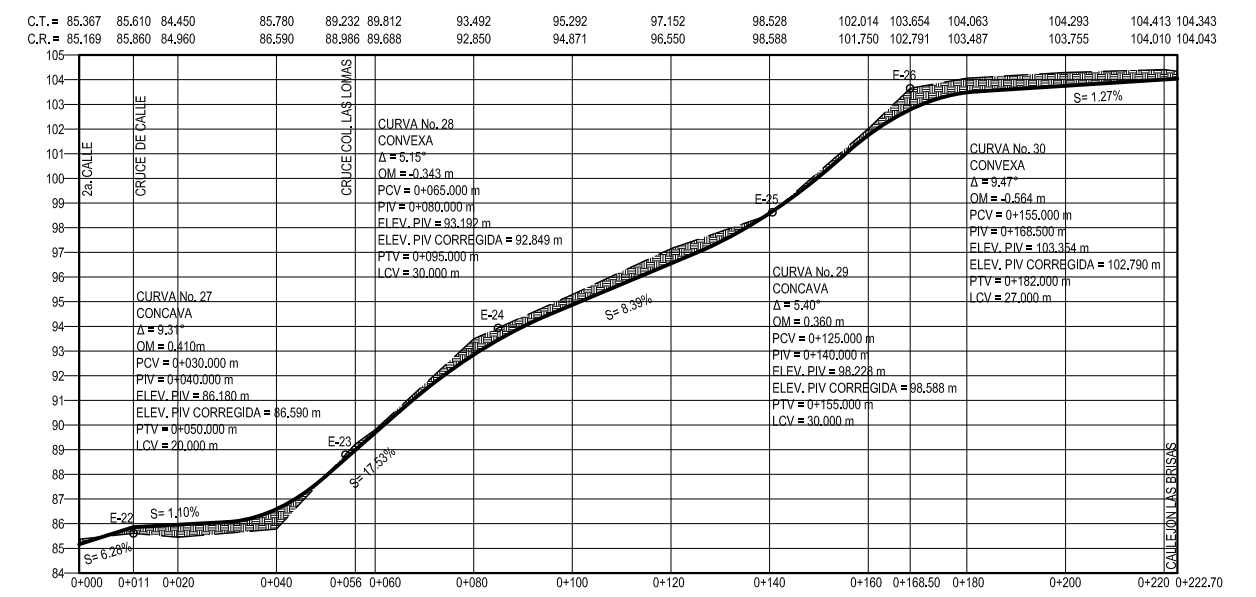
**PLANTA CALLEJON LAS BRISAS**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESCALA: 1:750  
EL NARANJO



**PERFIL CALLEJON LAS BRISAS**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
EL NARANJO ESC. VER.: 1:150



**PLANTA 2a. CALLE FINAL Y 7a. AVENIDA COL. EL CERRITO**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESCALA: 1:750  
EL NARANJO



**PERFIL 2a. CALLE FINAL Y 7a. AVENIDA COL. EL CERRITO**  
MICRO-PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
EL NARANJO ESC. VER.: 1:150

**Nomenclatura**

0+000	Caminamiento en metros
E-0	Estación Topográfica
(Symbol)	Puente
(Symbol)	Dirección de la Vía
(Symbol)	Línea de Caminamiento Eje Central
S	Pendiente en %
C.T.	Cota de Terreno
C.R.	Cota de Rasante
OM	Ordenada Máxima
PCV	Principio de Curva Vertical
PIV	Punto de Intersección Vertical
PTV	Principio de Tangente Vertical
LCV	Longitud de Curva Vertical
(Symbol)	Rasante del Pavimento
(Symbol)	Rasante del Terreno Natural
(Symbol)	Corte de Terreno
(Symbol)	Relleno de Terreno

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
EPS 2007

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
ESQUINTLA

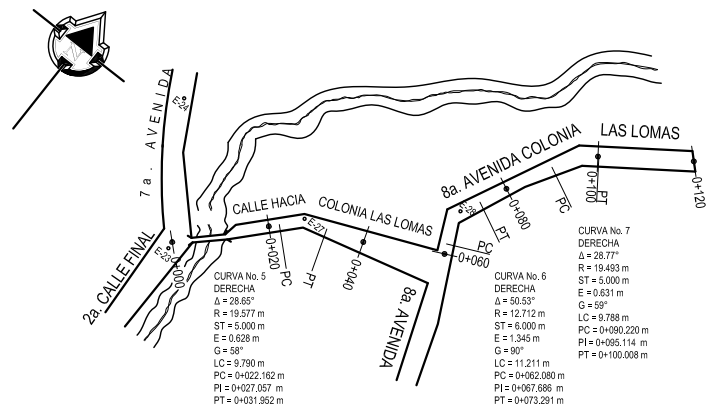
PROYECTO: PAVIMENTACIÓN MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO

PLANO DE: PLANTA Y PERFIL 6a. CALLE, 2a. CALLE FINAL 7a. AVENIDA, CALLEJON LAS BRISAS

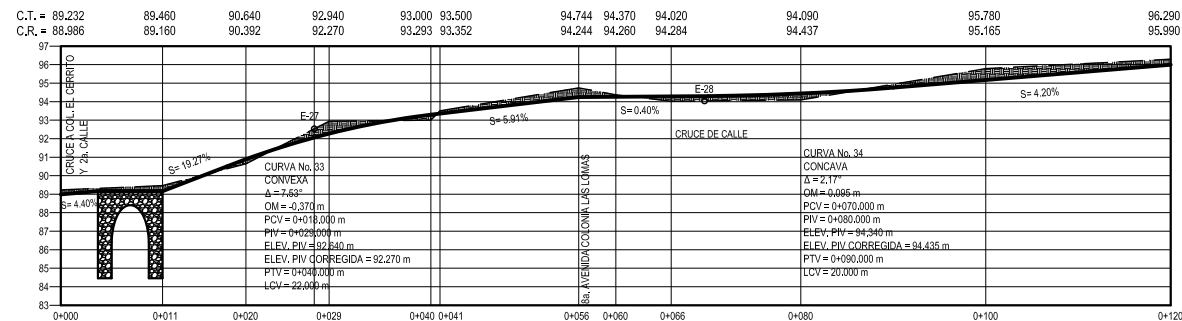
ESPELIDA: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN CARNET: 2001-17348

REVISO: Inga. Chrsta Classon de Pinto

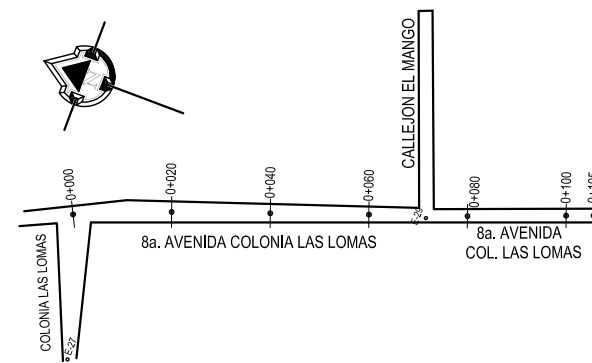
HOJA # 6/8



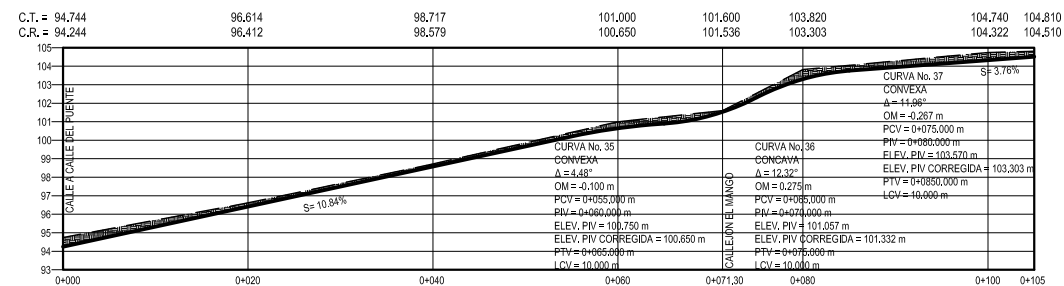
**PLANTA 8a. AVENIDA COL. LAS LOMAS (1a. PARTE)**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESCALA: 1:750



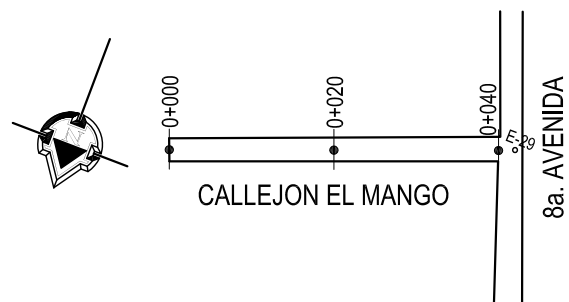
**PERFIL 8a. AVENIDA COL. LAS LOMAS (1a. PARTE)**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESC. HOR.: 1:400 ESC. VER.: 1:200



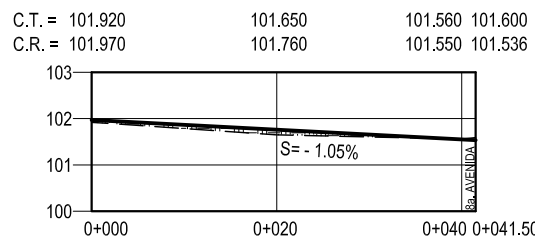
**PLANTA 8a. AVENIDA COL. LAS LOMAS (2a. PARTE)**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESCALA: 1:500



**PERFIL 8a. AVENIDA COL. LAS LOMAS (2a. PARTE)**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESC. HOR.: 1:400 ESC. VER.: 1:200



**PLANTA CALLEJON EL MANGO**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESCALA: 1:500



**PERFIL CALLEJON EL MANGO**  
 MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO ESC. HOR.: 1:400 ESC. VER.: 1:200

**Nomenclatura**

0+000	Caminamiento en metros
E + 0	Estación Topografica
	Puente
	Dirección de la Vía
	Línea de Caminamiento Eje Central
S	Pendiente en %
C.T.	Cota de Terreno
C.R.	Cota de Rasante
OM	Ordenada Máxima
PCV	Principio de Curva Vertical
PIV	Punto de Intersección Vertical
PTV	Principio de Tangente Vertical
LCV	Longitud de Curva Vertical
	Rasante del Pavimento
	Rasante del Terreno Natural
	Corte de Terreno
	Relleno de Terreno

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 EPS 2007

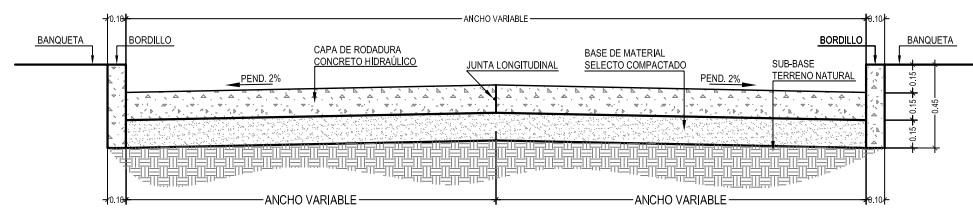
**MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA ESCUINTLA**

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO  
 PLANO DE: PLANTA Y PERFIL 8a. AVENIDA COLONIA LAS LOMAS Y CALLEJON EL MANGO

DISEÑO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 DIBUJO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 DELICADO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 ESCALA: INGRESADA  
 FECHA: FEBRERO 2008

CARNET: 2001-17348  
 REVISOR: Inga. Chrístia Classon de Pinto

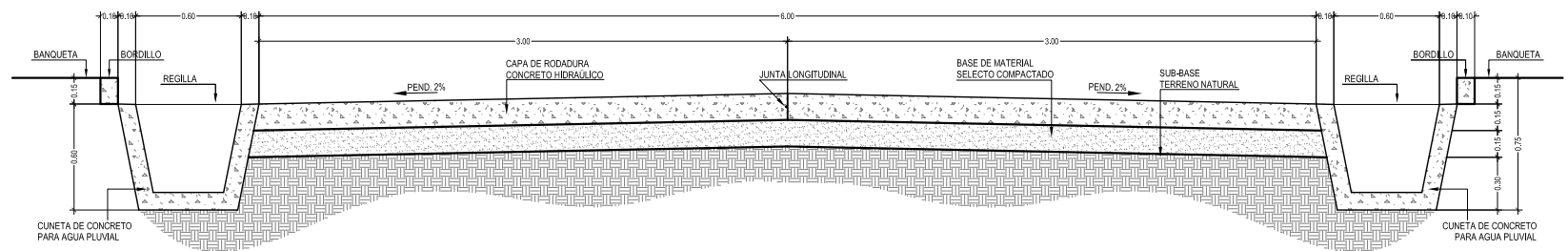
HOJA # 7/8



## SECCION TIPICA DE PAVIMENTO

ESCALA: 1:20

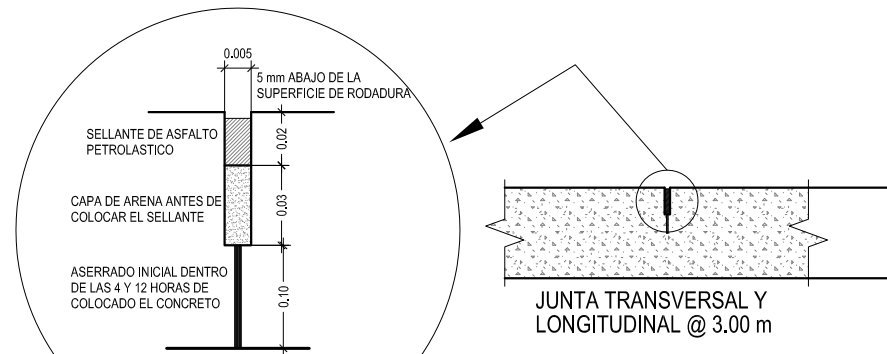
NOTA: EN PARTES DONDE HAY TERRENO PARA CONSTRUIR, LA BANQUETA ES DE 0.50 m MÍNIMO Y 1.00 m MÁXIMO EN AMBOS LADOS.



