



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y DISEÑO
DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL BARRIO SAN JOSÉ PALO NEGRO,
ZONA 4, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE
CHIQUMULA.**

Marco Tulio Bances Monroy

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, septiembre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y DISEÑO DEL
PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL BARRIO SAN JOSÉ PALO NEGRO,
ZONA 4, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE
CHIQUMULA.**

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

MARCO TULIO BANCES MONROY
ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2009

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



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y DISEÑO DEL
PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL BARRIO SAN JOSÉ PALO NEGRO, ZONA 4,
MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 3 de septiembre de 2008.


Marco Tulio Bances Monrroy



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 02 de julio de 2009.
Ref.EPS.DOC.806.07.09.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Marco Tulio Bances Monroy** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200313218**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA EL BARRIO SAN JOSE PALO NEGRO ZONA 4, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA”**.

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

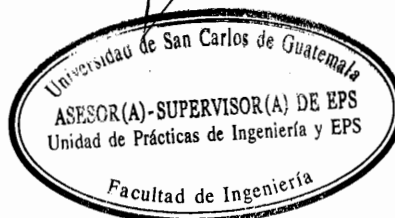
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Da y Enseñad a Todos”

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
MAAO/ra





UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 02 de julio de 2009.
Ref.EPS.D.363.07.09

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.


Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA EL BARRIO SAN JOSE PALO NEGRO ZONA 4, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Marco Tulio Bances Monroy**, 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,

"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





Guatemala,
31 de agosto de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

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

Estimado Ingeniero Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL BARRIO SAN JOSÉ PALO NEGRO ZONA 4, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Marco tulio Bances Monroy, 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 ENSEÑAD A TODOS


Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Coordinador del Área de Topografía y Transporte



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

/bbdeb.



Guatemala,
29 de julio de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

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

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL BARRIO SAN JOSÉ PALO NEGRO ZONA 4, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Marco Tulio Bances Monroy, quien contó con la asesoría de la 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 ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la 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 Marco Tulio Bances Monrroy, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL BARRIO SAN JOSÉ PALO NEGRO, ZONA 4, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Wilson



Guatemala, septiembre 2009.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL BARRIO SAN JOSÉ PALO NEGRO, ZONA 4, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA**, presentado por el estudiante universitario **Marco Tulio Bances Monrroy**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos

Decano



Guatemala, septiembre de 2009

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS, por darme la oportunidad de alcanzar una de todas mis metas que vienen y acompañarme con sabiduría e iluminación en éstos años de mi vida.

MIS PADRES: Marco Tulio Bances Ochoa y Marilena Monroy de Bances Gonzales, gracias por su ejemplo de amor, dedicación y trabajo, que es la mayor motivación de mi vida.

MIS ABUELOS: Hermilia Gonzales, Francisco Monroy, Santiago Bances Carrera (D.E.P), María Salome Ochoa, gracias por darme los mejores padres del mundo y por ser mi ejemplo.

MIS HERMANOS: Fabiola, Cynthia y Omar, por sus muestras de amor y apoyo a lo largo de mi carrera, que Dios los bendiga.

MIS SOBRINOS: María Laura, María Isabella, Pedro Antonio y Dylan, Gracias por nacer, y con su inocencia son mi motivación y alegría.

AGRADECIMIENTOS A:

La Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Mis padres y mis hermanos Por el arduo trabajo realizado con el fin de proporcionarme el recurso para alcanzar una de mis metas.

Mi asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por su gran apoyo y consejo, para la elaboración de este trabajo, pero sobre todo, muchas gracias por ser un amigo.

Mis amigos Ana Lucia, Alejandra, Lester, Mike, Ramiro, Mariela, Gustavo, Rony, Marcela, Harry, Claudia, Juan Pablo, Manzo, Paolo, Ludwin, Arturo, Rogelio, Luis, Leo, Renato, Aldo, Adhemar, William, Jorge Eduardo, Ricardo, Armando, Carlos.

Mis tíos Por brindarme todo su apoyo durante estos años.

Municipalidad de Esquipulas A todos los integrantes de la OMP durante mi estadía en el EPS y demás amigos de la municipalidad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX

1. ASPECTOS MONOGRÁFICOS

1.1 Antecedentes históricos	1
1.2 Características geográficas	3
1.2.1 Límites y localización	3
1.2.2 Extensión territorial	5
1.2.3 Clima	5
1.2.4 Vientos y humedad relativa	5
1.2.5 Accesos y vías de comunicación	6
1.2.6 Topografía e hidrografía	6
1.3 Actividades económicas	6
1.3.1 Actividad comercial	6
1.4 Actividad sociocultural	8

1.4.1 Servicios disponibles	8
1.4.2 Población	10
1.4.3 División política	10
1.4.4 Educación	11
1.5 Principales necesidades del municipio	11
1.5.1 Vías de acceso	11
1.5.2 Contaminación por aguas residuales	12

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, BARRIO SAN JOSÉ PALO NEGRO, ZONA 4

2.1 Descripción del proyecto	13
2.2 Estudio de la población a servir	13
2.2.1 Encuesta	13
2.3 Levantamiento topográfico	14
2.3.1 Planimetría	14
2.3.2 Altimetría	14
2.4 Trazo de la red	14
2.5 Diseño de la red	15
2.5.1 Período de diseño	15
2.5.2 Población de diseño	16
2.5.3 Dotación	17
2.5.4 Factor de retorno	17
2.5.5 Factor de caudal medio	17

2.5.6 Factor de Harmond	18
2.5.7 Caudal sanitario	19
2.5.7.1 Caudal domiciliar	19
2.5.7.2 Caudal comercial	19
2.5.7.3 Caudal de infiltración	19
2.5.7.4 Caudal de conexiones ilícitas	20
2.6 Relación de diámetros y caudales	21
2.7 Velocidades mínimas y máximas	21
2.8 Cotas invert	21
2.9 Pozos de visita	22
2.10 Conexiones domiciliarias	24
2.11 Profundidades mínimas de tuberías	25
2.12 Desfogue	25
2.13 Evaluación de impacto ambiental inicial	26
2.14 Presupuesto del proyecto	30
2.15 Evaluación socio-económica	31
2.15.1 Valor presente neto	31
2.15.2 Tasa interna de retorno	33
2.16 Cronograma de ejecución	33

3. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO DEL BARRIO SAN JOSÉ

PALO NEGRO, ZONA 4

3.1 Descripción del proyecto a desarrollar	35
--	----

3.2 Definición de pavimentos	35
3.3 Especificaciones	35
3.4 Parámetros de diseño	36
3.5 Tipos de pavimentos	36
3.5.1 Pavimentos flexibles	36
3.5.2 Pavimentos rígidos	37
3.6 Topografía	37
3.6.1 Planimetría	37
3.6.2 Altimetría	38
3.7 Ensayos de laboratorio de suelos	38
3.7.1 Ensayo de granulometría	38
3.7.2 Límites de Atterberg	39
3.7.2.1 Límite líquido	39
3.7.2.2 Límite plástico	39
3.7.2.3 Índice plástico	40
3.7.3 Ensayo de compactación o proctor modificado	40
3.7.4 Ensayo de valor soporte CBR	41
3.7.5 Análisis de resultados de laboratorio de suelos	41
3.8 Tránsito promedio diario	42
3.9 Consideraciones de diseño de pavimentos rígidos	43
3.9.1 Sub-rasante	43
3.9.2 Sub-base	44
3.9.3 Carpeta de rodadura	44

3.10 Trabajos preliminares	45
3.11 Diseño de la carpeta de rodadura	45
3.12 Drenajes menores en vías pavimentadas	49
3.12.1 Consideraciones de drenajes en vías pavimentadas	49
3.12.2 Consideraciones hidráulicas	50
3.12.2.1 Corriente de agua	51
3.12.2.2 Gradiente hidráulico	51
3.12.2.3 Diseño hidráulico	52
3.12.2.3.1 El método racional	53
3.12.2.3.2 Pendiente crítica	54
3.12.3 Drenajes transversales	55
3.12.4 Especificaciones de construcción	55
3.13 Consideraciones de operación y mantenimiento de pavimentos rígidos	59
3.14 Estudio de impacto ambiental primario	63
3.15 Presupuesto del proyecto	65
3.16 Cronograma de ejecución	66
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Ubicación del barrio San José Palo Negro, zona 4	3
2. Ubicación del municipio de Esquipulas	4
3. Partes de un pozo de visita	23
4. Conexiones domiciliarias	25
5. Resultados de laboratorio de suelos	79

TABLAS

I. Presupuesto drenaje sanitario	30
II. Cronograma de ejecución drenaje sanitario	33
III. Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de K	47
IV. Clasificación de vehículos, según su categoría	48
V. Categoría 1, pavimento rígido.	48
VI. Pavimento con juntas con agregados de trabe	49
VII. Presupuesto de pavimento rígido	65
VIII. Cronograma de ejecución de pavimento rígido	66
IX. Diseño hidráulico drenaje pluvial	75
X. Diseño hidráulico de drenaje sanitario	77

LISTA DE SÍMBOLOS

a/A	Relación de alturas
Δ	Delta de curva
cm	Centímetro
d/D	Relación de diámetros
D	Diámetro de la tubería
Dist H	Distancia horizontal
f'c	Resistencia máxima del concreto
Fqm	Factor de caudal medio
G	Grado de curva
hab.	Habitantes
H	Altura
Hpv	Altura de pozos de visita
I.P.	Índice de plasticidad
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
kg.	Kilogramos
km.	Kilómetros
L	Longitud
lts.	Litros
L.L.	Límite líquido
L/hab/día	Litros por habitante por día
m.	Metros
mm.	Milímetros
m/s	Metros por segundo (velocidad)
PV.	Pozo de visita
PCA	Asociación del Cemento Pórtland
Po	Punto observado

Q	Caudal de diseño a sección parcialmente llena
q/Q	Relación de caudales
Q	Caudal a sección llena
R	Radio de curva
S	Pendiente del terreno
S (%)	Pendiente en porcentaje
Seg.	Segundos
TPD	Tránsito promedio diario
v	Velocidad del flujo en la alcantarilla
V	Velocidad del flujo a sección llena
v/V	Relación de velocidades
Ø	Diámetro
'	Minutos
"	Segundos

GLOSARIO

Aguas negras

Generalmente, se llama así, a las aguas de desechos provenientes de usos domésticos e industriales.

Altimetría

Parte de la topografía que enseña a medir las alturas, sirve para la representación de secciones o perfiles de una sección de terreno, cuyas alturas están referidas aun eje llamado línea de horizonte.

Azimut

Es el ángulo formado por su dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado astronómicamente. El azimut se mide en el plano horizontal en el sentido de la agujas del reloj.

COGUANOR

Normas guatemaltecas para la construcción.

Colector

Tubería, generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas

indeseables de la población al lugar de descarga.

Conexión domiciliar

Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente.

Compactación

Acción de hacer alcanzar a un material una textura apretada o maciza.

Cota de terreno

Número en los planos topográficos, indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.

Cota invert

Cota de la parte inferior del tubo ya instalado.

Densidad

Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

Descarga

Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, las que pueden estar crudas o tratadas.

Dotación

Estimación de la cantidad de agua que en promedio consume cada habitante por día.

Estación

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

Gabarito

Sección transversal del proyecto vial, en donde se inicia el ancho de la calle, bordillos y espesores de las diferentes capas.

Junta

Es el espacio dejado entre losas de concreto para absorber los movimientos diferenciales, debidos a la expansión y contracción del material constituyente de las losas.

Planimetría

Parte de la topografía que describe una sección de terreno en dos dimensiones sobre el horizonte, es decir algo y ancho.

Pozo de absorción

Estructura en la cual se vacían las aguas negras sedimentadas provenientes de la fosa sedimentada o de otro procedimiento de tratamiento.

Pozo de visita

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

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene información de las actividades desarrolladas durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado en la Municipalidad de Esquipulas; en él se describen paso a paso, los criterios que se tomaron en cuenta, para el diseño de los proyectos de alcantarillado sanitario del barrio San José Palo Negro y el diseño del pavimento rígido del mismo lugar.

Cabe mencionar que en el diseño del alcantarillado sanitario se incluyen las obras de arte, conexiones domiciliarias, propuesta de tratamiento y el punto de desfogue. En el caso de la pavimentación se realizaron muestras de suelo para el respectivo estudio y, así, conocer su capacidad soporte para diseñar la subrasante, la sub-base y la carpeta de rodadura.

