



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

**DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN PARA
EL BARRIO NUEVO SAN JOSÉ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ,
DEPARTAMENTO DE PETÉN**

Luis Fernando España Albanez
Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN PARA
EL BARRIO NUEVO SAN JOSÉ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ,
DEPARTAMENTO DE PETÉN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

LUIS FERNANDO ESPAÑA ALBANEZ
ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA
OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2007

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	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
EXAMINADOR	Inga. Christa Classon de Pinto
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 DE DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN PARA EL BARRIO NUEVO SAN JOSÉ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN,

tema que se me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 13 de agosto de 2007.

Luis Fernando España Albanéz



Guatemala, 19 de septiembre de 2007
Ref. EPS. C. 572.09.07

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
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, **LUIS FERNANDO ESPAÑA ALBANEZ**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN PARA EL BARRIO NUEVO SAN JOSÉ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN”**.

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 **San José**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“D y Enseñad a Todos”



Ing. Manuel Alfredo Arriyillaga Ochaeta
Asesor – Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



MAAO /jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
28 de septiembre de 2007

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que habiendo revisado el trabajo de graduación DISEÑO DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN PARA EL BARRIO NUEVO SAN JOSÉ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Fernando España Albanez, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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 ENSEÑADA A TODOS

Ing. Jorge Alejandro Arévalo Valdéz
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
21 de septiembre de 2007

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que habiendo revisado el trabajo de graduación DISEÑO DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN PARA EL BARRIO NUEVO SAN JOSÉ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Fernando España Albanez, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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 ENSEÑEDAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales
Jefe del Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC



Guatemala, 19 de septiembre de 2007
Ref. EPS. C. 572.09.07

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

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

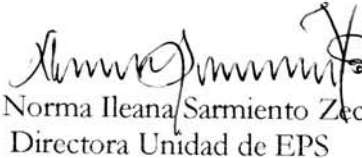
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN PARA EL BARRIO NUEVO SAN JOSÉ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **LUIS FERNANDO ESPAÑA ALBANEZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"D y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S., Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Luis Fernando España Albanez, titulado DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN PARA EL BARRIO NUEVO SAN JOSÉ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez



Guatemala, octubre 2007.

/bbdeb.

AGRADECIMIENTOS A:

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga

Por brindarme todo su apoyo y sus conocimientos para hacer realidad uno de mis sueños.

Ing. Luis Alfaro Veliz

Por su amistad y por su apoyo.

Municipalidad de San José, Petén.

En especial al Señor Julián Tesucún, por darme la oportunidad de realizar allí mi práctica, también a: Mincho, Jorge Mario, Lili, Nery, Ing. Ocaña; por su amistad y por todas las vivencias que recordaré siempre.

Universidad de San Carlos, a la facultad de Ingeniería y todos sus catedráticos por hacer de mí un profesional competente y así integrarme al grupo de profesionales egresados del Alma Máter.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios gracias por darme la vida, por hacerme saber que tengo un propósito en ella y por darme la fortaleza para seguir adelante.

- Mi madre Consuelo Albanez, por confiar en mí incondicionalmente, por sus sabios consejos, porque le debo mi vida y lo que soy. GRACIAS MAMÁ.
- Mi padre Héctor España, por el apoyo, por estar allí siempre que lo necesité. A ambos les dedico este momento tan especial en mi vida y les agradezco sus esfuerzos y el haber confiado en que no los iba a defraudar.
- Mis sobrinos Elisa y Sergio, gracias por tantos momentos que me brindaron, por su inocencia y sinceridad.
- Mis hermanos Mely y Alex, por ser como mis amigos, por apoyarme e instarme a seguir adelante siempre, por ser mi ejemplo a seguir.
- Mi abuela Herminia Morales, por ser mi segunda madre y por todos los consejos que me dio, por estar siempre en mi corazón y en mis pensamientos.
- Mis amigos Deysi, Carmen, Wilder, Chiqui, Henry, Dina, Gustavo, Sergio, Alejandro, José, Carlos Ipiña, Edgar, Jorge, Max,

José Manuel, Manuel Yat, Gabriel Guerra, por su apoyo y compañía durante mi estadía en la universidad.

A Floridalma Díaz, por su amor, comprensión y apoyo durante mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1 CARACTERÍSTICAS SOBRE LAS NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS BÁSICOS DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, PETÉN	01
1.1 Antecedentes históricos	01
1.2 Características geográficas	01
1.2.1 Localización y extensión territorial	01
1.2.2 Ubicación geográfica y colindancias	02
1.2.3 Vías de acceso	02
1.2.4 Clima e hidrografía	03
1.3 Características económicas	03
1.4 Características socioculturales	05
1.4.1 Población	05
1.4.2 Educación	05
1.4.3 Servicios básicos existentes	05
2 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	09
2.1 Descripción del proyecto	09
2.2 Levantamiento topográfico	09

2.2.1 Altimetría	09
2.2.2 Planimetría	10
2.3 Diseño del sistema	11
2.3.1 Descripción del sistema a utilizar	11
2.3.2 Período de diseño	13
2.3.3 Población de diseño	13
2.3.4 Dotación	14
2.3.5 Factor de retorno	14
2.3.6 Factor de Harmond	15
2.3.7 Caudal sanitario	15
2.3.7.1 Caudal domiciliar	15
2.3.7.2 Caudal de infiltración	16
2.3.7.3 Caudal por conexiones ilícitas	17
2.3.7.4 Factor de caudal medio	17
2.3.7.5 Caudal de diseño	19
2.3.8 Selección de tipo de tubería	20
2.3.9 Diseño de sección de pendientes	20
2.3.9.1 Velocidades máximas y mínimas de diseño	22
2.3.9.2 Cálculo de cotas invert	22
2.3.10 Pozos de visita	22
2.3.11 Conexiones domiciliarias	25
2.3.12 Profundidad de tubería	26
2.3.13 Principios hidráulicos	28
2.3.13.1 Relaciones hidráulicas	29
2.3.14 Cálculo hidráulico	30
2.3.14.1 Parámetros de diseño	31
2.3.14.2 Ejemplo de diseño de un tramo	32
2.3.14.3 Especificaciones técnicas	38
2.4 Desfogue	42

2.4.1 Tratamiento primario	42
2.4.1.1 Fosa séptica	43
2.4.1.2 Pozos de absorción	44
2.5 Estudio de impacto ambiental	44
2.5.1 En construcción	45
2.5.2 En operación	45
2.5.3 Estudio inicial de impacto ambiental	46
2.6 Presupuesto	48
2.7 Análisis económico	50
2.7.1 Valor presente neto	50
2.7.2 Tasa interna de retorno	52
3. DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN, PARA EL BARRIO NUEVO DE SAN JOSÉ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN	55
3.1 Descripción del proyecto	55
3.1.1 Alcances del proyecto	55
3.1.2 Levantamiento topográfico	55
3.1.3 Planimetría y altimetría	56
3.2 Estudio de suelos	57
3.2.1 Ensayos de laboratorio	57
3.3 Método y procedimiento de diseño, del pavimento rígido para el Barrio de San José, Municipio de San José, Departamento de Petén	58
3.3.1 Pavimiento rígido	58
3.3.2 Módulo de reacción de sub-rasante (k)	61
3.3.3 Tránsito promedio diario	63
3.3.4 Módulo de roptura del concreto (Mr)	64
3.3.5 Diseño de juntas	65

3.3.5.1	Tipos de juntas	65
3.3.5.2	Formación de las juntas	69
3.3.6	Pasos para el diseño del espesor del pavimento	71
3.3.7	Movimiento de tierras	76
3.3.8	Conformación y curada del pavimento	77
3.3.8.1	Curador de concreto	77
3.4	Normativa	78
3.4.1	Pavimento de concreto	78
3.4.2	Materiales	78
3.4.3	Equipo de pavimentación	81
3.4.4	Colocación y compactación del concreto	82
3.5	Estudio inicial de impacto ambiental	84
3.6	Obras de protección	86
3.6.1	Obras pluviales	86
3.6.2	Cunetas	87
3.6.3	Contra cunetas	87
3.6.4	Drenaje transversal	88
3.7	Presupuesto	89
3.8	Análisis económico	91
3.8.1	Valor presente neto (VPN)	91
3.8.2	Tasa interna de retorno (TIR)	93
	CONCLUSIONES	95
	RECOMENDACIONES	97
	BIBLIOGRAFÍA	99
	ANEXOS	101
	APÉNDICE A	105
	APÉNDICE B	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Pozo de visita	24
2. Tipo de juntas	68
3. Relaciones de soporte de California (CBR)	73

TABLAS

I	Valores permitidos de valor de caudal medio	19
II	Profundidad mínima de la cota invert	27
III	Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro	28
IV	Resumen del presupuesto del alcantarillado sanitario para el municipio de San José (en quetzales)	48
V	Resumen del presupuesto del alcantarillado sanitario para el municipio de San José (en dólares)	49
VI	Categorías de tránsito en función de cargas por eje	60
VII	Tipos de suelos de la subrasante y valores aproximados de “k”	62
VIII	Valores de “k” para diseños sobre bases no tratadas	62
IX	TPDC permisible, carga por eje categoría 1, pavimentos con junta de trabe por agregados (no necesita dovela)	75
X	Espesores estimados de bases según su uso	76
XI	Resumen del presupuesto de la pavimentación para el Barrio Nuevo San José, Municipio de San José, departamento Petén. (en quetzales)	89

XII	Resumen del presupuesto de la pavimentación para el Barrio Nuevo San José, Municipio de San José, departamento Petén. (en dólares)	90
-----	--	----

LISTA DE SÍMBOLOS

AT	Área total
AASHTO	Asociación Oficial de Carreteras y Transp.
ACI	Instituto Americano del Concreto
b	Base
CP	Cota piezométrica
C.I.I.	Cota invert inicial
C.I.F.	Cota invert final
d	Peralte
<i>d</i>	Tirante de agua dentro del tubo
D	Diámetro del tubo
F. H.	Factor Harmond
F´c	Resistencia nominal del concreto
FI.	Factor de flujo instantáneo
Fact. Inf.	Factor de infiltración
FQM	Factor de caudal medio
h	Altura
Ha.	Hectáreas
Hab./Ha	Habitantes por hectárea
Hab./casa	Habitantes por casa
L/hab/día	Litros por habitante al día
l/seg	Litros por segundo
m/seg	Metros por segundo
P	Presión
Po	Población inicial
Pf	Población futura

PO	Punto observado
PV	Pozo de visita
q	Caudal real a sección parcialmente llena
Q	Caudal a sección llena
Qdom.	Caudal domiciliar
q inf.	Caudal de infiltración
Q.C.I	Caudal por conexiones ilícitas
q.dis.	Caudal de distribución
Qm	Caudal medio
Qmd	Caudal medio diario
QT	Caudal total
R	Radio hidráulico
s	Pendiente
V	Velocidad de sección llena
v	Velocidad de diseño a sección parcialmente llena
V max	Velocidad máxima
Vs	Valor soporte del suelo
Km	Kilómetro (s)
m	Metro (s)
r.	Tasa de crecimiento de la población
%	Por ciento
v/V	Relación de velocidades
d/D	Relación de diámetros
a/A	Relación de alturas
a/Q	Relación de caudales
conex.	Conexión
domic.	Domiciliar
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
S%	Pendiente en porcentaje

P.V.C.	Material fabricado a base de Cloruro de Polivinilo
Est.	Estación
P.O.	Punto Observado

GLOSARIO

Alcantarillado Sanitario	Sistema que se utiliza para conducir únicamente aguas negras o servidas.
Altimetría	Procedimiento utilizado para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos distintos de terreno o construcción.
Caudal	Cantidad de agua que brota de un manantial o cantidad de aguas negras producto del uso humano, por unidad de tiempo.
Caudal de Infiltración	Cantidad de volumen de agua subterránea que se infiltra dentro del sistema de drenajes, debido al nivel de la capa freática.
Caudal de diseño	Elevación de tramo por tramo del sistema sanitario, aplicado en un período de diseño determinado, el cual esta integrado por el caudal máximo de origen doméstico, el caudal de infiltración, conexiones ilícitas y aguas de origen comercial e industrial.
Sub-rasante	Es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad tal que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

Cota invert	La parte más baja de un colector, en donde entran una o varias tuberías y solo una de ellas es de seguimiento.
Base	Es la capa formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial para constituir una base integrante de un pavimento.
Dotación	Cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades y que se expresa en litros por habitante por día.
Pavimento rígido	Es un pavimento rígido, de concreto de cemento hidráulico, diseñado para resistir las cargas e intensidad de tránsito.
Agregado fino	Arena natural compuesto de partículas duras y durable que llene los requerimientos.
Factor de retorno	Factor que indica la relación que existe entre la cantidad de agua que consume al día y la dotación destinada para cada persona, puede variar este factor en función del clima de la región en estudio.

Fosa séptica	Unidad destinada para el tratamiento primario de las aguas residuales; consiste en una o dos cámaras, convenientemente, construidas para detener las aguas servidas, por un período de tiempo establecido.
Período de diseño	Tiempo durante el cual un sistema dará un servicio satisfactorio a la población.
Pozo de absorción	Unidades para la filtración o absorción de agua; tienen la función de que el afluente líquido de las otras unidades sea absorbido por el suelo subterráneamente.
Pozo de visita	Una estructura que forma parte de un alcantarillado y tiene por objeto dar inspección, limpieza y ventilación al sistema.
Relaciones hidráulicas	Relación que existe entre cada uno de los parámetros de diseño a sección llena y los parámetros de diseño a sección, parcialmente, llena, las cuales deben cumplir con ciertas condiciones para que las tuberías no trabajen a sección llena.
Área tributaria	Superficie que drena hacia un punto determinado.
Candela	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.

Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de aguas negras o aguas de lluvia, pluviales.
Confiabilidad	Seguridad de un componente o sistema para resistir amenazas.
Excretas	Residuos de alimento que, después de hecha la digestión, despiden el cuerpo por el ano.
Permeabilidad	Propiedad que tienen los suelos de dejar pasar el agua a través de sus poros.

RESUMEN

Es obvio que Guatemala necesita de varias obras civiles que puedan mejorar la calidad de vida de sus habitantes, la Municipalidad de San José, Petén se caracteriza por ser una institución que siempre vela por el bienestar de sus pobladores.

El departamento de Petén sufre latentemente, por un problema, el cual radica en la falta de alcantarillados sanitarios, es por ello que la construcción de un alcantarillado sanitario es de vital importancia para el municipio de San José, ya que, la existencia de este mejoraría las condiciones de salud de sus habitantes, al igual que la pavimentación de sus calles lo cual facilitarían el traslado de las personas aledañas al lugar.

Por lo que este trabajo de graduación está orientado a plantear las posibles soluciones a los problemas, anteriormente, descritos, desarrollando para el efecto, los siguientes proyectos:

Diseño de drenaje sanitario y pavimentación del barrio nuevo San José, municipio de San José, departamento de Petén

El trabajo está orientado, principalmente, a la solución de estas necesidades y esta conformado por tres capítulos, siendo los siguientes:

1. Características sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos de municipio de San José, Petén;

2. Consideraciones para el diseño del sistema de Alcantarillado Sanitario para el barrio nuevo San José, municipio de San José, Petén.

3. Diseño del pavimento para el barrio nuevo San José, municipio de San José, Petén.

OBJETIVOS

General

Dotar al barrio Nuevo San José, de un sistema de drenaje sanitario, y de una pavimentación apropiada.

Específicos

1. Que no existan brotes de enfermedades gastrointestinales en la población causados por la mala recolección de aguas negras.
2. Que las calles del barrio sean totalmente transitables, sin importar la época del año.
3. Mejorar la calidad de vida de los pobladores beneficiados en los dos proyectos.

INTRODUCCIÓN

El Presente trabajo de graduación contiene el diseño del alcantarillado sanitario y el pavimento para el barrio nuevo San José, del municipio de San José, Petén y se estructura con los siguientes capítulos:

En el capítulo uno se presenta un informe amplio sobre las características del área de estudio.

Dicha información permitió conocer las necesidades básicas del municipio con el objetivo de presentar posibles soluciones, así como también, los aspectos socioeconómicos y culturales del lugar, lo cual permitió tomar la decisión de optar por desarrollar dos proyectos, los cuales beneficiarán en forma significativa al municipio.

En los capítulos dos y tres se presenta el diseño del alcantarillado sanitario y la pavimentación para el barrio Nuevo San José del municipio de San José, Petén, el cual contiene en cada caso, la memoria de cálculo, así como también, la metodología utilizada. Se presenta al final los cálculos y los planos.

El trabajo está orientado, principalmente, a la solución de estas necesidades y está conformado por tres capítulos, siendo los siguientes:

4. Características sobre las necesidades de infraestructura y servicios básicos de municipio de San José, Petén.
5. Consideraciones para el diseño del sistema de Alcantarillado Sanitario para el barrio nuevo San José, municipio de San José, Petén.
6. Diseño del pavimento para el barrio nuevo San José, municipio de San José, Petén.

1. CARACTERÍSTICAS SOBRE LAS NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS BÁSICOS DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, PETÉN

1.1 Antecedentes históricos

La creación de San José como pueblo de Petén corresponde a 1851, es una de las dos comunidades que se caracteriza por guardar rasgos antropológicos y etnográficos de la civilización maya Itzá. Esto es fácil observar por los apellidos mayas que conservan orgullosamente sus habitantes. Sus límites han sufrido cambios a través de su historia por razones políticas y económicas.

1.2 Características geográficas

1.2.1 Localización y extensión territorial

El Municipio de San José pertenece al departamento de Petén se encuentra a una distancia de 524 kilómetros de la ciudad de Guatemala.

Además, cuenta con una extensión territorial de 2252 kilómetros cuadrados.

1.2.2 Ubicación geográfica y colindancias

San José Petén se encuentra localizado a el Norte del departamento de Petén, su mayor extensión territorial se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Maya, colinda al Norte con México, al Este con el municipio de Flores, al Oeste con el municipio de San Andrés y al Sur con Flores con el lago Petén Itzá de por medio.

La cabecera municipal se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas, latitud 16 grados, 59 minutos y 1.43 segundos, longitud 89 grados, 54 minutos 16.5 segundos.

Se comunica con la ciudad capital por la ruta del Atlántico (CA-9) y la carretera de la ruidosa a Flores (CA13).

1.2.3 Vías de acceso

A la cabecera municipal de San José se puede acceder por vía terrestre y lacustre. Por vía terrestre por medio de dos carreteras que se encuentran en regular estado, desde Flores pasando por San Benito y San Andrés, lo cual toma para llegar 30 minutos en vehículo particular, la otra vía terrestre es dando la vuelta al lago por el lado este, se transitan aproximadamente 32 kilómetros por carretera asfaltada hasta el Remate luego por la orilla del lago del Remate a San José 18 kilómetros aproximadamente.

La otra ruta de acceso es por vía lacustre. Diariamente salen embarcaciones desde las playas de San Benito con destino a San José, el recorrido con buen tiempo dura 45 minutos.

1.2.4 Clima e hidrografía

El clima es cálido, cuya principal variable es la definición de la estación seca.

La estación metereológica lleva por nombre Chachaclún en la Aldea San Pedro del municipio de San José, del departamento de Petén.

Su cabecera municipal esta situada en la margen Noroeste de la cuenca del Lago Petén Itzá, sobre una loma pedregosa, a 130 metros sobre el nivel del mar, adornada de árboles frutales.

1.3 Características económicas

Sin lugar a dudas la mayor oportunidad en desarrollo económico lo constituye el sector turismo para el cual cuenta con enorme potencial dado la calidez y amabilidad de los habitantes, sus características antropológicas y etnográficas, su ubicación geográfica en las márgenes del lago, como puerta de entrada a la Biosfera maya, constituye un atractivo para el turismo con fines científicos y culturales así como el recreativo y de aventura. En la actualidad la mayor restricción la constituyen la poca comodidad que ofrecen las vías de comunicación pero sobre todo la percepción de inseguridad existente debido a los asaltos que se han cometido en la ruta, otras debilidades son las carencia de hoteles, infraestructura de servicios turísticos y organización para manejar y o conducir turistas desde y hacia los variados centros de interés turístico.

La actividad económica de la población transcurre principalmente en: la agricultura, ganadería y asalariados. El pueblo cuenta con pequeñas tiendas a las cuales acuden diariamente los distribuidores llevando los productos de consumo que no se producen localmente, en lo referente a la agricultura los campesinos Maya Itzá practican una agricultura de manejo sostenible o de agroforestería, ya que además del maíz cultivan plátanos, macal, jícama, chico, coro, papayas aguacate, etc. También se practica una agricultura itinerante al aplicar la tala, roza y quema. Cultivan maíz, frijol, pepitoria y otros. Para sacar los productos de las de cultivo emplean bestias de carga en un 30%. Los ingresos de los agricultores son bajos con relación a los que se dedican a otras actividades.

En lo que a tenencia de la tierra se refiere en el municipio de San José existen tierras nacionales y municipales, las primeras en su mayoría han sido adjudicadas por el Estado a través del proyecto de regularización denominado Tayasal y las segundas son tierras adjudicadas por el FYDEP a la municipalidad, las cuales conforman un ejido de 250 caballerías.

Actualmente, el uso agrícola dentro del ejido municipal esta regulado por un contrato de arrendamiento extendido por la misma municipalidad a través de la sección de Ambiente y Recursos Naturales. Dentro del ejido municipal existe una reserva protegida la cual es administrada por la comunidad Bío Itzá.

Es de reconocer la estrategia de desarrollo municipal de no permitir asentamientos humanos en otras áreas fuera de los núcleos de poblados existentes dentro y fuera del ejido municipal.

1.4 Características socioculturales

1.4.1 Población

La población, según el último censo, es de 1,803 habitantes distribuidos en la cabecera municipal y una aldea, Jobompiche y el caserío de San Pedro, El Corozal, El Arroyo. El Púcte, Romonal, La Lucha y Santa Cruz.

1.4.2 Educación

Existen los servicios de educación, se prestan actualmente a través de centros educativos oficiales. La primaria y pre-primaria son oficiales, el instituto Básico Municipal y el Instituto de Bachillerato en Ciencias y letras funciona por cooperativa. Existen también una academia de rescate del idioma Maya Itzá la cual es coordinada por vecinos del municipio. La comisión Nacional de Alfabetización CONALFA las actividades municipales han unido esfuerzos para contrarrestar el analfabetismo observándose menos personas analfabetas que en otros municipios de Petén.

1.4.3 Servicios básicos existentes

San José es un municipio en el que se observa que ha alcanzado un grado de desarrollo que mejorando la calidad de sus habitantes, cuenta con los siguientes servicios:

- **Agua potable** proveniente de dos pozos mecánicos los cuales abastecen a los pobladores de San José, proyecto que actualmente fue realizado.
- **Salud:** desde 1972, San José cuenta con un centro de salud atendido por un médico y seis enfermeras.
- **Energía Eléctrica:** Servicio prestado por DEORSA, regular las 24 horas.
- **Existe un sistema de recolección de basura** de dos días por semana, hay un vehículo municipal que recolecta y transporta los desechos hacia el basurero municipal para darle un tratamiento para su descomposición frecuente. Así mismo se les da limpieza a las calles principales, por cuatro barrenderos Municipales que diariamente efectúan su labor, distribuidos cada uno por sectores.
- **Policía Nacional Civil:** Existe una subestación.
- **Teléfono:** Servicio prestado por TELGUA.
- **Transporte:** El pueblo de San José cuenta con dos tipos de transporte, terrestre y lacustre, los que prestan un servicio diario desde y hacia los municipios de San Andrés, San Benito y Flores.
- **Radio y Televisión:** Actualmente existen estaciones de radio comerciales y un servicio de televisión por cable.
- **Otros servicios de comunicación:** Disponibilidad de Fax e Internet.
- **Recreativos:** Cuenta con un campo de fútbol, canchas de baloncesto, conciertos dominicales de marimba al aire libre.
- **Religiosos:** iglesia Católica y Templos Evangélicos.
- **Comerciales:** tiendas, abarroterías restaurante y farmacia.
- **Turismo:** El municipio actualmente se caracteriza como un lugar de desarrollo turístico, debido a su ubicación a orillas del lago Petén Itza y a sus lugares paisajísticos así como también su cultura,

religión, costumbres y tradiciones, es visitada por nacionales y extranjeros, hoy en día cuenta con modernos edificios públicos para darle más atención a propios y visitantes.

2. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

2.1 Descripción del proyecto

Este proyecto consiste en el diseño del alcantarillado sanitario para el barrio Nuevo San José municipio de San José, Petén. Dicha necesidad se identificó investigando la problemática que viven los pobladores a raíz de la falta de este elemental servicio. La red a diseñar presenta una longitud de 3095.64 metros, para los cuales se diseñaron 39 pozos de visita, los cuales se construirán de acuerdo a las especificaciones del reglamento de construcción del municipio, tales como las alturas mínimas, cotas invert, etc. La tubería a utilizar será PVC norma 3034 y tendrá un diámetro de 4", 6" y 8" . Las pendientes de la tubería se tomaron de acuerdo a las pendientes del terreno, evitando rebasar las velocidades y caudales permitidos.

2.2 Levantamiento topográfico

2.2.1 Altimetría

El desarrollo del presente estudio requirió de un levantamiento topográfico del perfil del terreno, para determinar las diferentes elevaciones y pendientes del mismo. Con los datos del levantamiento topográfico se calculan y trazan las curvas de nivel. El levantamiento que se realizó en este caso fue de primer orden, por tratarse de un proyecto de drenajes, en el que la precisión de los

datos es muy importante. Se realizó una nivelación compuesta partiendo de una referencia (Banco de marca).

Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:

- Nivel de precisión marca Sookia C – 300
- Un estadal
- Una cinta métrica de 50 metros
- Trompos de madera.

El levantamiento debe ser preciso, y la nivelación debe ser realizada sobre el eje de las calles. Se toman elevaciones en las siguientes circunstancias:

- En todos los cruces de las calles.
- En todos los puntos en haya cambio de dirección.
- En todos los puntos en que haya cambios de pendiente del terreno
- En todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.
- A distancias no mayores de 20 metros
- De las alturas máximas y mínimas del cuerpo receptor en el que se proyecta efectuar la descarga.

2.2.2 Planimetría

Sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y en general ubicar todos aquellos puntos de importancia. Para este levantamiento se utilizó el método de conservación de azimut, por tener la ventaja de que permite conocer el error de cierre.

Para este levantamiento se utilizó el siguiente equipo:

- Un teodolito mecánico marca Wild T-1
- Un estadal
- Una cinta métrica de 50 metros
- Dos plomadas
- Trompos de madera
- Clavos

El tipo de suelo que se tiene en el municipio de San José, del departamento de Petén, según estudios de suelos realizados, es fragmentos de roca con arena limo arcilloso color rojizo.

2.3 Diseño del sistema

Para el diseño de sistemas de alcantarillado se deben conocer sus partes las que a continuación se presentan, las cuales servirán de ayuda para realizar un trabajo de acuerdo a las necesidades y condiciones que se presenten.

2.3.1 Descripción del sistema a utilizar

Se tienen tres tipos de sistemas de alcantarillado, cuya elección dependerá de los estudios que se realicen y las condiciones que se presenten, tanto económicas, como físicas y funcionales.

- **Sistema de alcantarillado sanitario**

Es el que conduce las aguas que llevan los residuos provenientes de las casas; se pueden recolectar algunos desechos industriales, pero no está diseñado para las aguas provenientes de las lluvias. En el proyecto en estudio, es este tipo de alcantarillado el que se diseñará tomando en cuenta las necesidades y aspectos socioeconómicos de los beneficiarios, como la vías de acceso al municipio, las posibilidades de mejoramiento de las vías de acceso, la necesidad primordial a sanar, como es el caso de la contaminación del ambiente, por la mala disposición de aguas negras.

- **Sistema de alcantarillado separativo**

Se diseñan dos redes independientes; una para que transporte las aguas negras y la otra las aguas provenientes de las lluvias; es importante que las casas y edificios cuenten con tuberías separadas, y así se recolecten las aguas de la forma como se espera que funcione este sistema.

- **Sistema de alcantarillado combinado**

Se diseña para que transporte las aguas negras y las de lluvia.

El municipio de San José no cuenta con estos tipos de sistemas de alcantarillado, por lo que se decidió realizar un alcantarillado sanitario, del cual estarán excluidas las aguas de lluvia, provenientes de las calles y otras superficies.

2.3.2 Período de diseño

El período de diseño es de 31 años, se adoptó este período de tiempo, tomando en cuenta los recursos económicos con los que cuentan en el municipio, la vida útil de los materiales, las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

Para seleccionar el período de diseño de una obra de ingeniería, deben considerarse factores como la vida útil de las estructuras y el equipo competente, tomando en cuenta el desgaste y el año, así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planificadas, y la relación anticipada del crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacente durante 31 años.

2.3.3 Población de diseño

El sistema de alcantarillado debe adecuarse a un funcionamiento eficiente durante un período determinado. En este caso se adoptó un período de diseño de 31 años. Para encontrar la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio en el período establecido, se utilizó el método de incremento geométrico.

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

En donde:

P = Población buscada

Po = Población del último censo

r = Tasa de crecimiento

n = Período de diseño

Utilizando el método geométrico se evaluó el crecimiento de la población a servir, y se encontraron los porcentajes de las tasas de crecimiento a nivel departamental y municipal, que según el Instituto Nacional de Estadística (INE), es de 3.50 % anual.

Por medio de la ecuación de crecimiento geométrico se determinó la cantidad de población futura a servir.

2.3.4 Dotación

Como se trata de un lugar urbano, la municipalidad de San José tiene establecida una dotación de 150 lts/hab/día, por lo que esta dotación se adoptará para el diseño de este sistema.

2.3.5 Factor de Retorno

Se determina mediante la consideración de que, del 100% de agua potable que ingresa a un domicilio, entre el 20% y el 30% se utilizan en actividades en las cuales se consume, se evapora o se desvía a otros puntos, distinta al 70% ú 80% restante, que después de ser utilizada por las personas es desfogada al sistema de alcantarillado. Por ello, a este porcentaje que retorna se le denomina Factor de Retorno.

Se aplicará un factor de retorno del 85%.

2.3.6 Factor de Harmond

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

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

En donde: P = Población futura acumulada en miles

2.3.7 Caudal Sanitario

Esta compuesto por la integración de los diferentes caudales del sistema. Estos caudales son los siguientes:

2.3.7.1 Caudal domiciliar

Es el agua que fue utilizada para limpieza o producción de alimentos, el cual es desechada y conducida a la red de alcantarillado. El agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable.

Una parte de esta no será llevada al alcantarillado, como la de los jardines y lavado de vehículos, de tal manera que, el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor que varía entre 0.70 a 0.85, el cual queda integrado de la siguiente manera:

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

En donde;

Dot	= Dotación (lts/hab/día)
No.Hab.	= Número de habitantes
Q _{dom.}	= Caudal domiciliario (lts/seg)
F.R.	= Factor de retorno

2.3.7.2 Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en la alcantarilla, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad y tipo de tubería y de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas y la calidad de mano de obra utilizada y la supervisión técnica.

Puede calcularse de dos formas: en litros por hectárea o en litros diarios por kilómetro de tubería. Se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias aceptando un valor de 6.00 m por cada casa, la dotación de infiltración varía entre 12,000 y 18,000 litros/km/día.

$$Q_{\text{infil.}} = \frac{\text{Dot.} * (\text{mts.tubo} + \text{No.Casaas} * 6\text{metros}) * \frac{1}{1000}}{86,400}$$

En donde:

Q _{infil.}	= Caudal de infiltración
---------------------	--------------------------

Dot. = Dotación de infiltración (lts/kilómetro/día)

No. Casas = Número de casas

En este caso el caudal de infiltración se considera cero, ya que en el sistema de alcantarillado para el Municipio de San José se utilizara tubería PVC Norma 3034.

2.3.7.3 Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Se estima un porcentaje de viviendas que pueden realizar conexiones ilícitas que varía de 0.5 a 2.5%.

$$QCI = \frac{(dot * No.dehab.)}{86,400}$$

2.3.7.4 Factor de caudal medio

Este factor se determina por medio de la suma de los caudales que contribuyen al sistema, dividida entre el tiempo total en un día, y se expresa en litros/habitante/segundo; estos caudales son:

- a. Caudal domiciliar
- b. Caudal comercial
- c. Caudal industrial
- d. Caudal de infiltración
- e. Caudal de conexiones ilícitas

Este factor debe estar entre los rangos de 0.002 a 0.005. si da un valor menor se tomará 0.002, y si fuera mayor se tomará 0.005, considerando siempre que este factor no esté demasiado distante de los rangos máximo y mínimo establecidos, ya que podría quedar sub-diseñado o sobre diseñado el sistema, según sea el caso.

$$FQM = \frac{Q_{medio}}{No.dehabitan tesfuturo.}$$

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

$$Q_{med.} = Q_{dom.} + Q_{com} + Q_{ind.} + Q_{inf.} + Q_{con. ilic.}$$

En el caso del Municipio de San José, no se tomó en cuenta el caudal industrial, caudal comercial y el caudal de infiltración, ya que al sistema no se conectará industria y comercio alguno y la tubería a utilizar en su totalidad será PVC. El valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$FQM = \frac{Q_{med}}{86,400}$$

Donde:

$Q_{med.}$ = Caudal medio

FQM = Factor de caudal medio

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio, las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario han establecido valores de este factor con base en la experiencia. Tales valores se presentan en la tabla I.

Tabla I. Valores permitidos de factor de caudal medio

FQM	INSTITUCIÓN
0.0046	INFOM
0.0030	Municipalidad de Guatemala
0.002 – 0.005	DGOP

2.3.7.5 Caudal de diseño

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde aquella fluya, primero se tendrán que integrar los valores que se describen en la fórmula siguiente:

$$Q_{dis} = No.Hab. * F.H. * FQM$$

En donde:

Número Hab. = Número de habitantes futuros acumulados

FH = Factor de Hardmon

FQM = Factor de caudal medio

2.3.8 Selección del tipo de tubería

La tubería a utilizar en este proyecto es seleccionada bajo las condiciones con se pretende construir el sistema de alcantarillado, para lo cual influyen distintos aspectos tales como: eficiencia, economía, durabilidad, facilidad de manejo y colocación.