## SECCION TIPICA DE PAVIMENTO + CUNETETA

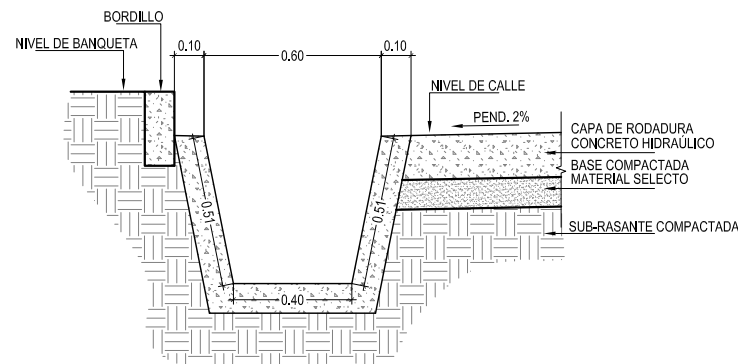
PARA 1a. AVENIDA, 4a. AVENIDA Y 6a. CALLE ESCALA: 1:20

NOTA: EN PARTES DONDE HAY TERRENO PARA CONSTRUIR, LA BANQUETA ES DE 0.50 m MÍNIMO Y 1.00 m MÁXIMO EN AMBOS LADOS.



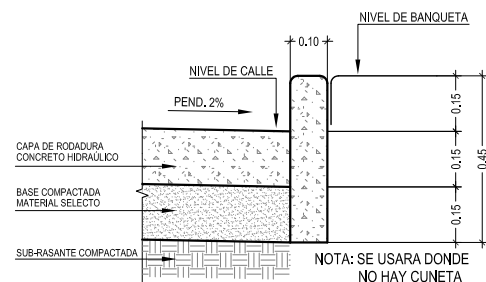
## DETALLE DE JUNTA

ESCALA: 1:20



## DETALLE DE CUNETETA

ESCALA: 1:12.5



## DETALLE DE BORDILLO

ESCALA: 1:10

NOTA: SE USARA DONDE NO HAY CUNETETA

### FICHA TECNICA:

Año base para el diseño del pavimento: 2008  
 Período de diseño: 20 años  
 Tránsito promedio diario: 200 a 800 vehículos  
 Tránsito promedio diario de camiones: mayor de 25 camiones  
 Descripción del suelo de sub-rasante: Arena limosa color café con grava  
 Límite Líquido: 0 %  
 Índice Plástico: 0 %  
 Peso Unitario Seco Máximo: 1780 Kg/m<sup>3</sup>  
 Humedad Óptima: 11.40 %  
 CBR crítico: 18.30 % al 84.5% de compactación  
 Módulo de Reacción de la sub-rasante: 220 lb/pulgada<sup>2</sup> (alto)  
 Espesor de pavimento: 15 cm.  
 Espesor de base granular: 15 cm.

### ESPECIFICACIONES:

#### SUB-RASANTE:

##### Materiales inadecuados para sub-rasante:

- Los clasificados en el grupo A-8 (AASHTO M 145), que son suelos altamente orgánicos, constituidos por materias vegetales parcialmente carbonizadas o fangosas. Su clasificación está basada en una Inspección visual y no depende del porcentaje que pasa el tamiz N° 200, del límite líquido, ni del índice de plasticidad.
- Las rocas aisladas, mayores de 100 milímetros, que se encuentran incorporadas en los 300 milímetros superiores de la capa de sub-rasante.

**Materiales adecuados para sub-rasante:** Son suelos de preferencia granulares con menos de 3 por ciento de hinchamiento.

**Compactación:** La sub-rasante recondicionada debe ser compactada en su totalidad con un contenido de humedad dentro de  $\pm 3$  por ciento de la humedad óptima, hasta lograr el 95 por ciento de compactación respecto a la densidad máxima.

**Deflexión:** Se establece una deflexión máxima para la capa de sub-rasante recondicionada de 3.0 milímetros.

#### BASE GRANULAR:

El material de base granular debe consistir de preferencia en piedra o grava clasificadas sin triturar, o solamente con trituración parcial que llene los requisitos siguientes:

**Valor Soporte:** CBR mínimo de 70, efectuado sobre muestra saturada, a 95% de compactación y un hinchamiento máximo de 0.5%.

**Abrasión:** La porción de agregado retenida en el Tamiz N° 4, no debe tener un porcentaje de desgaste por abrasión, mayor de 50 a 500 revoluciones.

**Partículas Planas o Alargadas:** No más del 25% en peso del material retenido en el Tamiz N° 4

**Plasticidad y Cohesión:** No debe tener en la fracción que pasa el Tamiz N° 40, incluyendo el material de relleno, un índice de plasticidad mayor de 6, ni un límite líquido mayor de 25.

**Material de Relleno:** Para proporcionar características adecuadas de granulometría y cohesión, éste debe estar libre de impurezas y consistir en un suelo arenoso, polvo de roca, limo inorgánico u otro material con alto porcentaje de partículas que pasan el Tamiz N° 10.

**Conformación y Compactación:** La capa de base granular se debe conformar ajustándose a los alineamientos y secciones típicas de pavimentación y compactarse en su totalidad, hasta lograr el 100% de la densidad máxima, debiéndose efectuar ambas operaciones, dentro de las tolerancias establecidas en la sección 304.09 (c) del libro azul de caminos.

La determinación de la densidad máxima, se debe efectuar por cada 3,000 metros cúbicos de material de base granular o cuando haya evidencia que las características del material han cambiado o se inhibe la utilización de un nuevo banco.

**PAVIMENTO RÍGIDO:** Los materiales para pavimentos de concreto de cemento hidráulico, a menos que lo indiquen de otra forma, deben llenar los requisitos siguientes:

**Cementos Hidráulicos:** Estos cementos deben cumplir con una clase de resistencia de 28MPa (4,000 psi) o mayor. Utilizando la relación de mezcla 1:2:2

**Agregado Fino:** Debe consistir en arena natural o manufacturada, compuesta de partículas duras y durables. El módulo de finura no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 ni variar en más de 0.20 del valor asumido al seleccionar las proporciones del concreto.

**Agregado Grueso:** Debe consistir en grava o piedra trituradas, trituradas parcialmente o sin triturar, procesadas adecuadamente para formar un agregado clasificado.

El porcentaje de desgaste debe ser no mayor de 40% en masa después de 500 revoluciones en el ensayo de abrasión.

El porcentaje de partículas planas no debe sobrepasar de 15% en masa.

**Agua:** Debe ser preferentemente potable, limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcalis, azúcar, sales como cloruros o sulfatos, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero.

**Requisitos para la Clase y Resistencia del Concreto:** El concreto de cemento hidráulico para pavimentos, debe ser:

Resistencia a la Compresión AASTHO T-22:	28 Mpa (4000 psi).
Resistencia a la Flexión AASTHO T-97:	4.15 Mpa (600 psi)
Relación Agua Cemento Máxima:	0.49
Temperatura del Concreto:	20 $\pm$ 10 °C
Asentamiento AASTHO T 119:	75 $\pm$ 25 mm (3 pulg $\pm$ 1 pulg.)
Contenido de Aire Mínimo:	4.5%

#### Número y Frecuencia de las Muestras para Ensayos:

Las masas volumétricas, contenidos de aire, temperaturas y asentamientos del concreto fresco se deben determinar en los primeros camiones que salen de la planta o de las primeras descargas de las mezcladoras en el sitio de la obra, hasta lograr la uniformidad requerida y luego aleatoriamente en lapsos establecidos por el Delegado Residente.

Los asentamientos y contenidos de aire, con un mínimo de cinco diarios, se deben determinar preferentemente en las mismas muestras de concreto extraídas para la fabricación de especímenes para ensayos de resistencia.

El número de muestras de concreto para obtener especímenes para ensayos de resistencia a la compresión no confinada debe ser de una por cada 300 m<sup>2</sup> de losa.

Para ensayos de resistencia a la flexión, se debe obtener y ensayar una muestra cada 200 m<sup>2</sup>.

Deben obtenerse especímenes para ensayos de flexión y compresión a las edades de 7 y 28 días.

Un "resultado de ensayo" o "un ensayo de resistencia" será el promedio de por lo menos dos (2) especímenes obtenidos de la misma muestra de concreto y ensayados a la edad especificada.

**Formaletas Fijas:** Las formaletas deben ser de un material resistente y durable, de preferencia metálicas, rectas, cada sección de formaleta debe ser de altura constante e igual al espesor de la losa.

**Remoción de las Formaletas:** Las formaletas deben ser removidas cuando el concreto haya alcanzado una resistencia suficiente para resistir daños, pero no antes de las 24 horas después de haber colocado el concreto. Cuando se permita el uso de aditivos acelerantes del fraguado, las formaletas podrán retirarse a las 12 horas de la colocación del concreto.

**Acabado Final:** Las diferencias observadas por defecto (depressiones) o excesos (áreas altas) no deben ser mayores de 3 mm y toda irregularidad debe ser eliminada ya sea agregando concreto fresco, el que será compactado y terminado o bien cortando los excesos por medio de pasadas con el borde de la llana mecánica o manual.

**Texturizado Grueso, Micro Texturizado o Ranurado:** Se debe hacer por medio de un bastidor provisto de un peine o rastrijo de cerdas metálicas y se deben aplicar cuando el concreto está aún plástico de manera que las ranuras formadas tengan una profundidad mínima de aproximadamente 3.2 mm pero nunca mayor de 6.4 mm.

**Curado:** La superficie del concreto debe ser recubierta en su totalidad con esteras de forma tal, que la superficie total y ambos bordes de la losa queden completamente recubiertos. Antes de la colocación, se empararán con agua las esteras. Las esteras se colocarán y se sujetarán con pesos, para que estén en contacto directo con la superficie revestida y se deben mantener mojadas y colocadas durante 72 horas.

#### Formación de Juntas

**Juntas Conformadas con Formaleta:** Se fabrican en esta forma las juntas transversales y longitudinales de construcción y las juntas de expansión o aislamiento por cambios de dirección.

No deben hacerse juntas de construcción a menos de 3 metros de cualquier otra junta paralela.

Las juntas de expansión o aislamiento, deben tener de 19 mm a 25 mm (3/4" a 1") de ancho. El relleno debe quedar como 25.4 mm (1") más abajo del nivel de la superficie y debe extenderse en la profundidad y ancho total de la losa.

**Juntas Aserradas en el Concreto Endurecido:** Se fabrican en esta forma las juntas transversales y longitudinales de contracción y consiste en producir ranuras en la superficie del pavimento, con una sierra para concreto. El ancho, profundidad, separación y alineamiento de las ranuras será la que se especifique en los planos.

El corte con sierra debe hacerse cuando el concreto haya endurecido lo suficiente para posibilitar dicho corte sin causar roturas o desportillamientos en los bordes y antes de que se produzcan grietas de contracción no controladas, pero en ningún caso deben transcurrir más de 24 horas después de la colocación del concreto. Generalmente se recomienda iniciar los cortes a partir del momento en que los equipos de corte no produzcan huellas en la superficie del concreto y ejecutar los mismos en forma continua, conforme se requieran, tanto de día como de noche y sin tener en cuenta condiciones climatológicas.

**Relleno y Sellado de Juntas:** Para juntas de expansión o aislamiento generalmente se emplean selladores de silicona como los indicados en la sección 551.06 (b) (5) del libro azul de caminos, vertidos en frío. Para juntas longitudinales y transversales de construcción y contracción, los más usados son los selladores vertidos en caliente o en frío indicados en la sección 551.06 del libro azul de caminos.

**Control del Tránsito:** El pavimento no debe ser abierto al tránsito de vehículos, incluyendo los de la construcción, hasta que los especímenes de ensayo moldeados y curados en condiciones de campo, hayan alcanzado una resistencia a flexión de 3.8 MPa (550 psi), o bien una resistencia a compresión de 24.5 MPa (3,500 psi). En caso no se tenga disponibilidad de estos resultados no se debe abrir el tráfico antes de los 14 días después de la colocación del concreto.

#### ESPECIFICACIONES DE BORDILLO Y CUNETETA

Se colocaran bordillos para dividir el paso vehicular y peatonal el cual tendrá una altura de 15 cm y un espesor de 10 cm este bordillo servirá de referencia para la elaboración de las banquetas ver detalle de bordillo.

**Concreto:** En el concreto se va utilizar cemento de 3,000 psi. y el concreto por medio de la relación 1:2:2 va a llegar a una resistencia a compresión de 3,000 psi. en 28 días.

**Agregado Fino:** Debe estar limpio, sano, adecuadamente graduado y libre de materia orgánica, que puedan reducir la resistencia del concreto, se empleara arena natural, que contengan de 12 a 15% de material que pasa la malla no. 5, son preferibles porque producen concretos mas trabajables.

**Agregado Grueso:** Debe ser resistente al desgaste, se puede utilizar un agregado con la granulometría de 3/4" dandose resultados satisfactorios.

**Cuneta:** El concreto de la cuneta debe cumplir con los mismos requisitos del concreto de rodadura, se construya unicamente en la 1a. avenida a partir de 0+100, 4a. avenida y en la 6a. calle en ambos lados del pavimento tal y como lo muestra la sección típica.

SE LE RECOMIENDA AL EJECUTOR HACER REFERENCIA A LOS REQUISITOS DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS (LIBRO AZUL DE CAMINOS).