En el diseño del pavimento rígido; se utilizó el sistema de medición topográfica como la planimetría y altimetría, para definirse una longitud de 1675 m. de largo y un ancho promedio de 6 m., para luego proceder al muestreo de la sub-rasante y así conocer las propiedades del suelo por medio de los ensayos de laboratorio y diseñar el pavimento rígido; para el diseño se utilizó el método simplificado de la PCA llegando a proponer una de base de 13 cm, y un espesor de losa de 15 centímetros y un bombeo pluvial del 2%.

En el barrio San José Palo Negro, previo a realizar el drenaje sanitario; se estudió dónde se debía descargar el agua residual y cuál tendría que ser el tratamiento de dichas aguas; teniendo definidos los parámetros anteriormente mencionados, se procedió a los trabajos previos al diseño; planimetría y altimetría, definiéndose una longitud de 1,675m., posteriormente se tomaron parámetros de diseño como: periodo de diseño, tasa de crecimiento de la población, la dotación de agua potable que percibe la población, la cantidad de

habitantes por vivienda, número de viviendas, finalmente proponiéndose un sistema de tubería PVC ASTM NOVAFORT F-949, pozos de visita y demás obras de artes por su facilidad de instalación, economía y duración; teniendo la certeza de que con estos proyectos la población continúe con su proceso de desarrollo y mejore su calidad de vida.

OBJETIVOS

- **General:**

Diseñar el pavimento rígido del barrio San José Palo Negro y drenaje sanitario para el mismo barrio, proyectos ubicados en el municipio de Esquipulas, Chiquimula.

- **Específicos:**

1. Desarrollar un diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura existentes en el municipio de Esquipulas, Chiquimula.
2. Contribuir por medio del diseño de proyectos de infraestructura, al desarrollo y crecimiento del municipio de Esquipulas, Chiquimula.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo de graduación, se presentan de forma separada dos proyectos de infraestructura, cada uno contiene la respectiva descripción (ubicación, justificación, alternativas, etc.) y descripción de los elementos que intervienen directamente con el diseño.

Teniendo la certeza que en los últimos años los seres humanos se han visto en la necesidad de crear conciencia acerca del cuidado de los recursos naturales de la tierra, juegan un papel importante los de métodos y sistemas adecuados para la evacuación de los desechos provenientes de viviendas, comercios e industrias, evitando de este modo el daño al medio ambiente, ya que es de beneficio a los habitantes de las poblaciones a servir y para las circunvecinas. Por medio de los principios que dicta la Ingeniería Sanitaria, respecto a la evacuación de desechos, se han ensayado varios métodos para llevar a cabo su eliminación en poblaciones; demostrando que el agua puede ser utilizada como medio de transporte de dichos desechos, siendo este método más ventajoso, exceptuándolo en casos particulares.

El proyecto de pavimentación será de gran beneficio para los vecinos, ya que se estará evitando el lodo que es común en calles no pavimentadas, en donde es más difícil la circulación de vehículos en invierno, provocando así el deterioro y destrucción de los automóviles, ya que actualmente las calles del barrio San José Palo Negro, se encuentra en malas condiciones, debido a ello se planificará la pavimentación de esta vía de acceso.

Para el desarrollo de estos proyectos se deben de tomar en cuenta todas las normas, especificaciones y recomendaciones posibles que existen en el medio para lograr un buen funcionamiento durante su período de vida útil.

1. ASPECTOS MONOGRÁFICOS

1.1 Antecedentes históricos

Antes de la conquista el Municipio de Esquipulas era reconocido con el nombre de Yzquipulas. Según libro del Cabildo, en su folio 162 Ysquipulas fue conquistada por primera vez en el año de 1525, por los Capitanes españoles Juan Pérez Dardón, Sancho de Barahona y Bartolomé Becerra, quienes fueron enviados por don Pedro de Alvarado. Pero habiéndose levantado los esquipultecos contra la autoridad del Rey en abril de 1530, aprovechando la situación política de la Capitanía General, según Fuentes y Guzmán, hubo necesidad de que el gobernador interino don Francisco de Orduña, enviara a los Capitanes Pedro de Amalín y Hernándo de Chávez, a reconquistar a Yzquipulas, ante quienes el cacique de Yzquipulas se rindió después de tres días de sangrientos combates, indicando que esto lo hacía: “Más por la paz y tranquilidad pública, que por temor a las armas castellanas”. (Monografía de Esquipulas del Periodista Vitalino Fernández Marroquín).

Vale la pena resaltar como dato histórico, el hecho que de todo el departamento de Chiquimula, y prácticamente de todo el corregimiento de Chiquimula de la Sierra, con excepción de los valles de Zacapa y Santa Catarina Mita, la población española en los valles de Esquipulas fue la más numerosa. A base del primer libro de bautizos de 1692 a 1716, se nota que la comunidad española empezaba a gestarse con una población de 198 españoles y ya entre los años 1810-1825 habían 851 españoles en los valles de Esquipulas notándose que a lo largo de un siglo ya había aumentado la población española por casi 5 veces. Lo que atrajo a muchos españoles fueron

sus valles tan deliciosos y fértiles, así también la hermosa imagen del Cristo Negro de Esquipulas. Labran maíz, tienen trapiches de caña dulce con que hacen rapaduras, siembran maíz y frijol y además hay crianza de ganado, caballar y mular”.

Los españoles atraídos por la fertilidad de las tierras se asentaron en haciendas fuera del pueblo principalmente en los valles de Olopita, Atulapa, Jagua y Jupilingo (Rev. Ricardo Terga, La Mies es Abundante, España en Chiquimula y Jutiapa Colonial).

Entre 1560 y 1570 fue fundada la villa de Esquipulas, por los españoles y poblada en sus inicios por los toltecas que dieron origen a los indígenas Chortí. Luego tras haberse asentado en los valles del municipio muchas familias españolas, aumentó la población de mestizos y mulatos.

Esta villa fue elevada a la categoría de ciudad el 11 de octubre de 1968 y su templo fue situado como basílica por Bula del Papa Juan XXIII el 16 de abril de 1961, fecha en que también recibió la categoría de Ciudad Prelaticia.