En este caso, la municipalidad de San José, Petén propuso utilizar tubería PVC Norma 3034, la cual presenta facilidad de instalación y optimización de tiempo.

2.3.9 Diseño de secciones y pendientes

Se usaran en el diseño secciones circulares de PVC funcionando como canales abiertos.

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la fórmula de Manning, trasformada al sistema métrico para secciones circulares así.

$$V = \frac{1}{N} * R^{(1/2)}$$

$$V = \frac{1}{N} * (D * \frac{0.254}{4})^{(2/3)} * (S^{1/2}) \quad (\text{sistema métrico})$$

En donde:

V = Vel. del flujo a sección llena (m/s)

R = radio hidráulico igual a la sección del tubo entre el perímetro mojado

D = diámetro de la sección circular (metros)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

N = coeficiente de rugosidad de Manning 0.011 para tubos PVC

Q = Caudal

A = Área

V = velocidad

El tubo de la conexión domiciliar deberá ser de menor diámetro que el del tubo de la red principal, con el objeto de que sirva de retenedor de algún objeto que pueda obstruir el colector principal.

En las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo será de 4 plgs., con una pendiente mínima de 2% y una máxima de 6% y que forme un ángulo horizontal con respecto a la línea central, de aproximadamente 45 grados, en el sentido de la corriente del mismo.

La profundidad mínima de coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.2 metros, mas el diámetro del tubo.

2.3.9.1 Velocidad máximas y mínimas de diseño

La velocidad a la que se diseñarán los sistemas de alcantarillado deberá estar dentro del rango siguiente:

$$0.4 \text{ m/seg} < v < 5 \text{ m/seg}$$

2.3.9.2 Cálculo de cotas invert

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

h_{\min} = Altura mínima, que depende del tráfico que circule por las calles

CI = Cota invert inicial

CT_i = Cota del terreno inicial

CT_f = Cota del terreno final

CIS = Cota invert de la tubería de salida

CIE = Cota invert de la tubería de entrada

D = Distancia horizontal

S% = Pendiente del terreno o tubería

Et = Espesor de la tubería

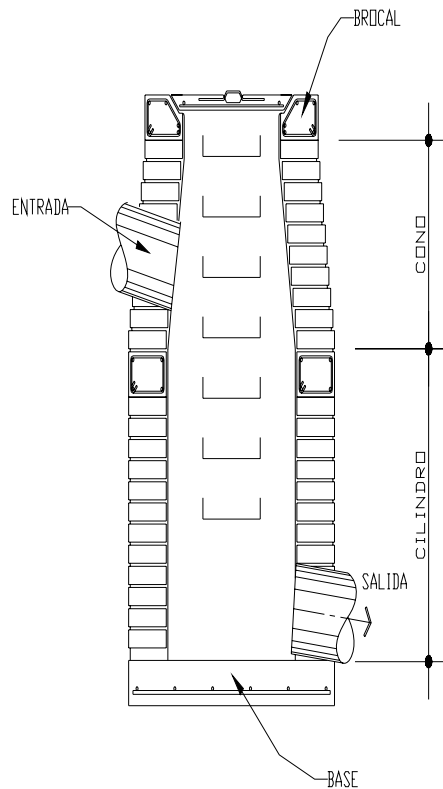
2.3.10 Pozos de visita

Forman parte del sistema de alcantarillado, y proporcionan acceso a este, con el fin de realizar trabajos de inspección y limpieza. Están contruidos de concreto o mampostería.

La forma en la cual se construyen está establecida por algunas instituciones que tienen a su cargo las construcciones de sistemas de alcantarillas. Un pozo de visita está constituido por las siguientes partes:

El ingreso es circular; tiene un diámetro entre 0.60 a 0.75 metros; la tapadera descansa sobre un brocal, ambos contruidos de concreto reforzado; el cono tiene una altura de 1.20 metros, el cual termina en la parte cilíndrica del pozo con un diámetro de 1.20 metros. La altura del cilindro dependerá de la profundidad en la que se encuentre la alcantarilla. Las paredes del pozo están impermeabilizadas por repello y por un cernido liso. El fondo está conformado de concreto, dejándole la pendiente necesaria para que corra el agua. La dirección en la cual se dirigirá estará determinada por medio de canales que son contruidos por tubería cortada transversalmente. Para realizar la inspección o limpieza de pozos profundos se deben dejar escalones, los cuales serán de hierro y estarán empotrados a las paredes del pozo. Es necesario aclarar que hay pozos de visitas concéntricos que se construirán en alturas menores y pozos excéntricos en alturas mayores.

Figura 1. Partes de un pozo de visita



Especificaciones de colocación

Se colocarán pozos de visita en los siguientes puntos:

- En el inicio de cualquier ramal.
- En intersecciones de dos o más tuberías.
- Donde exista cambio de diámetro.
- En distancias no mayores de 100 m.
- En las curvas no más de 30 m.
- Cambio de pendiente.

Especificaciones físicas

Al diseñar el sistema de alcantarillado sanitario se deben considerar aspectos referentes a las cotas invert de entrada y salida de las tuberías en los pozos de visita, así como una serie de especificaciones que deben tomarse en consideración para que el sistema funcione adecuadamente.

2.3.11 Conexiones domiciliarias

Tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado central.

Consta de las siguientes partes:

- Caja de registro (candela domiciliar o acometida domiciliar)
- Tubería secundaria

a. Caja 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 de la caja será de 45 centímetros. Si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas. Debe estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

b. Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima del 2%, a efecto de evacuar adecuadamente el agua. La conexión con la alcantarilla central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados aguas abajo.

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

La utilización de sistemas que permitan un mejor funcionamiento del alcantarillado se empleará en situaciones en las cuales el diseñador lo considere conveniente, derivado de las características del sistema que se diseñe y de las condiciones físicas donde se construirá. Algunos de estos sistemas son: tubería de ventilación, tanques de lavado, sifones invertidos, disipadores de energía, pozos de luz, derivadores de caudal, etc.

2.3.12 Profundidad de tubería

La colocación de la tubería debe hacerse a una profundidad en la cual no sea afectada por las inclemencias del tiempo y principalmente por las cargas transmitidas por el tráfico y evitar con esto rupturas en los tubos.

La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la tubería, en cualquier punto de su extensión, será determinada de la siguiente manera:

Para tráfico normal (menor a 200 quintales) = 1.00 metros

Para tráfico pesado (mayor a 200 quintales) = 1.20 metros

La cota invert mínima se calcula sumando la profundidad por tráfico + espesor del tubo + diámetro del tubo

$$\text{Invert mínima} = h \text{ tráfico} + t + D$$

En donde.

t = espesor del tubo

D = diámetro del tubo

Normas y recomendaciones

En las tablas II y III se presentan los valores de profundidad de tubería y ancho de la zanja, la que depende del diámetro de tubería y de la profundidad.

Tabla II. Profundidad mínima de la cota invert (m)

Diámetro	4"	6"	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"
Tráfico Normal	1.11	1.17	1.22	1.28	1.38	1.41	1.50	1.58	1.66	1.84	1.99	2.14
Tráfico Pesado	1.31	1.37	1.42	1.48	1.58	1.51	1.70	1.78	1.86	2.04	2.19	2.34

Tabla III. Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro

Prof. De Zanja (cm.)	De 0.00 a 1.30	De 1.31 a 1.85	De 1.86 a 2.35	De 2.36 a 2.85	De 2.86 a 3.35	De 3.36 a 3.85	De 3.86 a 4.35	De 4.38 a 4.85	De 4.86 a 5.35	De 5.36 a 5.85	De 5.86 a 6.35
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"		155	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	190	190
48"				210	210	210	245	210	210	210	210
60"				245	245	245	280	245	245	245	245

2.3.13 Principios hidráulicos

Las alcantarillas basan su funcionamiento en transportar el agua de desecho en conductos libres, que están en contacto del aire, a los cuales se les conoce como canales. El flujo queda determinado por la pendiente del canal y la superficie del material del cual está construido.

La sección del canal puede ser abierta o cerrada. En el caso de los sistemas de alcantarillado se emplean canales cerrados circulares, en donde la superficie del agua está sometida a la presión atmosférica y, eventualmente, a presiones producidas por los gases que se forman en el canal.

2.3.13.1 Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área y caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcial. De los resultados obtenidos se construyeron el gráfico y tablas, utilizando para esto la fórmula de Manning.

Se deberán determinar los valores de la velocidad y caudal a sección llena por medio de las ecuaciones ya establecidas. Se procederá a obtener la relación de caudales (q/Q) y el caudal de diseño entre caudal de sección llena. El resultado obtenido se busca en la gráfica en el eje de las abcisas. Desde allí se levanta una vertical hasta la curva de relaciones de caudales. El valor de la relación (d/D) se obtiene en la intersección de la curva con la vertical, leyendo sobre el eje de las ordenadas. La profundidad del flujo (tirante) se obtiene multiplicando el valor por el diámetro de la tubería.

Para el valor de la relación (v/V), velocidad parcial entre velocidad a sección llena, se ubica el punto de intersección entre la vertical y la curva de relación de caudales que se estableció anteriormente; se traza una horizontal hasta llegar a intersectar la gráfica de velocidades; en este nuevo punto se traza una vertical hacia el eje de las abcisas y se toma la lectura de la relación

de velocidades, la cual se multiplica por la velocidad a sección llena y se obtiene la velocidad a sección parcial. De igual manera se calculan las otras características de la sección.

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación (q/Q). El valor se busca en las tablas. Si no está el valor exacto, se busca uno que sea aproximado. En la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V) y de la misma forma se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad a sección llena y se obtiene así la velocidad a sección parcial. En la tabla II se muestran las relaciones hidráulicas para una alcantarilla de sección circular.

Se deben considerar las siguientes especificaciones hidráulicas:

- $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{lleno}}$
- La velocidad debe estar comprendida entre:
 $0.4 \leq v \leq 5$ (m/seg)
 $0.40 \leq v$ Para que exista fuerzas de atracción y arrastre de los sólidos.
 $v \leq 5$ Para evitar deterioro de la tubería debido a la fricción producida por velocidad y la superficie de la tubería.
- El tirante debe estar entre:
 $0.10e \leq d/D \leq 0.75$
 d/D = relación de tirantes.
Con los anteriores parámetros se evita que la tubería trabaje a presión.

2.3.14 Cálculo Hidráulico

Para el diseño de sistemas de alcantarillado se debe considerar un aspecto importante, como lo es la pendiente del terreno, ya que de esta depende la pendiente que adoptará la tubería; así mismo, las cotas invert de

entrada y salida, lo cual es básicamente lo que determina la profundidad de la localización de la tubería y la profundidad de los pozos de visita. Los detalles se presentan en el diseño mostrado en la hoja de cálculo que se presenta en los Anexos y se ejemplifican en el diseño de un tramo a continuación.

2.3.14.1 Parámetros de diseño

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se tomaron como base las normas que establece La Dirección General de Obras Públicas (Normas utilizadas por el Instituto de Fomento Municipal – INFOM).

Tipo de sistema:	Alcantarillado sanitario.
Período de diseño:	31 años
Población actual:	722 habitantes
Tasa de crecimiento:	3.5 % anual
Población de diseño:	2097 habitantes
Forma de evacuación:	Gravedad
Tipo y diámetro de tubería:	Tubería PVC norma 3034 de 6" y 8"
Conexión domiciliar:	Tubería PVC norma 3034 de 4" Pendiente 2 %
Pozos de visita:	Construcción en las intersecciones de calle Altura cono: 0.6 m Diámetro superior mínimo: 0.75 m Diámetro inferior mínimo: 1.20 m
Altura:	variable
Dotación:	150 litros/habitante/día
Factor de retorno:	85 %

Velocidad mínima:	0.40 m/s
Velocidad máxima:	5.00 m/s
F.Q.M.	0.002

2.3.14.2 Ejemplo del diseño de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV 3 y PV 4 del ramal I; los datos son los siguientes:

- **Cotas del terreno:**

Cota inicial:	96.14 m
Cota final:	95.10 m

- **Distancia entre pozos:**

Distancia entre PV 3 y PV 4 = 60.67 m.

- **Pendiente del terreno:**

$$P = \left(\frac{\text{cota inicial} - \text{cota final}}{\text{distancia}} \right) \times 100$$

$$P = \left(\frac{96.15_m - 95.10_m}{60.67_m} \right) \times 100$$

$$P = 1.73\%$$

- **Longitud que se va a servir**

Local = 60.67 m

Acumulada = 198.16 m

- **Población de diseño**

Esta se obtiene del total de metros que están comprendidos entre el PV 3 y PV 4, ya que se trabaja con longitudes acumuladas.

$$Población\ futura = longitud\ acumulada \times densidad\ por\ metro\ lineal$$

$$Densidad\ por\ metro\ lineal = \frac{población\ futura}{longitud\ total\ tubería}$$

$$Densidad\ por\ metro\ lineal = \frac{2097\ hab}{3095.64\ ml}$$

$$Densidad\ por\ metro\ lineal = 0.6774\ hab/ml$$

Este es el factor que se utiliza para el tramo en diseño de igual manera se encuentra el factor para los demás tramos.

$$Población\ futura = longitud\ acumulada \times Densidad\ por\ metro\ lineal$$

$$Población\ futura = 198.16\ ml \times 0.6774\ hab/ml$$

Población futura = 134 hab

- **Caudal medio:** $Q_{domestico} + Q_{industrial} + Q_{conexiones\ ilicitas}$

$$Caudal_{domestico} = \frac{dotación \times F.R. \times No. hab}{86,400}$$

$$Caudal_{domestico} = \frac{150\ l/hab/día \times 0.85 \times 2097\ hab}{86,400}$$

$$Caudal_{domestico} = 3.09\ l/s$$

$$Caudal_{conexiones\ ilicitas} = \frac{Dot. \times No. hab}{86,400}$$

$$Caudal_{conexiones\ ilicitas} = \frac{150\ l/hab./día \times 2097\ hab}{86,400}$$

$$Caudal_{conexiones\ ilicitas} = 3.64\ l/s$$

$$Caudal_{medio} = 3.09\ l/s + 3.64\ l/s$$

$$Caudal_{medio} = 6.73\ l/s$$

- **Factor de caudal medio:**

$$F.Q.M. = \frac{Q_{medio} \text{ l/s}}{No. \text{ hab. acum.}}$$

$$F.Q.M. = \frac{6.73 \text{ l/s}}{2097 \text{ hab.}}$$

$$F.Q.M. = 0.00320 \text{ l/hab./s}$$

- **Factor de Harmond:**

$$F.H. = \left(\frac{18 + \sqrt{\left(\frac{Pob. \text{ fut.}}{1000} \right)}}{4 + \sqrt{\left(\frac{Pob. \text{ fut.}}{1000} \right)}} \right)$$

$$F.H. = \left(\frac{18 + \sqrt{\left(\frac{134}{1000} \right)}}{4 + \sqrt{\left(\frac{134}{1000} \right)}} \right)$$

$$F.H. = 4.21$$

- **Caudal de diseño:**

$$q_{dis} = F.Q.M. \times F.H. \times Pob. \text{ fut. acum.}$$

$$q_{dis} = 0.002 \text{ l/hab/s} \times 4.21 \times 134 \text{ hab.}$$

$$q_{dis} = 1.12 \text{ l/s}$$

- **Diseño hidráulico:**

Diámetro de tubería: 6"
 Pendiente de tubería: 1.5% (se diseña con una pendiente que se pueda trabajar en campo)
 Pendiente Terreno: 1.73%

- **Velocidad a sección llena:**

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

$$V = \frac{0.03429 \times (6'')^{\frac{2}{3}} \times (0.015)^{\frac{1}{2}}}{0.01}$$

$$V = 1.3866 \text{ m / s}$$

- **Caudal a sección llena:**

Continuidad:

$$Q = A \times V$$

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

$$Q = \left(\left(\frac{\pi}{4} \right) \times ((6'' \times 0.0254)^2) \right) \times (1.38 \text{ m / s}) (1000 \text{ l / m}^3)$$

$$Q = 24.97 \text{ l / s}$$

- **Relaciones hidráulicas:**

$$q / Q = \frac{q_{\text{diseño}}}{Q_{\text{sección llena}}}$$

$$q / Q = \frac{1.12 \text{ l / s}}{28.11 \text{ l / s}}$$

$$q / Q = 0.045$$

De la tabla de relaciones hidráulicas se obtienen los siguientes resultados:

Relación de velocidades: $v / V = 0.507$

Relación de tirantes: $d / D = 0.1450$

Velocidad sección no llena:

$$v = v/V \times V$$

$$v = 0.507 \times 1.3866$$

$$v = 0.7030 \text{ m / s}$$

- **Verificando relaciones hidráulicas:**

$q < Q$	$0.045 < 24.97$	Si cumple.
---------	-----------------	------------

$0.60 < v < 3.00$	$v = 0.7030 \text{ m / s}$	Si cumple.
-------------------	----------------------------	------------

$0.10 < d / D < 0.75$	$d / D = 0.1450$	Si cumple.
-----------------------	------------------	------------

2.3.14.3 Especificaciones técnicas

- **Construcción de bodega de materiales**

Se construirá de lámina de zinc, párales de madera de un área de 10mx6mx2m, con el objetivo de almacenar la tubería de PVC y los demás materiales a utilizar.

- **Rectificación del sistema**

Contando con la planificación se deberá hacer un recorrido del sistema midiendo con cinta métrica la ubicación de los pozos de visita y conexiones domiciliarias, de igual forma se ubicará la fosa séptica.

- **Corte del material**

La excavación de la zanja deberá realizarse de tal forma que la tubería pueda instalarse cómodamente; esta deberá cumplir con la pendiente que marca la planificación, el constructor deberá correr niveles los cuales le indicaran la cota invert del terreno. El material cortado se trasladara a una orilla de la zanja tratando de dejar un espacio para uso peatonal o vehicular si el espacio lo permitiera. La distancia de corte se deberá hacer de pozo a pozo de visita cumpliendo con las alturas marcadas en planificación.

- **Encamado**

La zanja debe tener un encamado uniforme el cual soportara la tubería de PVC, libre de piedras de gran tamaño. Para el encamado puede utilizarse

piedra quebrada, balasto fino o material del sitio. Esta capa debe tener un espesor de 10 a 15 cm.

- **Relleno a los lados del tubo**

Debe utilizarse piedra quebrada, balasto fino o material del sitio bien compactado, dependiendo de las condiciones del sitio. este relleno debe cubrir 15 cm. Sobre la corona del tubo (parte superior).

- **Relleno final**

El relleno finar deberá hacerse con material del sitio dejando la rasante al nivel original, tomando en cuenta que el trafico en este sector es liviano deberá compactarse en lugares donde la pendiente sea muy pronunciada.

- **Tubería de PVC**

La tubería a utilizar será de material PVC norma 3034, la cual debe cumplir con características herméticas, resistente a sustancias químicas y resistencia a la abrasión. Esta no deberá estar dañada para evitar fugas las cuales contaminen los mantos acuíferos, no deberán contener restos de raíces en el interior.

- **Instalación de tubería de PVC**

Luego de tener el encamado en perfectas condiciones se precederá a colocar la tubería a un extremo de la zanja, para luego bajarla al fondo de la zanja donde se encuentra el encamado, se bajara con lazos de Manila con la ayuda de 4 personas, las cuales agarraran la Manila de 4 extremos.

Por el sistema de la tubería de junta rápida solo es necesario colocar el empaque en un extremo ya que en el otro cuenta con campana; la unión entre tubos se hará presionando el extremo del tubo que tiene campana en el tubo que tiene empaque hasta 20 cm de traslape. La tubería se instalará en tramos delimitados por pozo de visita, esta deberá quedar perfectamente unida sin fisuras o fugas. Luego de estar perfectamente instaladas.

- **Recomendaciones especiales**

El inicio de la tubería deberá estar tapada para evitar ingreso de raíces o material que dañe la tubería o cause taponamiento. Al culminar un día de labores se deberá tener cuidado de dejar tapados los extremos de la línea de tubería. Antes de sellar con material un tramo de tubería instalada deberán realizarse cualquiera de las siguientes pruebas

- **Prueba del reflejo**

Consiste en colocar una linterna en el pozo de visita y revisar el reflejo de la misma en el siguiente pozo de visita, si no es percibido claramente existe un taponamiento parcial, y si no se percibe existe un taponamiento total. Se este fuera el caso deberá vertirse agua a presión en el pozo de visita inicial, para luego hacer de nuevo la prueba.

- **Prueba de corrimiento de flujo**

Se vierte una cantidad determinada de agua en un pozo de visita y se verifica el corrimiento de agua en el siguiente pozo y que la corriente sea normal. Si existe algún taponamiento que impida el flujo del agua se deberá

introducir una guía la cual lo ubique, para luego despegar la tubería en el sector indicado y corregir el taponamiento.

- **Pozos de visita**

Los pozos de visita se construirán con el propósito de verificar el funcionamiento del sistema a distancias no mayores de 100m. o en cambios bruscos de dirección de la tubería, se utiliza para darle mantenimiento al sistema fungiendo como cajas de registro. Se construirán de la siguiente manera:

EL PISO. Este será de 1.20m. x 1.20 m. de concreto armado con refuerzo de varilla No. 3 a cada 10 cm. En ambos lados, su espesor será de 10 cm. Se utilizara una proporción de material de 3 partes de arena de río lavada por 1 parte de cemento y 2 partes de piedrín triturado de 1/2”.

LEVANTADO. Este se hará de ladrillo tayuyo unido con mezcla de cemento y arena (3 partes de arena de río lavada por 1 parte de cemento). Su forma será de un cono truncado con diámetro de base de 1.20 m, diámetro superior de 1.0 m. altura variable. Los ladrillos deberán colocarse de forma perpendicular al cono dando su forma truncada colocando un eje central con las medidas de la base y la altura, este eje se construirá de varilla No. 2. Al terminar el levantado se dejaran 20 cm. De diferencia entre la rasante y el levantado; esta diferencia será la altura de el brocal que soportara la tapadera de concreto armado; el la parte interna del pozo se colocaran escalones contruidos con varilla No.4.

- **Tapadera de concreto armado**

Esta se construirá de concreto armado, con una mezcla de 3 partes de arena por 2 de piedrín y una parte de cemento. El brocal medirá 1m de diámetro por 20cm. De alto y 10 cm. De espesor, en el espesor llevara un batiente de

2"x2" en todo el perímetro el cual soportara la tapadera. LA TAPADERA se construirá de concreto armado con la mezcla mencionada anteriormente y refuerzo de varilla No. 2 a cada 13 cm. En ambos sentidos esta medirá 47 cm. De diámetro y tendrá un gancho al centro que será para levantarla.

- **Impermeabilización interna**

La parte interna del pozo se impermeabilizara con repello el cual se hará con 1 parte de cemento por 4 de arena de río cernida, luego una mezcla de 1 parte de cemento gris por dos partes de arena de río cernida, su forma será alisada.

- **Escalones de acero**

Estos se construirán con el propósito de acceder al pozo cómodamente y evitar accidentes, se han de varilla corrugada No. 6 pintada con pintura anticorrosiva de color rojo, medirán 30 cm. de ancho por 34 cm. de largo. Se empotraran al muro de ladrillo conforme se levante el pozo, deberán tener 30 cm. introducidos en el muro para soportar cargas máximas de 200 lbs.

2.4 Desfogue

2.4.1 Tratamiento primario

Los dispositivos que se usan en el tratamiento primario están diseñados para retirar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables que

se encuentran suspendidos, mediante el proceso físico de sedimentación. La actividad biológica en esta etapa tiene poca importancia.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir lo suficiente la velocidad de las aguas, para que puedan sedimentarse los sólidos que representan la materia tanto orgánica como inorgánica susceptible de degradación.

Las unidades de tratamiento más utilizadas en esta etapa son:

- Tanques imhoff
- Sedimentadores simples o primarios

2.4.1.1 Fosa séptica

Una fosa séptica es un contenedor hermético cerrado en donde se acumulan las aguas negras y donde se les da un tratamiento primario, separando los sólidos de las aguas negras. Elimina los sólidos al acumular las aguas negras en el tanque y al permitir que parte de los sólidos, se asienten en el fondo del tanque mientras que los sólidos que flotan (aceites y grasas) suben a la parte superior. Para darles tiempo a los sólidos a asentarse, el tanque debe retener las aguas negras por lo menos 24 horas. Algunos de los sólidos se eliminan del agua, algunos se digieren y otros se quedan en el tanque. Hasta un 50 por ciento de los sólidos que se acumulan en el tanque se descomponen; el resto se acumula como lodo en el fondo y debe bombearse periódicamente del tanque.

2.4.1.2 Pozos de absorción

Pueden sustituir o ser complementarios al campo de oxidación. Consiste en excavaciones de más o menos un diámetro y profundidad variable. En estos el agua se infiltra por paredes y piso que deberán ser tomados permeables, se recomienda llenar de grava a la altura aproximada de 1m para lograr una buena distribución de agua al fondo."

El campo de absorción permite el tratamiento final y la distribución de las aguas negras. Un sistema convencional consiste en tuberías perforadas rodeadas de materiales, tales como grava y pedazos de llanta cubiertos de tela geotextil y suelo arcilloso. Para tratar las aguas negras, este sistema depende mucho del suelo donde los microorganismos ayudan a eliminar la materia orgánica, los sólidos y los nutrientes que permanecen en el agua. Mientras que el efluente fluye continuamente hacia el suelo, los microbios que digieren los componentes de las aguas negras forman una capa biológica. La capa reduce el movimiento del agua por el suelo y ayuda a evitar que el área debajo de la capa se sature. El agua debe correr por el suelo que no esté saturado para que los microbios que se encuentran allí y en la capa puedan ingerir los desperdicios y los nutrientes del efluente. El césped que cubre el sistema de campo de absorción también usa los nutrientes y el agua para crecer.

2.5 Estudio de impacto ambiental.

La Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, dictada en 1994, establece exigencias ambientales para los proyectos de inversión y determina cuáles de ellos deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA).

Esta decisión es responsabilidad final de la Comisión Regional o Nacional del Medio Ambiente, según corresponda, así como también la administración del sistema y la coordinación de los organismos del Estado involucrados para los efectos de obtener los permisos o pronunciamientos requeridos.

2.5.1 En construcción

Un tipo de impacto ambiental generado por la construcción del sistema de tratamiento de aguas negras, es: La generación de polvo, aumento de la congestión vehicular, ruidos, etc., es inevitable. En general, el análisis de las alternativas deberá considerar las medidas de mitigación que minimicen la alteración de las condiciones medioambientales en la zona de ubicación de la obra y sectores aledaños.

2.5.2 En operación

Los potenciales impactos que pudieran afectar el área de influencia directa del proyecto, son los siguientes:

- Calidad de las aguas
- Calidad del aire
- Aerosoles
- Moscas y vectores
- Olores
- Ruidos
- Aspectos sociales
- Generación de subproductos y residuos

- Usos
- Cuerpo receptor
- Creación de problemas sanitarios
- Aspectos sociales

Se debe descartar que los potenciales impactos arriba detallados generan consecuencias en la población circundante en la medida que la planta no sea bien operada.

2.5.3 Estudio inicial de impacto ambiental

En el estudio que se realizó a través del formulario proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Consejo Nacional de Áreas Protegidas se encontró que el proyecto del Diseño de Drenaje Sanitario para el Barrio Nuevo San José , en la Cabecera Municipal de San José Peten, proyecto de una sola fase, tiene las siguientes características:

- Utilizará para su construcción Cal, cemento, arena y pedrín.
- Equipo que se utilizará será una retroexcavadora,
- El número de trabajadores son : 3 albañiles y 5 peones.
- El proyecto tendrá una duración de 4 meses, con 2250 metros lineales que se encuentran en área protegida. Los metros lineales de construcción son de 3480.58.
- El proyecto se caracteriza por ser nuevo. No tiene algún tipo de riesgo.
- Durante la fase de excavación se tendrá polvo pues se removerá tierra, para este movimiento se utilizará vehículos pequeños para retirar el material sobrante. Para evitar las molestias por la generación de polvo se humedecerá la calle para disminuir este efecto.

- Los ruidos producidos por los trabajos son los normales y no son fuertes ni estridentes.
- La fuente de abastecimiento será el servicio municipal de agua, la construcción de un pozo mecánico o artesanal, río o nacimiento de agua. Será utilizada 1 metro cúbico/día, para preparación de concreto y para la limpieza de las áreas.
- Actualmente las calles son utilizadas para el tráfico vehicular dentro de la población, y el uso final después del proyecto será el mismo solo que con su respectiva red de distribución de aguas residuales.
- No se produce cambio de uso del suelo, la actividad a realizar es similar a la existente, pues el uso sigue siendo el mismo que se tenía anteriormente, con la diferencia que su presentación es mejor.
- Habrá movimiento de tierra, corte y relleno sin movilización fuera del área de la actividad, 1125 m..cúbicos en el momento del zanjeo, esto no hará ningún tipo de cambio en la forma o topografía de los suelos ya que se respetara los alineamiento actuales de las calles.
- No hay volumen de basura en la construcción ni en la operación.
- El tipo de combustible a utilizar es diesel, 12 galones de diesel máximos por día para la retroexcavadora, no se almacenará el combustible.
- No se tendrá efectos sobre la flora, fauna y bosque.
- La actividad no afectará a ningún recurso cultural, natural o arqueológico por su ubicación, que es la actual.
- El problema social identificado que pueda generarse por la realización del proyecto es el cerrar las calles para efectuar el trabajo.
- La jornada será diurna y la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio de proyecto.

2.6 Presupuesto.

Tabla V. Resumen del presupuesto del alcantarillado sanitario para el barrio nuevo San José, municipio de San José. Departamento de Petén. En quetzales.

INTEGRACION DE COSTOS GENERALES				
REGLON	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
COLECTOR				
TRABAJOS PRELIMINARES				
ROTULO DE IDENTIFICACION	GLOBAL	1.00	Q4,036.28	Q4,036.28
BODEGA	m ²	60.00	Q283.58	Q17,014.54
REPLANTEO TOPOGRAFICO	ML	3,095.64	Q15.57	Q48,213.74
TRAZO	ML	3,095.64	Q8.77	Q27,143.53
EXCAVACION				
CORTE DE TERRENO	m ³	2,991.41	Q41.10	Q122,937.70
COLECTOR				
DRENAJE	M	3,095.64	Q231.36	Q716,200.49
POZOS DE VISITA				
POZOS	unidad	39.00	Q6,997.92	Q272,919.02
CONEXIONES DOMICILIARES				
DOMICILIARES	unidad	111.00	Q1,788.05	Q198,473.13
COSTO TOTAL				Q1,406,938.44

Tabla VI. Resumen del presupuesto del alcantarillado sanitario para el barrio nuevo San José, municipio de San José, Departamento de Petén.

Calculado en dólares.

PROYECTO.				
<i>Diseño de drenaje sanitario para el barrio Nuevo San José, municipio de San José, Petén.</i>				
INTEGRACION DE COSTOS GENERALES				
REGLON	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
COLECTOR				
TRABAJOS PRELIMINARES				
ROTULO DE IDENTIFICACION	GLOBAL	1.00	\$524.19	\$524.19
BODEGA	m ²	60.00	\$36.83	\$2,209.68
REPLANTEO TOPOGRAFICO	ML	3,095.64	\$2.02	\$6,261.52
TRAZO	ML	3,095.64	\$1.14	\$3,525.13
EXCAVACION				
CORTE DE TERRENO	M ³	2,991.41	\$5.34	\$15,965.93
COLECTOR				
DRENAJE	M	3,095.64	\$30.05	\$93,013.05
POZOS DE VISITA				
POZOS	unidad	39.00	\$908.82	\$35,444.03
CONEXIONES DOMICILIARES				
DOMICILIARES	unidad	111.00	\$232.21	\$25,775.73
COSTO TOTAL				\$182,719.28

Nota. La tasa de cambio usada es de (Q7.70 por US\$1.00)

2.7 Análisis económico

2.7.1 Valor presente neto (VPN)

El Valor Presente Neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El Valor Presente Neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: MAXIMIZAR la inversión. El Valor Presente Neto permite determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de las **PyMES**. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al valor del Valor Presente Neto. Si es negativo quiere decir que la firma reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

$$\text{VPN} < 0 ; \quad \text{VPN} = 0 ; \quad \text{VPN} > 0$$

Este es una alternativa para toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de ante mano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en un futuro pérdidas.

Cuando el $\text{VPN} < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está alertando que el proyecto no es rentable. Cuando el $\text{VPN} = 0$ nos está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $\text{VPN} > 0$, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad.

Las fórmulas del VPN son:

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

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

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

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

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

i = Tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de utilidad por la inversión a una solución.

n = Periodo de tiempo que pretende dura la operación.

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto = Q 1,406,938.44

Costo total del mantenimiento = Q 25,200.00

Como es un proyecto de tipo social, la municipalidad absorberá el 50% del costo total y la comunidad pagara el otro 50% en un periodo de 5 años por derecho de conexiones domiciliarias. Pagando Q 800.00 anuales más una cuota de mantenimiento de Q 240.00/anual por vivienda.

Datos:

$$A_1 = 139,235.22$$

$$A_2 = 25,200.00$$

$n = 5$ años

$i = 10\%$

$$VPN = -696,176.12 + 139,235.22 \left[\frac{(1+0.1)^5 - 1}{0.1(1+0.1)^5} \right] - 25,200.00 \left[\frac{(1+0.1)^5 - 1}{0.1(1+0.1)^5} \right]$$

$$VPN = -262,435.90$$

$i = -10\%$

$$VPN = -696,176.12 + 139,235.22 \left[\frac{(1-0.1)^5 - 1}{-0.1(1-0.1)^5} \right] - 25,200.00 \left[\frac{(1-0.1)^5 - 1}{-0.1(1-0.1)^5} \right]$$

$$VPN = 95,324.94$$

2.7.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

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

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

$$TIR = \left[\frac{(Tasa1 - Tasa2)(0 - VPN(-))}{(VPN(+)) - (VPN(-))} \right] + Tasa2$$

$$TIR = \left[\frac{(-10 - 10)(0 - (-262,435.90))}{(95,324.94) - (-262,435.90)} \right] + 10 = -4.67\%$$

La tasa interna de retorno es -4.67% anual, lo cual nos indica que el proyecto no es rentable debido a la tasa negativa.