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 EPS 2007

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
 ESCUINTLA

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN MICRO-PARCELAMIENTO EL NARANJO

PLANO DE: DETALLES

ESPELISA: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN CARNET: 2001-17348

REVISOR: Inga. Chrleta Clason de Pinto

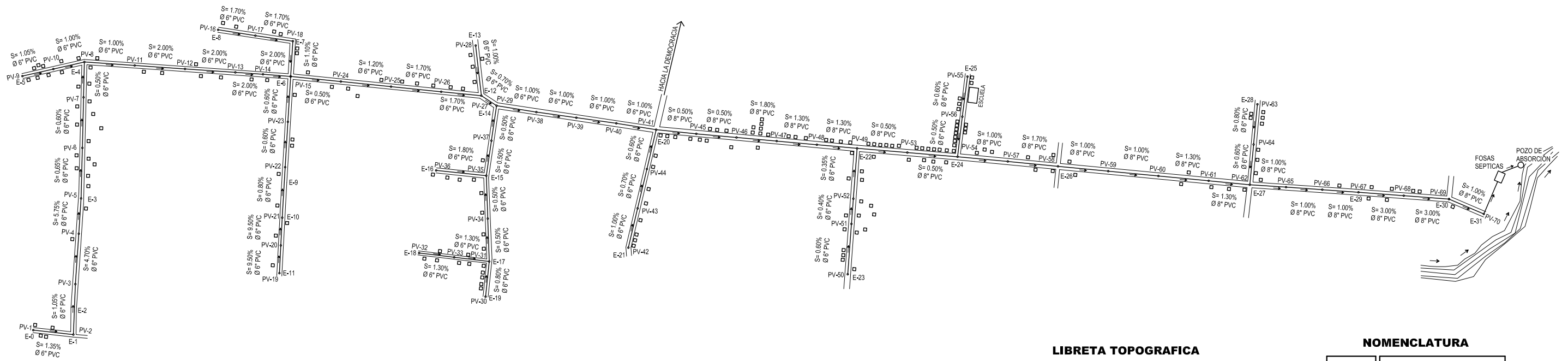
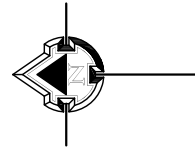
DIRIGIDO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 DISEÑADO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 DIBUJADO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: FEBRERO 2008



HOJA #

8

8



# PLANTA ALCANTARILLADO SANITARIO PARCELAMIENTO VELASQUITOS

ESCALA: 1: 4,000

NOTA: La tubería a utilizar en el drenaje sanitario es de PVC norma ASTM D - 3034, según diámetro indicado en planos.

## LIBRETA TOPOGRAFICA PARCELAMIENTO VELASQUITOS

EST.	P.O.	AZIMUTS	DISTANCIA
0	1	186°22'29"	81,359
1	2	90°36'57"	48,853
2	3	93°54'18"	220,314
3	4	92°19'51"	269,451
4	5	347°12'19"	125,979
4	6	184°00"	410,453
6	7	93°30'49"	69,893
7	8	08°38'20"	149,901
6	9	273°29'44"	210,261
9	10	271°54'40"	69,697
10	11	274°05'21"	109,943
6	12	185°45'29"	381,121
12	13	83°32'56"	111,294
12	14	213°14'24"	36,124
14	15	278°20'23"	140,523
15	16	05°58'16"	102,351
15	17	268°03'00"	170,267
17	18	06°45'28"	139,198
17	19	275°58'12"	69,213
14	20	188°32'4"	322,164
20	21	283°17'14"	241,408
20	22	185°17'29"	401,567
22	23	274°15'11"	251,778
22	24	184°48'28"	198,783
24	25	97°03'25"	165,404
24	26	185°25'59"	201,186
26	27	185°26'14"	381,215
27	28	95°25'55"	160,873
27	29	183°58'14"	216,783
29	30	184°16'4"	178,192
30	31	203°9'52"	76,972

## NOMENCLATURA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	CASA
E-10	ESTACIÓN TOPOGRAFICA
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
EPS 2007

DIRIGIDO:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
DISEÑADO:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
DEBUCADO:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
ABRIL 2008

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
ESQUINTLA  
PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARCELAMIENTO VELASQUITOS  
PLANO DE:  
PLANTA ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARCELAMIENTO VELASQUITOS

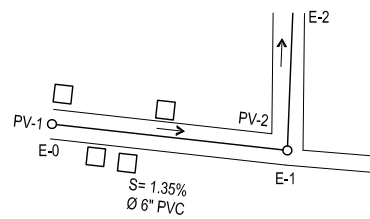
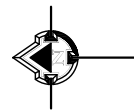


HOJA #

ESPESISTA:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
CARNET:  
2001-17348

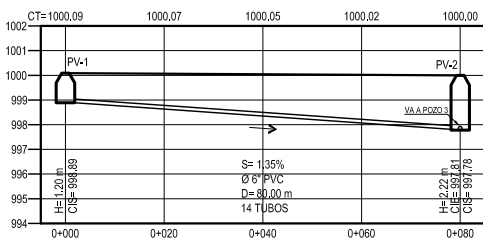
REVISOR:  
Inga. Chrístia Classon de Pinto

1/10



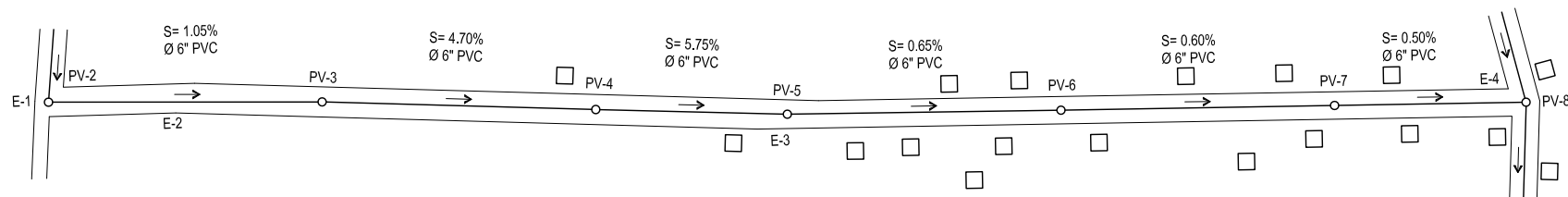
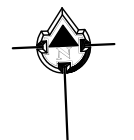
**PLANTA DE PV-1 a PV-2**

PARCELAMIENTO ESCALA: 1:1,250  
VELASQUITOS



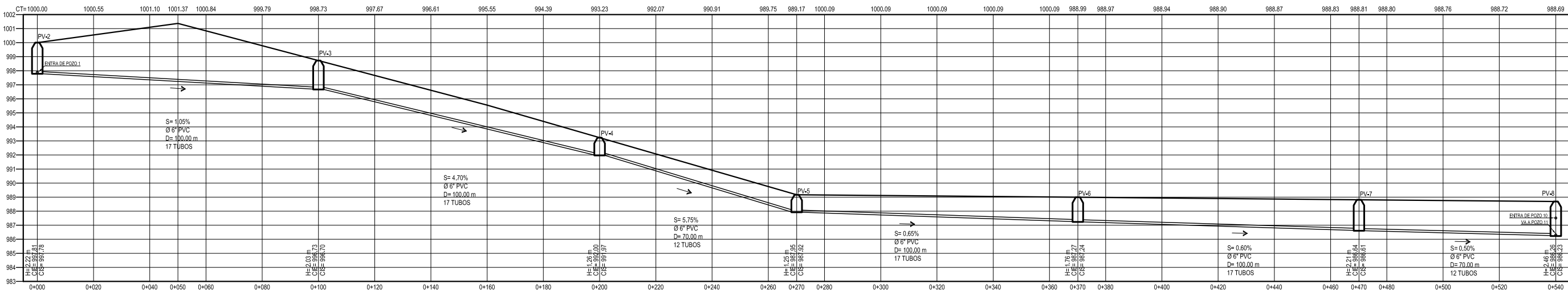
**PERFIL DE PV-1 a PV-2**

PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
VELASQUITOS ESC. VER.: 1:150



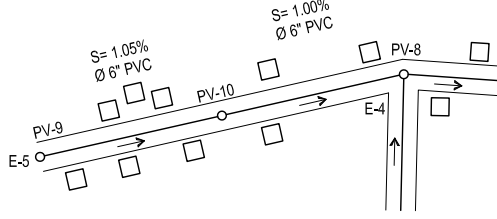
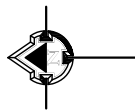
**PLANTA DE PV-2 a PV-8**

PARCELAMIENTO ESCALA: 1:1,250  
VELASQUITOS



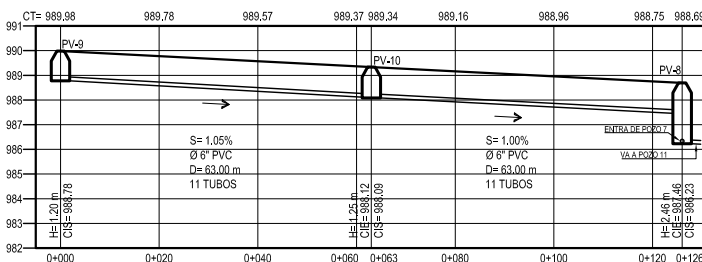
**PERFIL DE PV-2 a PV-8**

PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
VELASQUITOS ESC. VER.: 1:150



**PLANTA DE PV-9 a PV-8**

PARCELAMIENTO ESCALA: 1:1,250  
VELASQUITOS



**PERFIL DE PV-9 a PV-8**

PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
VELASQUITOS ESC. VER.: 1:150

**NOMENCLATURA**

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	CASA
E-10	ESTACIÓN TOPOGRAFICA
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
H	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DEL TERRENO

NOTA: La tubería a utilizar en el drenaje sanitario es de PVC norma ASTM D - 3034, según diámetro indicado en planos.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
EPS 2007

MUNICIPALIDAD DE  
SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
ESQUINTLA

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARCELAMIENTO VELASQUITOS

PLANO DE:  
PLANTA + PERFIL

ESPELISTA:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN CARNET:  
2001-17348

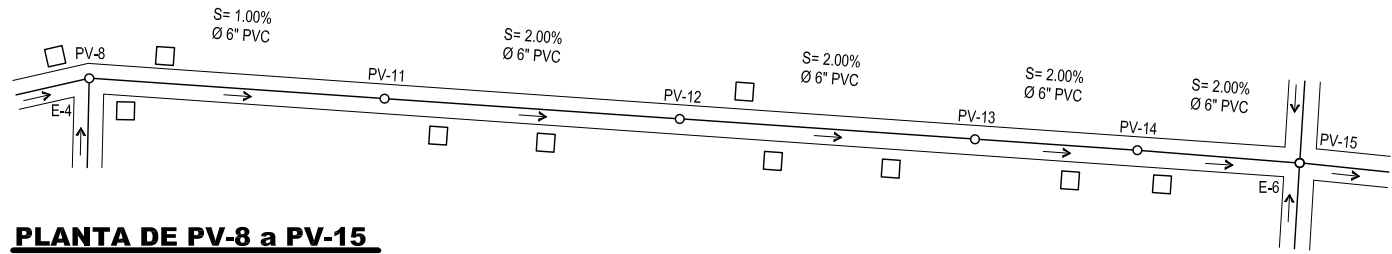
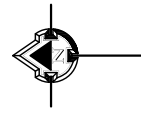
REVISOR:  
Inga. Chrsta Classon de Pinto



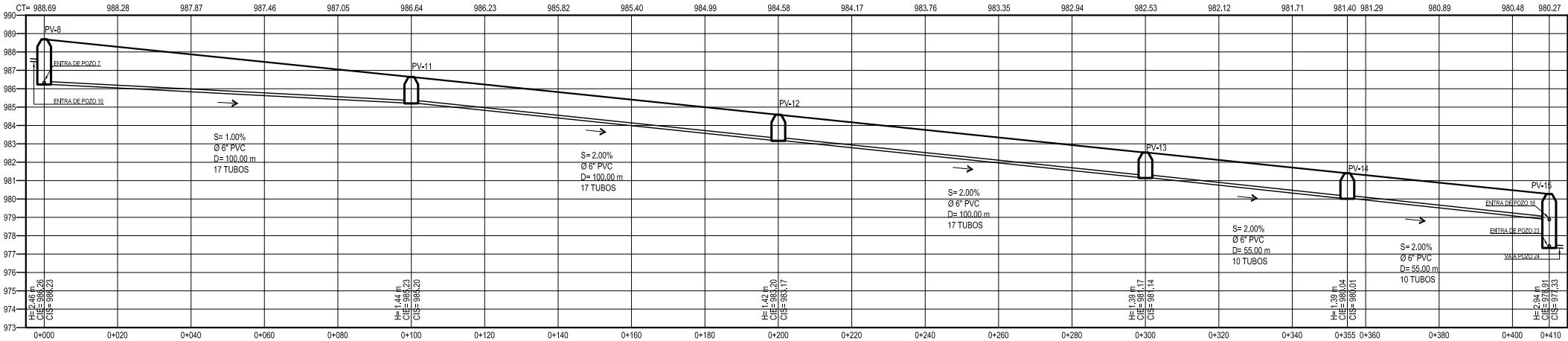
HOJA #

2/10

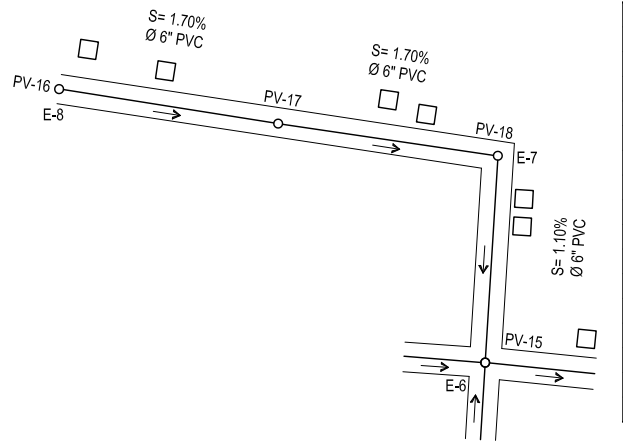
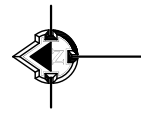
DIRIGIDO:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
DISEÑADO:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
DEBUCADO:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
ESCALA:  
INGENIERIA  
FECHA:  
ABRIL 2008