Por su importancia turística y religiosa a nivel de Región Centroamericana, ser sede de varios acontecimientos especiales, la ciudad de Esquipulas ostenta varios títulos como: CAPITAL DE LA FE CENTROAMERICANA, SEDE DEL TRIFINIO Y PUERTA ABIERTA HACIA LA PAZ.

1.2 Características geográficas

1.2.1 Límites y localización

El Municipio de Esquipulas está situado en la parte sur-oriental del departamento de Chiquimula, República de Guatemala, Centro América, en el área del Trifinio de las líneas divisorias entre las repúblicas de El Salvador, Honduras y Guatemala, a una altitud que oscila entre los 600 metros SNM y 2,500 metros en las montañas más altas; latitud norte 14° 33' 43", longitud oeste 89° 21' 052"..

Figura 1. Ubicación del barrio San José Palo Negro, Esquipulas, Chiquimula



Fuente: OMP (catastro)

Municipio de Esquipulas

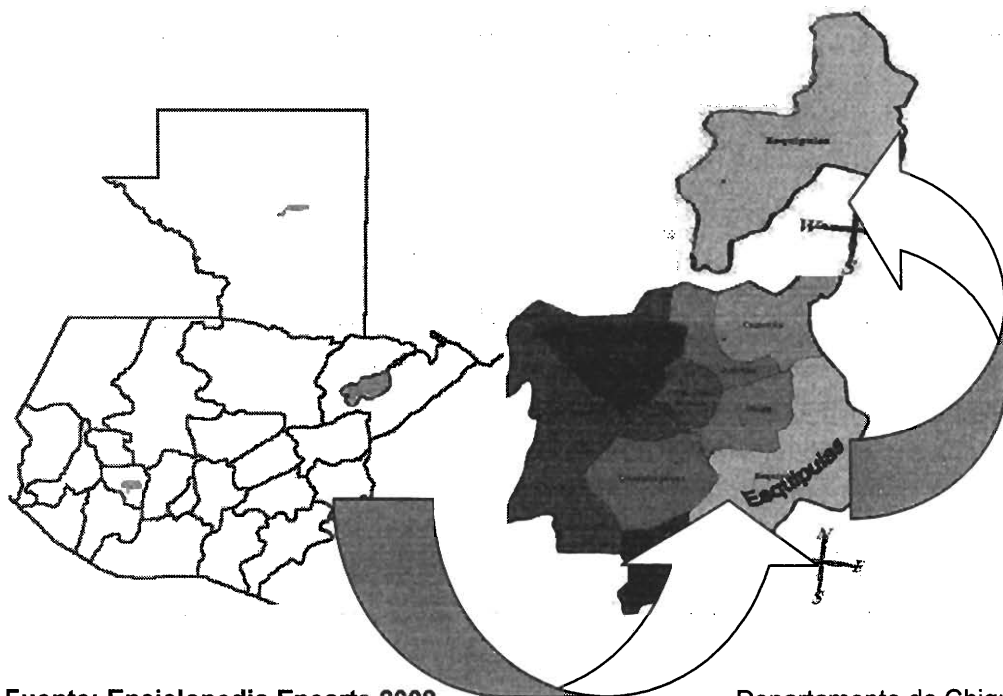
Colinda al norte con los Municipios de Olopa, Jocotán y Camotán del departamento de Chiquimula. Al Sur con municipio de Metapán, El Salvador.

Al oriente con los departamentos de Copan y Ocotepeque, Honduras y al poniente con el municipio de Concepción las Minas y parte de Quezaltepeque del departamento de Chiquimula, Guatemala.

El municipio de Esquipulas es uno de los 11 municipios del departamento de Chiquimula, localizado a 222 kilómetros de la ciudad capital y aproximadamente a 59 kilómetros de la cabecera departamental Chiquimula.

Está considerado como Municipio de primera Categoría, ya que su cabecera Municipal fue elevada a la categoría de Ciudad durante la administración del Coronel Peralta Azurdía, pero se le confirió dicho título hasta el 11 de octubre de 1968.

Figura 2. Ubicación del municipio de Esquipulas



Fuente: Enciclopedia Encarta 2008

Departamento de Chiquimula

1.2.2 Extensión territorial

El Municipio tiene una extensión de 532 kilómetros cuadrados y 7.28 kilómetros cuadrados en el área urbana. La cabecera en el parque frente a la basílica está a 950 mts. SNM, latitud Norte 14° 33' 43", longitud Oeste 89° 21' 52".

1.2.3 Clima

Esquipulas tiene un clima muy variable, cálido templado seco, su temperatura promedio es de 25 grados centígrados, bajando hasta 10 grados centígrados ocasionalmente. Boscoso con un invierno benigno, especialmente el de las estribaciones de sus montañas, las de La Granadilla que favorecen al clima de la ciudad, también las de Miramundo y San Isidro por el lado de la zona de Chanmagua. Los meses más calientes son marzo y abril y los más fríos diciembre y enero.

La época de lluvia es de mayo a octubre, habiendo semanas de chubascos en noviembre, diciembre y enero, que se conoce como lluvias temporales.

La estación meteorológica más cerca se encuentra ubicada en la ciudad de Esquipulas, Chiquimula a una Longitud Oeste 89° 21' 52", Latitud Norte 14° 33' 43".

1.2.4 Vientos y humedad relativa

La velocidad del viento es aproximadamente de 6.8 km/hrs. La humedad relativa es de 83% (ochenta y tres por ciento).

1.2.5 Accesos y vías de comunicación

El municipio cuenta con una carretera asfaltada que por ser la que comunica con la ciudad capital del país es la principal, con una longitud de 222 kms. El caso del área rural solo cuenta con caminos de terracería que, en la mayoría de los casos, se trata de caminos vecinales accesibles únicamente en época seca.

1.2.6. Topografía e Hidrografía

La topografía de este municipio es montañosa con pendientes bastante pronunciadas.

Sus aguas se distribuyen en dos corrientes distintas (Laguna Verde y Lagunetas de Los Melchores), una desemboca en el Pacífico y la otra en el Atlántico. La primera nace en las montañas de Santa María y Olopa y serpentea por territorios hondureños y salvadoreños hasta el Pacífico. La segunda, que recibe los afluentes del Playón y Joyitas, se arrastra hasta desembocar en el Mar de Las Antillas.