3. DISEÑO DE PAVIMENTACIÓN PARA EL BARRIO NUEVO SAN JOSÉ, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN.

3.1 Descripción del proyecto

3.1.1 Alcances del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del pavimento rígido para el Barrio Nuevo San José, del departamento de Petén, se considera pavimentar un tramo de 3480.58 m. lineales de las calles principales del barrio. Se realizarán los estudios Topográficos, toma de muestras de suelos, ensayos de laboratorio, planos y presupuestos.

3.1.2 Levantamiento topográfico

Consistió en obtener la información necesaria para diseñar las calles que van a pavimentar, esto es la planimetría y altimetría, que son bases fundamentales para todo proyecto vial, su aplicación es determinante para obtener la libreta de campo y planos que reflejan la conformación real del lugar en donde se realizará el proyecto de pavimentación.

3.1.4 Planimetría y altimetría

La planimetría se utiliza para determinar el ancho de la calle, la longitud a pavimentar y todos aquellos puntos de importancia. Para el levantamiento planimétrico se utilizó el método de conservación del azimut, con la poligonal cerrada, y con el uso del siguiente equipo.

- Un teodolito marca Wild T-1
- Un estadal
- Una cinta métrica de 50 metros
- Dos plomadas
- Trompos de madera
- Clavos

La altimetría tiene por objeto determinar las diferencias de alturas entre los puntos del terreno. Para el levantamiento altimétrico se trabajó con el método compuesto por el siguiente equipo.

- Nivel marca Sookia c-300
- Un estadal
- Una cinta métrica de 50 metros
- Trompos de madera

3.2 Estudio de suelos

3.2.1 Ensayos de laboratorio

Los ensayos que se realizaron fueron:

- Límites de consistencia (límites de Atterberg)
- Ensayo de compactación (Proctor)
- Valor soporte del suelo (CBR)
- Granulometría

Para determinar el diseño del pavimento y diseño de las estructuras que intervienen en ella, se hace necesario conocer las características del suelo.

En este caso, se realizó una toma de muestra de pozo a cielo abierto en el cual se hizo una perforación de un metro de diámetro y, aproximadamente, unos cincuenta centímetros de profundidad, se extrajeron cerca de 100 kilogramos de suelo, para realizar los ensayos correspondientes.

- **Límites de consistencia (Límites de Atterberg)**

Los límites de consistencia son los límites de contenido de humedad para que un suelo pueda deformarse sin romperse. Se clasificaron en cuatro estados de consistencia, líquido, plástico, semi-plástico y sólido.

- **Ensayo de compactación (PROCTOR MODIFICADO)**

Con este ensayo se determina el peso volumétrico de un suelo que ha sido compactado con diferentes niveles de humedad, también se determina la humedad óptima del material para una compactación idónea.

- **Ensayo valor soporte del suelo**

Este ensayo es conocido como California Bearing Ratio (C.B.R.) por sus Iniciales en inglés, sirve para determinar la capacidad soporte que tiene un cuerpo compactado a su densidad máxima en las peores condiciones de humedad que pueda tener en el futuro. Éste se expresa en el porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón estándar en la muestra de suelo, comparado con el patrón de piedra triturada de propiedades conocidas.

- **Ensayo de granulometría**

La granulometría sirve para conocer la variedad en el tamaño de las partículas del suelo, para clasificarlas, el procedimiento más expedido es el del tamizado.

3.3 Método y procedimiento de diseño para el pavimento del Barrio Nuevo San José, municipio de San José, departamento de Petén.

3.3.1 Pavimento rígido

La PCA (Asociación de Cemento Pórtland) ha desarrollado dos métodos para determinar el espesor de losa adecuada para soportar las cargas de tránsito en las calles y carreteras.

El primero es el método de capacidad, este procedimiento de diseño tiene la posibilidad de obtener datos de carga. Con ello asume que datos detallados de carga-eje tienen que ser obtenidos de estaciones representativas de pesos de camiones (volúmenes de tránsito).

El segundo es el método Simplificado, este procedimiento de diseño no tiene posibilidades de obtener datos de carga-eje.

Para el diseño y dimensionamiento del espesor del pavimento rígido del acceso del Barrio Nuevo San José, municipio de San José, departamento de Petén, se empleará el método simplificado, debido a que no es posible obtener datos de carga de eje, ya que no existen detalles de tránsito para este sector.

Para este método la PCA ha elaborado tablas de diseño simples, basadas en distribuciones compuestas de carga de eje que representan diferentes categorías de carreteras y tipos de calles.

Los datos de las tablas para las cuatro categorías de tránsito (ver tabla VI), están diseñadas para un período de 20 años. Estas tablas han sido elaboradas contemplando el valor de carga estática por eje, ya que los esfuerzos producidos por un eje en movimiento son menores que los ocasionados cuando el mismo eje está detenido; hacen falta períodos considerables de tiempo para que el esfuerzo producido por un eje estático alcance su valor máximo. El factor de seguridad (F.S.) por el cual deben multiplicarse las cargas nominales de ejes es 1.0, 1.1, 1.2, y 1.3 respectivamente para las cuatro categorías de eje de carga 1, 2, 3 y 4.

Tabla VI. Categorías de carga por eje

Carga por eje Categoría	DESCRIPCIÓN	TRÁFICO			Máxima Carga por Eje KPS	
		TPD	TPDC		EJE DOMICILIO	EJE TANDEM
			%	Por día		
1	CALLES RESIDENCIALES CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (BAJO A MEDIO)	200 a 800	1-3	ARRIBA DE 25	22	36
2	CALLES COLECTORAS, CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (ALTAS) CARRETERAS PRIMARIAS Y CALLES ARTESANALES (BAJO)	700 a 5000	5-18	DE 40 A 100	26	44
3	CALLES ARTESANALES, CARRETERAS PRIMARIAS (MEDIO) SUPERCARRETERAS E INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (BAJO A MEDIO)	3000-12000 2 CARRILES 3000-50000	8-30	DE 500 A 5000	30	52
4	CALLES ARTESANALES, CARRETERAS PRIMARIAS, SUPER CARRETERAS (ALTAS) INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (MEDIO ALTO)	3000-20000 2 CARRILES 3000-15000 4 CARRILES O MAS	8-30	DE 1500 A 8000	34	60

Fuente: Westergaard H. N. Computation of stresses in concrete roads. Pág. 48

Nota: Las descripciones de alto, medio y bajo, se refieren al peso relativo de las cargas por eje para el tipo de calle o carretera.

Para determinar el espesor de la losa, son necesarios los esfuerzos combinados de la sub-rasante y sub-base, ya que mejoran la estructura del pavimento. El aumento de la resistencia estructural del pavimento se obtiene de las bases suelo-cemento en relación a las bases granulares.

3.3.2 Módulo de reacción de sub-rasante (k)

El módulo de reacción de la sub-rasante es la propiedad de apoyo que esta ofrece al tráfico y se define como la pendiente de la gráfica carga-deformación obtenida en el campo por el ensayo del disco (norma ASTM D-1196), cuyo resultado estará en kg/cm^3 .

Generalmente, obtener el módulo de reacción de la sub-rasante es difícil por no decir imposible, primero por la carencia del equipo necesario para la prueba, el cual es muy especial y costoso y en segundo lugar porque la sub-rasante no ha sido construida todavía, y esto hace imposible colocar el aparato de prueba.

Dado las limitaciones del ensayo, el valor de K es usualmente estimado por correlación de una prueba más simple como la clasificación del tipo del suelo según el sistema SCU (sistema Unificado de Clasificación de suelos, bajo el punto de vista de la ingeniería), según el sistema PRA (Public Road Administration) o en función de su número de CBR. De cualquiera de estas formas se obtienen valores muy estimativos, aunque el más próximo, es el último. Esto es válido, ya que no se requiere un valor exacto de K y no afecta apreciablemente los requerimientos de espesor.

El valor aproximado de K, cuando se usan bases granulares y bases suelo-cemento, se muestra en las siguientes tablas:

Tabla VII . Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de k.

TIPO DE SUELO	APOYO	RANGO DE VALORES DE K PSI
SUELOS DE GRANO FINO EN LOS CUALES PREDOMINAN LAS PARTÍCULAS DE LIMO Y ARCILLA	BAJO	75 -120
ÁRENAS Y MEZCLAS DE ARENA Y GRAVA CON CANTIDADES MODERADAS DE LIMO Y ARCILLA	MEDIO	130 -170
ÁRENAS Y MEZCAS DE ARENA Y GRAVA RELATIVAMENTE LIBRES DE FINOS Y PLÁSTICOS	ALTO	180 – 220
SUB-BASES TRATADAS CON CEMENTO	MUY ALTO	250 - 400

Fuente: Westergaard H. N. Computation of stresses in concrete roads. Pág. 49

Tabla VIII . Valores de k para diseños sobre bases no tratadas

SUBRASANTE VALORES DE K PSI	SUB – BASE VALORES DE K PSI			
	4 Plg	6 Plg	9 Plg	12 Plg
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: Westergaard H. N. Computation of stresses in concrete roads. Pág. 14

En ausencia de valores de los ensayos de laboratorio, puede utilizarse la relación aproximada entre K y el CBR o valor soporte California para diferentes tipos de suelos (esto cuando no se conoce su respectivo CBR).

3.3.3 Tránsito promedio diario

Este valor es determinado por conteos periódicos del tránsito. Del total de vehículos que pasan por la vía (TPD) se determina el tránsito de camiones (TPDC), que será el parámetro a manejar en las tablas de diseño. El tránsito servirá para dos propósitos principales, catalogar la vía y localizar el número de vehículos tipo pesado en las tablas de diseño.

El número y los pesos de carga por eje pesados durante la vida de diseño, son las variables en el diseño del pavimento de concreto, derivadas de las estimaciones siguientes:

TPD: Es el tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos.

TPDC: Es el tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones.

En el procedimiento de diseño es necesario el TPDC, que puede ser expresado como un porcentaje de TPD.

El tránsito futuro tiene considerable influencia en el diseño, por lo que la razón de crecimiento es afectada por factores como el tránsito desarrollado. Todos estos factores pueden causar razones de crecimiento anual del 2 al 6%, que corresponden a factores de proyección del tránsito a 20 años de 1.2 a 1.8.

El uso de razones altas de crecimiento para calles residenciales no es aplicable, ya que estas calles llevan poco tránsito, generalmente originado en ellas mismas o el que es ocasionado por vehículos de reparto, por lo que las

tasas de crecimiento podrían estar debajo del 2 % por año (factor de proyección de 1.1 a 1.3).

Las tablas se encuentran especificadas para un período de 20 años con su respectivo tránsito promedio de camiones en ambas direcciones. Para otros períodos de diseño, las estimaciones del tránsito TPDC se multiplican por un factor apropiado para tener un valor ajustado para usar las tablas. Por ejemplo, si se decide utilizar un período de 30 años en vez de 20, la estimación del valor del TPDC permisible es multiplicada por 30/20.

3.3.4 Módulo de ruptura del concreto (M_r)

Debido al paso de vehículos sobre las losas de concreto, se producen esfuerzos de flexión y compresión. Los esfuerzos de compresión son tan mínimos que no influyen en el grosor de la losa.

En cambio los promedios de esfuerzos de flexión y de las fuerzas de flexión son mucho mayores, por eso son usados estos valores para el diseño de espesores de los pavimentos rígidos. La fuerza de flexión está determinada por el módulo de ruptura del concreto (M_R), el cual está definido como el esfuerzo máximo de tensión en la fibra extrema de una viga de concreto.

La resistencia de la tensión del concreto es relativamente baja. Una buena aproximación para la resistencia a la tensión será de 10 a 20 % de su resistencia a la compresión, debido a los problemas de agarre de las máquinas de prueba.

3.3.5 Diseño de juntas

Las juntas tienen por objeto principal, permitir la construcción del pavimento por losas separadas para evitar grietas de construcción y establecer al mismo tiempo una unión adecuada entre ellas, que asegure la continuidad de la superficie de rodadura y la buena conservación del pavimento. Cuando así se especifique, deben proveer además, una adecuada transferencia de carga a las losas contiguas

Todas las juntas deben construirse con las caras perpendiculares a la superficie del pavimento y deben protegerse contra la penetración a las mismas, de materiales extraños perjudiciales, hasta el momento en que sean selladas.

Los tipos de juntas, su posición y detalles de construcción, incluyendo los rellenos, sellos y retenedores, deben ser los indicados en los planos.

3.3.5.1 Tipos de juntas

Las juntas tienen por objeto principal, permitir la construcción del pavimento por losas separadas para evitar grietas de construcción, estableciendo al mismo tiempo una unión adecuada entre ellas, que asegure la continuidad de la superficie de rodadura y la buena conservación del pavimento.

La mayoría de las grietas en el concreto son debidas a tres efectos.

- a. Cambios de volumen por encogimiento por secado.
- b. Esfuerzos directos por cargas aplicadas.

c. Esfuerzos de flexión por pandeo.

Los tipos de juntas más comunes en los pavimentos de concreto caen dentro de dos clasificaciones: transversales y longitudinales, que a su vez se clasifican como de contracción, de construcción y de expansión.

Juntas longitudinales: son juntas paralelas al eje longitudinal del pavimento. Estas juntas se colocan para prevenir la formación de grietas longitudinales, pueden ser en forma mecánica, unión macho-hembra. La profundidad de la ranura superior de esta junta, no debe ser inferior de un cuarto del espesor de la losa. La separación máxima entre juntas longitudinales es de 12.5 pies (3.81 m), es la que determina el ancho del carril.

Juntas transversales: controla las grietas causadas por la retracción del fraguado del concreto. La ranura de la junta, debe por lo menos tener una profundidad de un cuarto del espesor de la losa. Se construyen perpendicularmente al tráfico. También son llamadas juntas de contracción, ya que controlan el agrietamiento transversal por contracción del concreto. La separación máxima de las juntas transversales es de 15 pies (4.57 m). La colocación de las barras de transferencia depende de las características de la sub-rasante y del tipo de tránsito esperado para el pavimento.

Juntas de expansión: estas son necesarias cuando existan estructuras fijas, tales como: puentes, aceras, alcantarillas, etc. Donde sea necesario este tipo de junta, se dejará una separación de dos centímetros. Se construyen para disminuir las tensiones, cuando el concreto se expande. Se colocan obligadamente frente a estructuras existentes y en intersecciones irregulares. Cuando las juntas de contracción controlan adecuadamente el agrietamiento transversal, las juntas de expansión no son necesarias.

Juntas de construcción: se construyen cuando hay una interrupción no mayor de treinta minutos en la colocación del concreto. Son del tipo trabado, es decir lleva barras de acero o material adecuado, para formar tabiques, de modo que se forme una cara vertical con una traba apropiada.

Existen dos dispositivos de transferencia de cargas entre las losas en zonas de juntas, las barras de sujeción y las dovelas o pasa juntas. Las barras de sujeción, se utilizan en las juntas longitudinales para ligar losas de carriles o franjas continuas. Se deben utilizar barras de acero de refuerzo corrugadas, colocadas a la mitad del espesor con el espaciamiento especificado y son hechas solamente para garantizar la continuidad del pavimento. La junta de trabe por agregados o barras de sujeción se construyen insertando una barra de acero para hacer la interconexión entre dos losas separadas. Este tipo de junta es más sencillo en su construcción pero requiere de espesores más altos de la losa de concreto.

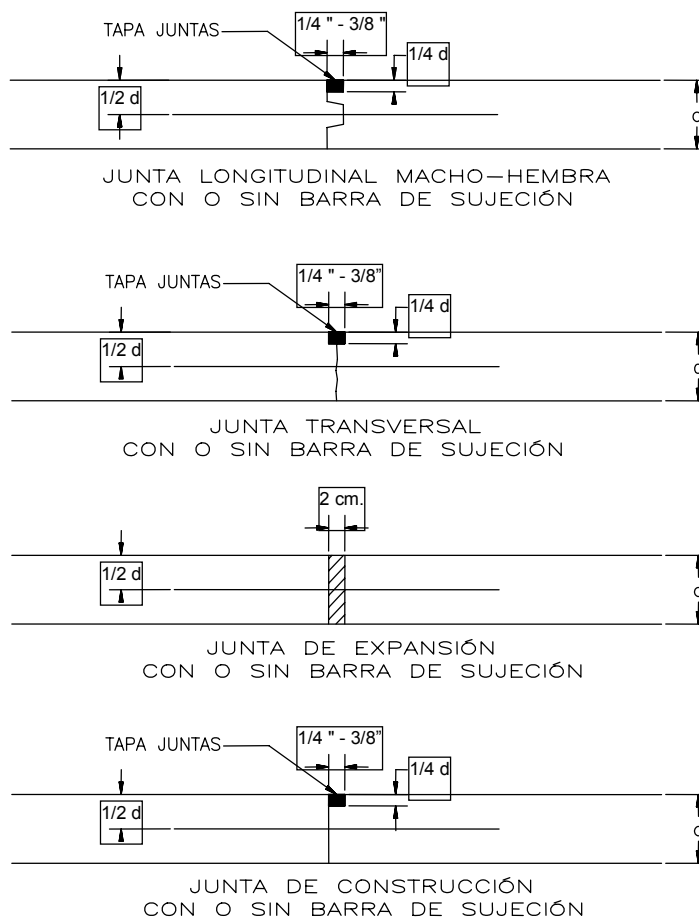
La junta tipo dovela se logra haciendo un detalle macho-hembra en el concreto en el sentido longitudinal. Este detalle requiere más trabajo, pero garantiza una disminución en el espesor de la losa.

Según las tablas de diseño de la PCA incluyen dos tipos de juntas debido a su transferencia de carga, del tipo dovela o pasa junta y del tipo de trabe por agregado.

El tipo de trabe por agregado, se utiliza en las juntas longitudinales para ligar los de carriles o franjas continuas. Este tipo de junta es más sencillo en su construcción pero requiera de espesores más altos de la losa de concreto.

El tipo dovela o pasa junta, se utiliza normalmente en juntas transversales de construcción, contracción y de expansión y fueron diseñadas para la transmisión de carga de una losa hacia la siguiente.

Figura 2. Tipos de juntas



3.3.5.2 Formación de las juntas

Juntas formadas por inserción de tiras o fijas premoldeadas: Se hacen insertando en el concreto fresco, tiras o fajas de material premoldeado no metálico de diseño previamente aprobado, con equipo mecánico, para garantizar la verticalidad y alineación. El borde superior de la tira debe quedar de 2 mm a 4 mm de la superficie del concreto. Debe cuidarse que el equipo de aplanado o alisado mecánico final de los equipos de pavimentación de formaleta deslizante no altere la posición de las tiras.

Juntas inducidas en el concreto fresco: Se pueden hacer directamente en el concreto fresco con cuchillas o tiras metálicas, plásticas, o bien con sierras metálicas que se puedan introducir y retirar del concreto, dejando una ranura limpia y sin obstrucciones, del tamaño y profundidad requeridos.

Juntas conformadas con formaleta: normalmente se fabrican en esta forma las juntas transversales de construcción y las juntas de expansión o aislamiento, por cambios de dirección. Cuando se especifique la colocación de dovelas, debe dejarse la formaleta perforada en los puntos donde deben instalarse las mismas. No deben hacerse juntas de construcción a menos de 3 metros de cualquier otra junta paralela. Si no se tiene disponible concreto para formar una losa de por lo menos 3 metros de largo al ocurrir una interrupción, debe removerse y retirarse el concreto recién colocado hasta la junta precedente inmediata.

Para juntas de expansión o aislamiento contra estructuras fijas como bordillos o muros que no requieren formaleta, ésta se reemplaza por tiras de material compresible de por lo menos 15 mm de espesor y de una profundidad

superior a la losa, adosados a la estructura, los que se engrasan antes de fundir o colar el concreto para facilitar su posterior remoción.

Para juntas longitudinales de construcción de franjas o carriles colados o fundidos por separado, normalmente se utilizan formaletas deslizantes o fijas machihembradas, para proveer una llave de transferencia de carga. Estas juntas van por lo general, provistas de barras de sujeción para unir firmemente las franjas o carriles contiguos.

Juntas aserradas en el concreto endurecido: este es el método que debe ser utilizado preferentemente y consiste en producir ranuras en la superficie del pavimento con una sierra para concreto aprobada. El ancho, profundidad, separación y alineamiento de las ranuras serán los que se especifiquen en los planos para todas las juntas transversales y longitudinales de contracción. La junta ya cortada y la superficie adyacente del concreto deben limpiarse adecuadamente. El corte con sierra deben 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 controlada, 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.

Cuando las juntas deban ser selladas, normalmente se hace posteriormente un ensanche de la ranura para formar la caja de sello o bien se realiza un corte de discos abrasivos de ancho suficiente para realizar los cortes

más anchos de una sola pasada. Una vez hecho el aserrado debe reponerse la membrana de curado encima y a los lados de la junta recién cortada.

Cuando aparezca alguna grieta de contracción cerca o en el lugar donde se tenga que hacer el corte, debe discontinuarse o suspenderse el mismo y reducir el tiempo de corte siguiente. Si existen condiciones extremas que hacen imposible evitar el agrietamiento irregular, deberá utilizarse el método de juntas formadas con inserción de tiras o el de juntas inducidas antes del fraguado inicial del concreto.

3.3.6 Pasos para el diseño del espesor del pavimento

Método simplificado propuesto por la PCA para pavimentos rígidos:

Determinar la categoría de la vía principal del proyecto:

Se debe hacer un conteo de tránsito promedio de vehículos. Como no se cuenta con datos de conteo de tránsito vehicular para el proyecto, se hizo un conteo sobreestimado de vehículos que circulan por la vía principal; del que se determinó el tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones. En el método propuesto por la PCA no es tan determinante el número de vehículos que circulan por la vía sino el porcentaje de vehículos pesados.

La vía a pavimentar es relativamente corta como se mencionó en la descripción del proyecto por lo que se determinaron los siguientes datos:

Tránsito promedio diario (TPD) = 210 vehículos ambos sentidos.

Transito promedio diario de camiones (TPDC) = 20% TPD = 42 vehículos.

El período de diseño es de 25 años $42 \times 20/25 = 52$ vehículos.

Con el dato estimado de paso de vehículos y su porcentaje de camiones se clasifica la vía según la tabla VI.

La vía principal del proyecto se clasifica en la categoría No. 1, definida como calles residenciales, carreteras rurales y secundarias.

Determinar el tipo de junta para el pavimento:

La junta seleccionada es del tipo dovela, tipo macho hembra, por las ventajas que ofrece este tipo de junta, aunque la tabla disponga una junta de trabe por agregados, insertando una barra de acero para la interconexión entre dos losas, requiere de un espesor más grande para el pavimento, mientras las del tipo dovela, disminuye el espesor del pavimento.

Decidir, incluir o excluir hombros o bordillos en el diseño:

El diseño contempla la integración de bordillos para disminuir el espesor del pavimento e/y encausar las aguas pluviales.

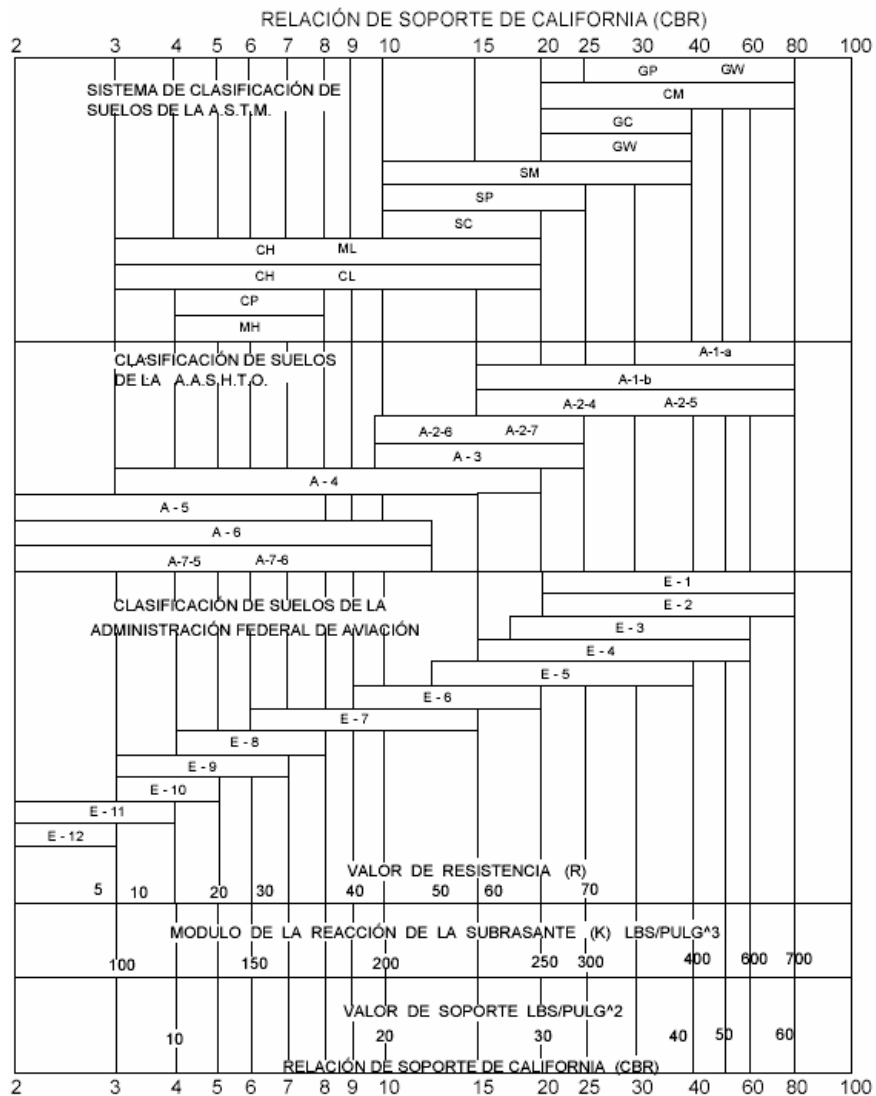
Determinar el módulo de ruptura del concreto (Mr):

El módulo se estimó como el 15% de la resistencia del concreto a compresión f_c , según los parámetros especificados con anterioridad. Por lo que el valor aproximado se toma como $0.15 \times 4000 \text{ psi} = 600 \text{ Psi}$

Determinar el módulo de reacción K de la sub-rasante:

Conservadoramente se determina estimando un CBR de la sub-rasante de 10. En la figura 8 se toma el número CBR igual a 10, y se localiza el valor del módulo de reacción de la sub-rasante, el cual equivale a 200 lb/plg³.

Figura 3. Relaciones de soporte de California (CBR)



Fuente: Instituto Americano de Concreto (ACI)

Determinar si se utilizará base según los criterios del diseñador:

Como criterio se utilizará una base no tratada de 20 cms. (8plg), incrementando así el valor del módulo de reacción $K=230 \text{ lb/plg}^3$. (Ver tabla VIII)

Determinar el valor soporte del suelo:

Con este valor de K según tabla VII se determina que el tipo de suelo de sub-rasante es ALTO catalogando al suelo como arena y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos.

Determinar el espesor de la losa de concreto según la tabla de diseño con los parámetros siguientes:

Para una vía de categoría 1 con juntas doveladas, se utiliza la tabla IX. Se busca en el lado derecho por incluir bordillo el diseño de la losa. El soporte sub-rasante – Sub-base tiene un carácter alto, al buscar en el sector correspondiente a un módulo de ruptura de 600 psi. Y el valor que dicta la tabla corresponde a 5 plg (12.70 cms), por razones de construcción y facilidad se determina un espesor de quince (15) centímetros como espesor de la losa.

Referente a la capa de base del pavimento, la PCA da mayor importancia a la uniformidad de apoyo, que al grado de resistencia del suelo, considera que la losa de concreto tiene gran capacidad de distribución de la carga impuesta por el tránsito. Con frecuencia los materiales que forman parte de la sub-rasante presentan características favorables, que pueden sustituir las funciones de la base.

Las tablas contemplan la fatiga y la erosión en el diseño. La fatiga se toma en cuenta para mantener dentro de los límites de seguridad los esfuerzos debidos a las cargas repetidas. El esfuerzo por erosión se usa para limitar los efectos de las deflexiones del pavimento en los bordes y juntas. Para referencia, la tabla X indica los valores mínimos de espesor de base, según el uso y el tipo de base.

Tabla IX. TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimentos con junta de trabe por agregados (no necesita dovela)

SIN HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO				CON HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO			
ESPESOR DE LOSA PLG	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE			ESPESOR DE LOSA PLG.	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE		
	BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO
MR = 650 PSI							
4.5			0.1	4 4.5	2	0.2 8	0.9 25
5 5.5	0.1 3	0.8 15	3 45	5 5.5	30 320	130	330
6 6.5	40 330	160	430				
MR = 600 PSI							
5 5.5	0.5	0.1 3	0.4 9	4 4.5	0.2	1	0.1 5
6 6.5	8 76	36 300	98 760	5 5.5	6 73	27 290	75 730
7 7.5	520			6	610		
520 MR = 550 PSI							
5.5	0.1	0.3	1	4.5		0.2	0.6
6 6.5	1 13	6 60	18 160	5 5.5	0.8 13	4 57	13 150
7 7.5	110 620	40		6	130	480	

Fuente: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 51

Nota: El análisis de fatiga controla el diseño

Una fracción de TPDC, indica que el pavimento puede transportar un número ilimitado de vehículos pequeños y camiones con dos ejes y cuatro

llantas. Pero únicamente pocos camiones pesados por semana (TPDC de 0.3 * 7 días indica dos camiones pesados por semana).

El presente TPDC excluye a camiones de cuatro llantas dos ejes, por lo que el número de camiones permitidos puede ser grande.

Tabla X. Espesores estimados de bases según su uso

Tipo de base	Usos	Espesor
Granular	Carretera	10 – 15
Estabilizada	Carretera	10 – 15
Granular	Aeropuerto	15 – 30
Estabilizada	Aeropuerto	15 – 30

Fuente: Instituto Americano de Concreto (ACI)

3.3.7 Movimiento de tierras

Con la sub-rasante ya definida se puede definir el volumen de movimientos de tierras, el que a su vez se convierte en el renglón más caro en la ejecución.

3.3.8 Conformación y curado del pavimento

El pavimento rígido está constituido por cemento, agregado fino, agregado grueso, aire y agua, también puede estar constituido por aditivos.

La mezcla en estado plástico se coloca en la base humedecida y luego se hace vibrar para no dejar espacios de aire (ratoneras), dentro del concreto que puedan producir fallas no deseadas.

Se coloca un arrastre, ya sea manual o mecánico, para dejar lista la rasante anteriormente diseñada, luego de aplicar el arrastre se raya el concreto de forma normal a la línea de eje central de la calle, para luego aplicar un curador de concreto, cuya función es mantener el pavimento fresco para que no libere vapor y no pierda resistencia dentro de las primeras 24 horas críticas del pavimento.

Se deja descansar el pavimento por 28 días en los cuales llegará a la resistencia requerida del concreto y luego se da paso libre a vehículos.

3.3.8.1 Curador de concreto

- Compuesto concentrado color rojo o blanco, en forma líquida que se aplica sobre la superficie del concreto recién colocado. Producto elaborado bajo la norma ASTM C-309.
- El modo de empleo es directo a la superficie acabada por medio de un aspersor con el objeto de cubrir toda la superficie con una película uniforme y economizar material.

- Rendimiento, un litro de curado cubre aproximadamente de 4 a 6 metros cuadrados en una mano de aplicación.

3.4 Normativa

3.4.1 Pavimento de concreto

Es un pavimento rígido, de concreto de cemento hidráulico, diseñado para resistir las cargas e intensidad del tránsito.

Este trabajo consiste en la construcción sobre base preparada y aceptada previamente, de la carpeta o losa de pavimento de concreto, de acuerdo con los planos, incluyendo la fabricación y suministro del concreto estructural, el manejo, colocación, compactación, acabado, curado y protección del concreto, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical, espesores y secciones típicas de pavimentación, dentro de las tolerancias estipuladas, de conformidad con estas Especificaciones.

3.4.2 Materiales

a) Cemento Hidráulico. Debe cumplir con las Normas AASHTO M 85, ASTM C 150 ó COGUANOR NG 41005 para los Cementos Pórtland ordinarios, con una clase de resistencia de 28MPa (4,000 psi) o mayor. No deben mezclarse cementos de diferentes tipos o de diferentes plantas cementeras, sin la aprobación del Supervisor.

b) Agregado Fino. Debe consistir en arena natural o manufacturada, compuesta de partículas duras y durables, que llene los requisitos para concreto de pavimentos y para concreto sujeto a desgaste superficial.

El agregado fino debe ser almacenado separadamente del agregado grueso, en pilas independientes para las diversas procedencias, debiéndose controlar sus características y condiciones por medio de ensayos de laboratorio, para hacer los ajustes en la dosificación, en el momento de la elaboración del concreto.

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

d) Agua. El agua para mezclado y curado del concreto o lavado de agregados 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. El agua de mar o aguas salobres y de pantanos no debe usarse para concreto reforzado.