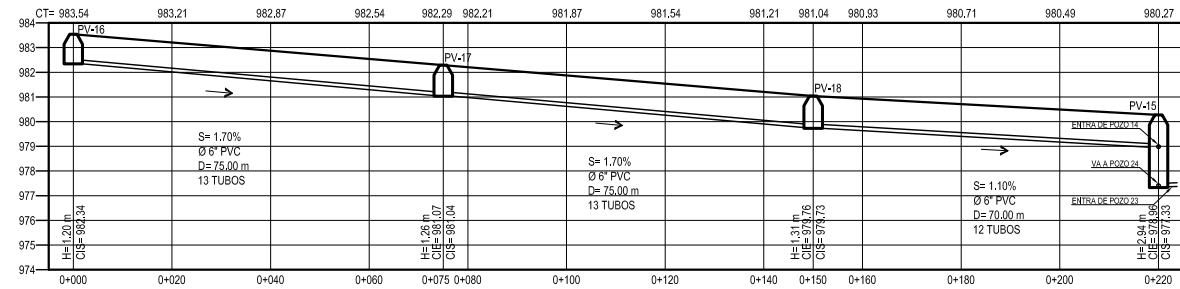
**PLANTA DE PV-8 a PV-15**  
 PARCELAMIENTO ESCALA: 1:1,250  
 VELASQUITOS



**PERFIL DE PV-8 a PV-15**  
 PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
 VELASQUITOS ESC. VER.: 1:150



**PLANTA DE PV-16 a PV-15**  
 PARCELAMIENTO ESCALA: 1:1,250  
 VELASQUITOS



**PERFIL DE PV-16 a PV-15**  
 PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
 VELASQUITOS ESC. VER.: 1:150

**NOMENCLATURA**

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	CASA
	ESTACIÓN TOPOGRAFICA
	PENDIENTE DE TUBERÍA
	DIÁMETRO DE TUBERÍA
	ALTURA DE POZO
	COTA INVERT DE ENTRADA
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA DEL TERRENO

**NOTA:** La tubería a utilizar en el drenaje sanitario es de PVC norma ASTM D - 3034, según diámetro indicado en planos.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 EPS 2007

MUNICIPALIDAD DE  
 SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
 ESCUINTLA

PROYECTO:  
**ALCANTARILLADO SANITARIO  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS**

PLANO DE:  
**PLANTA + PERFIL**

ESPELISTA:  
**ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN** CARNET:  
**2001-17348**

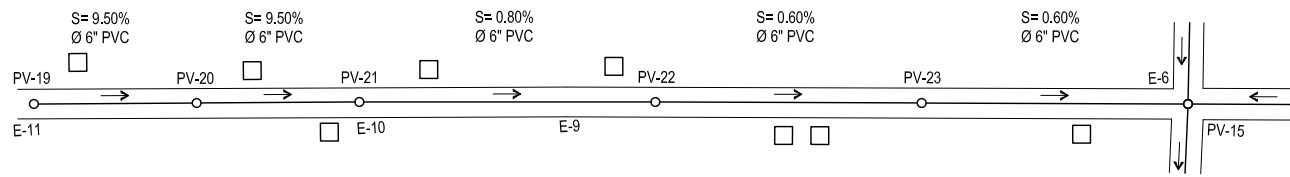
REVISOR:  
**Inga. Chrsta Classon de Pinto**



HOJA #

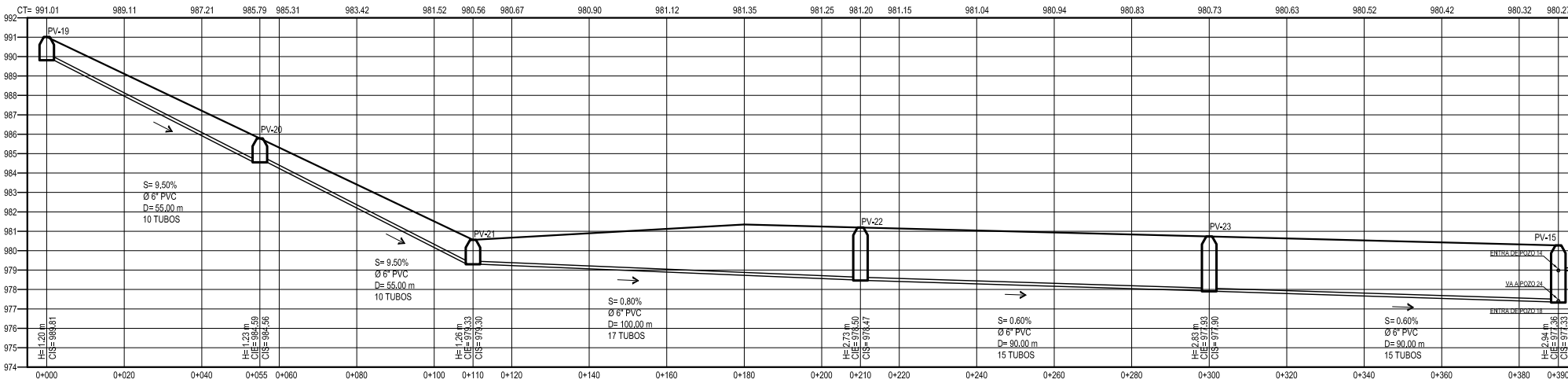
**3 / 10**

DIRIGIDO:  
 ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 DISEÑADO:  
 ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 DIBUJADO:  
 ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 ABRIL 2008



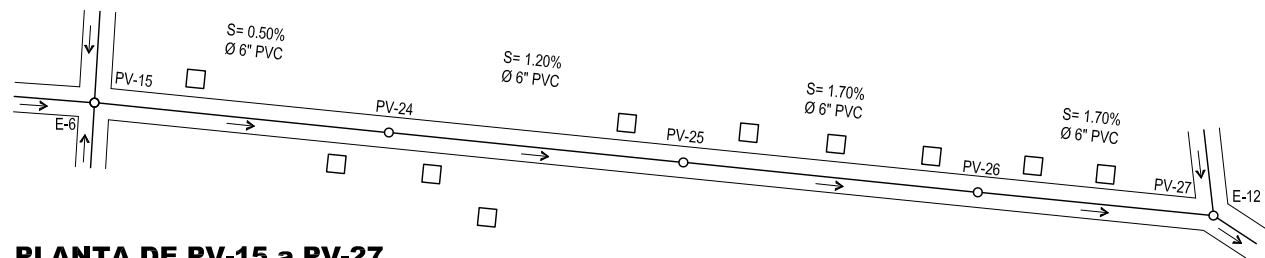
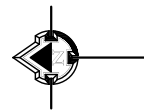
**PERFIL DE PV-19 a PV-15**

PARCELAMIENTO ESCALA: 1:1,250  
VELASQUITOS



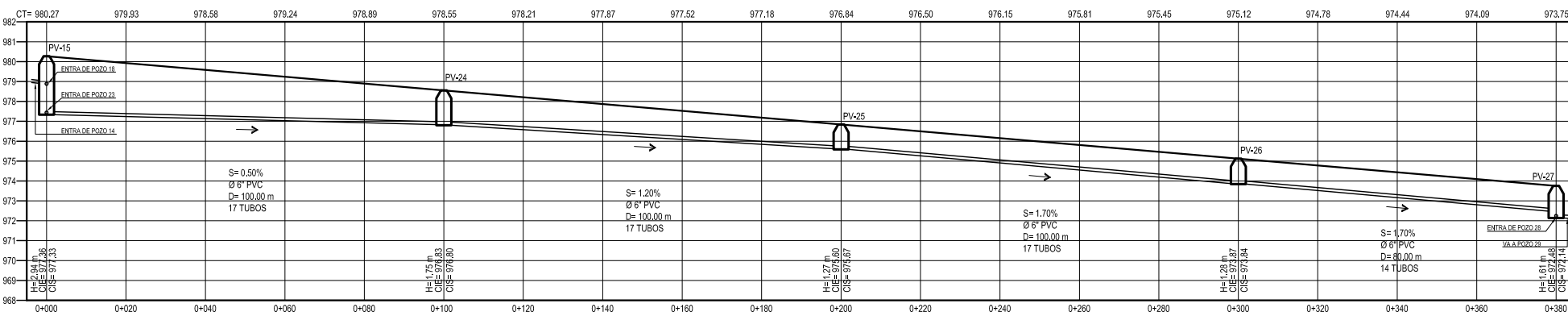
**PERFIL DE PV-19 a PV-15**

PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
VELASQUITOS ESC. VER.: 1:150



**PLANTA DE PV-15 a PV-27**

PARCELAMIENTO ESCALA: 1:1,250  
VELASQUITOS



**PERFIL DE PV-15 a PV-27**

PARCELAMIENTO ESC. HOR.: 1:750  
VELASQUITOS ESC. VER.: 1:150

**NOMENCLATURA**

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	CASA
E-10	ESTACIÓN TOPOGRAFICA
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
H	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DEL TERRENO

NOTA: La tubería a utilizar en el drenaje sanitario es de PVC norma ASTM D - 3034, según diámetro indicado en planos.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
EPS 2007

MUNICIPALIDAD DE  
SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
ESQUINTLA

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARCELAMIENTO VELASQUITOS

PLANO DE:  
PLANTA + PERFIL

DISEÑO:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
CALCULO:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
DEBIDO:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
ESCALA:  
INGENIARIA  
FECHA:  
ABRIL 2008

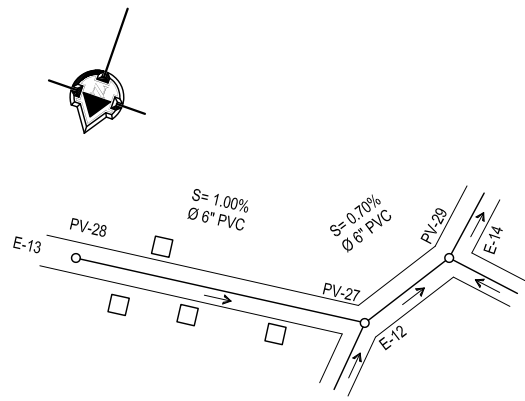
EPESISTA:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
CARNET:  
2001-17348

REVISOR:  
Inga. Chrísta Classon de Pinto

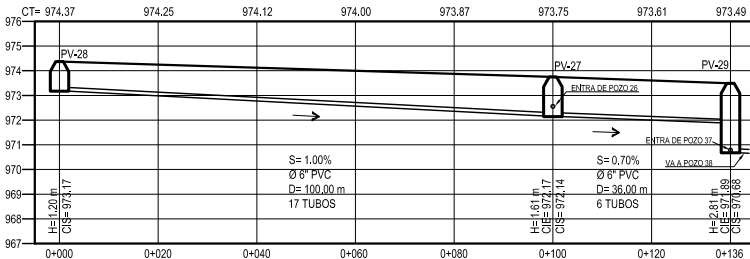


HOJA #

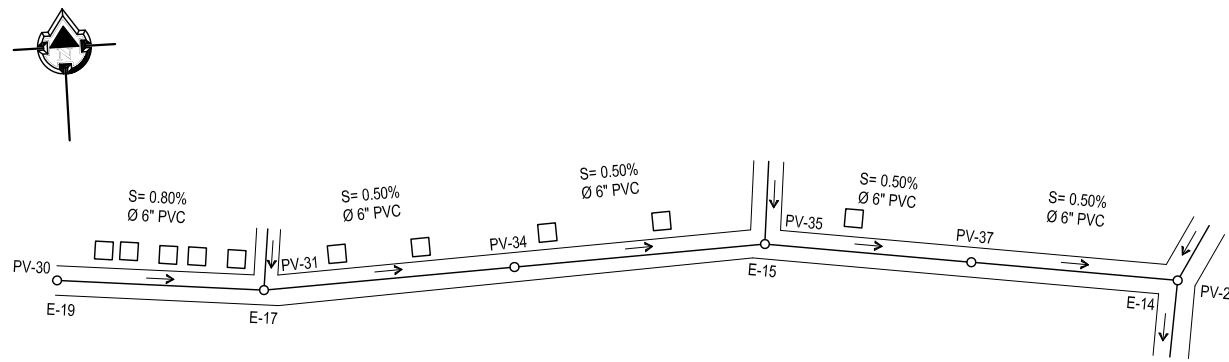
4 / 10



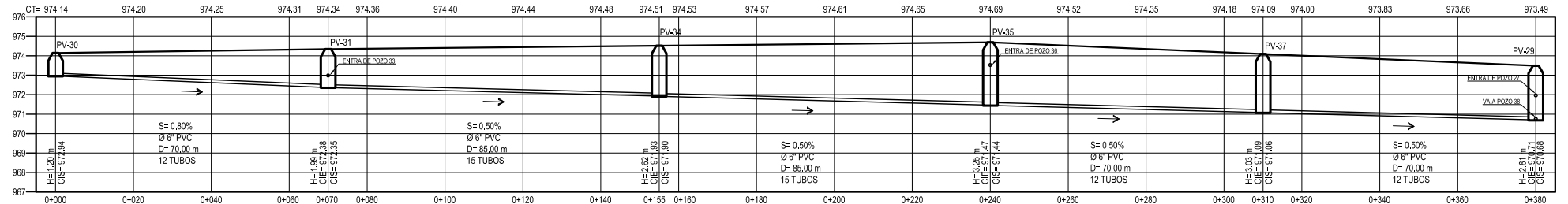
**PLANTA DE PV-28 a PV-29**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESCALA: 1:1,250



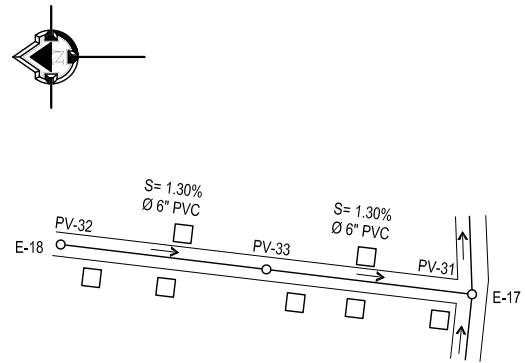
**PERFIL DE PV-28 a PV-29**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESC. HOR.: 1:750 ESC. VER.: 1:150



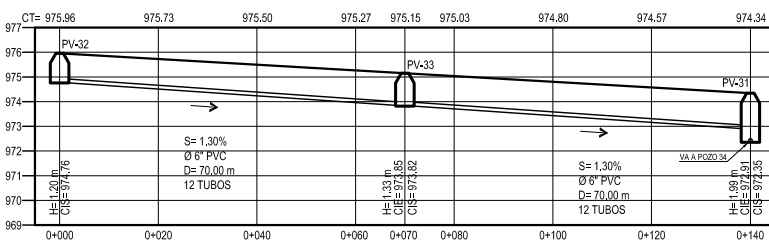
**PLANTA DE PV-30 a PV-29**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESCALA: 1:1,250