1.3 Actividades económicas

1.3.1 Actividad comercial

Régimen de tenencia de tierra

El uso y la tenencia de la tierra en el área rural del municipio están orientados en un alto porcentaje a la actividad agrícola.

Actividades del sector agricultura

Una de las principales actividades agrícolas es el cultivo de café considerándose un porcentaje del municipio como zonas con buena asistencia financiera y de comercialización para empresas exportadoras, actualmente se produce en el municipio alrededor de 140,000 qq de forma que se constituye este producto en el de mayor potencial en la región. Otros cultivos importantes del área de Olopita, Valle de Dolores, Atulapa y el Rodeo son el tomate, chile y arroz, siendo comercializado un alto porcentaje de la producción.

Producción pecuaria

La producción pecuaria es considerada como una actividad tradicional en el área, como cría de ganado equino, porcino y aves de corral, siendo la principal de ganado bovino de doble propósito (carne y leche).

Sector productivo urbano

Las características de Esquipulas como ciudad fronteriza y con una basílica la ha convertido en una ciudad turística - religiosa, lo que ha desarrollado dentro del área urbana diferentes actividades productivas y comerciales entre los pobladores, creando una infraestructura hotelera de aproximadamente 15 hoteles, más pensiones y hospedajes o mesones, restaurantes y comedores.

Se desarrolla una actividad artesanal que se encamina a lo religioso, como esculturas religiosas en yeso, madera y cuero, dulces típicos y productos de parafina y cera.

Uno de los indicadores de la alta actividad agrícola y comercial en el área, es el sector bancario, contando la ciudad con 7 bancos y 2 cooperativas de ahorro y crédito.

1.4 Actividad sociocultural

1.4.1 Servicios disponibles

Existe 1 centro y 3 puestos de salud en el municipio, distribuidos de la siguiente forma: Ciudad de Esquipulas, aldea Chanmagua, 1 Puesto de Salud y 1 clínica de la Iglesia, aldea Horcones, aldea Timushán. Del total de centros poblados únicamente el 3% cuenta con centros de salud.

La cobertura del sistema de abastecimiento alcanzaba en 1995 al 62.2% de la población, correspondiente a 4,042 viviendas con 19,800 habitantes, cifra baja en comparación con otros municipios del departamento de Chiquimula.

La calidad del agua es buena, ya que proviene de manantiales, realizándose una desinfección preventiva previa al consumo para eliminar microorganismos y la contaminación que los propios usuarios puedan provocar. En este aspecto hay que tener en cuenta la dificultad que existe para recuperar los recursos subterráneos contaminados.

La red de saneamiento cubría al 32.6% de la población en 1995. La recogida de aguas negras se produce mediante desagües a flor de tierra, fosas sépticas o drenajes, llevando las aguas hacia un colector de aguas residuales.

La red de saneamiento cubría al 32.6% de la población en 1995. La recogida de aguas negras se produce mediante desagües a flor de tierra, fosas sépticas o drenajes, llevando las aguas hacia un colector de aguas residuales.

Hay que prestar especial atención al hecho que el porcentaje de población con abastecimiento de agua es mayor que el porcentaje de población con sistema de saneamiento. Esta situación condiciona la vulnerabilidad a la infección por enfermedades de origen hídrico, como el cólera y las diarreas, no por consumo de agua contaminada, sino por la exposición a los vertidos de aguas residuales.

Se producen vertidos directos al río, situación especialmente preocupante en el caso de que los vertidos procedan de edificios como el matadero, en el que se despiezan gran cantidad de animales cuyas vísceras y sangre son eliminadas directamente a través del río.

La extracción de basura presenta niveles de cobertura bajos, debido al precario estado de los camiones de recogida, a la dificultad de acceso de los camiones a todas las calles de la ciudad y a la falta de centralización en la producción de residuos, que provoca la necesidad de realizar la recogida casa por casa.

Muchas familias, para eliminar los desechos sólidos, prefieren enterrarlos, incinerarlos o tirarlos en cualquier lado, antes de pagar por el servicio de extracción, esto principalmente en zonas cercanas al casco urbano.

La dificultad en el acceso provoca retrasos en la recogida, que debe realizarse manualmente, lo que conlleva una total falta de optimización, siendo necesario emplear cuatro ayudantes por cada camión recolector.

1.4.2 Población

Esquipulas fue un poblado netamente Chortí, pero en la actualidad sus habitantes son mestizos.

El casco urbano la población tiene un total de 17,560 habitantes, y el área rural un total de 23,458, siendo este el 57% del total de originarios del municipio, según el censo urbano levantado en octubre de 1997 (Municipalidad-AECI), y el censo rural levantado a finales del año 1998 y principios de 1999. De estas cantidades mencionadas en el área urbana, existen 1,961 habitantes no originarios del municipio.

1.4.3 División política

El municipio de Esquipulas en su división política administrativa, posee 21 aldeas, 127 caseríos, 8 barrios, 12 residenciales y el número de habitantes en el área rural es de 29,426 y el área urbana es de 25,480.

Está considerado como Municipio de primera Categoría, ya que su cabecera Municipal fue elevada a la categoría de Ciudad durante la administración del Coronel Peralta Azurdía, pero se le confirió dicho título hasta el 11 de octubre de 1968.

1.4.4 Educación

La ciudad cuenta con varias escuelas, de las cuales la más grande es un edificio escolar que atiende a más de 1,600 alumnos en tres jornadas, mismo que se encuentra en malas condiciones, especialmente sanitarias.

Se cuenta también con un instituto de educación básica y una escuela de educación preprimaria, además de seis colegios privados.

1.5 Principales necesidades del Municipio

1.5.1 Vías de acceso

Esquipulas se encuentra a 222 kilómetros de la ciudad capital, el acceso a la cabecera municipal desde la ciudad capital se da por medio de las rutas CA-9 y CA-10, la ruta CA-12 conduce a la frontera con la República de Honduras.

El resto del municipio cuenta con carreteras y camino sin asfalto que comunican con aldeas y caseríos. En general, estas vías de acceso son, en su mayoría, caminos vecinales de terracería cuyo acceso es únicamente posible en época seca.