El agua proveniente de abastecimientos o sistemas de distribución de agua potable, puede usarse sin ensayos previos. Donde el lugar de abastecimiento sea poco profundo, la toma debe hacerse en forma que excluya sedimentos, toda hierba y otras materias perjudiciales.

e) Aditivos. Los aditivos para concreto se deben emplear con la aprobación previa del Supervisor y de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Debe demostrarse que el aditivo es capaz de mantener esencialmente la misma composición y rendimiento del concreto de la mezcla básica. No se permitirá el uso de aditivos que contengan iones de cloruro, en ningún tipo de concreto reforzado o concretos que contengan elementos galvanizados o de aluminio. Previa a la autorización del uso de aditivos, el contratista deberá realizar mezclas de pruebas de campo, utilizando los materiales y equipo a emplear en el proyecto u obra. Si se emplea más de un aditivo, debe cuidarse de que los efectos deseables de cada uno se realicen y no interfieran entre sí. Cuando se empleen aditivos acelerantes en tiempo caluroso, deben tomarse las precauciones necesarias para evitar un fraguado muy rápido del concreto.

f) Requisitos para la Clase y Resistencia del Concreto. El concreto de cemento hidráulico para pavimentos, debe ser como mínimo clase 24.5 (3,500) con una resistencia a compresión AASHTO T 22 (ASTM C 39), promedio mínima de 24.5 MPa (3,500 psi) y una resistencia a la flexión AASHTO T 97 (ASTM C 78), promedio mínima de 3.8 MPa (550 psi), determinadas sobre especímenes preparados según AASHTO T 126 (ASTM C 192) y T 23 (ASTM C 31), ensayados a los 28 días. En ningún caso, el número de muestras será menor que una (1) por día o una por cada ciento veinte metros cúbicos (120 m³) de concreto colocado diariamente y no menos de una (1) por cada 500 m² de superficie de losa y muros. Los requisitos para comprobar la resistencia del

concreto, deben basarse en ensayos de cilindros fabricados y probados de acuerdo con los métodos AASHTO o ASTM.

g) Materiales para Juntas. Los materiales para relleno y/o sellado de juntas deben ser previamente aprobados por el Supervisor. Los materiales deben ser de cualquiera de los tipos señalados en la sección 551.06 de las especificaciones generales para construcción de carreteras de la Dirección General de Caminos.

i) Materiales para Curado. Los materiales para curado deben ajustarse a lo estipulado en 551.08 de las especificaciones generales para construcción de carreteras de la Dirección General de Caminos. Se podrá usar químicos para acelerar el curado siempre que sea autorizado previamente por el Supervisor.

3.4.3 Equipo de Pavimentación

El Contratista debe suministrar el equipo adecuado al procedimiento de construcción previsto. El equipo propuesto debe ser inspeccionado y/o ensayado y aprobado previamente por el Supervisor. Los equipos para producción y suministro de concreto deben ser de la capacidad suficiente para suministrar adecuadamente y en forma continua, las cantidades de concreto requeridas en la obra, para el rendimiento previsto de los equipos de pavimentación.

a) Vibradores: Pueden usarse como complemento a los equipos anteriormente mencionados, vibradores de inmersión manual o de placa. En los vibradores que se utilicen para consolidar el concreto, la razón de la vibración no debe ser menor de 3,500 ciclos por minuto para los vibradores de superficie y no menor de 5,000 ciclos por minuto para los vibradores de inmersión. No debe permitirse que los vibradores operen en contacto con las formaletas o con el acero de refuerzo o de las juntas.

b) Aserrado de Juntas. Deben emplearse sierras para concreto con la potencia suficiente para cortar el espesor total de la losa. Las sierras deben estar equipadas con guías y dispositivos que aseguren la alineación y profundidad de corte requeridos.

3.4.4 Colocación y Compactación del Concreto:

Las losas de concreto deben ser construidas sobre la superficie de base, de conformidad con estas Especificaciones. Cuando en el área de construcción de la losa de concreto, antes o después de colocar la formaleta, se producen baches o depresiones causadas por el movimiento de equipo y actividades propias de la construcción, éstas deben corregirse antes de colocar el concreto, llenándolas con material igual al de la superficie preparada y nunca con concreto, lechada, mortero o agregados para concreto, seguidamente se debe proceder a conformar y compactar el material, con compactadora mecánica de operación manual efectuándose el control de compactación que corresponda. Todo el material excedente debe removerse, dejando la superficie nivelada y de acuerdo a la sección típica de pavimentación.

El concreto debe colocarse de preferencia con máquina esparcidora especial, que prevenga la segregación de los materiales. Si se necesita mover el concreto manualmente, deben utilizarse palas y no rastrillos. Tampoco se debe permitir transportarlo con la acción del vibrador de inmersión.

El concreto debe de ser compactado hasta alcanzar el nivel de las formaletas en la superficie completa de la losa de acuerdo a la sección típica, por medio de vibradores de superficie adecuados, como reglas o placas vibratorias o vibradores de rodillos, preferiblemente montados sobre ruedas, para aplicar la vibración directamente sobre todo el ancho de la losa de concreto, y no sobre las formaletas. También pueden usarse vibradores de inmersión, como complemento.

Las depresiones observadas, deben llenarse de inmediato con concreto fresco y las partes altas cortadas con la llana para cumplir con las tolerancias de la superficie del pavimento indicadas.

La ejecución del acabado final debe efectuarse antes del endurecimiento, pudiendo dejarse las aristas de las juntas, si la máquina esparcidora es del tipo de formaleta deslizante.

Al terminar el alisado y al haber removido el exceso de agua, y estando el concreto aún en estado plástico, debe comprobarse la exactitud de la superficie de la losa por medio de un escantillón de 3 metros de longitud, el cual debe colocarse en posiciones aleatorias sobre toda el área de la franja o carril, que no esté afectada por cambio de pendientes. Las diferencias observadas por defecto (depresiones) 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 como se indica anteriormente o bien cortando los excesos por medio de pasadas con el borde de la llana mecánica o manual.

3.5 Estudio inicial de impacto ambiental

En el estudio que se realizó a través del formulario proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Consejo Nacional de Áreas Protegidas se encontró que el proyecto de la Pavimentación de principales calles y avenidas del Barrio Nuevo San José, municipio de San José, Departamento de Petén en la Cabecera Municipal de San José Peten, proyecto de una sola fase, tiene las siguientes características:

- Utilizará para su construcción Piedra, Cal, cemento, arena y pedrín.
- Se utilizará equipo pesado que será una moto niveladora, rodo y vibrocompactador, equipo liviano mezcladora de concreto, patrol y rodo.
- El número de trabajadores son : 3 albañiles y 10 peones.
- El proyecto tendrá una duración de 4 meses, con que se encuentran en área protegida. Los metros lineales de construcción son de 1805 metros².
- El proyecto se caracteriza por ser nuevo en un barrio de la Cabecera Municipal. No tiene algún tipo de riesgo.
- Durante la fase de excavación se tendrá polvo pues se removerá tierra, para este movimiento se utilizara vehículos pequeños para retirar el material sobrante. Para evitar las molestias por la generación de polvo se humedecerá la calle para disminuir este efecto.
- Los ruidos producidos por los trabajos son los normales y no son fuertes ni estridentes.
- La fuente de abastecimiento será el servicio municipal de agua, la construcción de un pozo mecánico o artesanal, rio o nacimiento de agua. Sera utilizada 10 metro cúbico/día, para preparación de concreto y para la limpieza de las áreas.

- Actualmente las calles son utilizadas para el tráfico vehicular dentro de la población, y el uso final después del proyecto será el mismo solo que en mejores condiciones para la circulación.
- No se produce cambio de uso del suelo, la actividad a realizar es similar a la existente, pues el uso sigue siendo el mismo que se tenía anteriormente, con la diferencia que su presentación es mejor.
- Habrá movimiento de tierra, corte y relleno sin movilización fuera del área de la actividad, 125 mts.cúbicos, se cortará una parte para la colocación de la piedra, pero será mínimo el movimiento, esto no hará ningún tipo de cambio en la forma o topografía de los suelos ya que se respetara los alineamientos actuales de las calles.
- No hay volumen de basura en la construcción ni en la operación.
- El tipo de combustible a utilizar es diesel, un máximo de 36 galones de diesel por día para la motoniveladora y el rodo, todo el combustible será puesto directamente en el tanque de almacenamiento de las maquinas, y no se almacenará en ninguna parte para evita derrames.
- No se tendrá efectos sobre la flora, fauna y bosque.
- La actividad no afectará a ningún recurso cultural, natural o arqueológico por su ubicación, que es la actual.
- El problema social identificado que pueda generarse por la realización del proyecto es el cerrar las calles para efectuar el trabajo.
- La jornada será diurna y la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio de proyecto.

3.6 Obras de protección

3.6.1 Obras pluviales

El objetivo fundamental del drenaje en los caminos, es reducir al máximo la cantidad de agua que de una u otra forma llega al mismo, y pueda perjudicar la carretera dando salida al agua que llegue al camino.

Para que un camino tenga buen drenaje, debe evitarse que el agua circule en cantidades grandes por el mismo destruyendo los pavimentos y creando la formación de baches; así también evitar que se estanque en las cunetas se estanque y reblandezca la terracerías, perdiendo su estabilidad.

El drenaje, denominado también como obra de arte, puede clasificarse en:

- Transversal
- Longitudinal
- Subdrenaje

La profundidad mínima para instalar la tubería debe ser tal, que el espesor del relleno evite el daño a los conductos ocasionados por las cargas vivas y de impacto, debiendo respetar las profundidades mínimas establecidas. Esta profundidad se mide a partir de la superficie del suelo, hasta la parte superior del tubo, determinada de siguiente manera:

Tráfico normal = 1.00 metros

Tráfico pesado = 1.20 metros

3.6.2 Cunetas

Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino con el fin de conducir el agua que escurre desde la parte central de este, o en todo el camino, en el caso que existan curvas. Cuando las cunetas pasan de corte a relleno se prolongan a lo largo del pie del relleno: dejando una berma entre dicho pie y el borde de la cuneta, para evitar que se moje el relleno, y origine asentamientos.

El diseño de cunetas se basa en los principios del flujo de canales abiertos; éstas se pueden construir de forma trapezoidal o triangular. El primer paso para diseñar una cuneta es considerar su longitud, medida que determinará el área de carretera que drenará, o del terreno aledaño, si es necesario.

Las cunetas deben protegerse en pendientes fuertes cuando su longitud sea mayor de 50 metros, por medio de una fosa de laminación o una alcantarilla de alivio; debido a que mientras más largas sean, más agua llevará, por lo que se erosionarán más y resultaría antieconómica la conservación.

3.6.3 Contracunetas

Son zanjas que se hacen en lugares convenientes, para evitar que llegue a las cunetas más agua que aquella para la cual fue diseñada.

Las contracunetas se construyen transversales a la pendiente del terreno, las que interceptan el paso del agua y la alejan de los cortes y rellenos. Cuando el camino sigue la dirección de la misma pendiente del terreno, no se deben construir contracunetas.

3.6.4 Drenaje transversal

El objetivo del drenaje transversal es dar paso rápido al agua que no pueda desviarse de otra forma y tenga que cruzar de un lado a otro del camino. En estas obras de drenaje transversal están comprendidos los puentes y las alcantarillas.

En cuanto a las alcantarillas es recomendable construirlas cada 200 metros como máximo, y necesariamente en las curvas verticales cóncavas, utilizando tubería de 24" como mínimo.

Como obras de protección pueden citarse: muros, revestimientos, desarenadores y disipadores de energía. A las tuberías se les construirán muros cabezales en la entrada y salida, y tragante en la entrada cuando se trate de alcantarillas que servirán para aliviar cunetas o de corrientes muy pequeñas. Cuando se trate de corrientes que su área de descarga no pase de 2 metros cuadrados se les hará muros cabezales y en lugar de tragante de entrada se instalarán aletones rectos, a 45° o en "L".

El colchón mínimo para protección de los tubos, deberá ser de 0.60 metros para que la carga viva se considere uniformemente distribuida

3.7 Presupuesto

Tabla XI. Resumen del presupuesto para la pavimentación del barrio nuevo San José, municipio de San José, Departamento de Petén. En quetzales.

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN CALLES BARRIO NUEVO SAN JOSÉ, PETÉN.				
INTEGRACIÓN DE COSTOS GENERALES				
REGLON	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
PRELIMINARES				
RÓTULO DE IDENTIFICACIÓN	GLOBAL	1	Q4,017.38	Q4,017.38
BODEGA	m ²	30	Q365.15	Q10,954.44
REPLANTEO TOPOGRAFICO	ML	3480.58	Q8.85	Q30,810.86
TRAZO	ML	3480.58	Q3.76	Q13,080.39
BASE				
CORTE Y ACARREO	M ³	600	Q137.491200	Q82,494.72
CONFORMACIÓN DE BASE	M ²	2690	Q26.336904	Q70,846.27
PISTA DE CONCRETO				
COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO	m ²	20883.48	Q158.376466	Q3,307,451.77
CURADO DE CONCRETO	m ²	2690	Q13.281993	Q35,728.56
BORDILLO				
FUNDICIÓN DE CUNETAS	ML	1850	Q30.947779	Q57,253.39
COSTO TOTAL				Q3,612,637.79

Tabla XII. Resumen del presupuesto para la pavimentación del barrio nuevo San José, municipio de San José, Departamento de Petén. Calculado en dólares.

<i>PROYECTO: PAVIMENTACIÓN CALLES BARRIO NUEVO SAN JOSÉ, PETÉN.</i>				
INTEGRACIÓN DE COSTOS GENERALES				
REGLON	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
PRELIMINARES				
RÓTULO DE IDENTIFICACIÓN	GLOBAL	1	\$521.74	\$521.74
BODEGA	m ²	30	\$47.42	\$1,422.65
REPLANTEO TOPOGRAFICO	ML	3480.58	\$1.15	\$4,001.41
TRAZO	ML	3480.58	\$0.49	\$1,698.75
BASE				
CORTE Y ACARREO	M ³	600	\$17.86	\$10,713.60
CONFORMACIÓN DE BASE	M ²	2690	\$3.42	\$9,200.81
PISTA DE CONCRETO				
COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO	m ²	20883.48	\$20.57	\$429,539.19
CURADO DE CONCRETO	m ²	2690	\$1.72	\$4,640.07
BORDILLO				
FUNDICIÓN DE CUNETAS	ML	1850	\$4.02	\$7,435.51
COSTO TOTAL				\$469,173.74

Nota. El tipo de cambio utilizado es de Q. 7.70 por \$1.00

3.8 Análisis económico

3.8.1 Valor presente neto

El valor presente neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El valor presente neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: MAXIMIZAR la inversión. El valor presente neto permite determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de las PyMES. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al valor del Valor Presente Neto. Si es negativo quiere decir que la firma reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

$$\text{VPN} < 0 ; \quad \text{VPN} = 0 ; \quad \text{VPN} > 0$$

Este es una alternativa para toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de ante mano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en un futuro perdidas.

Cuando el $\text{VPN} < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos esta alertando que el proyecto no es rentable. Cuando el $\text{VPN} = 0$ nos esta indicando que exactamente se esta generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $\text{VPN} > 0$, esta indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad.

Las fórmulas del VPN son:

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

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

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

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

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

i = Tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de utilidad por la inversión a una solución.

n = Periodo de tiempo que pretende dura la operación.

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto = Q 3,612,637.79

Costo total del mantenimiento = Q 65,400.00

Como es un proyecto de tipo social, la municipalidad absorberá el 50% del costo total y la comunidad pagara el otro 50% en un periodo de 5 años por derecho de vía pagando Q 800.00 anuales más una cuota de mantenimiento de Q 150.00/anual por vivienda.

Datos:

$$A_1 = 361,263.77$$

$$A_2 = 65,400.00$$

$$n = 5 \text{ años}$$

$$i = 10\%$$

$$VPN = -1,806,318.89 + 361,263.77 \left[\frac{(1+0.1)^5 - 1}{0.1(1+0.1)^5} \right] - 65,400.00 \left[\frac{(1+0.1)^5 - 1}{0.1(1+0.1)^5} \right]$$

$$VPN = -680,982.21$$

$$i = -10\%$$

$$VPN = -1,806,318.89 + 361,263.77 \left[\frac{(1-0.1)^5 - 1}{-0.1(1-0.1)^5} \right] - 65,400.00 \left[\frac{(1-0.1)^5 - 1}{-0.1(1-0.1)^5} \right]$$

$$VPN = 246,975.67$$

3.8.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

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

Tasa 1	VPN (+)
--------	---------

TIR	VPN = 0
-----	---------

Tasa 2	VPN (-)
--------	---------

$$TIR = \left[\frac{(Tasa1 - Tasa2)(0 - VPN(-))}{(VPN(+)) - (VPN(-))} \right] + Tasa2$$

$$TIR = \left[\frac{(-10 - 10)(0 - (-680,982.21))}{(246,975.67) - (-680,982.21)} \right] + 10 = -4.67\%$$

La tasa interna de retorno es -4.67% anual, lo cual nos indica que el proyecto no es rentable debido a la tasa negativa.

CONCLUSIONES

1. Se evitará la mala recolección de aguas negras, pues son la causa de enfermedades gastrointestinales en la población, a través de la construcción y funcionamiento del sistema de drenaje sanitario.
2. Con la pavimentación, las calles del barrio Nuevo San José, podrán ser transitables en cualquier época del año y así los pobladores tendrán una mejor calidad de vida, mejorando el comercio, el nivel de ingresos salariales y la oferta de trabajo en dicho lugar.
3. El costo de ejecución de cada proyecto es: para el diseño de drenaje sanitario, Q.1,406,938.44 y para la pavimentación del barrio Nuevo San José, Q. 3,612,637.79. Estos costos son afectados por la distancia en que se encuentra el departamento, respecto al lugar de producción de los materiales a utilizar, y por ende, el monto de cada proyecto se encuentra entre el rango de aceptación con respecto al departamento de Petén.
4. Durante la construcción de los proyectos antes mencionados, no se causará impacto negativo en la flora y fauna del lugar. Cumpliendo así con las normas del Ministerio de Ambiente para la ejecución de proyectos de infraestructura.
5. Se realizó el estudio económico para ambos proyectos, y este mostró resultados negativos, lo que los hacen no viables. Debido a que son

proyectos sociales, en los cuales el estado absorbe un alto porcentaje del costo del proyecto.

RECOMENDACIONES

1. Es importante concientizar a los pobladores sobre el adecuado uso del sistema de alcantarillado sanitario, con el fin que cumpla con el período de diseño estipulado.
2. Es necesario organizar a las comunidades, para que contribuyan con el buen funcionamiento de los proyectos.
3. Que estos proyectos sean llevados a la realidad en la mayor brevedad posible, debido a los problemas que existen por la falta de dichos.
4. Asignarle a empleados municipales, la labor de limpiar periódicamente el sistema de drenaje y así evitar daños irreversibles en el mismo. Se recomienda que se limpie al menos una vez cada año.
5. Se recomienda trabajar en las horas que establece el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para no incomodar a la fauna del lugar ni a las personas que habitan en el barrio.
6. Si en algún caso existiera una demora en la ejecución de los proyectos, considerar que habrá una variación en los precios de los materiales, por lo tanto es indispensable hacer una actualización del presupuesto.
7. Durante la ejecución de los proyectos es importante contar con un profesional responsable que siga las especificaciones indicadas en los

planos, para que el proyecto a largo plazo alcance su vida útil al servicio de la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baiza Santos Walter Oswaldo, Criterios para la proyección de carreteras adaptándose al paisaje y a la ecología del lugar. Trabajo de graduación ingeniero civil, Facultad de ingeniería, USAC, Guatemala, 1998.
2. Guerra Villeda Wilder Ronaldo, Diseño de drenaje sanitario y puente Vehicular para el caserío Corozal, San José Petén. Trabajo de graduación ingeniero civil, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala, 2005.
3. WEISSIG, Dirk, FUNDAMENTOS SOBRE LA COMPACTACIÓN DE SUELOS. WACKER, 1995.
4. Gonzáles Palacios Renato Eduardo, Diseño de tramo carretero Cefemero Choqui de la ciudad de Quetzaltenango. Trabajo de graduación ingeniero civil, Facultad de ingeniería, USAC, Guatemala. 1995.
5. Manual del Ingeniero Civil, Edit. McGraw – Hill, 4^a, ed. México 1999.

ANEXOS

Tabla de relaciones hidráulicas sección circular

D/D	A/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.088	0.00015	0.1025	0.05396	0.408	0.02202
0.0125	0.0237	0.103	0.00024	0.1050	0.05584	0.414	0.02312
0.0150	0.0031	0.116	0.00036	0.1075	0.05783	0.420	0.02429
0.0175	0.0039	0.129	0.00050	0.1100	0.05986	0.426	0.02550
0.0200	0.0048	0.141	0.00067	0.1125	0.06186	0.432	0.02672
0.0225	0.0057	0.152	0.00087	0.1150	0.06388	0.439	0.02804
0.0250	0.0067	0.163	0.00108	0.1175	0.06591	0.444	0.02926
0.0275	0.0077	0.174	0.00134	0.1200	0.06797	0.450	0.03059
0.0300	0.0087	0.184	0.00161	0.1225	0.07005	0.456	0.03194
0.0325	0.0099	0.194	0.00191	0.1250	0.07214	0.463	0.03340
0.0350	0.0110	0.203	0.00223	0.1275	0.07426	0.468	0.03475
0.0375	0.0122	0.212	0.00258	0.1300	0.07640	0.473	0.03614
0.0400	0.0134	0.221	0.00223	0.1325	0.07855	0.479	0.03763
0.0425	0.0147	0.230	0.00338	0.1350	0.08071	0.484	0.03906
0.0450	0.0160	0.239	0.00382	0.1375	0.08289	0.490	0.04062
0.0475	0.0173	0.248	0.00430	0.1400	0.08509	0.495	0.04212
0.0500	0.0187	0.256	0.00479	0.1425	0.08732	0.501	0.04375
0.0525	0.0201	0.264	0.00531	0.1450	0.08954	0.507	0.04570
0.0550	0.0215	0.273	0.00588	0.1475	0.09129	0.511	0.04665
0.0575	0.0230	0.271	0.00646	0.1500	0.09406	0.517	0.04863
0.0600	0.0245	0.289	0.00708	0.1525	0.09638	0.522	0.05031
0.0625	0.0260	0.297	0.00773	0.1550	0.09864	0.528	0.05208
0.0650	0.0276	0.305	0.00841	0.1575	0.10095	0.533	0.05381
0.0675	0.0292	0.312	0.00910	0.1600	0.10328	0.538	0.05556
0.0700	0.0308	0.320	0.00985	0.1650	0.10796	0.548	0.05916
0.0725	0.0323	0.327	0.01057	0.1700	0.11356	0.560	0.06359
0.0750	0.0341	0.334	0.01138	0.1750	0.11754	0.568	0.06677

0.0775	0.0358	0.341	0.01219	0.1800	0.12241	0.577	0.07063
d/D	A/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0800	0.0375	0.348	0.01304	0.1850	0.12733	0.587	0.07474
0.0825	0.0392	0.355	0.01392	0.1900	0.13229	0.696	0.07885
0.0850	0.0410	0.361	0.01479	0.1950	0.13725	0.605	0.08304
0.0875	0.0428	0.368	0.01574	0.2000	0.14238	0.615	0.08756
0.0900	0.0446	0.375	0.01672	0.2050	0.14750	0.624	0.09104
0.0925	0.0464	0.381	0.01792	0.2100	0.15266	0.633	0.09663
0.2200	0.1631	0.651	0.10619	0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.2250	0.1684	0.659	0.11098	0.6000	0.6265	1.07	0.64157
0.2200	0.1631	0.651	0.10619	0.5900	0.6140	1.07	0.65488
0.2300	0.1436	0.669	0.11611	0.6100	0.6389	1.08	0.68876
0.2350	0.1791	0.676	0.12109	0.6200	0.6513	1.08	0.70537
0.2400	0.1846	0.684	0.12623	0.6300	0.6636	1.09	0.72269
0.2450	0.1900	0.692	0.13148	0.6400	0.6759	1.09	0.73947
0.2500	0.1955	0.702	0.13726	0.6500	0.6877	1.10	0.75510
0.2600	0.2066	0.716	0.14793	0.6600	0.7005	1.10	0.77339
0.2700	0.2178	0.730	0.15902	0.6700	0.7122	1.11	0.78913
0.3000	0.2523	0.776	0.19580	0.7000	0.7477	1.12	0.85376
0.3100	0.2640	0.790	0.20858	0.7100	0.7596	1.12	0.86791
0.3200	0.2459	0.804	0.22180	0.7200	0.7708	1.13	0.88384
0.3300	0.2879	0.817	0.23516	0.7300	0.7822	1.13	0.89734
0.3400	0.2998	0.830	0.24882	0.7400	0.7934	1.13	0.91230
0.3500	0.3123	0.843	0.26327	0.7500	0.8045	1.13	0.92634
0.3600	0.3241	0.856	0.27744	0.7600	0.8154	1.14	0.93942
0.3700	0.3364	0.868	0.29197	0.7700	0.5262	1.14	0.95321
0.3800	0.3483	0.879	0.30649	0.7800	0.8369	1.39	0.97015
0.3900	0.3611	0.891	0.32172	0.7900	0.8510	1.14	0.98906
0.4000	0.3435	0.902	0.33693	0.8000	0.8676	1.14	1.00045
0.4100	0.3860	0.913	0.35246	0.8100	0.8778	1.14	1.00045

0.4200	0.3986	0.921	0.36709	0.8200	0.8776	1.14	1.00965
D/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.4400	0.4238	0.943	0.39963	0.8400	0.8967	1.14	1.03100
0.4500	0.4365	0.955	0.41681	0.8500	0.9059	1.14	1.04740
0.4600	0.4491	0.964	0.43296	0.8600	0.9149	1.14	1.04740
0.4800	0.4745	0.983	0.46647	0.8800	0.9320	1.13	1.06030
0.4900	0.4874	0.991	0.48303	0.8900	0.9401	1.13	1.06550
0.5000	0.5000	1.000	0.50000	0.9000	0.9480	1.12	1.07010
0.5100	0.5126	1.009	0.51719	0.9100	0.9554	1.12	1.07420
0.5200	0.5255	1.016	0.53870	0.9200	0.9625	1.12	1.07490
0.5300	0.5382	1.023	0.55060	0.9300	0.9692	1.11	1.07410
0.5400	0.5509	1.029	0.56685	0.9400	0.9755	1.10	1.07935
0.5500	0.5636	1.033	0.58215	0.9500	0.9813	1.09	1.07140

Fuente: Apuntes del curso Ingeniería Sanitaria 2.

APENDICE A

Diseño de la red de alcantarillado sanitario municipio San José.

CÁLCULO HIDRÁULICO																	
TRAMO No.	De P.V.	A P.V.	TERRENO				TUBERÍA						COTAS INVERT		POZOS DE VISITA		
			COTA	COTA	D.H.	Pend.	Ø	Pend.	Long.	Prof.	Prof.	Cant.	INICIO	FINAL	H. POZO DE VISITA	H. POZO DE VISITA	DIAMETRO PV INICIO
			INICIO	FINAL	(m)	(%)	(plg)	(%)	(m)	Inicial	final	Tubos			INICIAL	FINAL	
1	1	2	98.15	96.80	83.64	1.61	6	1.50	83.64	1.17	1.07	15.00	96.98	95.73	1.17	1.10	1.20
2	2	3	96.80	96.14	53.85	1.23	6	1.50	53.85	1.10	1.25	10.00	95.70	94.89	1.10	1.28	1.20
3	3	4	96.14	95.10	60.67	1.71	6	2.00	60.67	1.28	1.45	11.00	94.86	93.65	1.28	1.72	1.20
4	5	4	95.45	95.10	64.51	0.54	6	1.50	64.51	1.07	1.69	12.00	94.38	93.41	1.07	1.72	1.20
5	4	6	95.10	94.05	84.69	1.24	6	1.00	84.69	1.72	1.52	15.00	93.38	92.53	1.72	1.55	1.20
6	7	6	94.95	94.05	64.75	1.39	6	1.50	64.75	1.07	1.14	12.00	93.88	92.91	1.07	1.55	1.20
7	8	9	95.84	94.95	90.96	0.98	6	1.50	90.96	1.07	1.54	16.00	94.77	93.41	1.07	1.80	1.20
8	10	9	95.28	94.95	68.46	0.48	6	1.50	68.46	1.07	1.77	12.00	94.21	93.18	1.07	1.80	1.20
9	2	9	96.80	94.95	73.57	2.51	6	1.50	73.57	1.82	1.07	13.00	94.98	93.88	1.82	1.80	1.20
10	9	11	94.95	94.15	52.79	1.52	6	0.50	52.79	1.80	1.26	10.00	93.15	92.89	1.80	1.29	1.20
11	3	11	96.14	94.15	72.20	2.76	6	1.50	72.20	1.98	1.07	13.00	94.16	93.08	1.98	1.29	1.20
12	11	12	94.15	94.35	59.56	-0.34	6	0.50	59.56	1.29	1.79	11.00	92.86	92.56	1.29	1.82	1.20
13	4	12	95.10	94.35	72.61	1.03	6	1.50	72.61	1.09	1.43	13.00	94.01	92.92	1.09	1.82	1.20
14	12	13	94.35	93.40	86.16	1.10	6	0.50	86.16	1.82	1.30	15.00	92.53	92.10	1.82	1.67	1.20
15	6	13	94.05	93.40	73.60	0.88	6	1.00	73.60	1.55	1.64	13.00	92.50	91.76	1.55	1.67	1.20
16	14	10	96.15	95.28	88.95	0.98	6	1.50	88.95	1.07	1.53	16.00	95.08	93.75	1.07	1.56	1.20
17	10	15	95.28	94.10	54.49	2.17	6	1.50	54.49	1.56	1.20	10.00	93.72	92.90	1.56	2.06	1.20
18	11	15	94.15	94.10	67.28	0.07	6	1.50	67.28	1.07	2.03	12.00	93.08	92.07	1.07	2.06	1.20
19	15	16	94.10	93.60	61.34	0.82	6	0.50	61.34	2.06	1.87	11.00	92.04	91.73	2.06	1.90	1.50
20	12	16	94.35	93.60	68.23	1.10	6	1.50	68.23	1.07	1.34	12.00	93.28	92.26	1.07	1.90	1.20
21	16	17	93.60	92.75	86.52	0.98	6	0.50	86.52	1.90	1.48	15.00	91.70	91.27	1.90	1.51	1.20
22	18	17	93.65	92.75	66.78	1.35	6	1.50	66.78	1.07	1.17	12.00	92.58	91.58	1.07	1.51	1.20
23	13	17	93.40	92.75	70.90	0.92	6	0.50	70.90	1.67	1.37	13.00	91.73	91.38	1.67	1.51	1.20
24	19	20	96.43	95.25	72.81	1.62	6	1.50	72.81	1.16	1.07	13.00	95.27	94.18	1.16	1.53	1.20
25	21	22	96.72	96.10	53.48	1.16	6	2.00	53.48	1.07	1.52	10.00	95.65	94.58	1.07	1.64	1.20
26	23	22	96.65	96.10	43.67	1.26	6	2.50	43.67	1.07	1.61	8.00	95.58	94.49	1.07	1.64	1.20
27	22	20	96.10	95.25	71.19	1.19	6	1.00	71.19	1.64	1.50	13.00	94.46	93.75	1.64	1.53	1.20
28	20	24	95.25	95.15	13.27	0.75	6	0.50	13.27	1.53	1.50	3.00	93.72	93.65	1.53	2.18	1.20
29	10	24	95.28	95.15	60.74	0.21	6	2.00	60.74	1.07	2.15	11.00	94.21	93.00	1.07	2.18	1.20
30	24	25	95.15	93.96	59.97	1.98	6	0.50	59.97	2.18	1.29	11.00	92.97	92.67	2.18	1.89	1.50
31	15	25	94.10	93.96	62.32	0.22	6	1.50	62.32	1.07	1.86	11.00	93.03	92.10	1.07	1.89	1.20
32	25	26	93.96	93.05	58.13	1.57	6	0.50	58.13	1.89	1.27	10.00	92.07	91.78	1.89	1.75	1.20
33	16	26	93.60	93.05	60.03	0.92	6	2.00	60.03	1.07	1.72	11.00	92.53	91.33	1.07	1.75	1.20
34	27	28	95.45	94.60	76.52	1.11	6	1.50	76.52	1.07	1.37	14.00	94.38	93.23	1.07	1.40	1.20
35	28	29	94.60	93.85	61.84	1.21	6	1.50	61.84	1.40	1.58	11.00	93.20	92.27	1.40	1.61	1.20

36	29	26	93.85	93.05	69.70	1.15	6	1.00	69.70	1.61	1.51	12.00	92.24	91.54	1.61	1.75	1.20
37	26	30	93.05	91.95	88.25	1.25	6	1.00	88.25	1.75	1.53	16.00	91.30	90.42	1.75	1.58	1.20
38	17	30	92.75	91.60	41.99	2.74	8	2.50	41.99	1.51	1.41	8.00	91.24	90.19	1.51	1.58	1.20
39	30	31	91.95	91.60	41.99	0.83	8	0.50	41.99	1.58	1.44	8.00	90.37	90.16	1.58	1.47	1.20
40	31	32	91.60	91.00	56.44	1.06	8	1.00	56.44	1.47	1.43	10.00	90.13	89.57	1.47	1.46	1.20
41	32	33	91.00	90.62	50.48	0.75	8	0.50	50.48	1.46	1.33	9.00	89.54	89.29	1.46	1.36	1.20
42	33	34	90.62	89.60	73.51	1.39	8	1.50	73.51	1.36	1.44	13.00	89.26	88.16	1.36	1.76	1.20
43	35	36	95.65	96.15	41.42	-1.21	6	2.50	41.42	1.07	2.61	8.00	94.58	93.54	1.07	2.64	1.20
44	21	36	96.72	96.15	51.48	1.11	6	2.00	51.48	1.07	1.53	9.00	95.65	94.62	1.07	2.64	1.20
45	36	37	96.15	95.99	51.98	0.31	6	1.00	51.98	2.64	3.00	9.00	93.51	92.99	2.64	3.03	1.50
46	37	27	95.99	95.45	61.84	0.87	6	1.00	61.84	3.03	3.11	11.00	92.96	92.34	3.03	3.14	1.50
47	27	34	95.45	89.60	73.73	7.93	6	6.00	73.73	3.14	1.71	13.00	92.31	87.89	3.14	1.76	1.50
48	34	38	89.60	88.85	52.36	1.43	8	0.50	52.36	1.76	1.27	9.00	87.84	87.58	1.76	1.30	1.20
49	38	PTAR (39)	88.85	87.95	19.99	4.50	8	0.50	19.99	1.30	0.50	4.00	87.55	87.45	1.30	0.00	1.20

Ensayos de suelos.