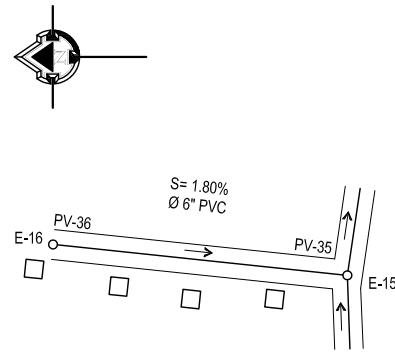
**PERFIL DE PV-30 a PV-29**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESC. HOR.: 1:750 ESC. VER.: 1:150



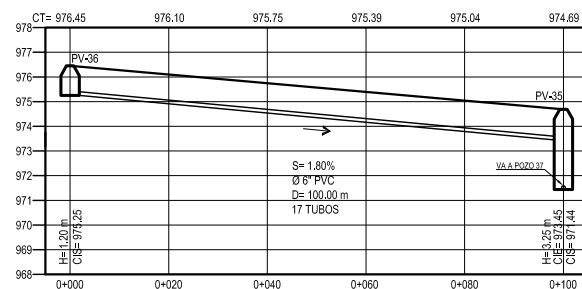
**PLANTA DE PV-32 a PV-31**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESCALA: 1:1,250



**PERFIL DE PV-32 a PV-31**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESC. HOR.: 1:750 ESC. VER.: 1:150



**PLANTA DE PV-36 a PV-35**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESCALA: 1:1,250



**PERFIL DE PV-36 a PV-35**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESC. HOR.: 1:750 ESC. VER.: 1:150

**NOMENCLATURA**

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	CASA
	E-10 ESTACIÓN TOPOGRAFICA
	S PENDIENTE DE TUBERIA
	Ø DIÁMETRO DE TUBERIA
	H ALTURA DE POZO
	CIE COTA INVERT DE ENTRADA
	CIS COTA INVERT DE SALIDA
	CT COTA DEL TERRENO

NOTA: La tubería a utilizar en el drenaje sanitario es de PVC norma ASTM D - 3034, según diámetro indicado en planos.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 EPS 2007

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
 ESCUINTLA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS

PLANO DE: PLANTA + PERFIL

EPESISTA: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN CARNET: 2001-17348

REVISOR: Inga. Chrsta Classon de Pinto

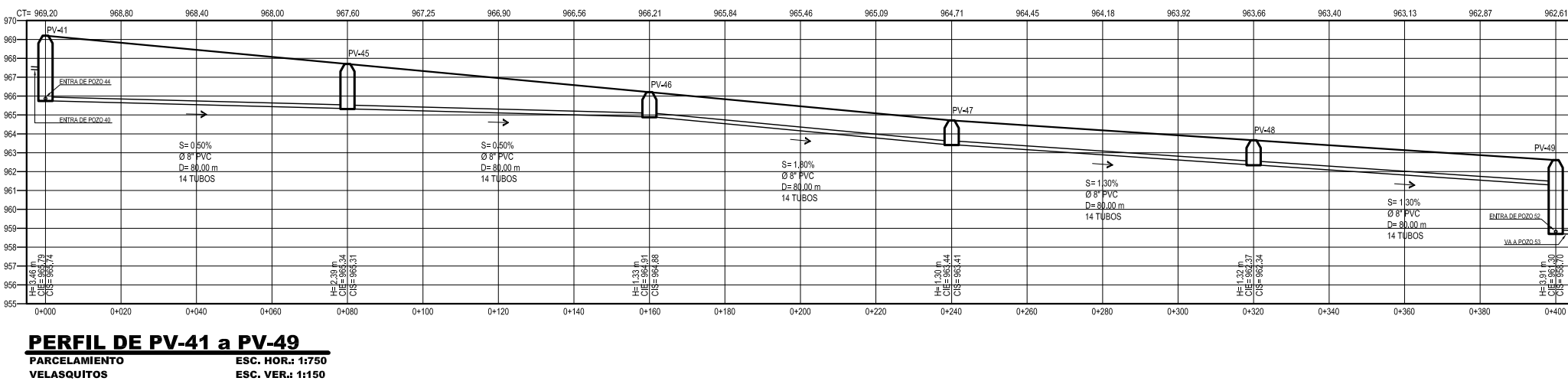
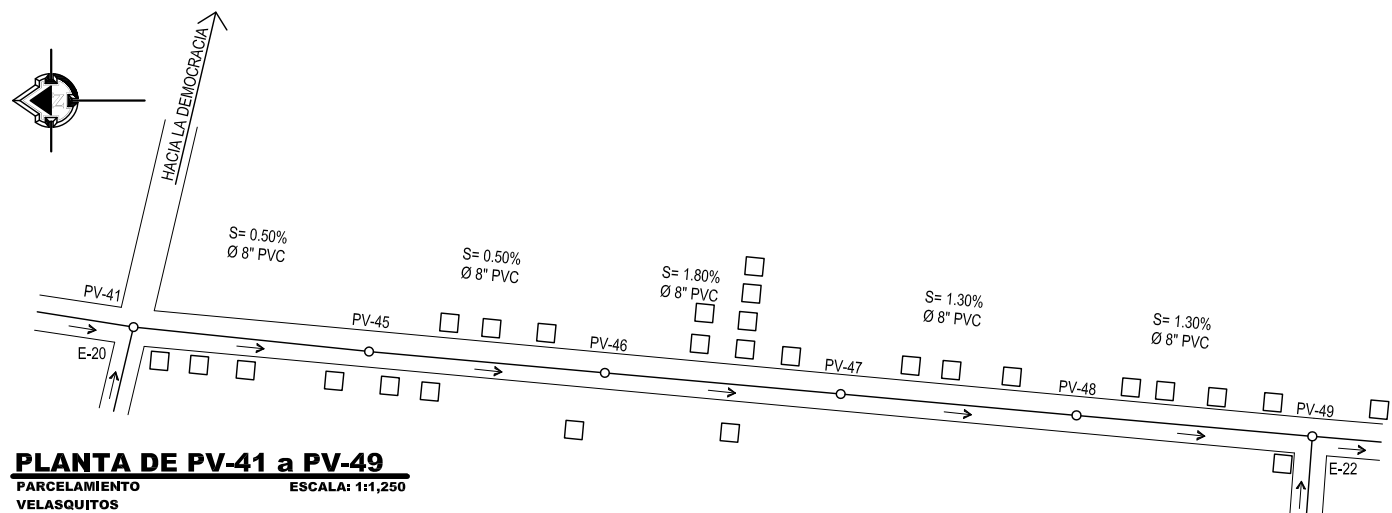
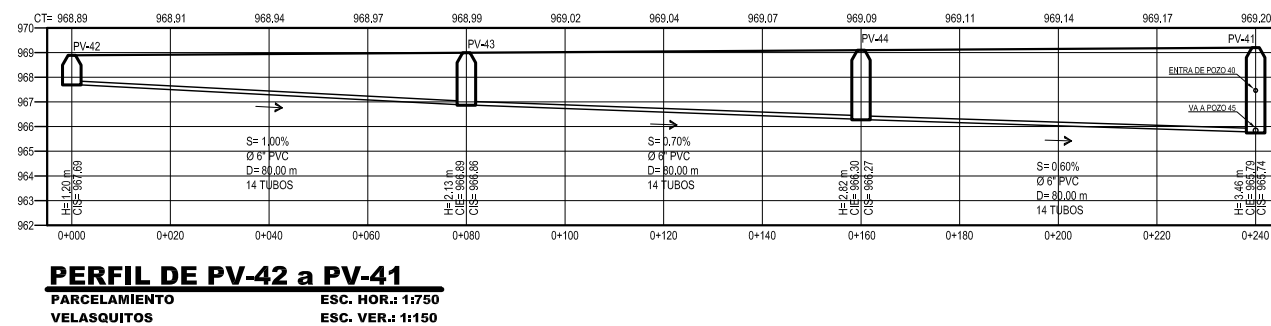
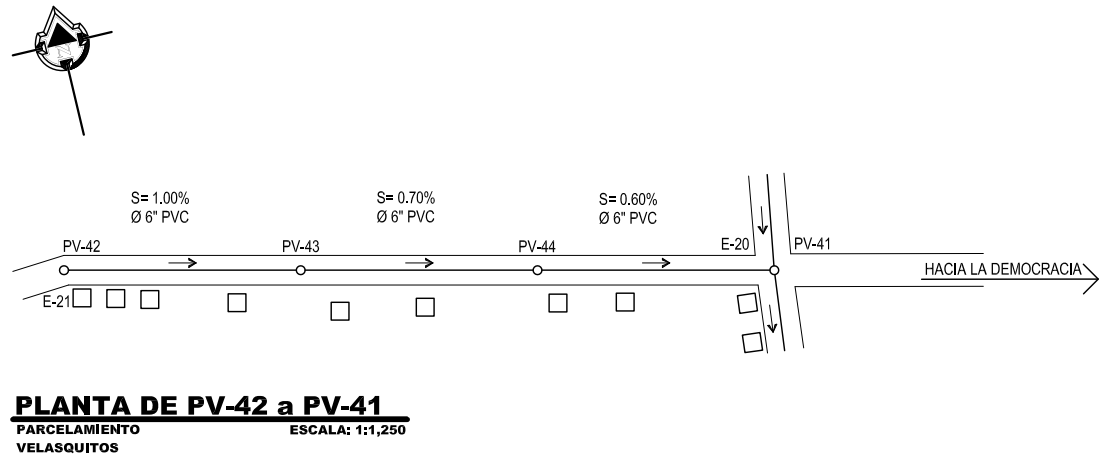
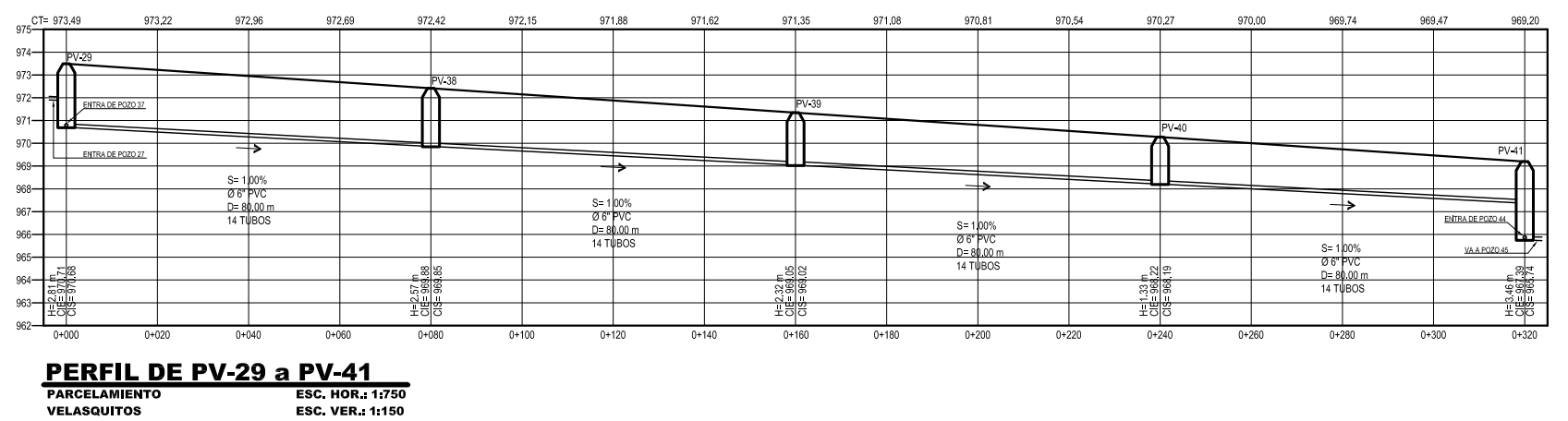
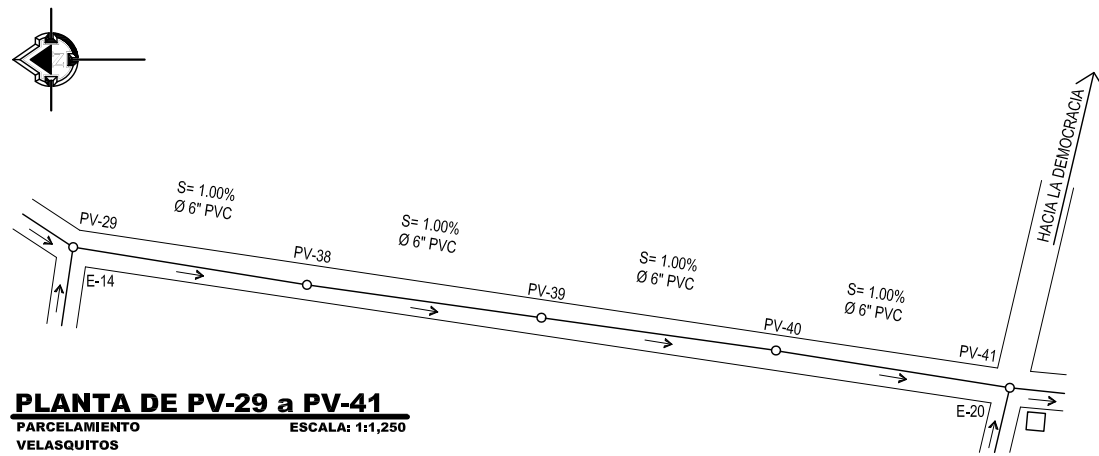


HOJA #

5/10

DIRIGIDO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 DISEÑADO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 DEBUCADO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 ESCALADA: INGENIERIA  
 FECHA: ABRIL 2008





**NOMENCLATURA**

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	CASA
E-10	ESTACIÓN TOPOGRAFICA
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
H	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DEL TERRENO

NOTA: La tubería a utilizar en el drenaje sanitario es de PVC norma ASTM D - 3034, según diámetro indicado en planos.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 EPS 2007