1.5.2 Contaminación por aguas residuales

Actualmente, el Barrio San José Palo Negro no cuenta con un sistema colectivo de evacuación de las aguas servidas; teniendo cada vivienda que disponer de las aguas residuales a flor de tierra; de tal manera que la mayoría de los habitantes la depositan superficialmente en los patios de sus viviendas, formando zanjas y charcos de agua contaminada; lo cual contribuye a la proliferación de enfermedades de tipo gastrointestinal; también cabe mencionar que es un foco de enfermedades epidémicas y contamina el entorno ambiental. Por lo tanto, las principales necesidades de la población de Esquipulas son: la pavimentación de una de las vías de acceso y alcantarillado sanitario.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO

2.1 Descripción del proyecto

El estudio de introducción de drenaje al Barrio San José Palo Negro en el municipio de Esquipulas, Chiquimula es estrictamente sanitario, para su realización se hizo en primer lugar, un estudio poblacional y un levantamiento topográfico, en lo que se refiere a la altimetría y planimetría.

El proyecto comprende de 1,675 m lineales de tubería PVC, distribuido en 7 ramales norma ASTM NOVAFORT F949, de diámetro de 6" contando con un sistema de 39 pozos de visita, con una altura promedio de 1.40 metros.

2.2 Estudio de la población a servir

El estudio de la población se efectúa con el objeto de estimar la población que tributará caudales al sistema, al final del período de diseño, será estimada utilizando alguno de los métodos conocidos. Para el caso del barrio San José, se optó por el método geométrico, por ser el modelo que mejor se adapta para poblaciones en vías de desarrollo.

2.2.1 Encuesta

Se realizó una encuesta sanitaria del lugar donde se realizará el proyecto con el propósito de obtener datos de la población a brindar el servicio.

Se hizo un cálculo de 5 habitantes por vivienda; no existen industrias ni comercios en este sector.

2.3 Levantamiento topográfico

2.3.1 Planimetría

El levantamiento planimétrico se realizó utilizando el método de conservación de azimut. Dentro de lo que es la red principal se hicieron radiaciones para conocer mejor las distancias entre cada pozo de visita.

2.3.2 Altimetría

El desarrollo del presente estudio requirió de un levantamiento topográfico para conocer el perfil del terreno, así mismo para determinar las elevaciones y pendientes del terreno. El levantamiento altimétrico se realizó por medio de nivelación taquimétrica, utilizando para la altimetría el mismo equipo que se utiliza para la planimetría. El cual nos dará las elevaciones de los pozos de visita.

2.4 Trazo de la red

El trazo de la red se realizó en el centro de la calle, ubicando los pozos en las intersecciones de calle, en las curvas para mantener la dirección y

tomando el criterio de que la distancia entre pozos no tiene que ser mayor a 100 metros.

2.5 Diseño de la red

Para el diseño de la red de recolección de aguas negras se deben de considerar aspectos importantes como los que a continuación se presentan, los cuales servirán de ayuda para realizar un trabajo de acuerdo a las necesidades y condiciones que se presenten.

2.5.1 Período de diseño

Se considera como tal el tiempo durante el cual, la obra dará servicio satisfactorio para la población de diseño. Para fijarlo se tomará en cuenta la vida útil de los materiales a utilizar, costos población, comportamiento de la obra en sus primeros años y la posibilidad de ampliaciones este último dependerá mucho de la población futura.

El período de diseño de un sistema de alcantarillado es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable; este período variará de acuerdo a:

La cobertura considerada en el período de diseño estudiado

Crecimiento de la población

Capacidad de administración, operación y mantenimiento

Según el criterio del diseñador y basándose en datos de instituciones como el Instituto de Fomento Municipal (I.N.F.O.M.); según el capítulo 2 de las normas generales para el diseño de alcantarillado los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante un período de 30 a

40 años, a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño, para el proyecto se tomó 31 años por ser el tiempo de vida útil del proyecto y por los costos del mismo.

2.5.2 Población de diseño

La población a utilizar en el diseño será la proyección de 5 habitantes actuales y 6 habitantes futuros por casa.

Para determinar la población, con la que se va a diseñar el sistema, se optó por el método geométrico, ya que éste requiere nada más que una información acerca de la población actual del lugar, y la tasa de crecimiento es un dato que se puede establecer con censos recientes y tomando en cuenta el área en que se puede expandir el lugar, así como el período de diseño, el cual ya se tiene establecido. La expresión a utilizar para el cálculo de la población futura es:

$$P_f = P (1+R)^n$$

donde:

P_f = población futura

P = población actual

n = período de diseño

R = tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento con la que se trabajó es de 3.5% anual, según Instituto Nacional de Estadística (INE).

P_f = (No. de viviendas) (habitantes/viviendas)

P_f = (205 viviendas) (6 habitantes/vivienda) = 1025 habitantes

P_f = (1025 habitantes) $(1+0.035)^n$ = 2978 habitantes

La población proyectada para el año 2039 es de 2,978 habitantes.

2.5.3 Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante por día (L/hab/día). La dotación que se utilizará en el diseño será entre 200 (L/hab/día).

2.5.4 Factor de retorno

El factor de retorno es el porcentaje de agua que, después de ser usada, se conduce hacia el drenaje. En este caso se considera que un 80% del agua utilizada irá al sistema de drenaje (tomando en consideración para ello las actividades de la población, el clima y la cultura). Para el presente caso el caudal domiciliar será:

$$Q_d = ((\text{No. habitantes}) (\text{dotación}) (\text{factor de retorno}))/86400 \quad \text{l/s}$$

2.5.5 Factor de caudal medio

Este caudal expresa el volumen de aguas negras que en promedio escurre por la alcantarilla. Se considera como la suma de todos los caudales anteriormente descritos dividida por el número de habitantes a servir.

De acuerdo con las normas vigentes en el país, este factor debe ser mayor a 0.0020 y menor que 0.0050. Si por alguna razón el valor calculado estuviera arriba de 0.0020, se adoptará este; y si, por el contrario, el valor

calculado estuviere arriba de 0.0050, se tomará como valor para el diseño el de 0.0050. Este factor se expresa en litros por segundo por habitante.

Cuando no se pueden obtener los datos requeridos, se puede asignarse de acuerdo al criterio del diseñador tomando como modelo una población similar a la que se está estudiando.