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

INFORME No. 0157 S.S.

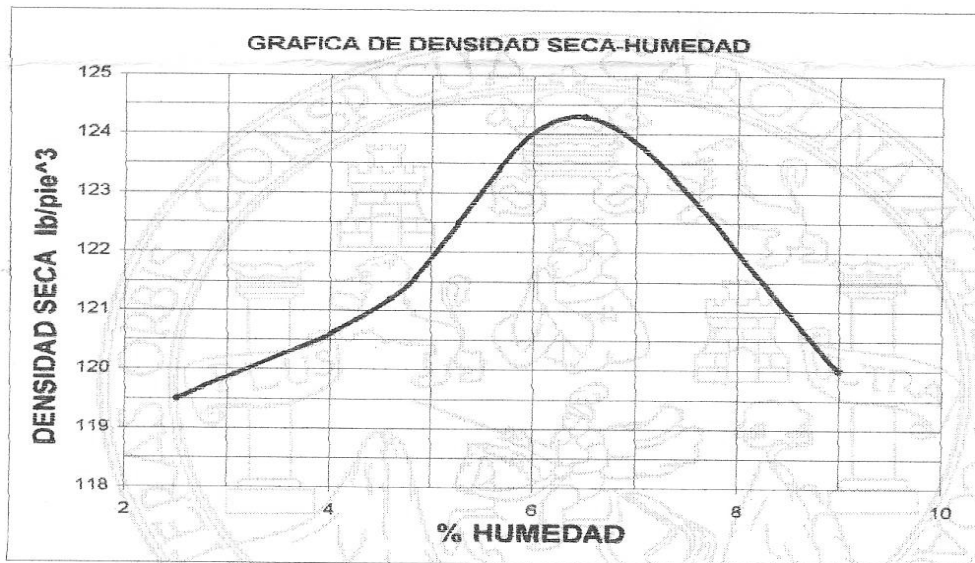
O.T. No.: 21,487

Interesado: Luis Fernando España Albarez
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

Proctor Estándar: () Norma:
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.

Proyecto: TRABAJO DE GRADUACION - EPS

Ubicación: San José, Petén
Fecha: 15 de mayo de 2007



Muestra No.: 1

Descripción del suelo:

Fragmentos de roca con arena limo arcilloso color rojizo

Densidad seca máxima γ_d : 1991 Kg/m³

124,3 lb/pie³

Humedad óptima Hop.: 6,5 %

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Dilmá Yanet Mejicanos Jol
DIRECTORA a.i. CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano
Jefe Sección Mecánica de





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



INFORME No. 0159 S.S.

O.T. No. 21,487

Interesado: Luis Fernando España Albanez
Proyecto: TRABAJO DE GRADUACION - EPS

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

Ubicación: San José, Petén

FECHA: 15 de mayo de 2007

RESULTADOS:

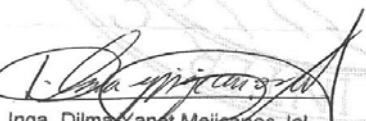
ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	30,2	12	ML	Arena limo arcillosa color rojizo

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

Observaciones: Muestra tomada por los interesados.

Atentamente,

Vo. Bo.


Inga. Dilsa Vanet Mejicanos Jol
DIRECTORA a. i. CIUSAC


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos





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

INFORME No. 0160 S.S.

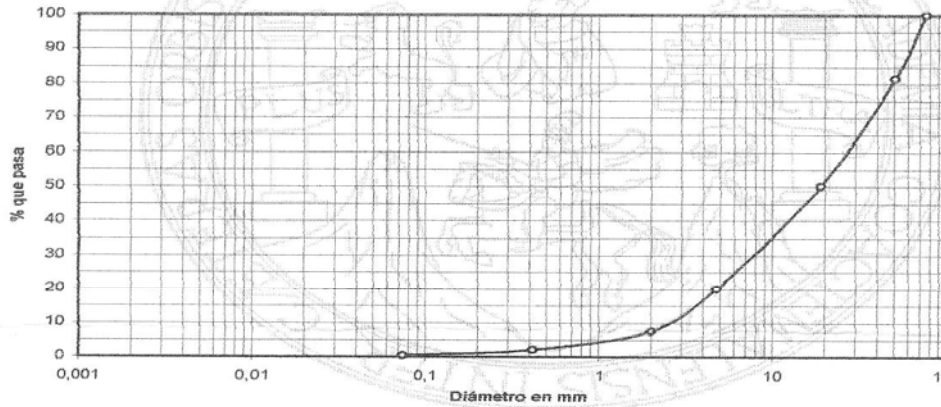
O.T. No. 21,487

Interesado: Luis Fernando España Albarez
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
 Proyecto: TRABAJO DE GRADUACION - EPS

Procedencia: San José, Petén
 Fecha: 15 de mayo de 2007
 Muestra No. 1

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3"	76,2	100
2"	50,8	81,60
3/4"	19,00	50,20
4	4,76	20,10
10	2,00	7,50
40	0,42	2,10
200	0,074	0,40

% de Grava: 79,90
 % de Arena: 19,70
 % de Finos: 0,40



Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limo arcilloso color rojizo
 Clasificación: S.C.U.: GW P.R.A.: A-1-a
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.
 Inga. Dilia Yanes Mércades Jor
 DIRECTORA a.i. CII/USAC

Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



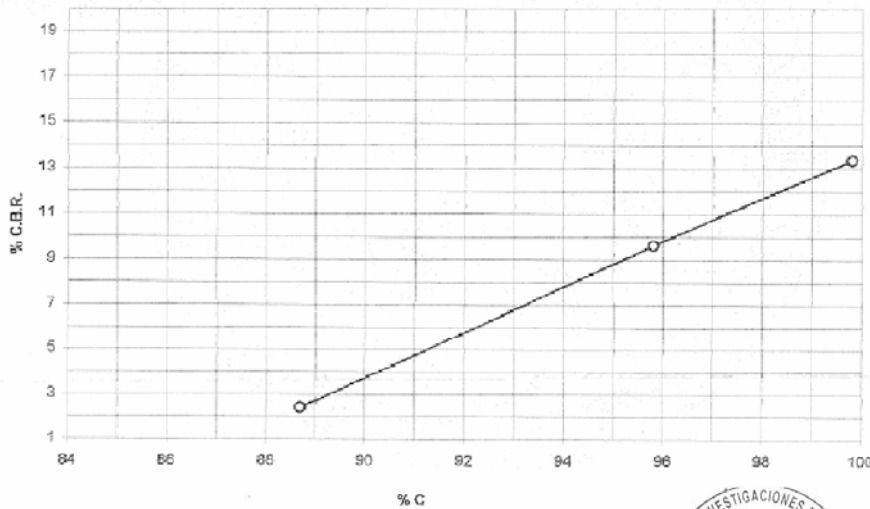
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No.: 0158 S.S. O.T. No.: 21,487
 Interesado: Luis Fernando España Albanez
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
 Proyecto: TRABAJO DE GRADUACION - EPS
 Ubicación: San José, Petén
 Descripción del suelo: Fragmentos de roca con arena limo arcilloso color rojizo
 Muestra No.: 1
 Fecha: 15 de mayo de 2007

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_{c-1} (kg/m ³)			
1	10	6.40	1840.7	88.70	2.8	2.4
2	30	6.40	1988.1	95.80	1.7	9.6
3	65	6.40	2071.4	99.80	1.4	13.4

GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION



Atentamente,

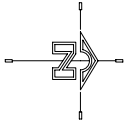
Vo. Bo.:

[Signature]
 Inga. Dilma Yanel Mejicanos Jol.
 DIRECTORA a.i. CI/USAC



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

APENDICE B



DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA: 1/1500



REFERENCIAS	
<input type="checkbox"/>	LOTE HABITADO
<input checked="" type="checkbox"/>	LOTE DESHABITADO
<input type="checkbox"/>	USO NO DOMESTICO

MUNICIPALIDAD SAN JOSE PETEN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DENSIDAD DE VIVIENDA

CLIENTE: MUNICIPIO DE SAN JOSE PETEN

FECHA: 2017

ESTADIO: DENSIDAD DE VIVIENDA

CALENTAMIENTO: DENSIDAD DE VIVIENDA

DISEÑO: DENSIDAD DE VIVIENDA

ELABORADO POR: DENSIDAD DE VIVIENDA

REVISADO POR: DENSIDAD DE VIVIENDA

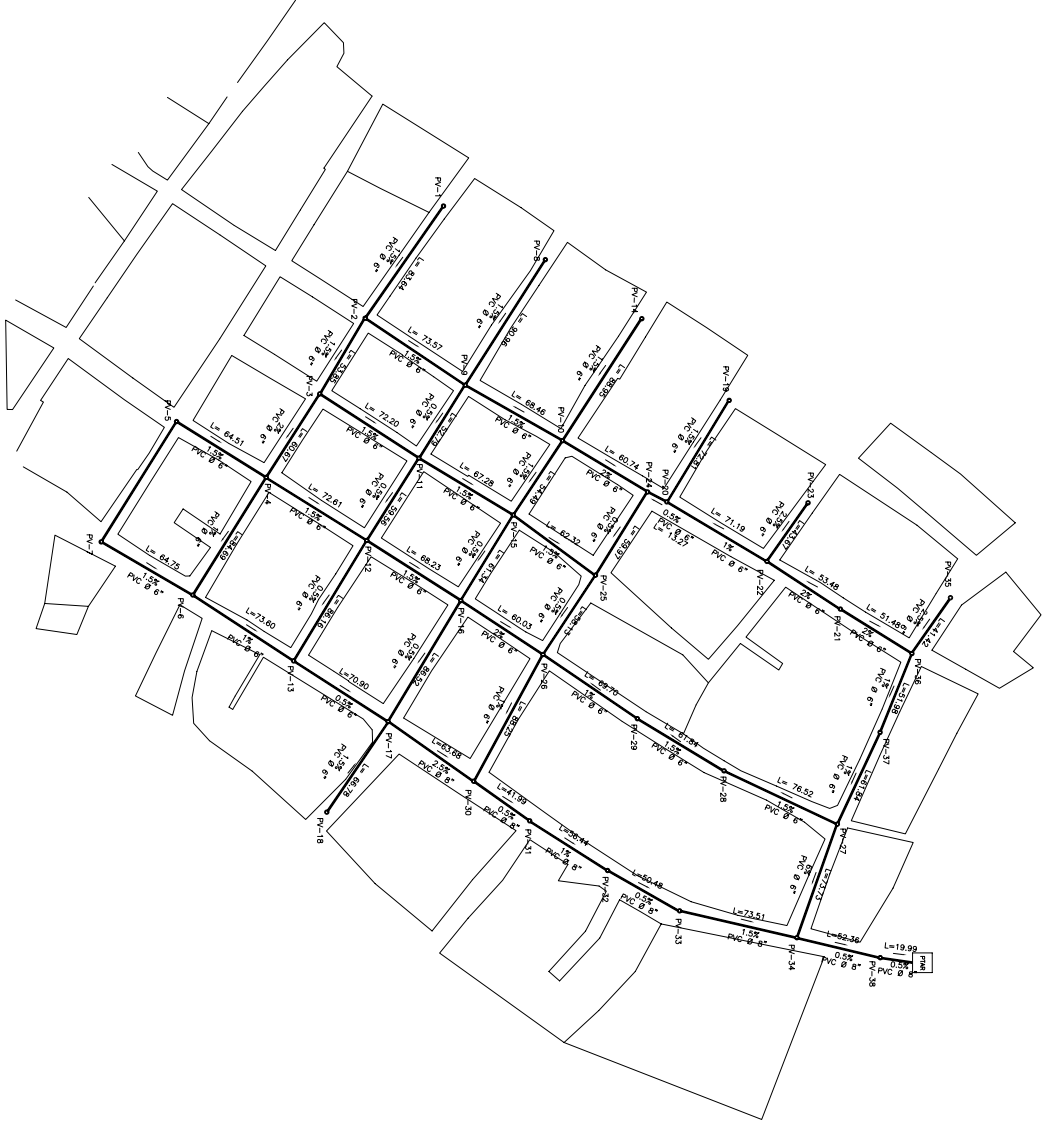
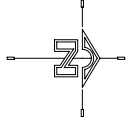
APROBADO POR: DENSIDAD DE VIVIENDA

FECHA DE APROBACION: DENSIDAD DE VIVIENDA

ESTADO: DENSIDAD DE VIVIENDA

NO. DE PLAN: 1

NO. DE HOJA: 7




PLANO DE RED GENERAL

ESCALA: 1/1500

REFERENCIAS	
	POZO DE VISITA
	TAMBO SEGUIMIENTO
	DIRECCION FLUJO
	PLANTA DE TRATAMIENTO

MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

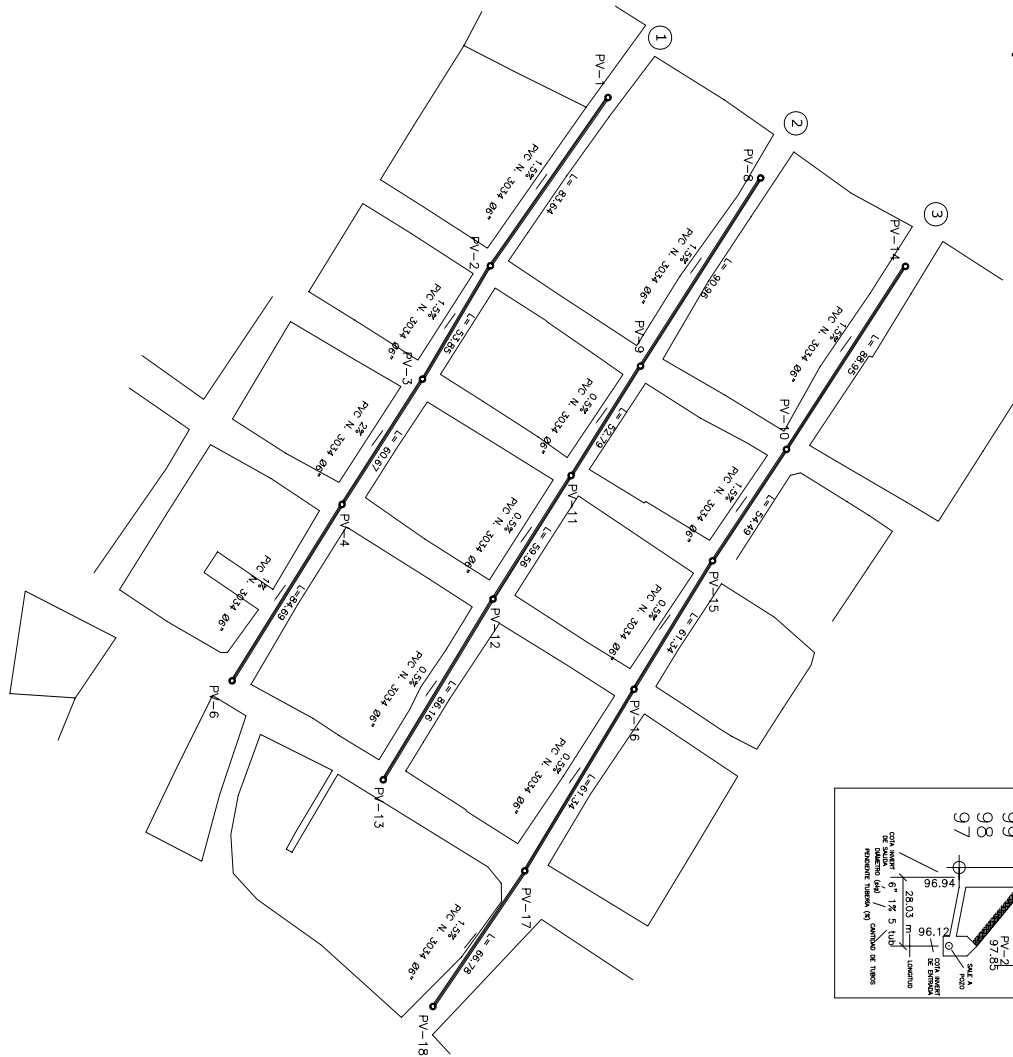
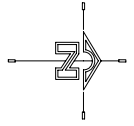
PROYECTO:
 OBRAS DE OBRAS SANITARIAS
 EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL DEPARTAMENTO DE PETÉN

CONTEINER:
 RED GENERAL

FECHA: 2017	CR: S. INB. I.	INGENIERO: JUAN FERNANDO ROSALES ALBAZC
ESCALA:		
INDICADA:		
CALEF:		
DIEN:		
TR. PA:		

2

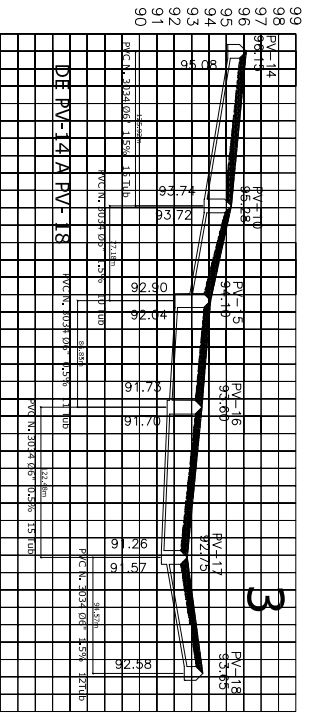
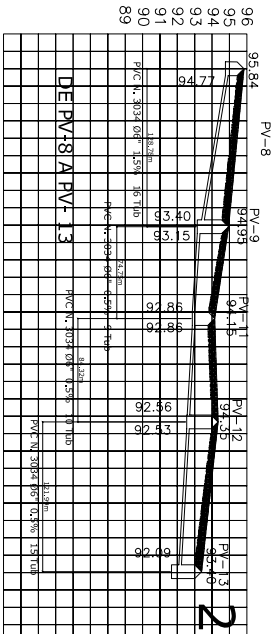
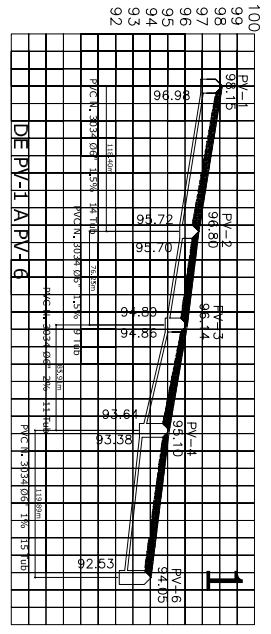
7



PLANO DE RED

ESCALA: 1/1500

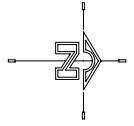
REFERENCIAS	
0	POZO DE VISTA
99	TRAMO SEGUIMIENTO
97	DIRECCION FLUJO
100	PV-1 zona de inundación
99	100.00
98	28.03
97	21.07
96	19.91
95	18.75
94	17.59
93	16.43
92	15.27
91	14.11
90	12.95
89	11.79



PERFILES

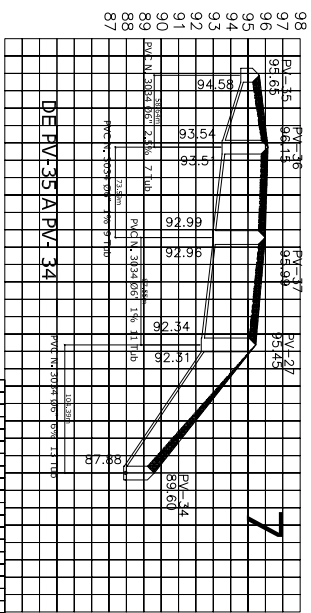
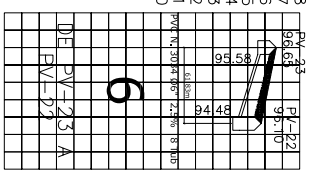
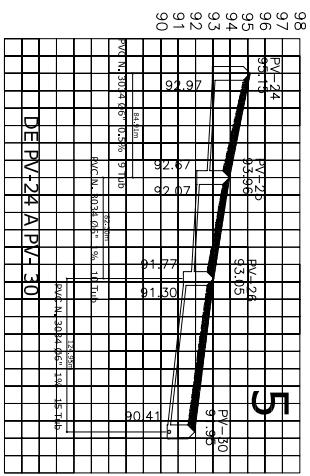
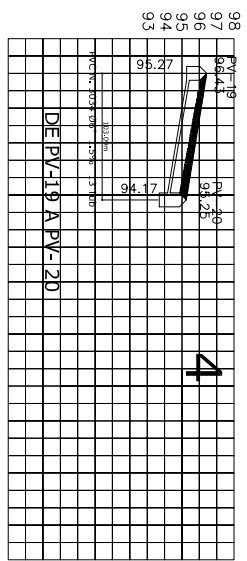
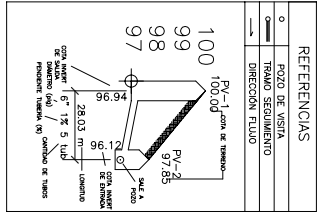
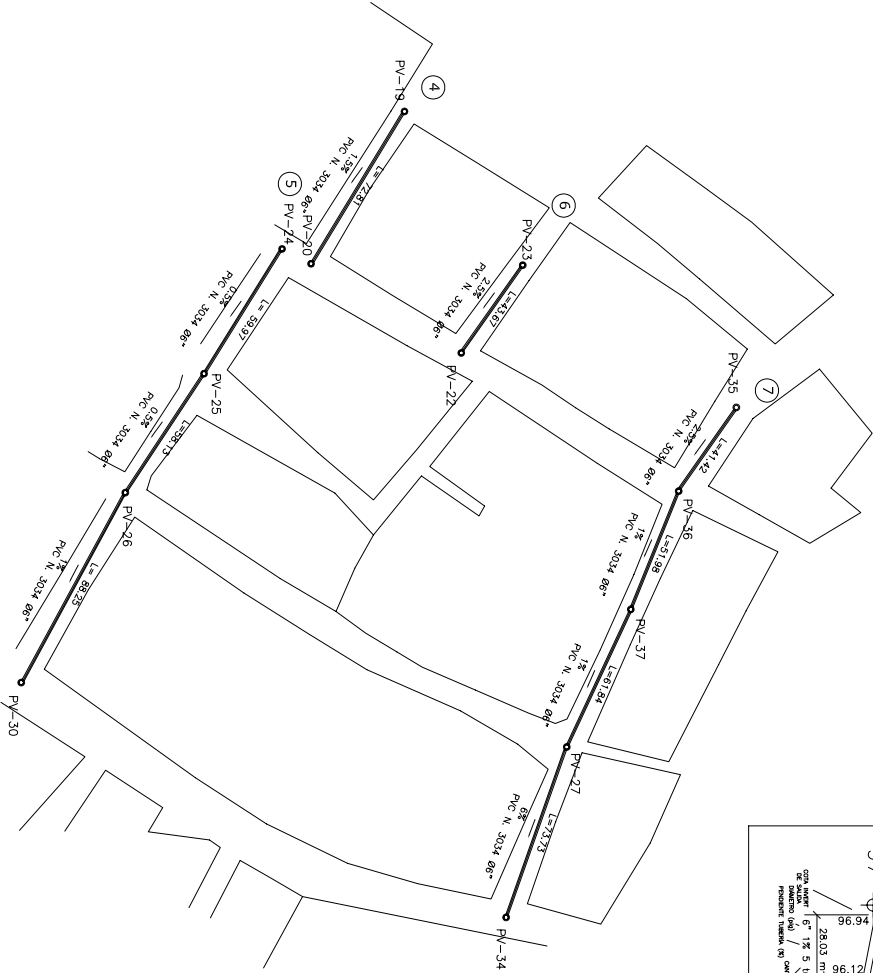
ESCALA HORIZONTAL : 1/1000
ESCALA VERTICAL : 1/100

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS</p>	
<p>PROYECTO: MUNICIPIO DE SAN JOSE PETEN DISEÑO DE OBRAS DE RECAUDACION DE AGUAS DISEÑO DE LA RED DE AGUAS PARA EL MUNICIPIO DE SAN JOSE PETEN</p>	
<p>FECHA: 2017</p> <p>ELABORADO POR: [Nombre]</p> <p>REVISADO POR: [Nombre]</p> <p>APROBADO POR: [Nombre]</p>	<p>FECHA: 2017</p> <p>ELABORADO POR: [Nombre]</p> <p>REVISADO POR: [Nombre]</p> <p>APROBADO POR: [Nombre]</p>
<p>PROYECTO: MUNICIPIO DE SAN JOSE PETEN</p> <p>DISEÑO DE OBRAS DE RECAUDACION DE AGUAS</p> <p>DISEÑO DE LA RED DE AGUAS PARA EL MUNICIPIO DE SAN JOSE PETEN</p>	<p>PROYECTO: MUNICIPIO DE SAN JOSE PETEN</p> <p>DISEÑO DE OBRAS DE RECAUDACION DE AGUAS</p> <p>DISEÑO DE LA RED DE AGUAS PARA EL MUNICIPIO DE SAN JOSE PETEN</p>
<p>FECHA: 2017</p> <p>ELABORADO POR: [Nombre]</p> <p>REVISADO POR: [Nombre]</p> <p>APROBADO POR: [Nombre]</p>	<p>FECHA: 2017</p> <p>ELABORADO POR: [Nombre]</p> <p>REVISADO POR: [Nombre]</p> <p>APROBADO POR: [Nombre]</p>



PLANO DE RED

ESCALA: 1/1000



PERFILES

ESCALA HORIZONTAL : 1/1000
ESCALA VERTICAL : 1/100

REFERENCIAS	
○	POZO DE VISITA
—	TUBO SEQUESTRADO
→	DIRECCION FLUJO

MUNICIPALIDAD SAN JOSE PETEN

PROYECTO: **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

OBJETIVO: **ESTUDIO DE INGENIERIA SUPERVISADO**

FECHA: 2007

ELABORADO POR: **C.R.S. INDI**

REVISADO POR: **JOSE DOMINGO ESPINOSA**

APROBADO POR: **ALVARO RAMIREZ**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: **UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

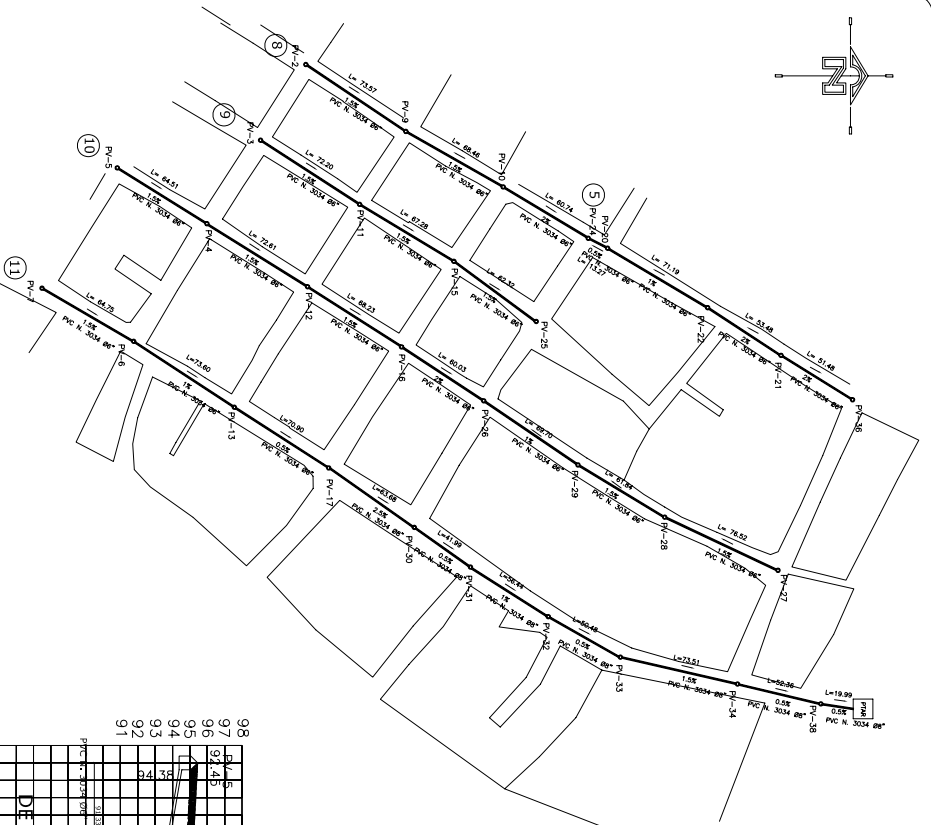
OBJETIVO: **ESTUDIO DE INGENIERIA SUPERVISADO**

FECHA: 2007

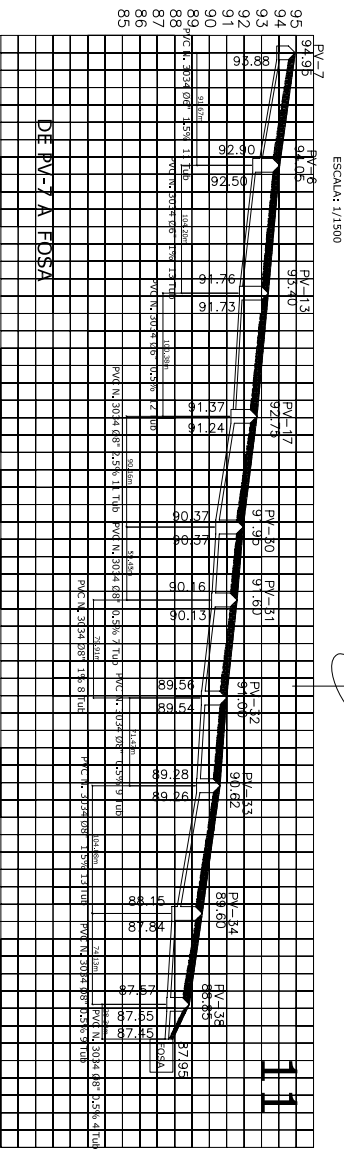
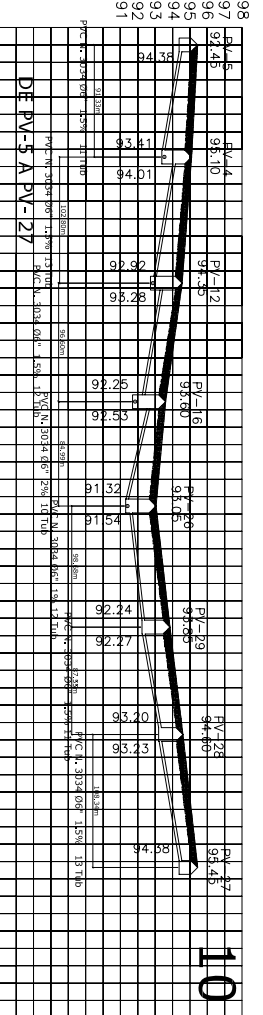
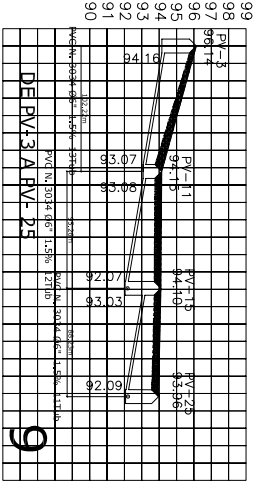
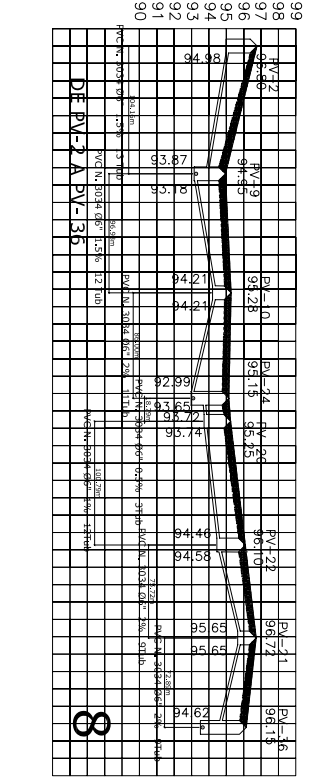
ELABORADO POR: **C.R.S. INDI**

REVISADO POR: **JOSE DOMINGO ESPINOSA**

APROBADO POR: **ALVARO RAMIREZ**



REFERENCIAS	
0	TRAMO DE VISITA
1	DIRECCION FLEJO
2	SEÑAL



MUNICIPALIDAD SAN JOSE PÉTEL

PROYECTO: MUNICIPALIDAD PARA EL ASESORAMIENTO SANITARIO DE HEREDIA

ESTRATEGIA: PERFILES

FECHA: 2007

PROYECTISTA: UNIV. DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REVISOR: UNIV. DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTISTA: UNIV. DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REVISOR: UNIV. DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

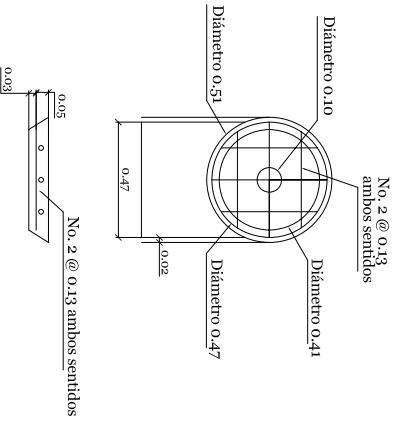
PROYECTISTA: UNIV. DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REVISOR: UNIV. DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

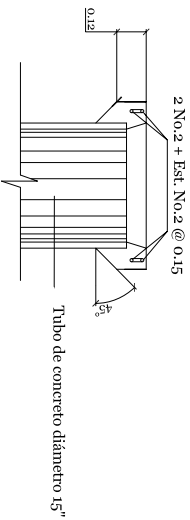
PROYECTISTA: UNIV. DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REVISOR: UNIV. DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ESCALA HORIZONTAL : 1/1000
ESCALA VERTICAL : 1/100



No. 2 @ 0.13 ambos sentidos
ESCALA: 1/10



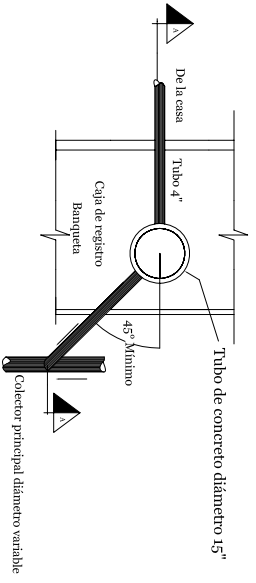
CAJA DE REGISTRO
ESCALA: 1/10

DETALLE DE TAPADERA

ESCALA: 1/10

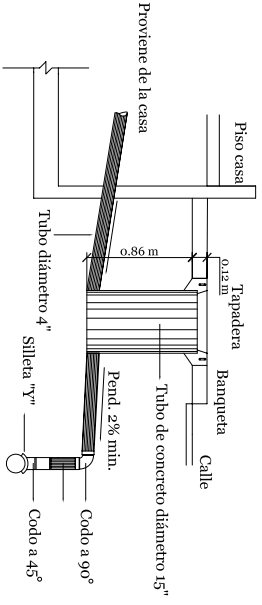
ESPECIFICACIONES

1. LA TUBERÍA PARA LA CONEXIÓN DOMICILIAR DEBE SER DE 4" PVC PARA ALCANTRILLADO SANITARIO SEGUN NORMA 2004
2. EL CONCRETO DEBEA TENER UN F'c = 217 Kg/cm² PROPORCIÓN 1:2:2 (O SICOS DE CEMENTO 55% CEMENTILAS DE ANCHO DE 80-55 CEMENTILAS DE HEBRON DE 1/2" FOLG Y 2 CUBRETELAS DE 2 GALONES DE ANCHO)
3. LA CAJA DE REGISTRO SERA UN TUBO DE CONCRETO DE 5" DE DIAMETRO CON SU RESPECTIVA BARRA, BARRA Y TAPADERA, LA CUAL DEBE TENER UNA PROTECCIÓN MINIMA DE 50 mm
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA Fy = 2800 Kg/cm².