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA ESCUINTLA

PROYECTO: **ALCANTARILLADO SANITARIO PARCELAMIENTO VELASQUITOS**

PLANO DE: **PLANTA + PERFIL**

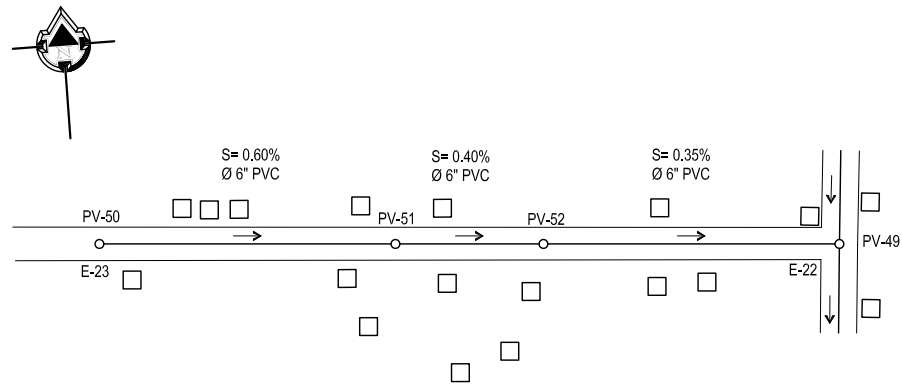
ESPECISTA: **ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN** CARNET: **2001-17348**

REVISOR: **Inga. Christa Clason de Pinto**

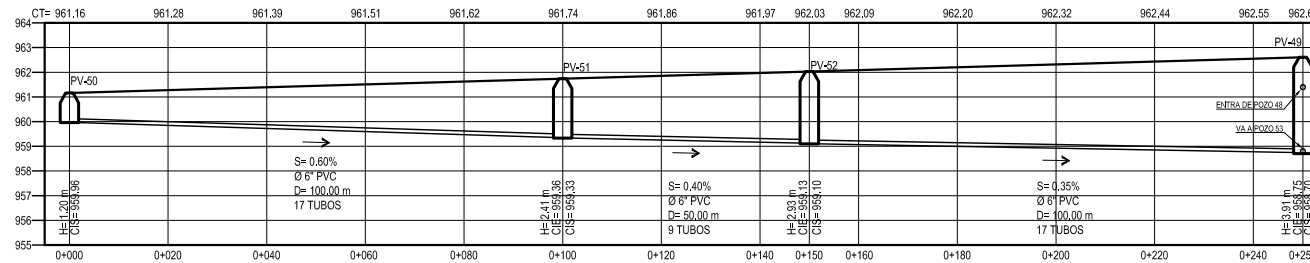
HOJA #

**6**  
**10**

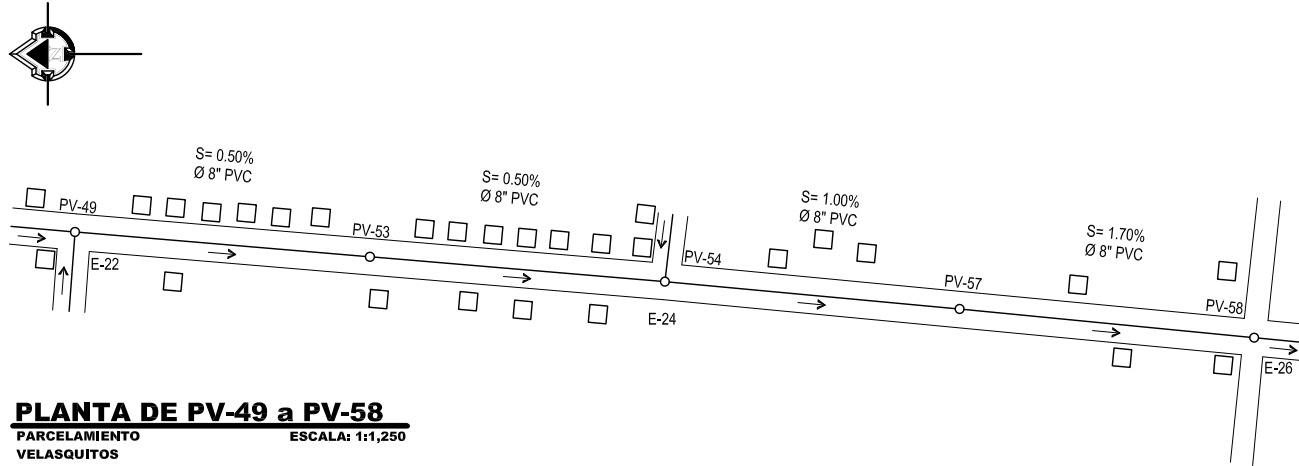
DISEÑO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 DIBUJO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 ESCALA: INGRESADA  
 FECHA: ABRIL 2008



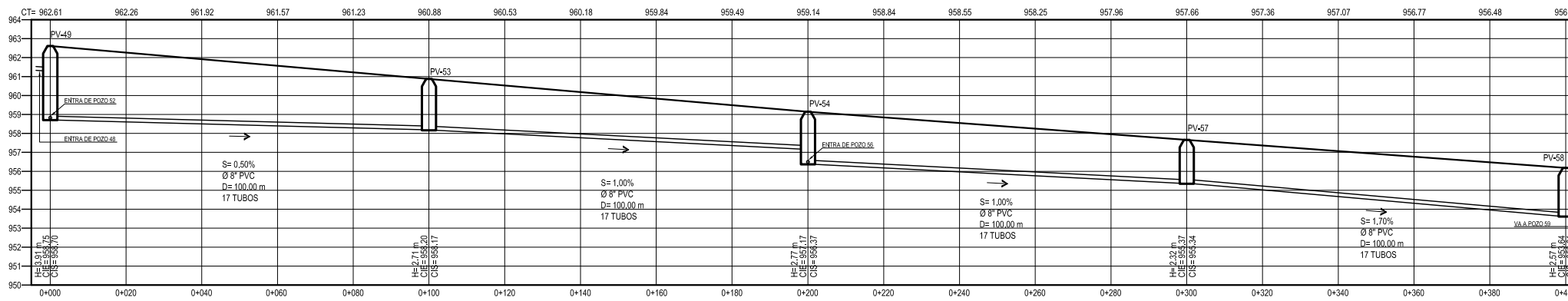
**PLANTA DE PV-50 a PV-49**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS  
 ESCALA: 1:1,250



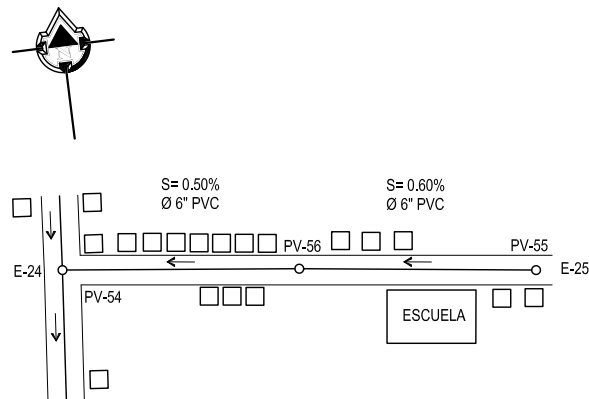
**PERFIL DE PV-50 a PV-49**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS  
 ESC. HOR.: 1:750  
 ESC. VER.: 1:150



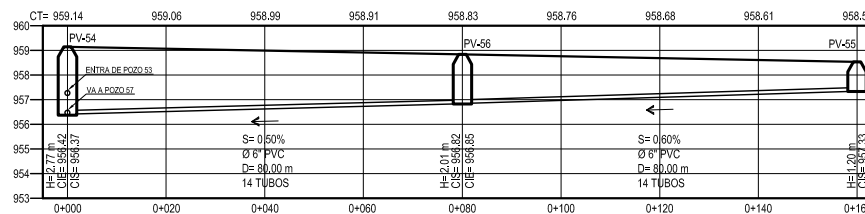
**PLANTA DE PV-49 a PV-58**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS  
 ESCALA: 1:1,250



**PERFIL DE PV-49 a PV-58**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS  
 ESC. HOR.: 1:750  
 ESC. VER.: 1:150



**PLANTA DE PV-55 a PV-54**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS  
 ESCALA: 1:1,250



**PERFIL DE PV-55 a PV-54**  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS  
 ESC. HOR.: 1:750  
 ESC. VER.: 1:150

**NOMENCLATURA**

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA PVC
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	CASA
E-10	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
H	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DEL TERRENO

NOTA: La tubería a utilizar en el drenaje sanitario es de PVC norma ASTM D - 3034, según diámetro indicado en planos.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 EPS 2007

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCÍA COTZUMALGUAPA  
 ESCUINTLA

PROYECTO: **ALCANTARILLADO SANITARIO PARCELAMIENTO VELASQUITOS**

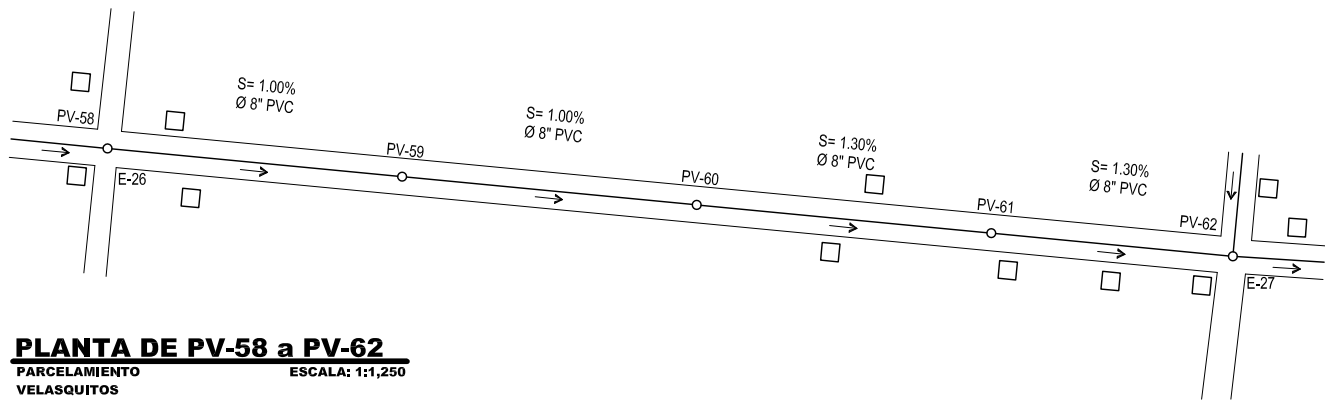
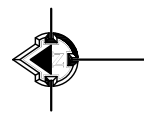
PLANO DE: **PLANTA + PERFIL**

HOJA # **7/10**

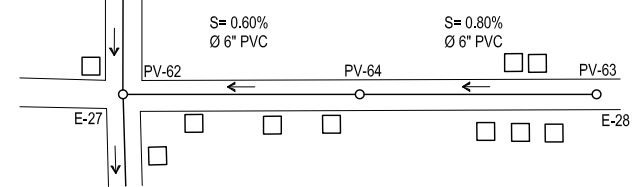
ESPESISTA: **ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN** CARNET: **2001-17348**

REVISOR: **Inga. Chrísta Clason de Pinto**

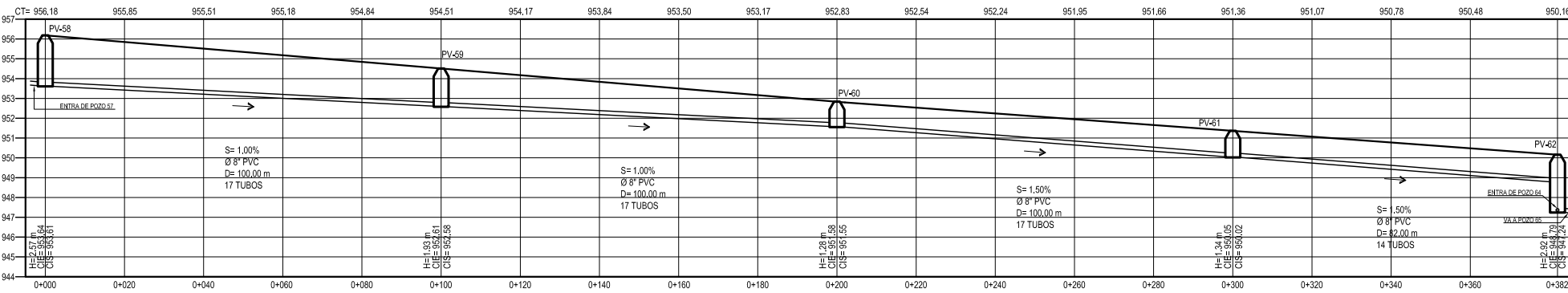
HOJA #  
**7/10**



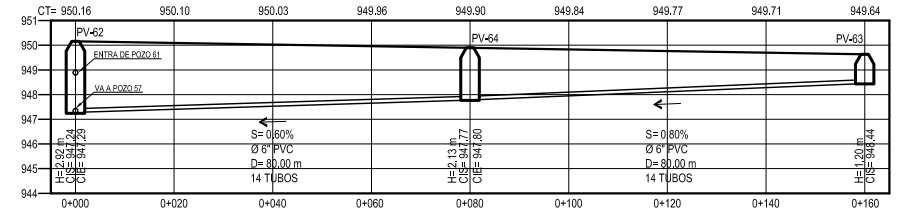
**PLANTA DE PV-58 a PV-62**  
PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESCALA: 1:1,250