Este factor de caudal medio se puede calcular con la siguiente expresión:

$$P_f = (Q_d + Q_i + Q_c + Q_{in} + Q_{il}) / (\text{No. habitantes}) \quad (\text{Lts/seg/hab})$$

Q_d = Caudal domiciliar

Q_i = Caudal industrial

Q_c = Caudal comercial

Q_{in} = Caudal infiltración

Q_{il} = Caudal ilícitas

2.5.6 Factor de Harmond

El factor de de Harmond o factor de flujo instantáneo es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado.

Este factor actúa principalmente en las horas pico, es decir, en horas en que más se utiliza el sistema de drenaje:

Para cada tramo se calcula con la siguiente fórmula:

$$F_H = (18 + P^{1/2}) / (4 + P^{1/2})$$

Donde P es el número de habitantes a servir expresado en miles de habitantes. El valor del factor de Harmond se encuentra en 1.5 - 4.5, de acuerdo al tamaño de la población.

2.5.7 Caudal sanitario

2.5.7.1 Caudal domiciliar

El caudal domiciliar es la cantidad de agua que se evacua hacia el drenaje luego de ser utilizada en las viviendas.

En función directa de la dotación de agua, para el caso del barrio San José Palo Negro se estimó 200 litros por habitante por día (se determinó este valor, por medio de la dotación que se usa en la ciudad de Esquipulas).

2.5.7.2 Caudal comercial

Se define como la cantidad de aguas negras que desecha el comercio, y está en función de la dotación de agua asignada para este fin. En el barrio no se cuenta con comercios, por lo que este caudal es nulo. Se expresa en litros por segundo.

2.5.7.3 Caudal de infiltración

Este depende de la permeabilidad del material, la transmisibilidad del suelo, la longitud del tramo y la profundidad a la que se coloca.

Por depender de muchos factores externos, se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo y generalmente se expresa en litros por kilómetro por día. Para tubería de PVC, este valor es despreciable.

En tubería de concreto u otro material compuesto de mortero de cemento se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{in} = F_{in} (\text{metros de tubería} + (\text{No. de casas} * 6) / 1000$$

O con la siguiente fórmula:

$$Q_{in} = F_{in} (\text{longitud de tubería})$$

En Guatemala $F_{in} = 16000-18000$ litros/km/día

2.5.7.4 Caudal de conexiones ilícitas

En el caso de sistemas de drenaje sanitario, este caudal lo constituye el agua de lluvia que llega a las tuberías del drenaje como consecuencia de que algunos usuarios conectan sus bajadas de agua pluvial al sistema. Este caudal es perjudicial para el sistema y debe evitarse para no causar daños y la posible destrucción del drenaje. Para su estimación se recomienda calcularlo como un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos y patios, y de su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{il} = (CIA*1000) / 360$$

donde:

Q = caudal de conexiones ilícitas (lts/seg).

C = coeficiente de escorrentía que depende de la superficie. I = intensidad de lluvia en el área (mm/hora).

A = área en hectáreas

Para cada área existe un factor de escorrentía; para el caso del barrio se ha tomado un valor de 0.90 para techos y 0.70 para patios.

Existen otras formas de calcular el caudal de conexiones ilícitas, tales como considerarlo como un porcentaje del caudal domiciliar, como un porcentaje de la precipitación.

2.6 Relación de diámetros y caudales

La relación q/Q deberá ser igual a 0.75, la relación d/D debe ser mayor o igual a 0.10 y menor o igual a 0.75 para alcantarillado sanitario.

2.7 Velocidades mínimas y máximas

Se debe diseñar de modo que la velocidad mínima del flujo, para tubería de PVC, trabajando a cualquier sección, debe ser 0.60 m/s. No siempre es posible obtener esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven sólo a pocas casas y producen flujos bastantes bajos; en tales casos, se acepta una velocidad de 0.30 m/s; una velocidad menor permite que ocurra decantación de sólidos. La velocidad máxima será de 3.00 m/s, ya que las velocidades mayores causan efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión (arena, cascajo, piedras, etc.) producen un efecto abrasivo en la tubería.

2.8 Cotas Invert

Son las cotas inferiores e interiores de la tubería de drenaje, que indican a que profundidad de la superficie se encuentra la tubería de llegada y la de salida en un pozo de visita. Estas cotas se calculan con base en la pendiente de la tubería y la distancia del tramo respectivo.

Para los detalles de las cotas invert es importante tener en cuenta lo siguiente:

La cota invert de salida de un pozo se coloca 3 centímetros más baja que la cota invert de entrada, cuando las tuberías son del mismo diámetro.

La cota invert de salida está a un nivel más bajo que la entrada, la cual será la diferencia de diámetros de las tuberías, cuando éstas son de diferente diámetro.

Cuando a un pozo de visita llegan varias tuberías de distintos diámetros y sale una de igual diámetro al mayor de las que llega, la cota invert de salida está 3 centímetros debajo de la de entrada, si la tubería que sale es de diámetro mayor, la cota invert de salida será la diferencia de diámetro con la tubería de mayor diámetro que llega al pozo de visita.

2.9 Pozos de visita

Los pozos de visita siempre son necesarios en el lugar donde concurren dos o más tuberías así como también en los lugares donde hay cambio de dirección o de pendiente en la línea central de diseño. Son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