PLANTA

ESCALA: 1/25

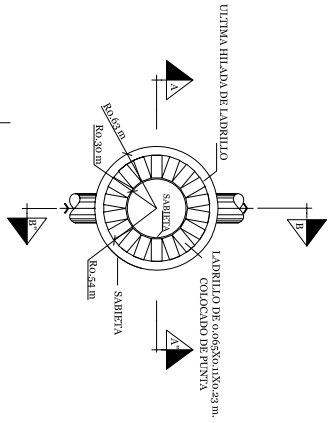


SECCION A,A'

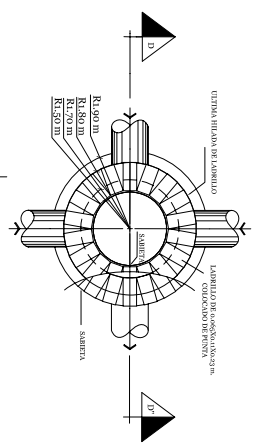
ESCALA: 1/20

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</p>	
<p>PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS DE SANITARIO MUNICIPIO PARA EL AMBRO NUESTRO SANITARIO CONEXION DOMICILIAR</p>	
<p>FECHA: 2007</p>	<p>ELABORADO POR: ING. JUAN CARLOS</p>
<p>REVISADO POR: ING. JUAN CARLOS</p>	<p>APROBADO POR: ING. JUAN CARLOS</p>
<p>FECHA: 2007</p>	<p>ELABORADO POR: ING. JUAN CARLOS</p>
<p>REVISADO POR: ING. JUAN CARLOS</p>	<p>APROBADO POR: ING. JUAN CARLOS</p>
<p>FECHA: 2007</p>	<p>ELABORADO POR: ING. JUAN CARLOS</p>
<p>REVISADO POR: ING. JUAN CARLOS</p>	<p>APROBADO POR: ING. JUAN CARLOS</p>

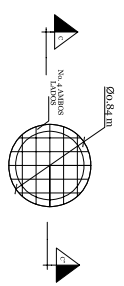
MUNICIPALIDAD SAN JOSE PETEN



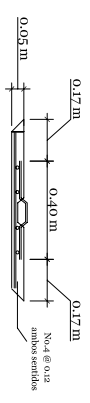
PLANTA
ESCALA: 1/20



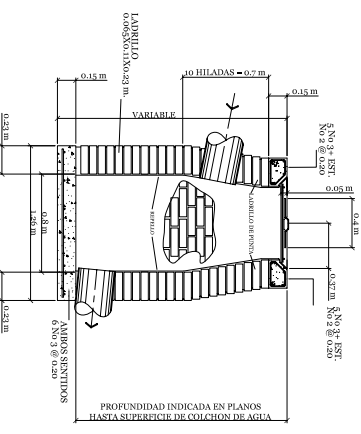
PLANTA
ESCALA: 1/20



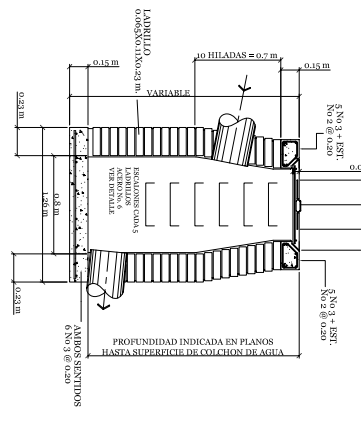
PLANTA
ESCALA: 1/25



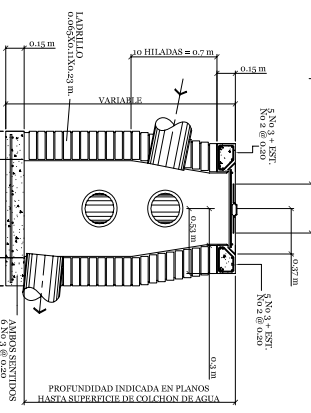
SECCION C,C'
ESCALA: 1/10



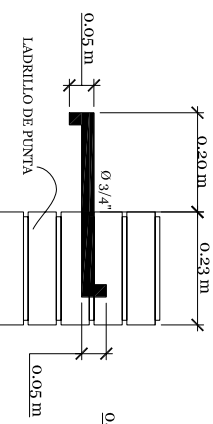
SECCION C,C'
ESCALA: 1/20



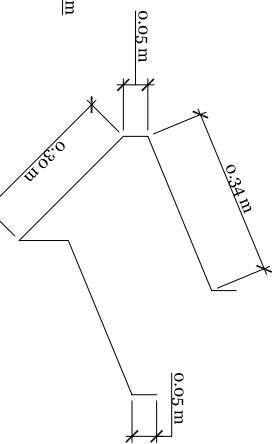
SECCION B,B'
ESCALA: 1/20



SECCION D,D'
ESCALA: 1/20



ESCALON
ESCALA: 1/5



ESPECIFICACIONES	
1.	LASTAS PAREDAS DE LOS POZOS DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2.	EL CONCRETO DEBERA TENER UN $f'c = 217 \text{ Kg/cm}^2$ PROPORCION 1:2:2. 100 SACOS DE CEMENTO 50 Kg CADA UNO, 1 TONELADA DE ARENA DE RIO, 5.5 CARRRILLAS DE TRAMIN DE 9" PLG, 1 1/2 CUBIERTAS DE 5 GALONES DE AGUA.
3.	LA SABIEYA DEBERA SER DE CAL Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:2. 7 SACOS DE CAL X 6.5 CARRRILLAS DE ARENA DE RIO.
4.	LA MEZCLA PARA EL PEGADO DE LADRILLOS DEBERA SER DE CAL Y ARENA DE RIO PROPORCION 1:2. 7 SACOS DE CAL X 10 CARRRILLAS DE ARENA DE RIO.
5.	EL ACERO A UTILIZAR SERA $f_y = 2880 \text{ Kg/cm}^2$

MUNICIPALIDAD DE PETEN
CALLE 13 DE JUNIO No. 5
C.A. 150000000000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
MANTENIMIENTO DEL POZO DE VISITA

FECHA: 2017

ELABORADO POR: [Nombre]

REVISADO POR: [Nombre]

APROBADO POR: [Nombre]

FECHA: 2017

ELABORADO POR: [Nombre]

REVISADO POR: [Nombre]

APROBADO POR: [Nombre]

FECHA: 2017

ELABORADO POR: [Nombre]

REVISADO POR: [Nombre]

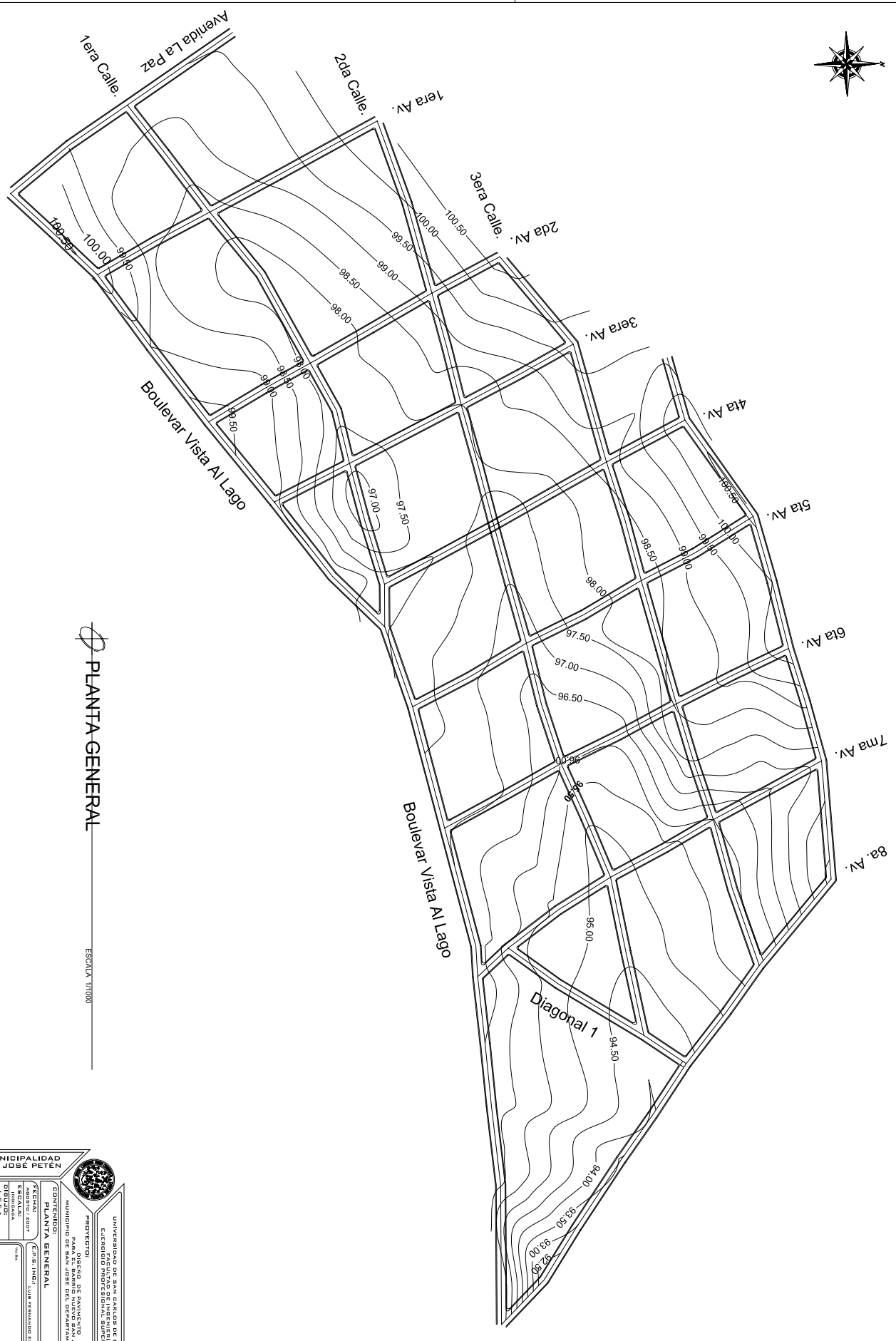
APROBADO POR: [Nombre]

FECHA: 2017

ELABORADO POR: [Nombre]

REVISADO POR: [Nombre]

APROBADO POR: [Nombre]



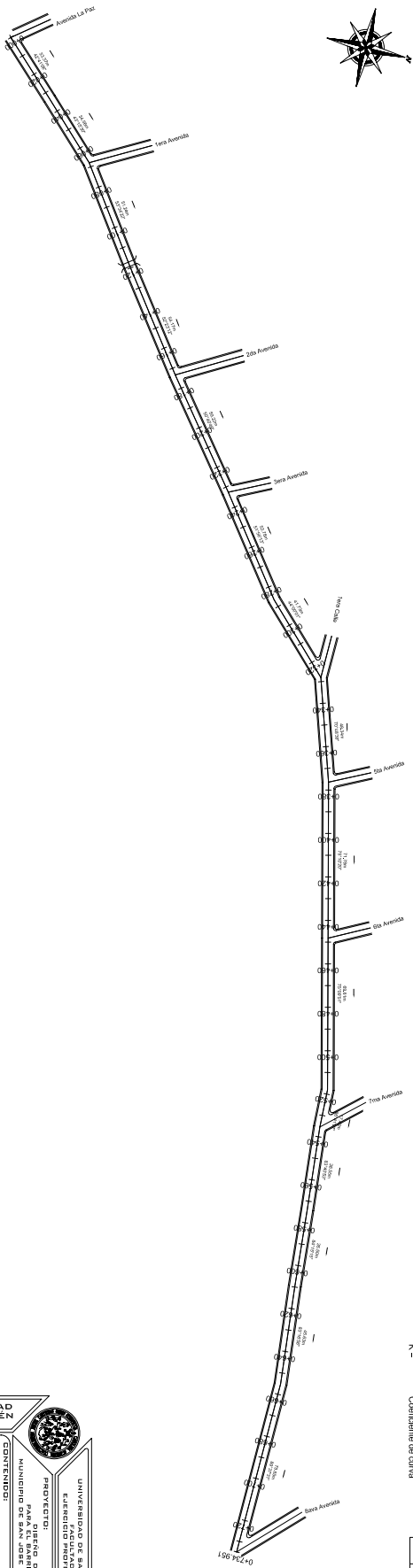
PLANTA GENERAL

ESCALA 1:1000

MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN
 CONCEJUNTO MUNICIPAL DE SAN JOSÉ DEL SUR
PROYECTO: PLANTA GENERAL
 PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL CAMPUS DE LA ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA DE SAN JOSÉ DEL SUR
 ESCUELA 11800

FECHA: ABRIL 2007	ELABORADO POR: JUAN PABLO
PROYECTADO POR: JUAN PABLO	REVISADO POR: JUAN PABLO
VALIDADO POR: JUAN PABLO	APROBADO POR: JUAN PABLO
ESTADO: PLANTILLA	FECHA: 2007
NO. DE PLAN: 1	FECHA: 2007
ESCALA: 1:1000	FECHA: 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
 ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA DE SAN JOSÉ DEL SUR



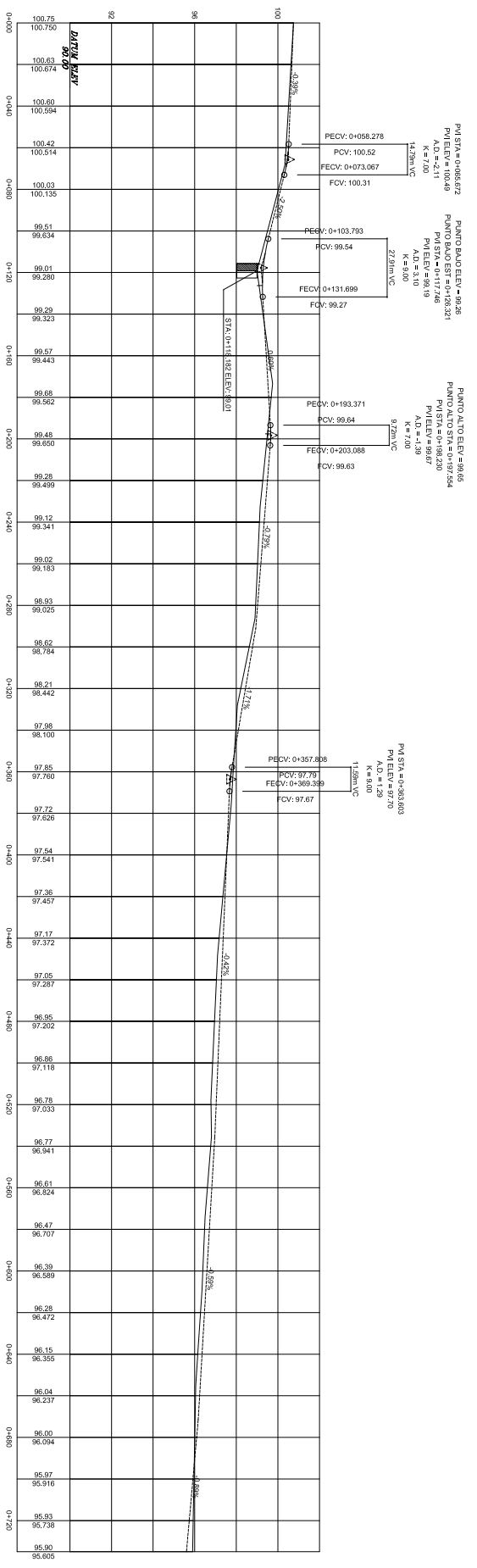
PLANTA 0+000 @ 0+734.951

BOULEVARD VISTA AL LAGO

ESCALA 1/1000

- Pte = Punto Alto
- PVI = Punto de Intersección vertical
- PECV = Principio estación curva vertical
- FCV = Fin estación curva vertical
- D = Diferencia
- K = Coeficiente de curva

NOMENCLATURA	
1/4"	Trazo actual del terreno
2/4"	Estimaciones topográficas
3/4"	Propuesta de alineación vertical
4/4"	Propuesta de alineación horizontal
5/4"	Propuesta de alineación



PERFIL 0+000 @ 0+734.951

ESCALA HORIZONTAL 1/1000

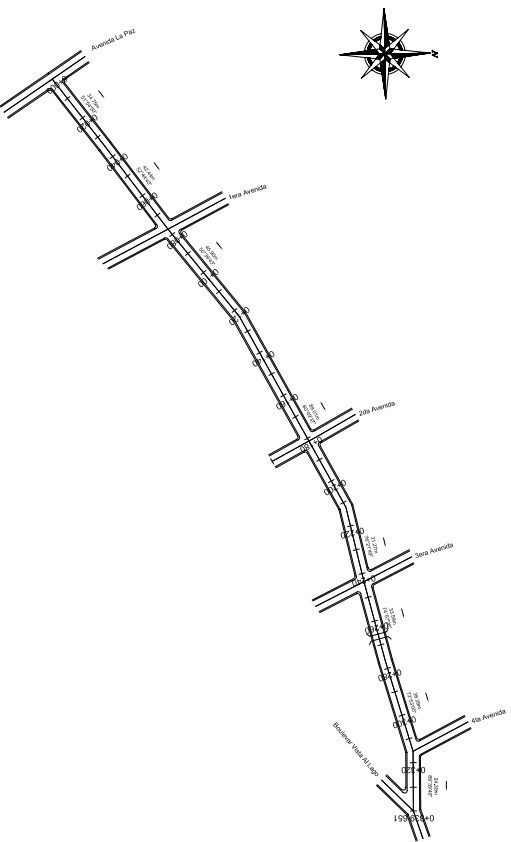
ESCALA VERTICAL 1/100

MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN

PROYECTO PARA EL SABER NUEVO SAN JOSÉ
PLANTA Y PERFIL BOULEVARD VISTA AL LAGO

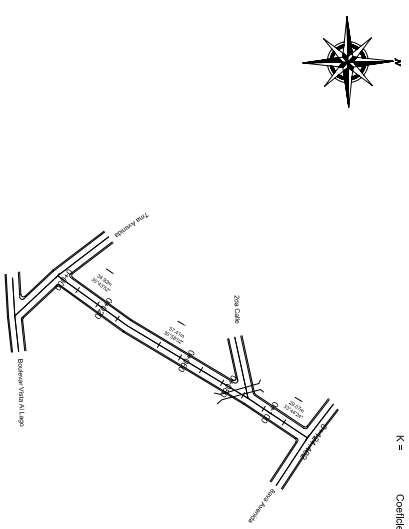
REGION: ABOGADO / ZOOLOGIA DEPARTAMENTO: PATATEL MUNICIPIO: SAN JOSÉ PETÉN PROYECTO: PARA EL SABER NUEVO SAN JOSÉ	CLIENTE: LIC. FERNANDO ESPARZA ALVARO FECHA: 2017 ESTADO: PATATEL MUNICIPIO: SAN JOSÉ PETÉN
--	--

HOJA: 2
TOTAL: 23



PLANTA 0+000 @ 0+339.651
PRIMERA CALLE

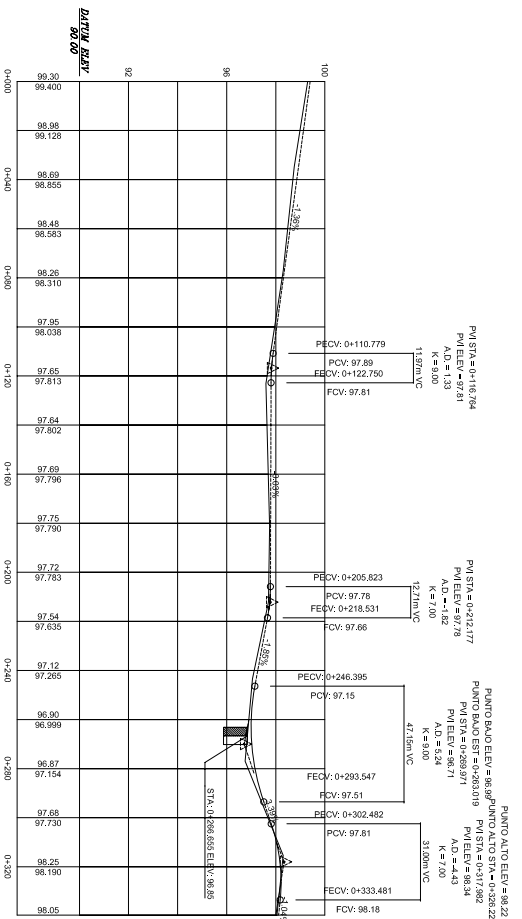
ESCALA 1/1000



PLANTA 0+000 @ 0+121.402
DIAGONAL 1

ESCALA 1/1000

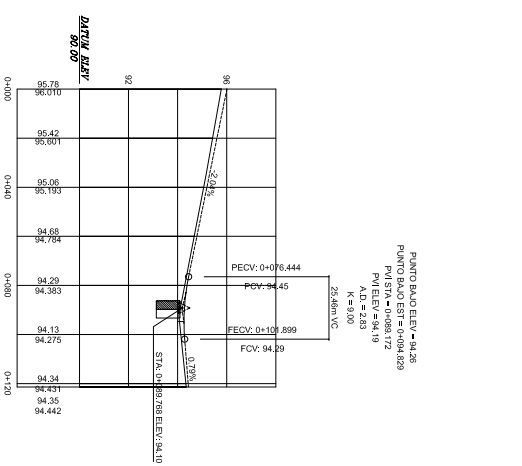
NOMENCLATURA	
□	Punto Alto
□	Punto Bajo
□	Punto de Intersección vertical
□	PECV = Principio elevación curva vertical
□	FEV = Fin elevación curva vertical
□	PVI = Punto de intersección vertical
□	D = Diferencia
□	K = Coeficiente de curva



PERFIL 0+000 @ 0+339.651

ESCALA HORIZONTAL 1/1000

ESCALA VERTICAL 1/100



PERFIL 0+000 @ 0+121.402

ESCALA HORIZONTAL 1/1000

ESCALA VERTICAL 1/100

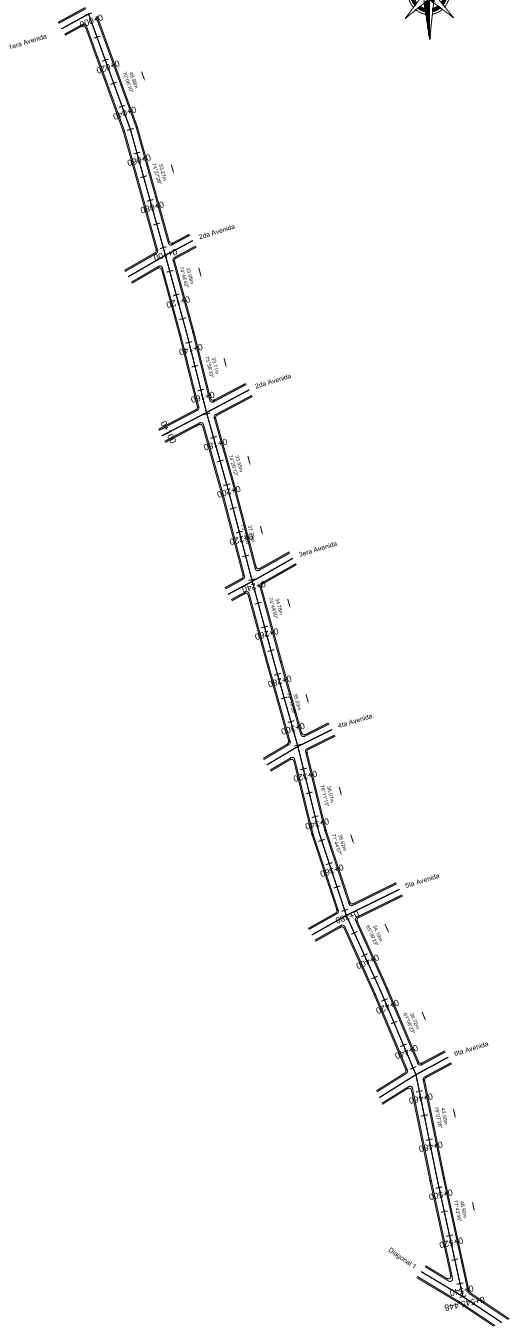
MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN

PROYECTO: PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALIENACIÓN DE TERRENO EN LA ZONA DE SAN JOSÉ PETÉN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA DE INGENIERÍA EN VIALIDAD

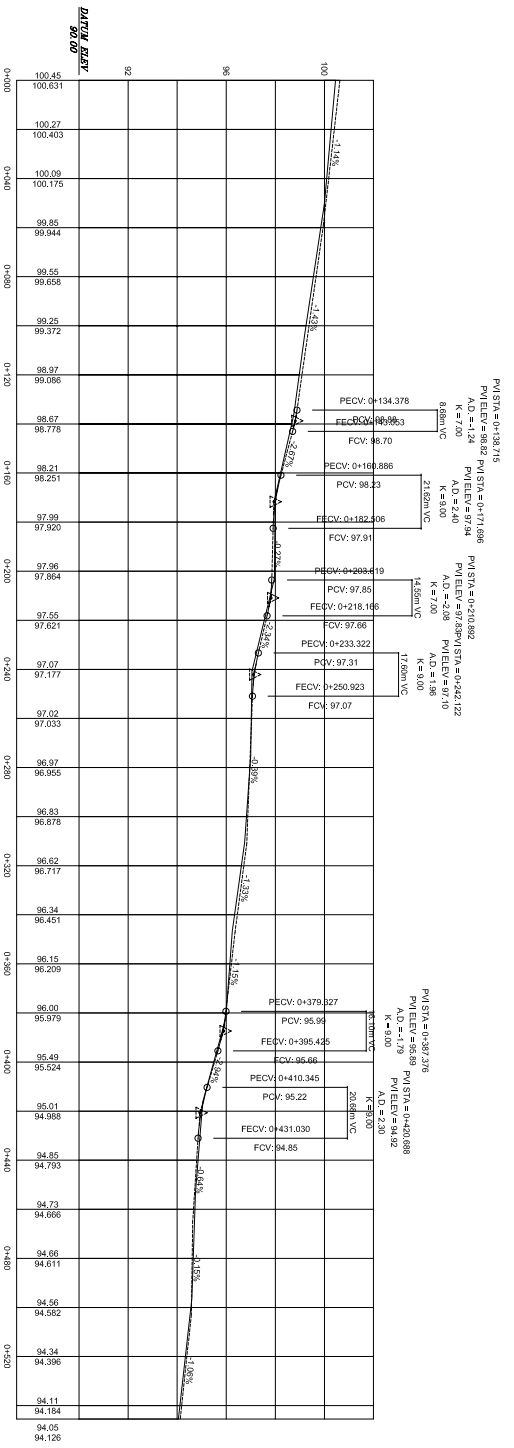
FECHA: 2020	AUTOR: MSc. JOSÉ ALEJANDRO GARCÍA	TÍTULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALIENACIÓN DE TERRENO EN LA ZONA DE SAN JOSÉ PETÉN
FECHA: 2020	REVISOR: MSc. JOSÉ ALEJANDRO GARCÍA	PROYECTO: PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALIENACIÓN DE TERRENO EN LA ZONA DE SAN JOSÉ PETÉN
FECHA: 2020	REVISOR: MSc. JOSÉ ALEJANDRO GARCÍA	PROYECTO: PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALIENACIÓN DE TERRENO EN LA ZONA DE SAN JOSÉ PETÉN

3 / **23**



PLANTA 0+000 @ 0+545.488
SEGUNDA CALLE

ESCALA 1:1000



PERFIL 0+000 @ 0+545.488

ESCALA VERTICAL 1:100

- Pte = Punto Alto
 Piv = Punto de Inflexión
 PVI = Punto de Intersección vertical
 PEV = Principio elevación curva vertical
 FEV = Fin elevación curva vertical
 PIV = Principio elevación curva vertical
 FEV = Fin elevación curva vertical
 D = Diferencia
 K = Coeficiente de curva

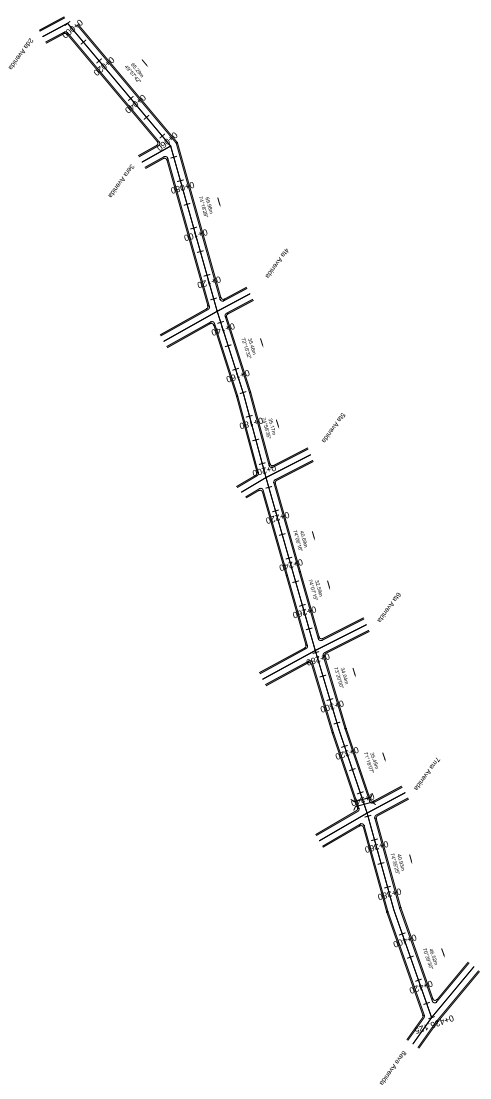
NOMENCLATURA	
	Punto de Intersección vertical
	Principio elevación curva vertical
	Fin elevación curva vertical
	Diferencia
	Coeficiente de curva

PVI STA = 0+134.715
 A.O. = 1.34
 K = 7.00
 PVI STA = 0+171.086
 A.O. = 2.40
 K = 8.00
 PVI STA = 0+210.882
 A.O. = 2.28
 K = 7.00
 PVI STA = 0+242.122
 A.O. = 1.98
 K = 8.00
 PVI STA = 0+379.376
 A.O. = 1.79
 K = 2.30
 PVI STA = 0+420.688
 A.O. = 2.30
 K = 2.30

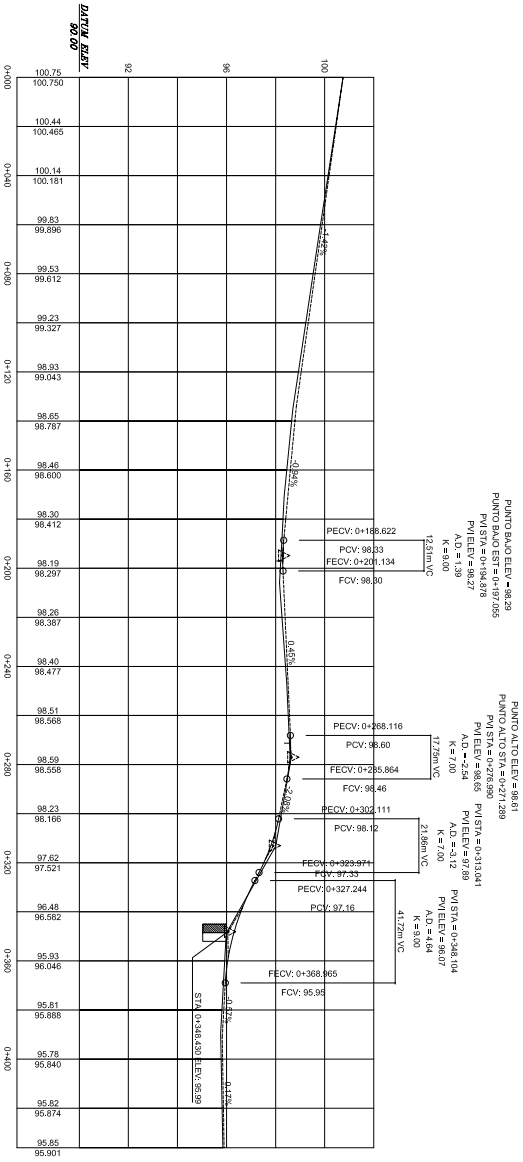
MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN
 PROYECTO: OBRAS DE MEJORA DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL DEPARTAMENTO DE PETÉN.
 PARA EL SECTOR RÚRICO DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL DEPARTAMENTO DE PETÉN.
 PLANILLA N° PERFIL SEGUNDA CALLE