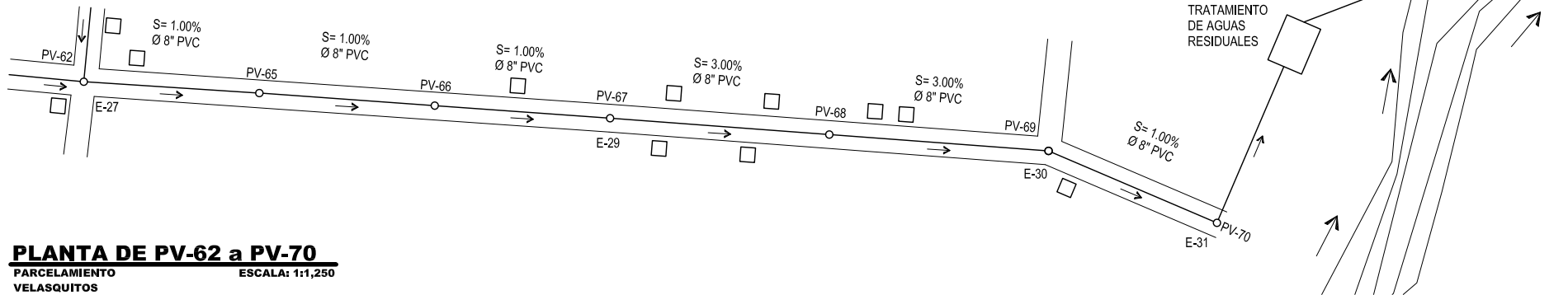
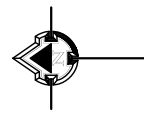
**PLANTA DE PV-63 a PV-62**  
PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESCALA: 1:1,250



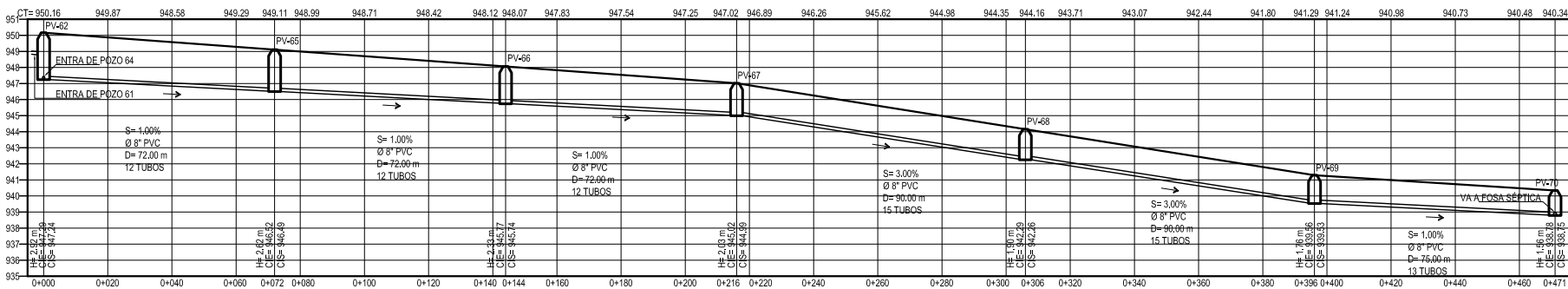
**PERFIL DE PV-58 a PV-62**  
PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESC. HOR.: 1:750 ESC. VER.: 1:150



**PERFIL DE PV-63 a PV-62**  
PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESC. HOR.: 1:750 ESC. VER.: 1:150



**PLANTA DE PV-62 a PV-70**  
PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESCALA: 1:1,250



**PERFIL DE PV-62 a PV-70**  
PARCELAMIENTO VELASQUITOS ESC. HOR.: 1:1000 ESC. VER.: 1:200

**NOMENCLATURA**

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	CASA
E-10	ESTACIÓN TOPOGRAFICA
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERIA
H	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DEL TERRENO

NOTA: La tubería a utilizar en el drenaje sanitario es de PVC norma ASTM D - 3034, según diámetro indicado en planos.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
EPS 2007

DISEÑO:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
DIBUJO:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
ESCALA:  
INGENIARIA  
FECHA:  
ABRIL 2008

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
ESQUINTLA

PROYECTO:  
ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARCELAMIENTO VELASQUITOS

PLANO DE: PLANTA + PERFIL

ESPESISTA:  
ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
CARNET:  
2001-17348

REVISOR:  
Inga. Christa Classon de Pinto

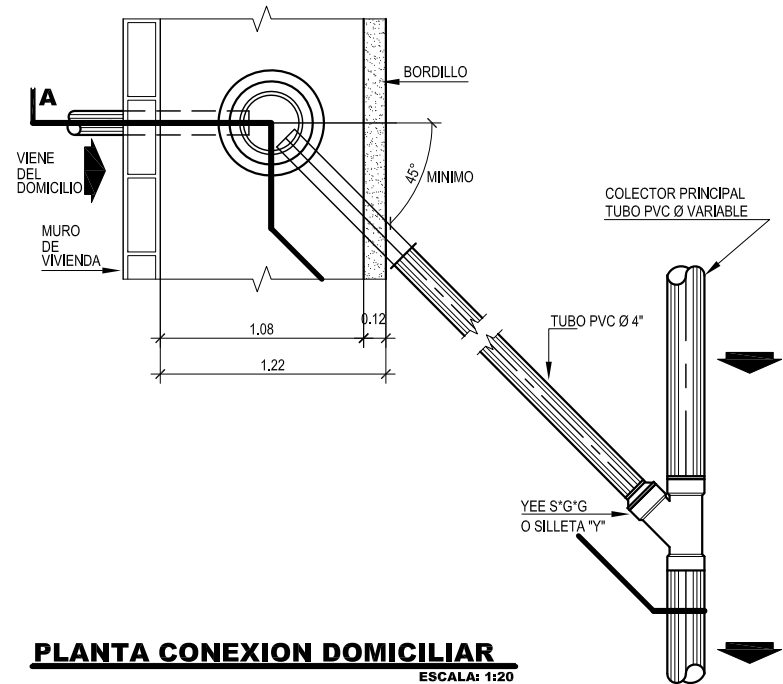


HOJA #

8/10

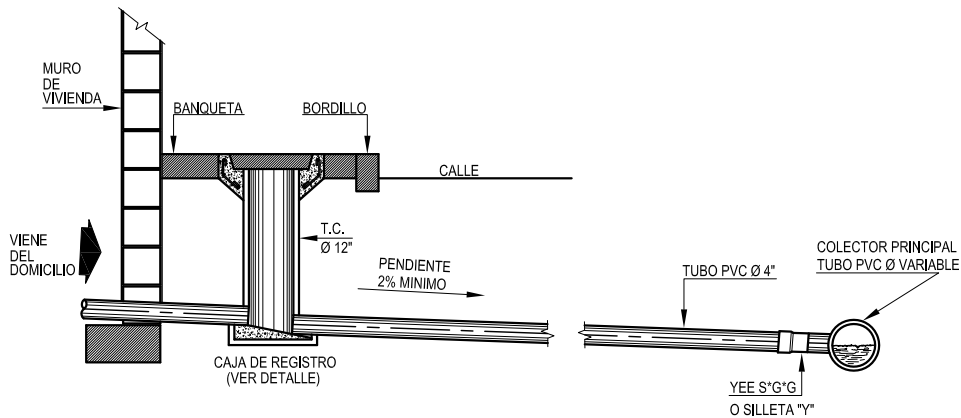


**CONEXION DOMICILIAR PARA CONDICIONES NORMALES**



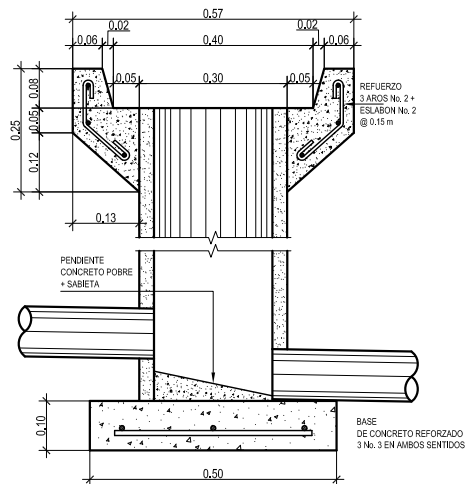
**PLANTA CONEXION DOMICILIAR**

ESCALA: 1:20



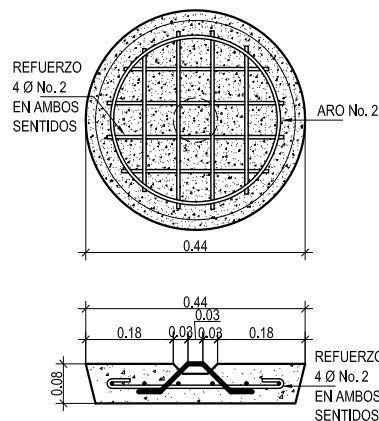
**SECCION A-A'**

ESCALA: 1:20



**DETALLE DE CAJA DE REGISTRO**

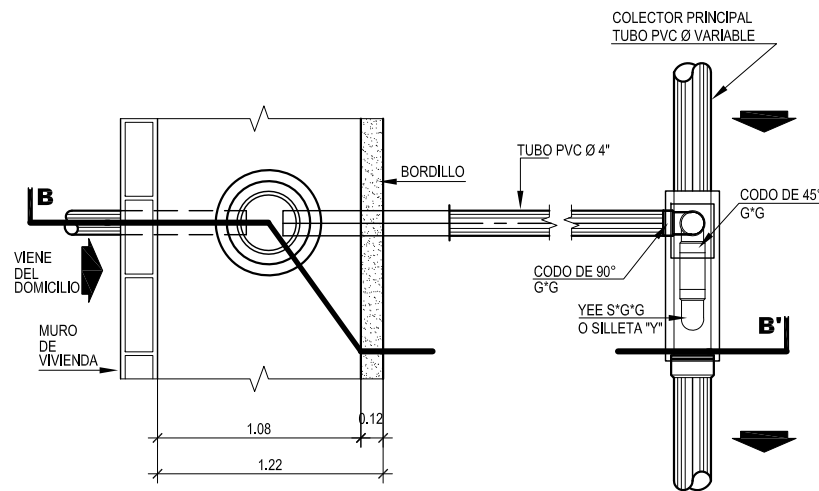
ESCALA: 1:7.5



**DETALLE DE TAPADERA**

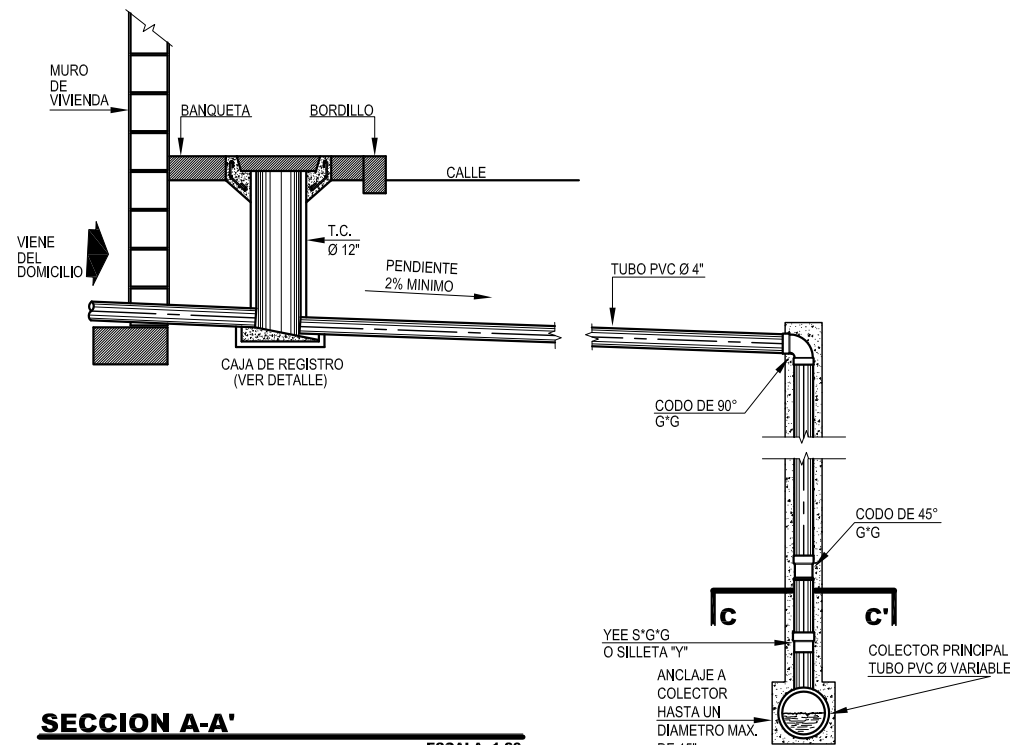
ESCALA: 1:7.5

**CONEXION DOMICILIAR PARA CONDICIONES PROFUNDAS MAYOR A 3,00 m**



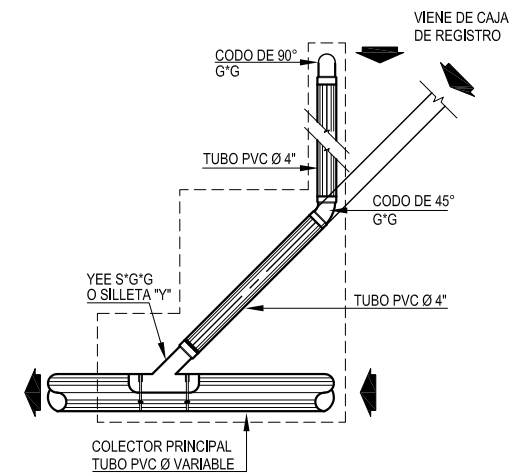
**PLANTA CONEXION DOMICILIAR**

ESCALA: 1:20



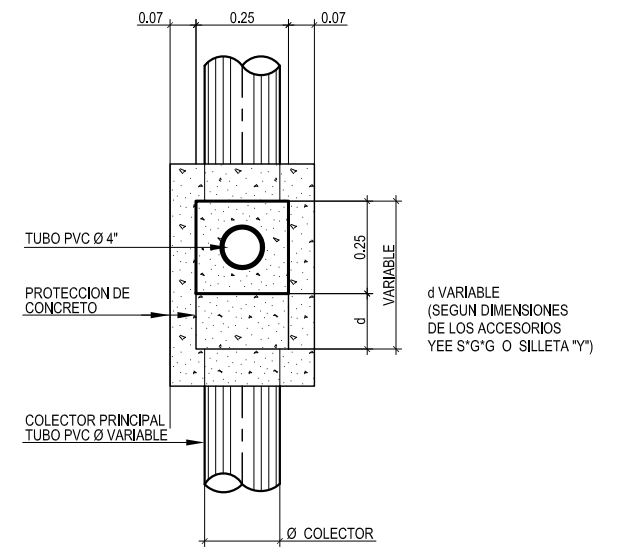
**SECCION A-A'**

ESCALA: 1:20



**PERFIL CONEXION DOMICILIAR**

ESCALA: 1:20



**SECCION C-C'**

ESCALA: 1:10

**REFERENCIAS:**

**ACCESORIOS:**  
**PARA CONDICIONES NORMALES:**  
 a. Tubería PVC Ø 4"  
 b. Yee S'G'G o Silleta "Y" (Ø Colector x 4")

**PARA COLECTOR CON PROFUNDIDAD MAYOR A 3,00 m A LA COTA DE CORONAMIENTO:**

a. Tubería PVC Ø 4"  
 b. Codo 90° 4" G'G"  
 c. Codo 45° 4" G'G"  
 d. Yee S'G'G o Silleta "Y" (Ø Colector x 4")