REGIA: ASISTENTE TÉCNICO	ASISTENTE TÉCNICO
INGENIERO EN CARRETERAS	INGENIERO EN CARRETERAS
INGENIERO EN CARRETERAS	INGENIERO EN CARRETERAS
INGENIERO EN CARRETERAS	INGENIERO EN CARRETERAS
INGENIERO EN CARRETERAS	INGENIERO EN CARRETERAS

ESCALA: 1:1000
 FECHA: 2023
 LUGAR: SAN JOSÉ PETÉN



PLANTA 0+000 @ 0+436.125
 TERCERA CALLE
 ESCALA 1/1000



PERFIL 0+000 @ 0+436.125
 ESCALA HORIZONTAL 1/1000
 ESCALA VERTICAL 1/100

NOMENCLATURA	
PCV	Punto de Curva Vertical
FCV	Punto de Intersección Curva Vertical
PVI	Punto de Intersección Curva Vertical
PCV	Principio elevación curva vertical
FCV	Fin elevación curva vertical
PVI	Punto de Intersección Curva Vertical
D	Diferencia
K	Coefficiente de curva

MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN

PROYECTO: DISEÑO DE SANITARIO PARA EL DISTRITO SAN JOSÉ PETÉN

PARA EL DISTRITO SAN JOSÉ PETÉN

MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL DEPARTAMENTO DE PETÉN

PLANTA Y PERFIL TERCERA CALLE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE GRADUACIÓN

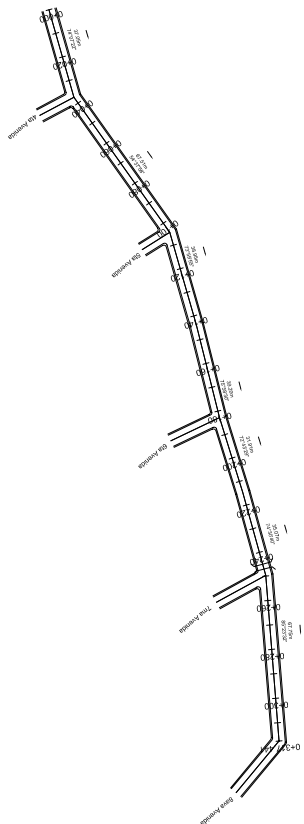
INGENIERÍA CIVIL

ALUMNO: [Nombre]

FECHA: [Fecha]

ESCALA: 1/1000

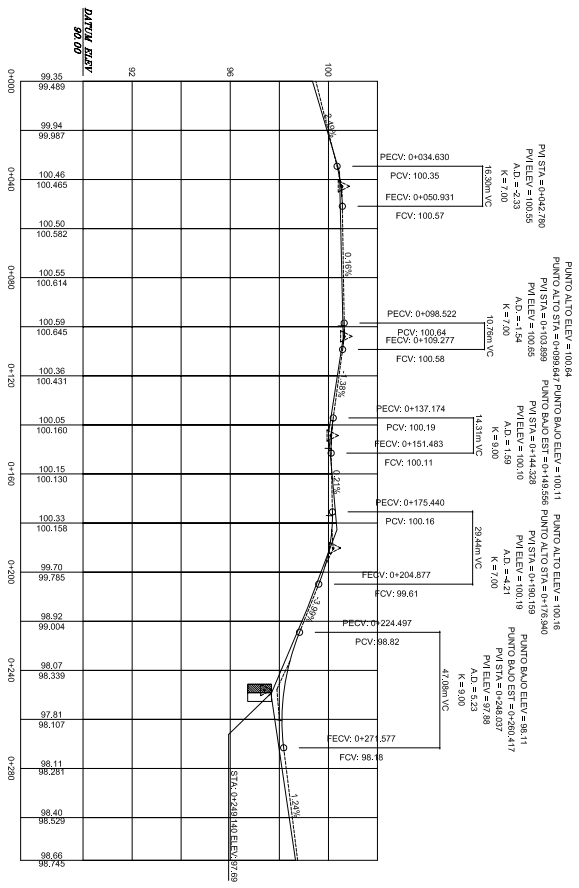
HOJA: 5 DE 23



P.A. = Punto Alto
 P.I.V. = Punto de Intersección vertical
 P.E.C.V. = Principio elevación curva vertical
 F.E.V. = Fin elevación curva vertical
 D = Diferencia
 K = Coeficiente de curva

NOMENCLATURA	
	Carretera de ancho variable
	Carretera reconstruida
	Carretera de tipo urbano
	Carretera de tipo rural
	Carretera de tipo interurbano

PLANTILLA 0+000 @ 0+317.44
 CUARTA CALLE
 ESCALA: 1/1000



PERFIL 0+000 @ 0+734.951
 ESCALA: 1/1000

MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL CAMBIO ALTO SAN JOSÉ MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL DEPARTAMENTO DE PETÉN

PLANTA + PERFIL CUARTA CALLE

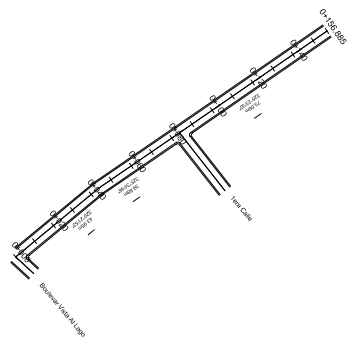
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

PROFESOR: LIC. FRANCISCO ALVARO GONZALEZ

ESTUDIANTE: LIC. JUAN CARLOS GONZALEZ

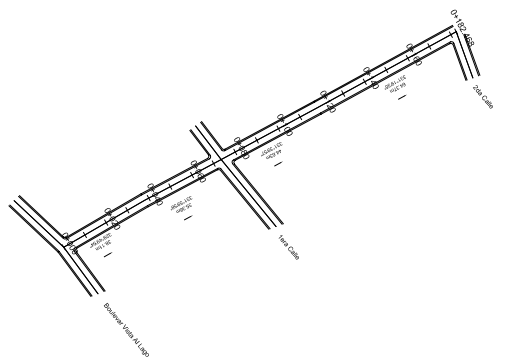
GRUPO: 6

FECHA: 2023



PLANTA 0+000 @ 0+156.885
AVENIDA LA PAZ

ESCALA 1/1000

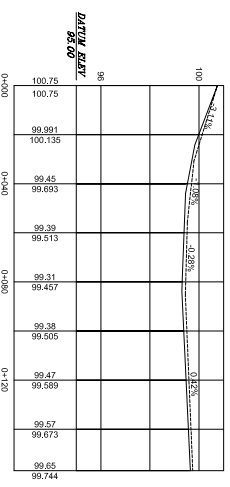


PLANTA 0+000 @ 0+182.468
PRIMERA AVENIDA

ESCALA 1/1000

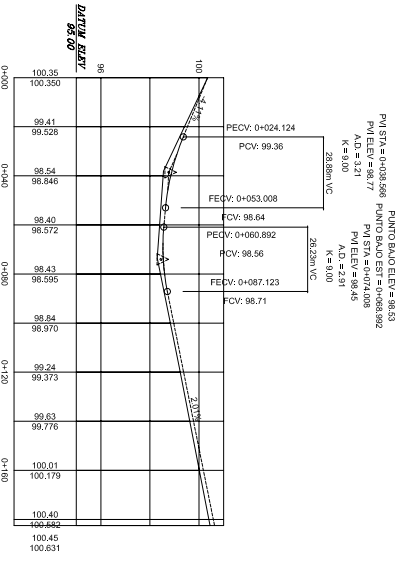
- Pte = Punto Alto
- Pte = Punto de Intersección vertical
- PVI = Punto de Intersección vertical
- PECV = Principio elevación curva vertical
- FEV = Fin elevación curva vertical
- D = Diferencia
- K = Coeficiente de curva

NOMENCLATURA	
1/4"	Perfil vertical
1/4"	Plano de la curva
1/4"	Plano de la curva vertical
1/4"	Plano de la curva horizontal
1/4"	Plano de la curva de transición



PERFIL 0+000 @ 0+156.885

ESCALA HORIZONTAL 1/1000
ESCALA VERTICAL 1/100



PERFIL 0+000 @ 0+182.468

ESCALA HORIZONTAL 1/1000
ESCALA VERTICAL 1/100

MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL CAMBIO NUDO SAN JOSÉ PETÉN, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL DEPARTAMENTO DE PETÉN, PLANTA 1ª AVENIDA LA PAZ Y PRIMERA AVENIDA

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

ESPECIALIDAD: INGENIERÍA CIVIL

ASIGNATURA: SUB-PROYECTO ESPAÑA ALBAÑERÍA

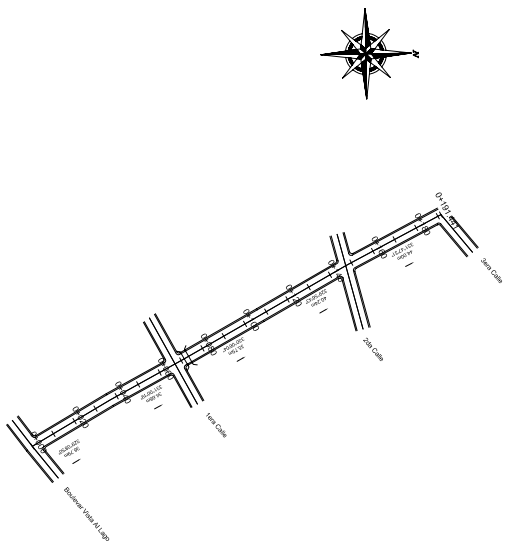
FECHA: 2027

PROFESOR: [Nombre]

ALUMNO: [Nombre]

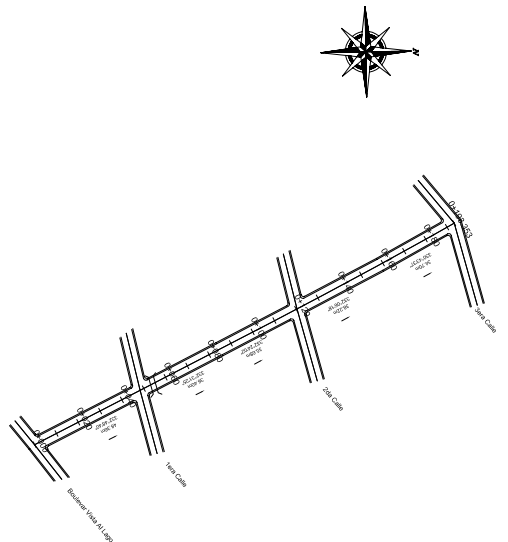
GRUPO: 7

FECHA DE ENTREGA: 23



PLANTAS 0+000 @ 0+191.444
SEGUNDA AVENIDA

ESCALA 1/1000

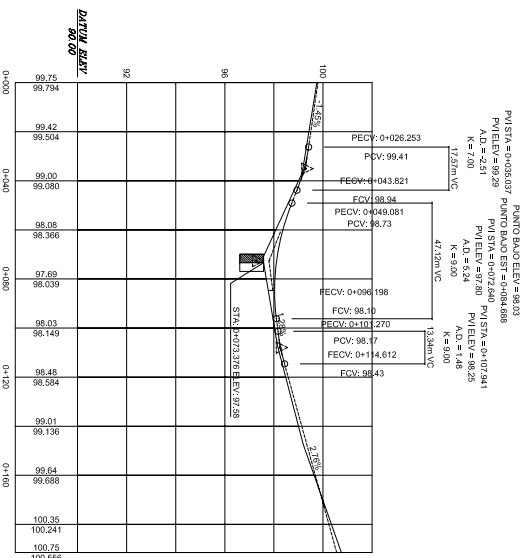


PLANTAS 0+000 @ 0+193.353
TERCERA AVENIDA

ESCALA 1/1000

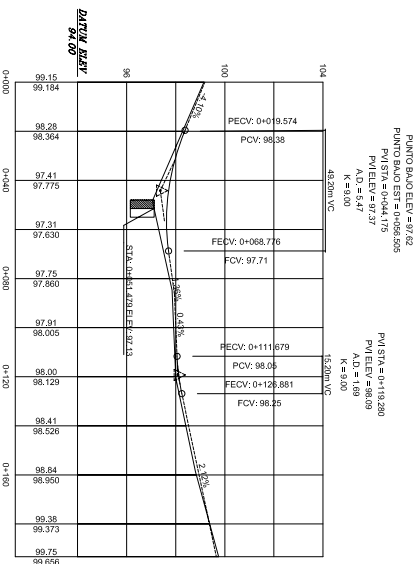
Pie	Punto Alto
PVI =	Punto de Intersección vertical
PVI =	Principio elevación curva vertical
PECV =	Principio elevación curva vertical
PECV =	Principio elevación curva vertical
FEL =	Fine elevación curva vertical
FEL =	Fine elevación curva vertical
D =	Diferencia
K =	Coefficiente de curva

	PVI punto de intersección vertical
	Curva vertical
	Principio de elevación curva vertical
	Punto de intersección vertical
	Fine elevación curva vertical
	Diferencia
	Coefficiente de curva



PERFIL 0+000 @ 0+191.444

ESCALA VERTICAL 1/100



PERFIL 0+000 @ 0+193.353

ESCALA VERTICAL 1/100

MUNICIPALIDAD
SAN JOSÉ PETÉN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CATEDRA DE DISEÑO DE CARRETERAS

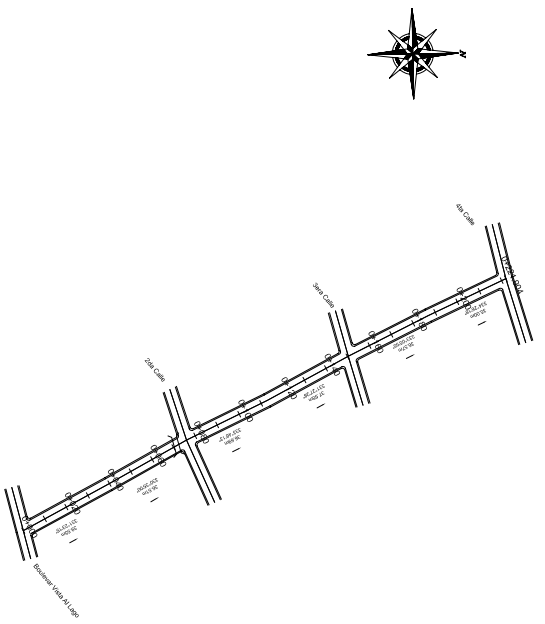
PROYECTO: DISEÑO DE CARRETERA PARA EL DISTRITO RURAL SAN JOSÉ DE PETÉN, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL DEPARTAMENTO DE PETÉN, PLANETA 1 PERFIL, SEGUNDA Y TERCERA AVENIDA

FECHA: 2007

PROFESOR: SUB GERENTE ESPAN ALVARO

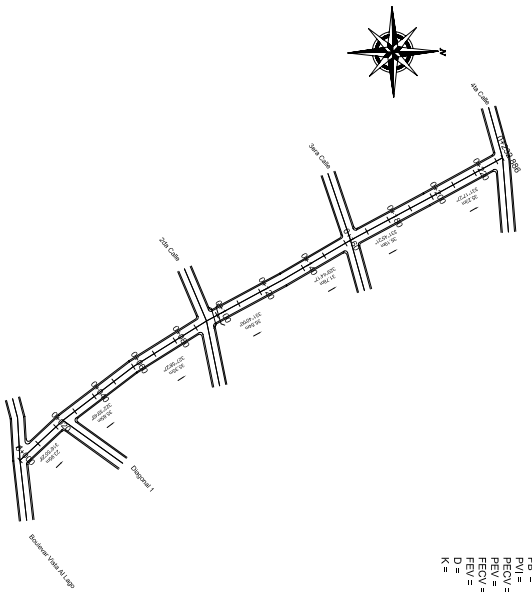
ESTUDIANTE: [Nombre]

GRUPO: 23



PLANTA 0+000 @ 0+221.904
SEPTIMA AVENIDA

ESCALA 1/1000

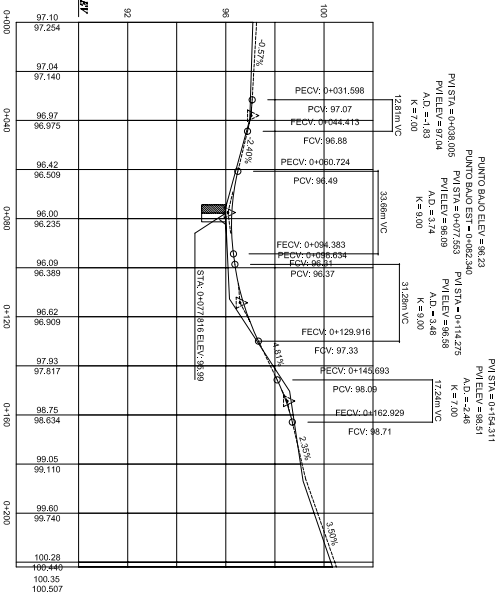


PLANTA 0+000 @ 0+232.886
SEPTIMA AVENIDA

ESCALA 1/1000

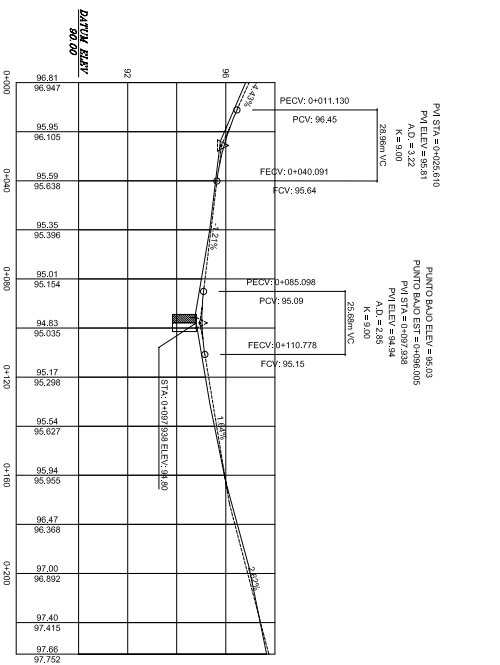
- Pte = Punto Alto
- Pte = Punto de Intersección vertical
- PVI = Punto de Intersección curva vertical
- PECV = Principio elevación curva vertical
- FEV = Fin elevación curva vertical
- FECV = Principio elevación curva vertical
- FCEV = Fin elevación curva vertical
- D = Diferencia
- K = Coeficiente de curva

NOMENCLATURA	
	Punto de Intersección vertical
	Principio elevación curva vertical
	Fin elevación curva vertical
	Diferencia
	Coeficiente de curva



PERFIL 0+000 @ 0+221.904

ESCALA VERTICAL 1/100



PERFIL 0+000 @ 0+232.886

ESCALA VERTICAL 1/100

MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN

PROYECTO: PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA OBRERA DE SAN JOSÉ PETÉN

FECHA: 2017

ELABORADO POR: [Nombre]

REVISADO POR: [Nombre]

APROBADO POR: [Nombre]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROFESOR: [Nombre]

ALUMNO: [Nombre]

GRUPO: [Nombre]

FECHA: 2017

FECHA: 2017

ELABORADO POR: [Nombre]

REVISADO POR: [Nombre]

APROBADO POR: [Nombre]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

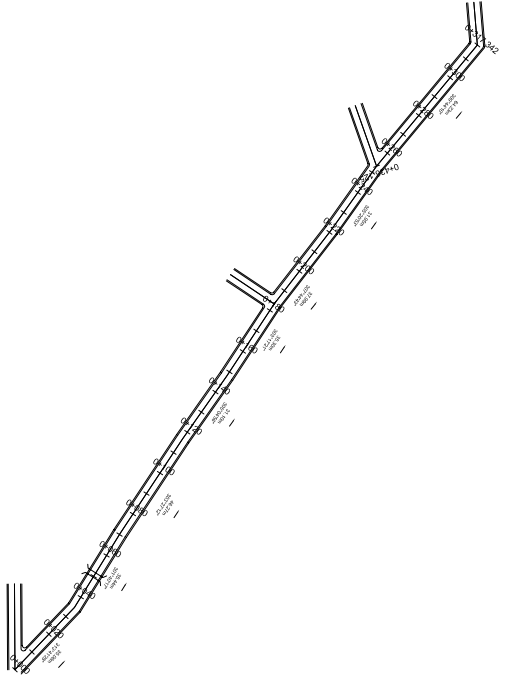
PROFESOR: [Nombre]

ALUMNO: [Nombre]

GRUPO: [Nombre]

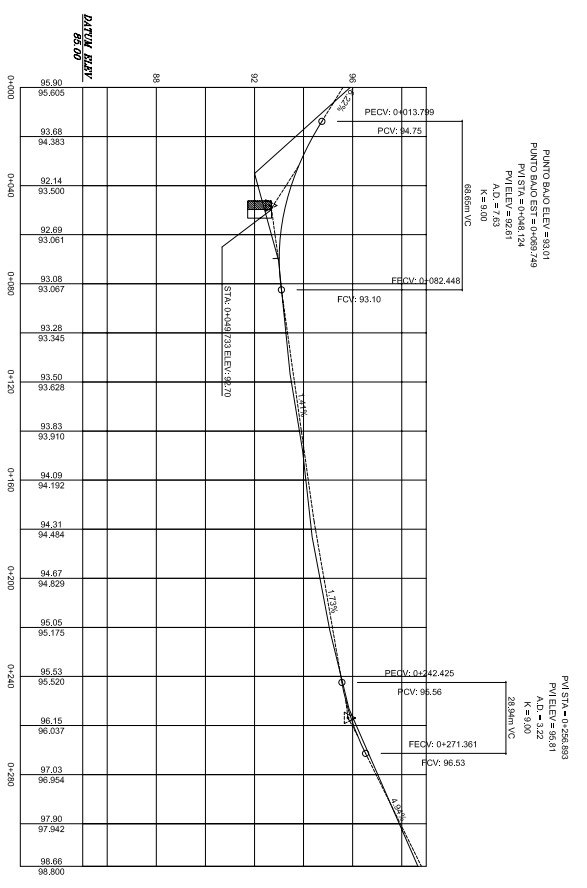
FECHA: 2017

1 / **23**



PLANTA 0+000 @ 0+317.342
OCTAVA AVENIDA

ESCALA: 1/1000



PERFIL 0+000 @ 0+317.342

ESCALA: HORIZONTAL 1/1000
ESCALA VERTICAL 1/100

NOMENCLATURA	
	Curva vertical
	Carretera
	Calle
	Intersección
	Punto Alto
	Punto Bajo
	Punto de Intersección Curva Vertical
	Principio Estación Curva Vertical
	Fin Estación Curva Vertical
	Diferencia
	Coefficiente de Curva

MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN

PROYECTO: DISEÑO DE LA OBRERA PARA EL CAMBIO NOMBRE SAN JOSÉ PETÉN MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL DEPARTAMENTO DE PETÉN

PLANTA 1: PERFIL OCTAVA AVENIDA

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

FECHA: 2007

INGENIERO: [Nombre]

PROFESOR: [Nombre]

ASISTENTE: [Nombre]

AYUDANTE: [Nombre]

LABORANTE: [Nombre]

GRUPO: SUB GRUPO ESPAÑA ALBAÑERÍA

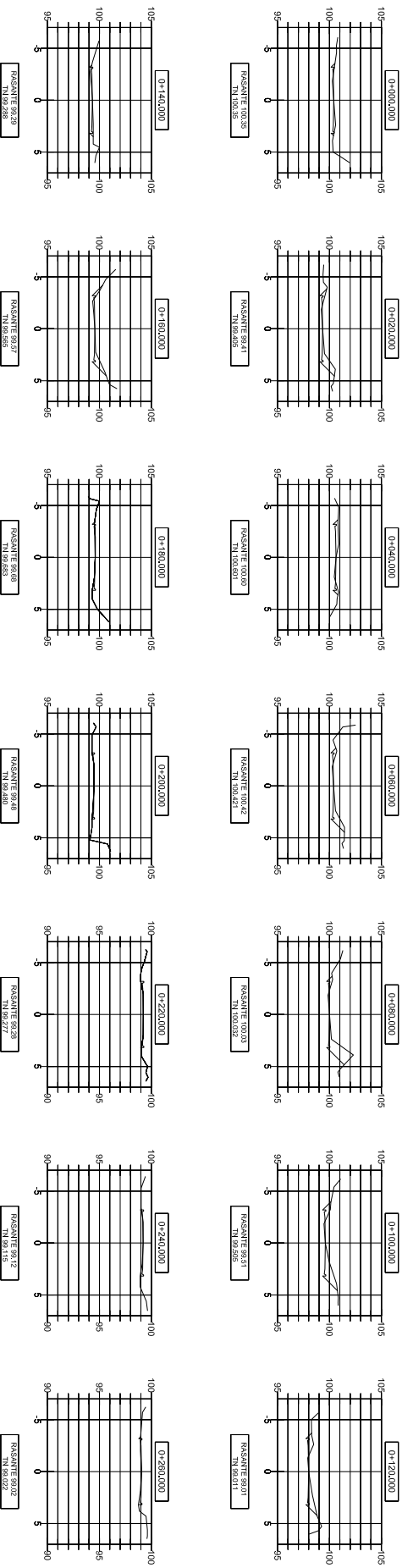
GRUPO N.º: 11

FECHA: 2008

PROFESOR: [Nombre]

AYUDANTE: [Nombre]

LABORANTE: [Nombre]



SECCIONES 0+000 @ 0+734.951
 BOLETERIA VERTICAL LADO

ESCALA 1/50



MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN

PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE PARA EL CAMINO RÚRICO SAN JOSÉ MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL ORGANISMO DE PETÉN

CONTRATISTA: SUB GERENTE SPAN ALABANZ

FECHA: ABRIL / 2007

ESCALA: 1/50

PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL

REVISOR: INGENIERO CIVIL

APROBADO: INGENIERO CIVIL

FECHA: 2007

PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL

REVISOR: INGENIERO CIVIL

APROBADO: INGENIERO CIVIL

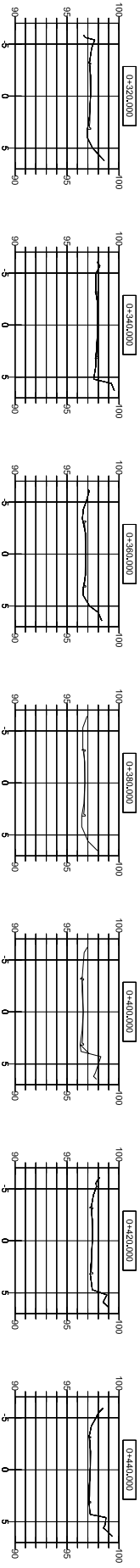
FECHA: 2007

PROYECTISTA: INGENIERO CIVIL

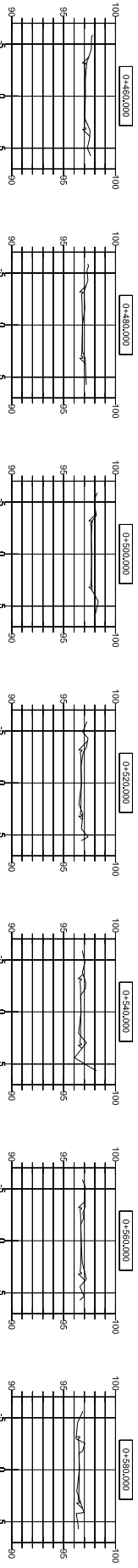
REVISOR: INGENIERO CIVIL

APROBADO: INGENIERO CIVIL

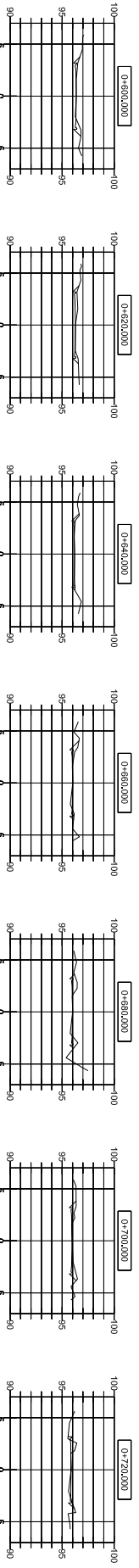
FECHA: 2007



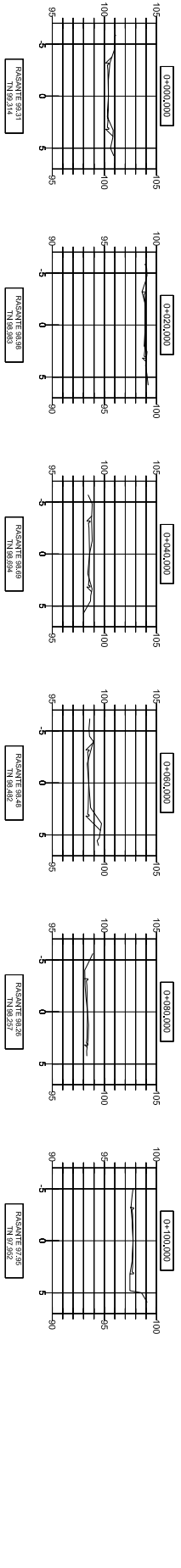
PASANTE 98.21
TN 98.214



PASANTE 97.95
TN 97.956



PASANTE 98.30
TN 98.300



PASANTE 98.31
TN 98.314

SECCIONES 0+000 @ 0+734.951

BOULEVARD VISTA AL LAGO

ESCALA 1/50

SECCIONES 0+000 @ 0+339.651

PRIMERA CALLE

ESCALA 1/50

MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN

PROYECTO PARA EL DISEÑO DE PUENTE PARA EL DARRIO NÚMERO SAN JOSÉ MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL DEPARTAMENTO DE PETÉN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: ABRIL 2007

ESCALA: 1/50

DISEÑADOR: J. L. E. A.

PROYECTISTA: J. L. E. A.

C.E.S. INEC - SUB GERENTE SPAN ALVARO

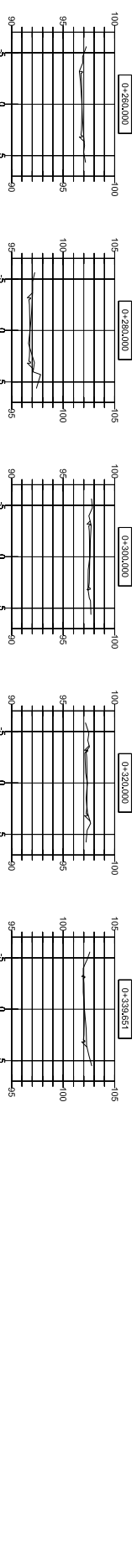
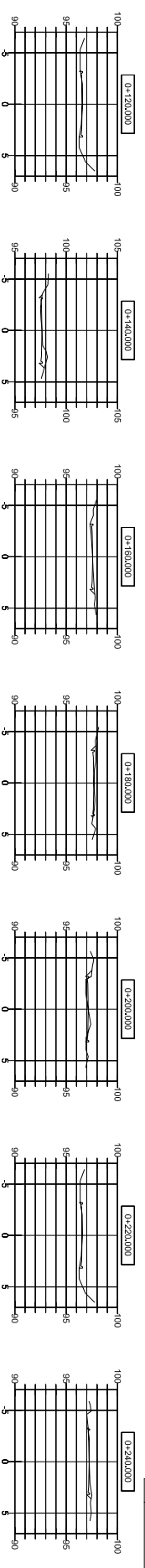
COORDINADOR: J. L. E. A.

CONTECNICO: J. L. E. A.

PROYECTISTA: J. L. E. A.

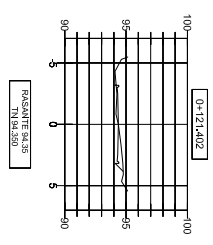
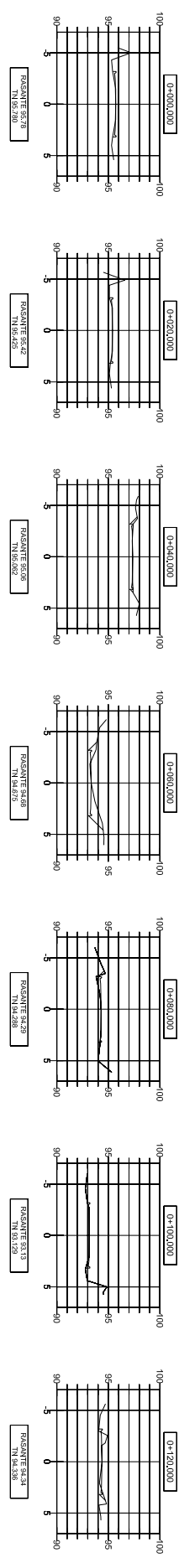
13

23



SECCIONES 0+000 @ 0+339.651
 PRIMERA CALLE

ESCALA 1/50



SECCIONES 0+000 @ 0+121.402
 DISCORNAL I

ESCALA 1/50

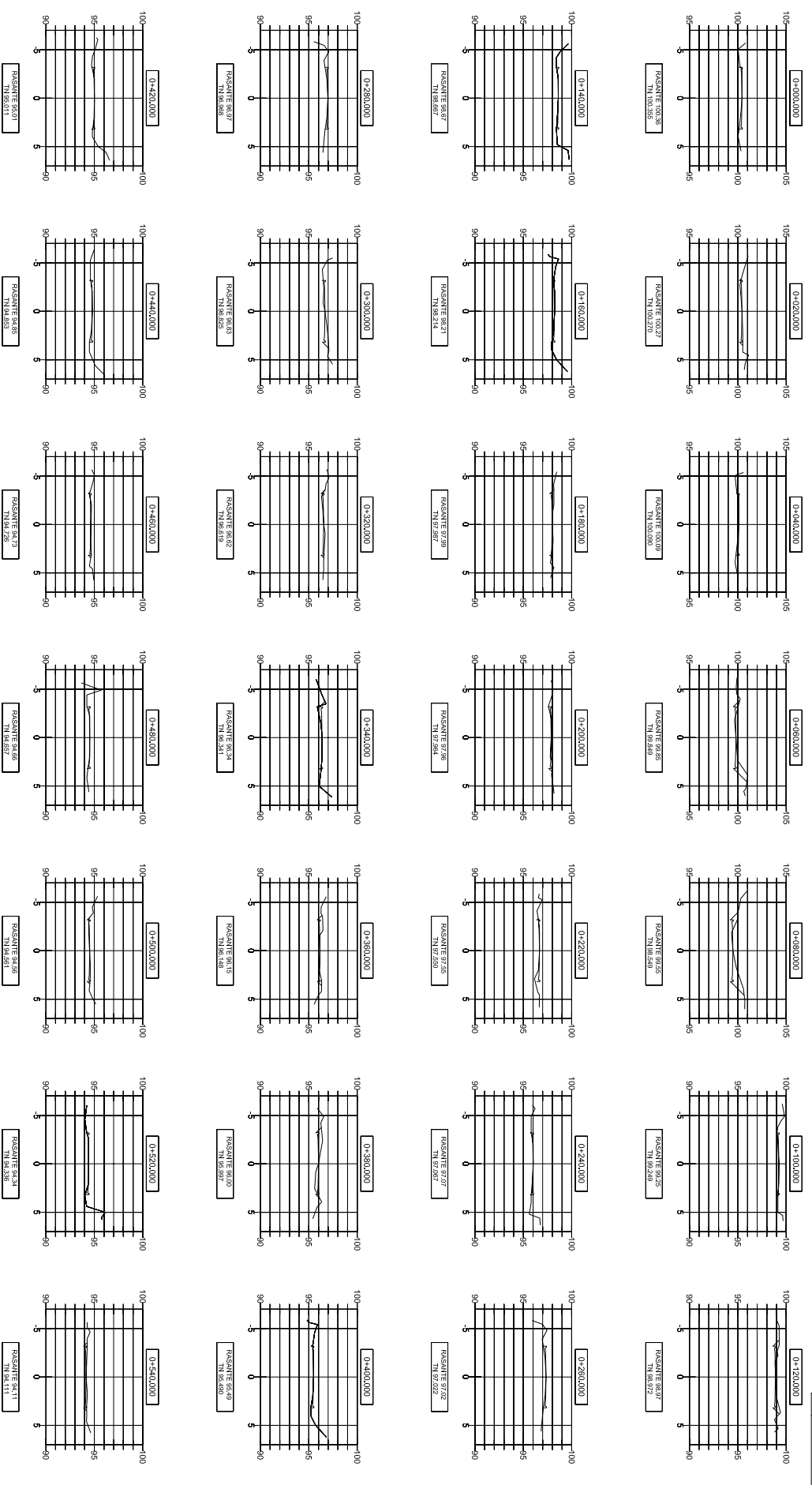
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTE

PROYECTO: MUNICIPIO DE SAN JOSE DE GUATEMALA
 PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA
 ESCALERA TRANSVERSAL

CONSEJO DE INGENIEROS DE GUATEMALA
 MUNICIPIO DE SAN JOSE DE GUATEMALA

REGION: AGUATZ'UTZ
 MUNICIPIO: SAN JOSE DE GUATEMALA
 CANTON: SAN JOSE DE GUATEMALA
 CALLE: L. F. C. A.
 DISEÑADO POR: [Nombre]

FECHA: 2007
 ESCALA: 1/50
 HOJA: 14 DE 23



SECCIONES 0+000 @ 0+545.488

SEGUNDA CALLE

ESCALA 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO: MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL DEPARTAMENTO DE PETEN
 PARA EL DISEÑO DE LA REDE DE SANEAMIENTO BASICO
 PARA EL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL DEPARTAMENTO DE PETEN

COORDINADOR: LIC. JUAN CARLOS GARCIA
 DIRECTOR DE OBRAS: LIC. JUAN CARLOS GARCIA
 INGENIERO ENCARGADO: LIC. JUAN CARLOS GARCIA

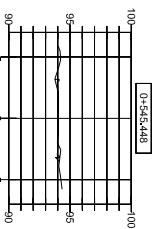
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 2023
 ESCALA: 1/50
 TIPO DE OBRAS: SANEAMIENTO BASICO

PROYECTO: MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL DEPARTAMENTO DE PETEN
 PARA EL DISEÑO DE LA REDE DE SANEAMIENTO BASICO
 PARA EL MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL DEPARTAMENTO DE PETEN

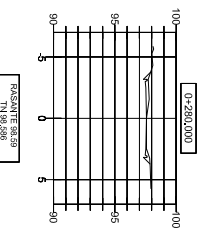
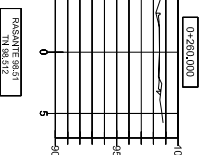
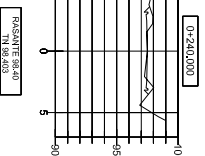
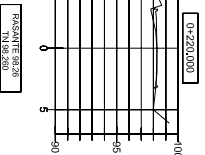
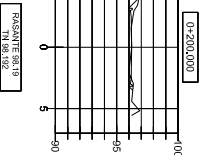
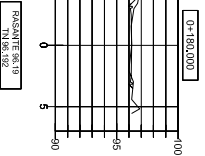
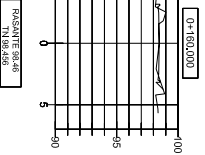
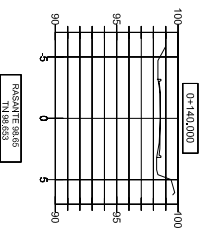
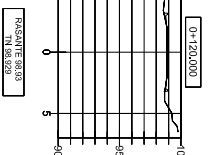
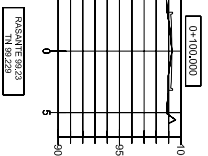
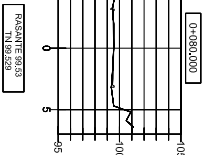
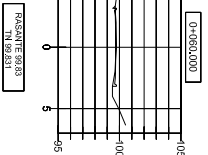
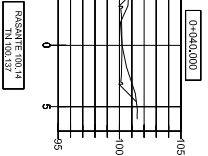
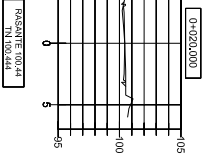
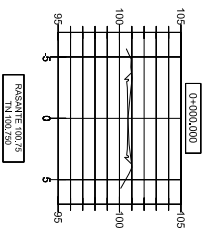
FECHA: 2023
 ESCALA: 1/50
 TIPO DE OBRAS: SANEAMIENTO BASICO

15
 23



SECCIONES 0+000 @ 0+545.488

ESCALA 1/50



SECCIONES 0+000 @ 0+436.125

ESCALA 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 TERCERA CALLE

MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ PETÉN
 MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL DEPARTAMENTO DE PETÉN

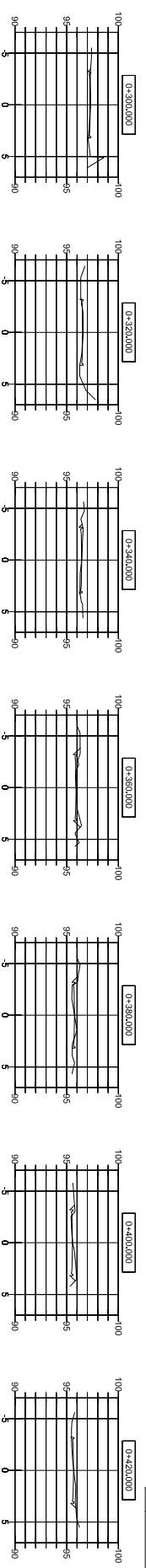
PROYECTO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL DISEÑO DEL DISEÑO DEL DEPARTAMENTO DE PETÉN

SECCIONES TRANSVERSALES

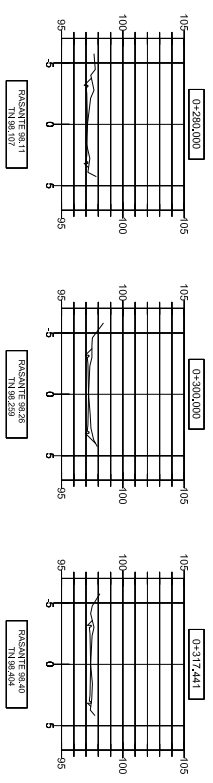
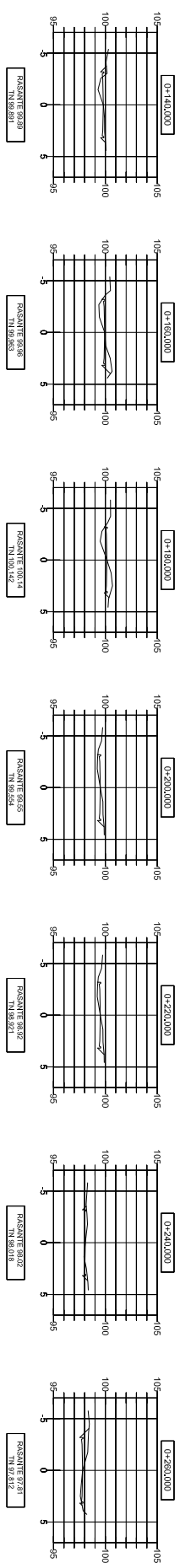
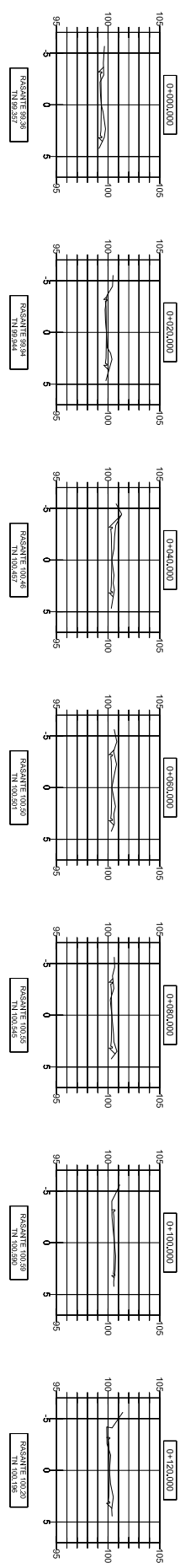
FECHA: AGOSTO / 2007
 ESCALA: 1/50
 DISEÑADOR: L.F.E.A.
 TITULO: L.F.E.A.

LIBRO: LIBRO DE PLANOS Y SECCIONES TRANSVERSALES

HOJA: 16 DE 23



SECCIONES 0+000 @ 0+436.125
TERCERA CALE
ESCALA 1/50



SECCIONES 0+000 @ 0+734.951
CUARTA CALE
ESCALA 1/50

MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN

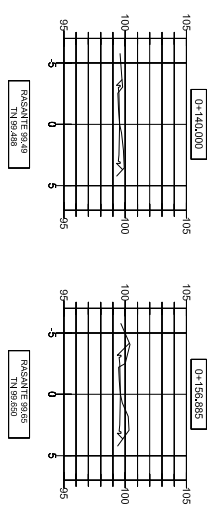
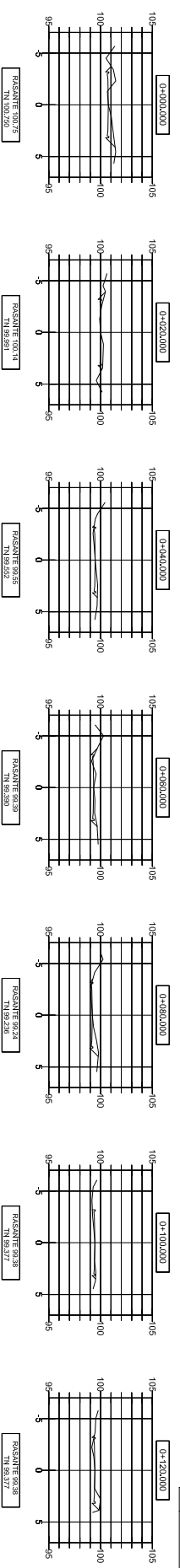
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO PARA EL DISEÑO DEL PUENTE PARA EL DARRIO NÚMERO SAN JOSÉ MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL DEPARTAMENTO DE PETÉN SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: ABRIL 2007
Escala: 1/50
DISEÑADOR: L.F.E.A.
PROFESOR: L.F.E.A.

LIBERADO: []
CORRECTOR: []
AUTOR: []
REVISOR: []
DISEÑADOR: []
PROFESOR: []

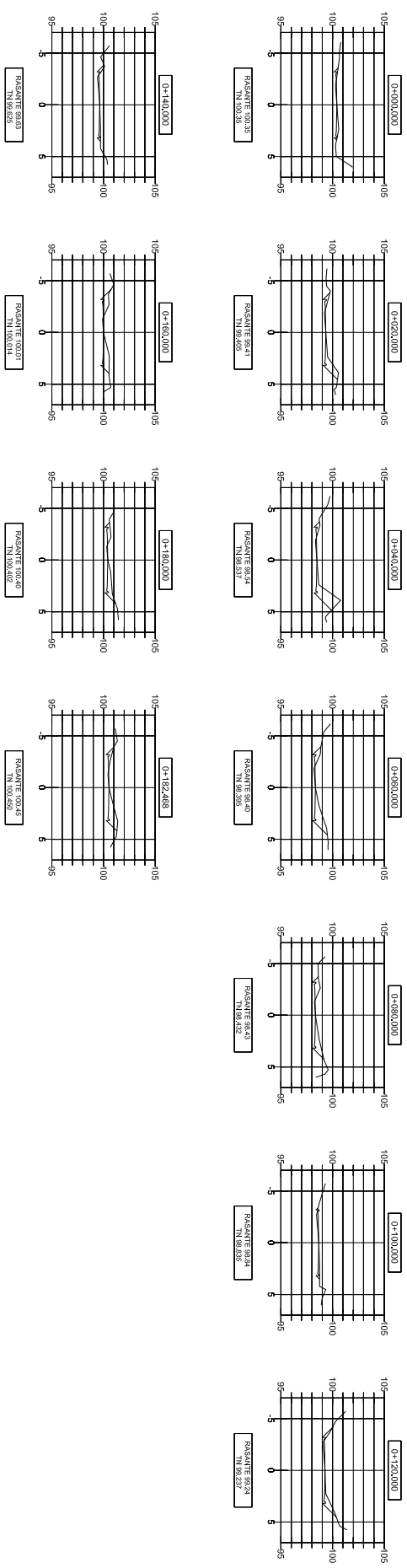
17 / 23



SECCIONES 0+000 @ 0+156.885

AVENIDA LA PAZ

ESCALA 1/50

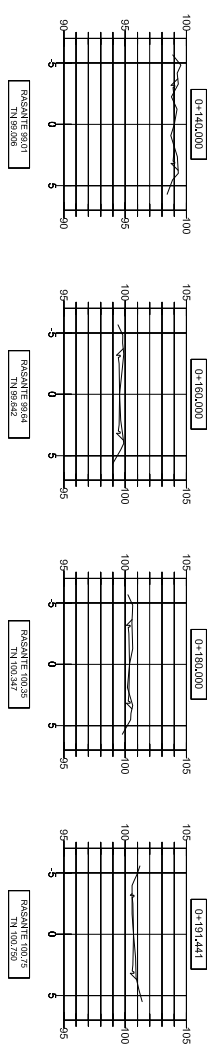
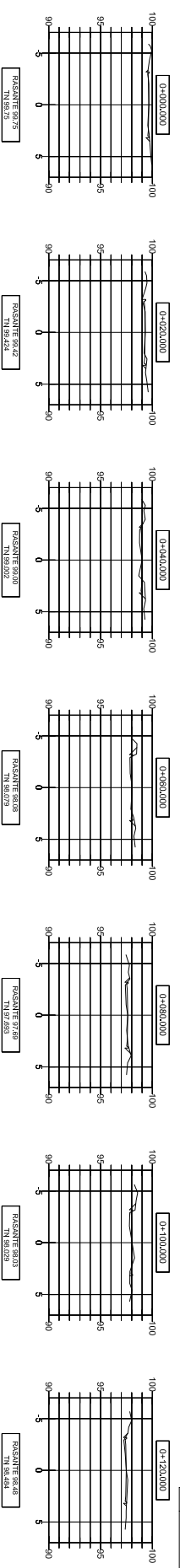


SECCIONES 0+000 @ 0+182.468

PRIMERA AVENIDA

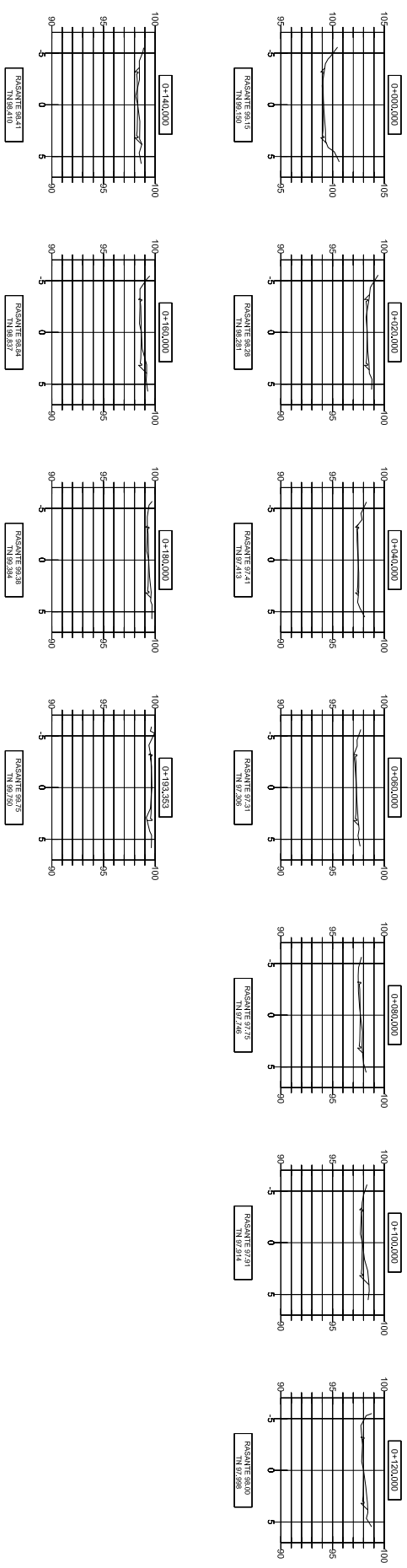
ESCALA 1/50

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</p>	
<p>PROYECTO: PARA EL DISEÑO DE PUENTE PARA EL DARRIO NUNDO SAN JOSE MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL DEPARTAMENTO DE PETEN</p>	
<p>CONSEJO DIRECTIVO: SUB GERENTE GENERAL ADMINISTRATIVO</p>	
<p>SECCIONES TRANSVERSALES</p>	
FECHA: ABRIL 2007 ESCALA: 1/50 METRO: 1:1 PATRÓN: L.F.E.A.	CANTON: 19 HOJA: 23



SECCIONES 0+000 @ 0+191.441
 SEGUNDA AVENIDA

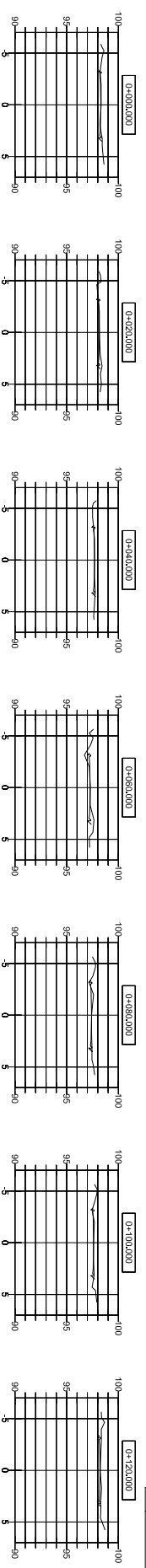
ESCALA 1/50



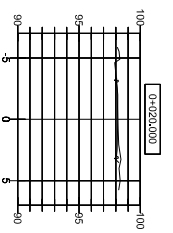
SECCIONES 0+000 @ 0+193.353
 TERCERA AVENIDA

ESCALA 1/50

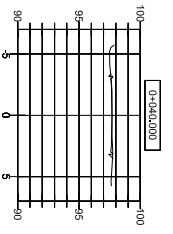
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</p>	
<p>PROYECTO: PARA EL DISEÑO DE PUENTE PARA EL DARRIO NUNDO SAN JOSE MUNICIPIO DE SAN JOSE DEL DEPARTAMENTO DE PETEN</p>	
<p>CONSEJO DIRECTIVO: SUB GERENTE GENERAL ADMINISTRATIVO</p>	
<p>SECCIONES TRANSVERSALES</p>	
FECHA: ABRIL 2007 ESCALA: 1/50 DISEÑADOR: J. J. GONZALEZ CALIFICADOR: L. F. R. A.	C.E.S. INEC INSTITUTO GUATEMALTECO DE ESTADISTICA Y CENSOS INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS
No. 19 Hoja No. 19 de 23	AUTORIA: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS AUTORIA: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS



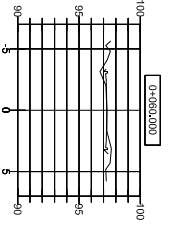
RASANTE 80.30
TN 98.300



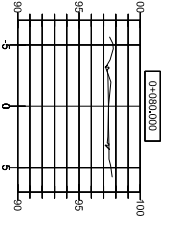
RASANTE 80.11
TN 98.110



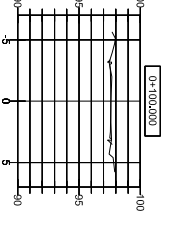
RASANTE 81.22
TN 97.853



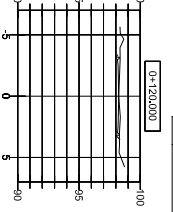
RASANTE 81.22
TN 97.242



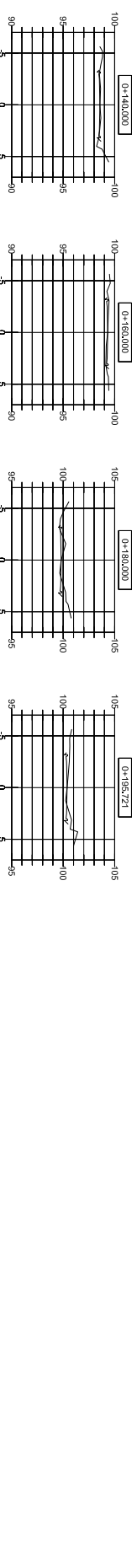
RASANTE 81.25
TN 97.245



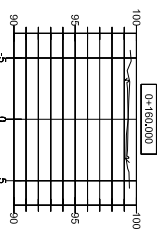
RASANTE 81.68
TN 97.279



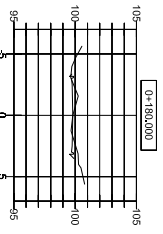
RASANTE 81.13
TN 98.129



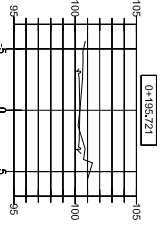
RASANTE 80.59
TN 98.588



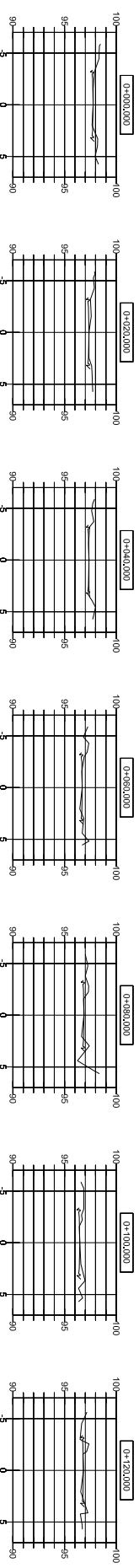
RASANTE 80.22
TN 98.221



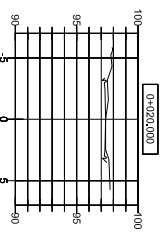
RASANTE 80.81
TN 98.909



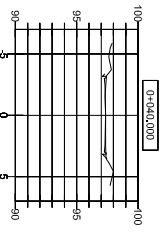
RASANTE 100.45
TN 100.450



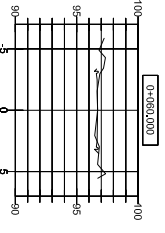
RASANTE 81.40
TN 98.271



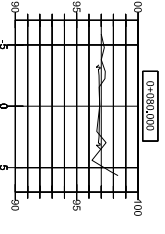
RASANTE 81.27
TN 98.271



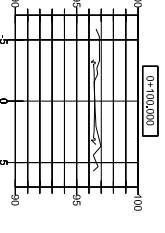
RASANTE 80.89
TN 98.889



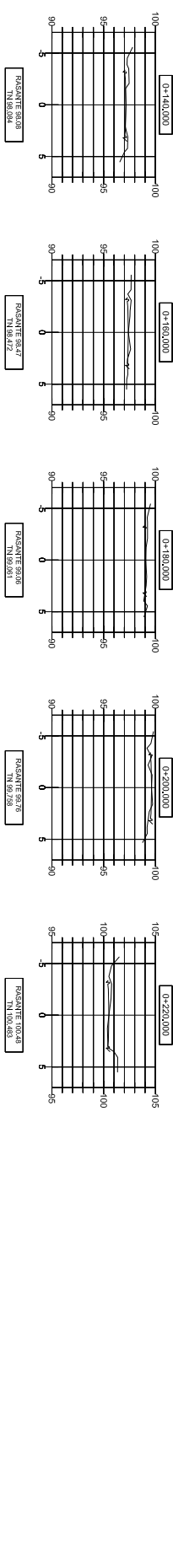
RASANTE 80.91
TN 98.930



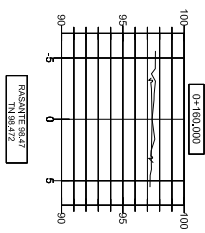
RASANTE 81.62
TN 97.810



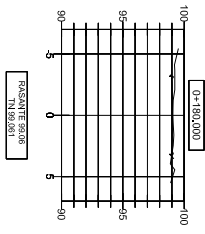
RASANTE 81.62
TN 97.810



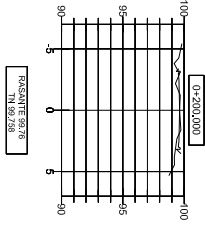
RASANTE 80.08
TN 98.281



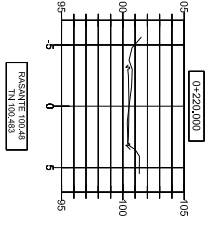
RASANTE 80.47
TN 98.317



RASANTE 80.08
TN 98.281



RASANTE 80.76
TN 98.281



RASANTE 100.48
TN 100.480

SECTIONES 0+000 @ 0+195.721

ESCALA 1/50

SECTIONES 0+000 @ 0+223.239

ESCALA 1/50

MUNICIPALIDAD SAN JOSÉ PETÉN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO DE INGENIERIA CIVIL - TALLERES

PROYECTO: PARA EL DISEÑO DE PUENTE PARA EL DARRIO RINCO SAN JOSÉ MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL DEPARTAMENTO DE PETÉN

SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: ABRIL 2007

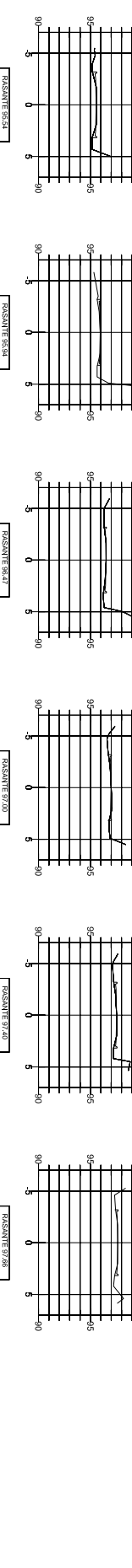
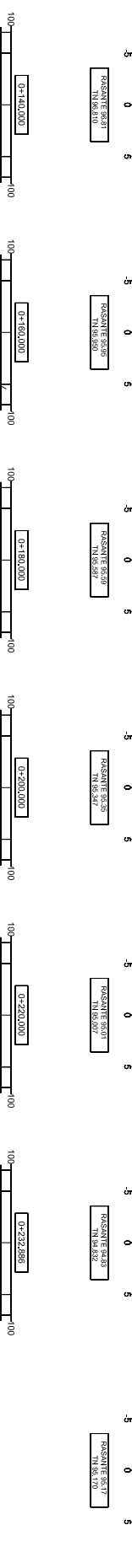
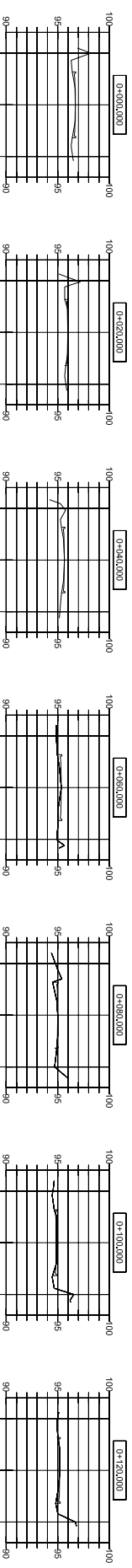
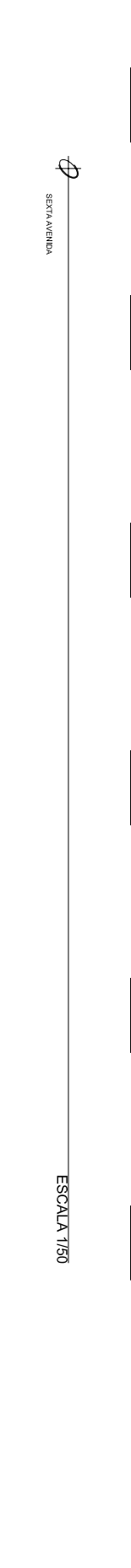
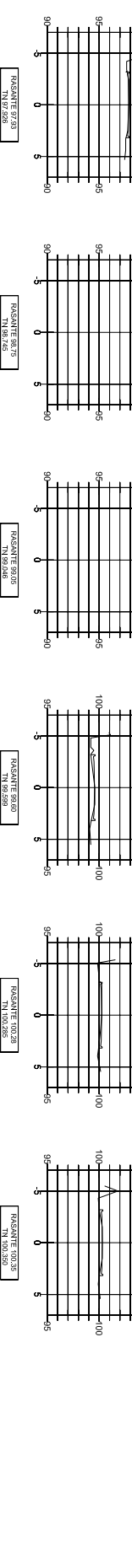
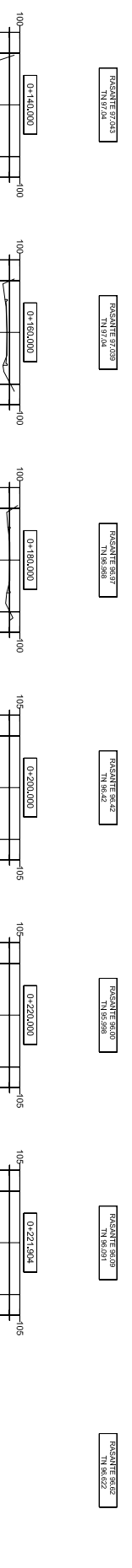
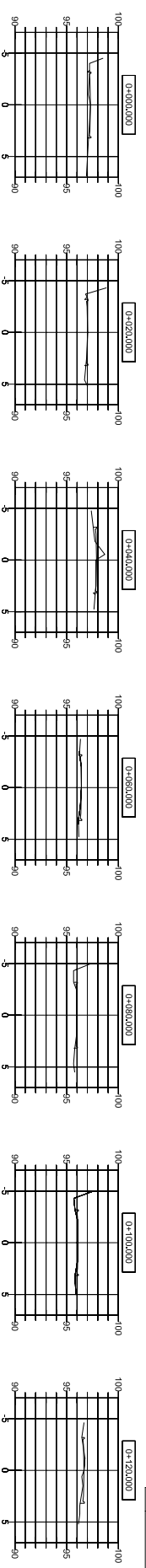
ESCALA: 1/50

PROFESOR: LUIS FERNANDO ESPINOZA ALVARO

ESTUDIANTE: JUAN CARLOS GONZALEZ

PASE: 20

23



SEXTA AVENIDA

ESCALA 1/50

SECCIONES 0+000 @ 0+232.886

ESCALA 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO DE GRADUACION	
PROYECTO: PARA EL DISEÑO DE PUENTE MUNICIPALIDAD DE SAN JOSÉ DEL SUR SECCIONES TRANSVERSALES	MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL SUR DEPARTAMENTO DE PETEN
FECHA: ABRIL 2007 ESCALA: 1/50 TITULO: PUENTE PAQUETE: 1 FASE: 1 DISEÑADO POR: JUAN CARLOS VILLALBA REVISADO POR: JUAN CARLOS VILLALBA	C.E.S. INC. SUB GERENTE SPAIN ALVARO C.E.S. INC. SUB GERENTE SPAIN ALVARO C.E.S. INC. SUB GERENTE SPAIN ALVARO C.E.S. INC. SUB GERENTE SPAIN ALVARO
21	23