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 EPS 2007

MUNICIPALIDAD DE  
 SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
 ESCUINTLA

PROYECTO:  
 ALCANTARILLADO SANITARIO  
 PARCELAMIENTO VELASQUITOS

PLANO DE:  
 DETALLES DE CONEXION DOMICILIAR

ESPELISTA:  
 ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
 CARNET:  
 2001-17348

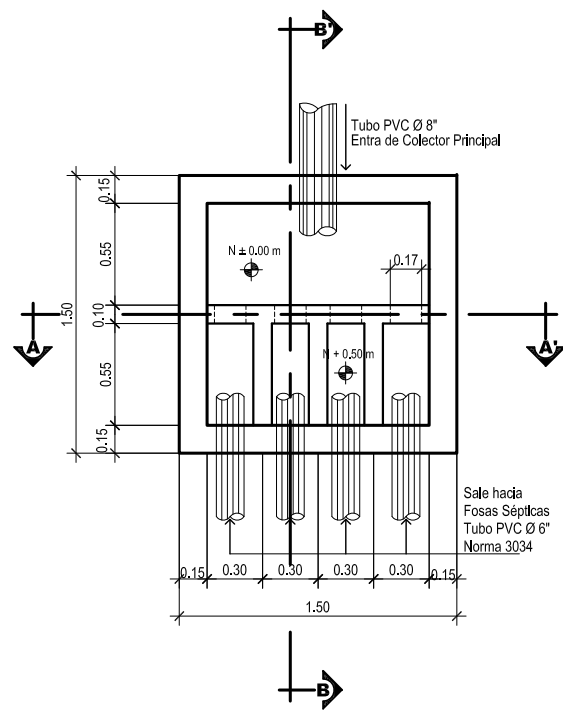
REVISOR:  
 Inga. Christa Classon de Pinto



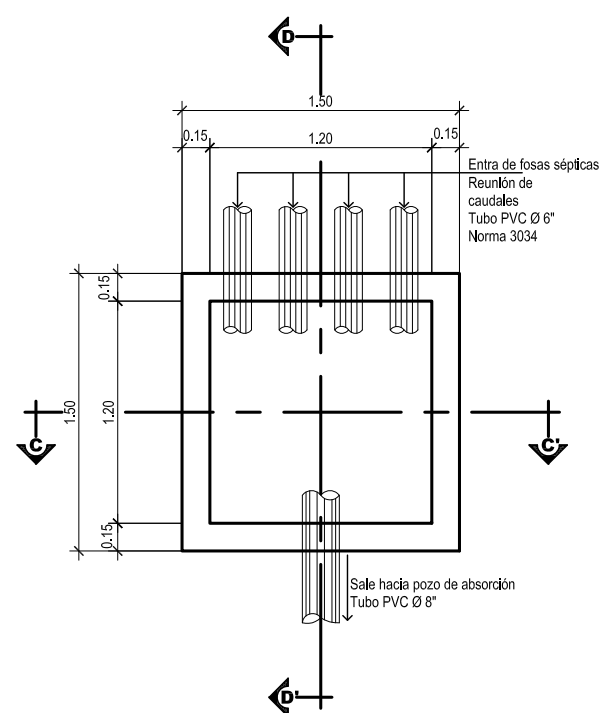
HOJA #

10/10

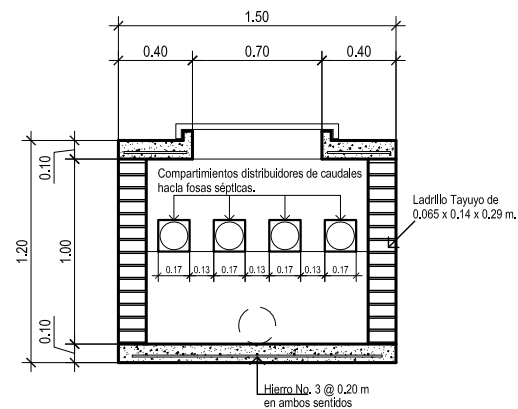




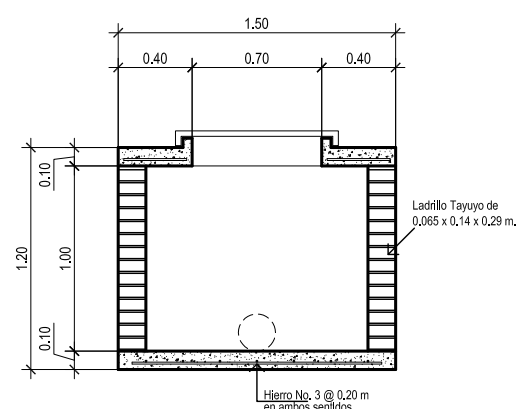
**CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES**  
ESCALA: 1:20



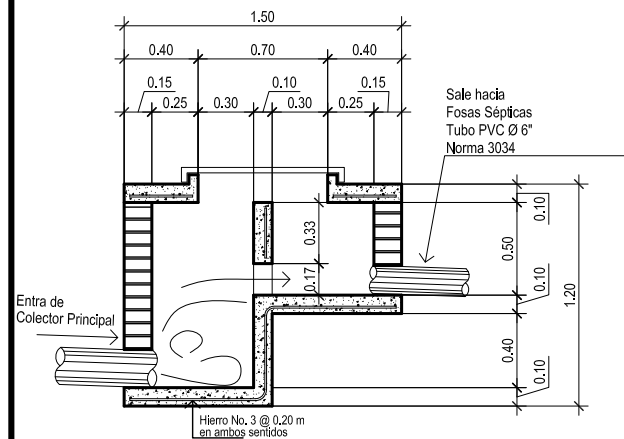
**CAJA REUNIDORA DE CAUDALES**  
ESCALA: 1:20



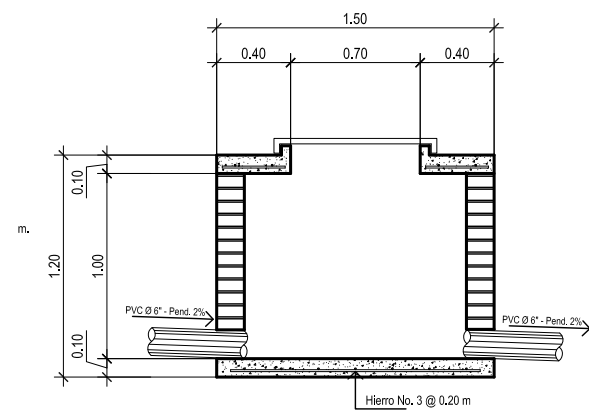
**SECCION A-A'**  
ESCALA: 1:20



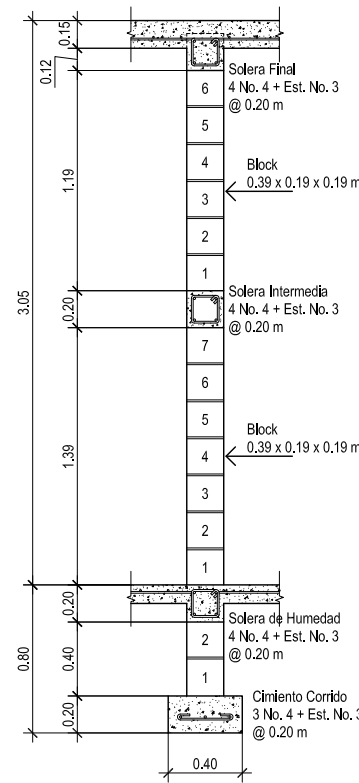
**SECCION C-C'**  
ESCALA: 1:20



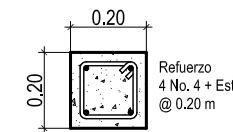
**SECCION B-B'**  
ESCALA: 1:20



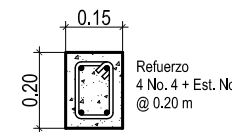
**SECCION D-D'**  
ESCALA: 1:20



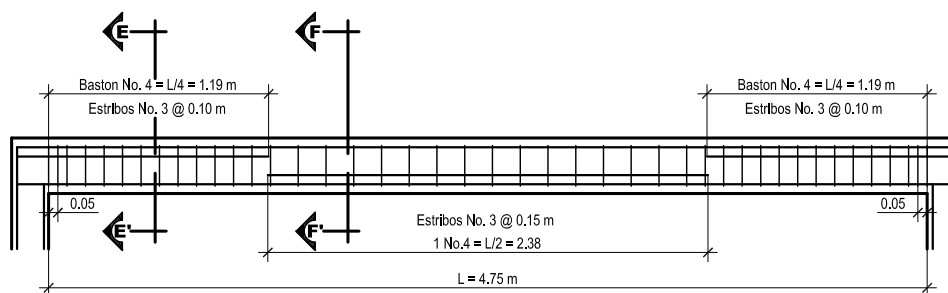
**DETALLE DE MURO DE FOSA SÉPTICA**  
ESCALA: 1:20



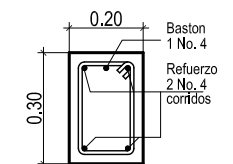
**COLUMNA C-1**  
ESCALA: 1:10



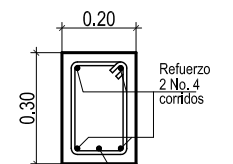
**COLUMNA C-2**  
ESCALA: 1:10



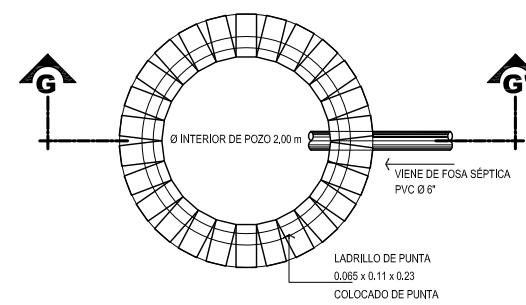
**DETALLE DE VIGA**  
ESCALA: 1:20



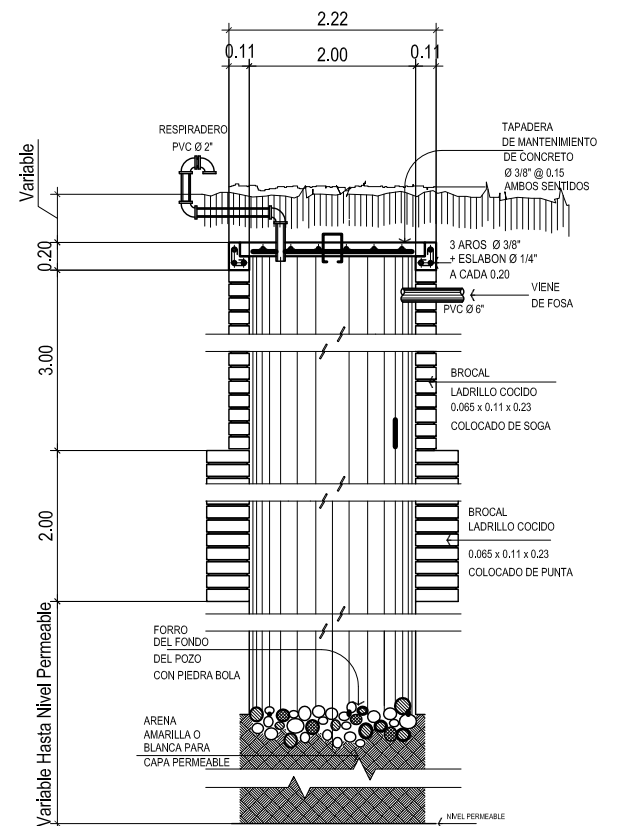
**SECCION E-E'**  
ESCALA: 1:10



**SECCION F-F'**  
ESCALA: 1:10



**PLANTA DE POZO DE ABSORCIÓN**  
SIN ESCALA



**SECCION G-G' POZO DE ABSORCIÓN**  
SIN ESCALA

**ESPECIFICACIONES**

- Concreto: El refuerzo a compresión será de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.
- El agregado grueso tendrá un tamaño máximo de 3/4" tanto éste como el agregado fino estará libre de materia orgánica y otras impurezas.
- El agua será también pura sin presencia de materia orgánica.
- Aceros: El refuerzo para columnas, soleras, losas y viga será grado estructural 40 (fy = 2810 kg/cm<sup>2</sup>).
- Para la losa de fondo la electromalla deberá cumplir con lo especificado por el fabricante.
- Recubrimiento: En columnas, soleras y viga será de 2.50 cm. En cimiento corrido y losa inferior 7.50 cm. En losa superior 2.00 cm de la cara inferior de la misma.
- Otras: Mortero para levantado de paredes: la proporción será 1:5 (cemento y arena de río).
- Block de concreto de 25 Kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión.
- Tubería y accesorios cumplirán norma ASTM D-3034.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
EPS 2007

MUNICIPALIDAD DE SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA  
ESCUNTLA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARCELAMIENTO VELASQUITOS

PLANO DE: DETALLE DE FOSAS SÉPTICAS + POZO DE ABSORCIÓN

HOJA # 2/2

INGENIERO: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
DISEÑADOR: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
REVISOR: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: ABRIL 2008

EPESISTA: ABNER BENJAMIN RAMIREZ RIAN  
CARNET: 2001-17348  
REVISOR: Inga. Christa Classon de Pinto