En toda intercepción de colectores

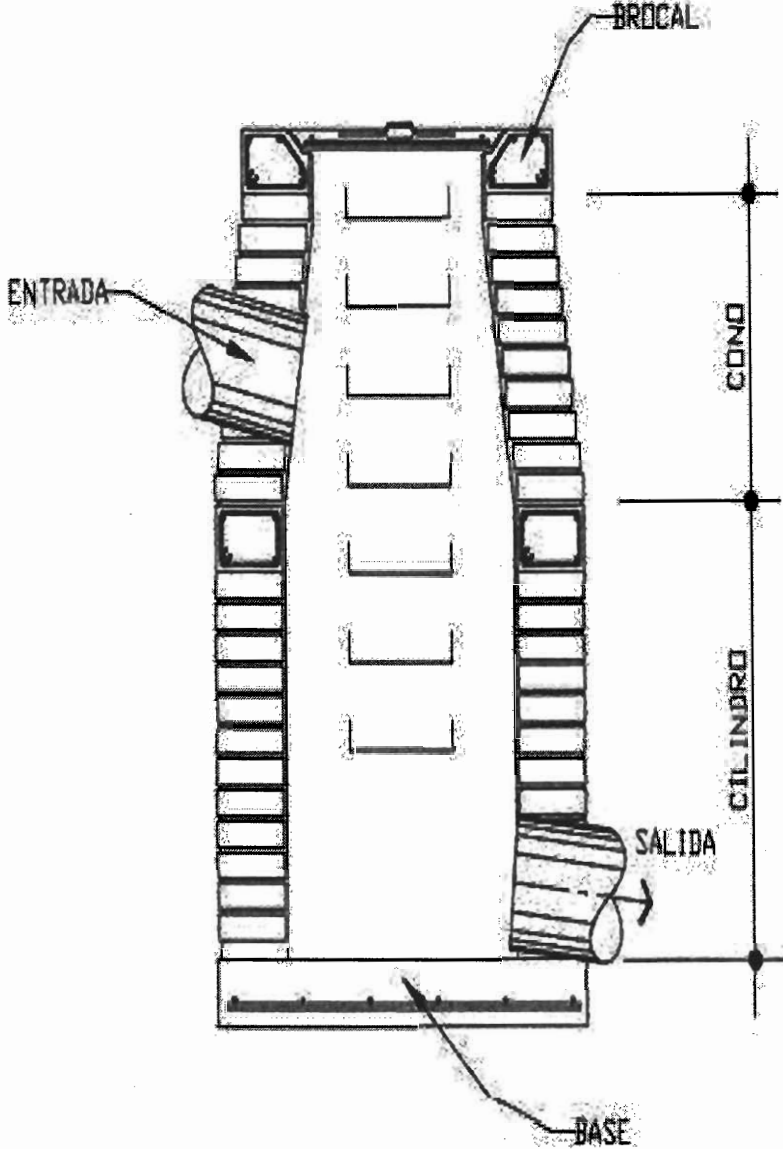
Al comienzo de todo colector

En cambios de dirección

En líneas de conducción rectas, a distancias no mayores de 100 metros

En cambios de pendiente

Figura 3. Partes de un pozo de visita



FUENTE: Carlos Humberto Gúzman Cabrera, **Diseño del sistema de drenaje sanitario del Barrio La Laguna y diseño del pavimento rígido del camino que conduce a la aldea San Nicolás, municipio de Estanzuela departamento de Zacapa. Pg 51**

2.10 Conexiones domiciliarias

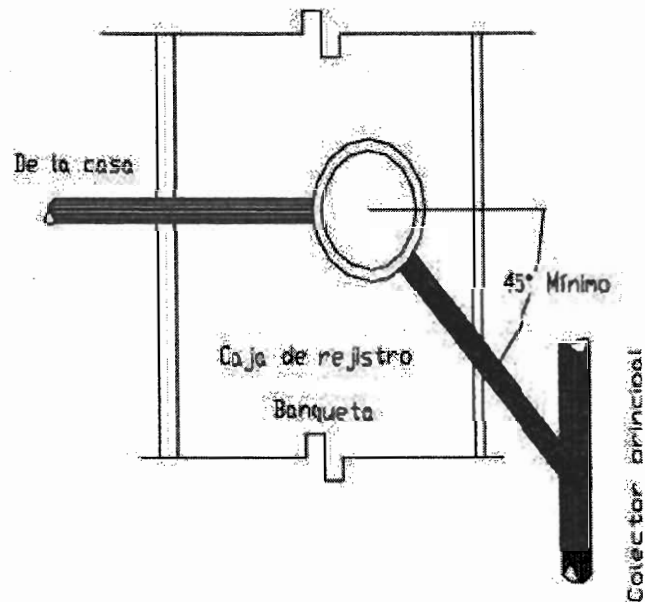
Tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado central. Constan de las siguientes partes:

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

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 2.00% para 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. Los sistemas que permitan un mejor funcionamiento del alcantarillado, se emplearán en situaciones en las cuales el diseñador lo considere conveniente, según 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.

Figura 4. Conexiones domiciliarias



FUENTE: Carlos Humberto Gúzman Cabrera, **Diseño del sistema de drenaje sanitario del barrio La Laguna y diseño del pavimento rígido del camino que conduce a la aldea San Nicolás, municipio de Estanzuela departamento de Zacapa. Pg 53**

2.11 Profundidades mínimas de tuberías

La profundidad mínima adoptada fue de 1.20 mts, por debajo de la rasante de la calle, para evitar que la tubería se rompa por el tránsito vehicular u otra carga viva o de impacto, que se pueda presentar.

2.12 Desfogue

El desfogue total de las aguas negras del barrio San José Palo Negro van hacer descargas a la red municipal de la cabecera de Esquipulas.

2.13 Evaluación de Impacto Ambiental Inicial

En sentido estricto, la ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe.

Dentro de ella, también, entra lo que la sociedad construye a través de su accionar. Generalmente, esto es lo que se identifica como "ambiente". Podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales.

Debe quedar explícito, sin embargo, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. Se puede definir el Estudio de Impacto Ambiental como el estudio técnico, de carácter interdisciplinario, que incorporado en el procedimiento del Estudio de Impacto Ambiental, está destinado a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental.

Identificación de factores que puedan causar impacto ambiental y a qué parte está afectando

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

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

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

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

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

Impactos negativos

Los impactos negativos del proyecto se dan sólo en las etapas de construcción y operación del proyecto y la mayoría se da en la fase de construcción los elementos más impactados negativamente son:

- El suelo
- El agua
- Las partículas en suspensión.

Medidas de mitigación

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

Plan de contingencia

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

- Integrar un comité de emergencia contra inundaciones, azolvamiento en la comunidad beneficiada y además deben velar por que los lugares en donde se ubican las obras civiles se encuentran lo más despejado posible.
- Elaborar un programa de capacitación para prevención de accidentes.
- Capacitar al (o a los) trabajadores que se encargarán de darle mantenimiento al sistema especialmente sobre aspectos de limpieza de pozos de visita.
- Se debe velar porque los comunitarios no depositen su basura en las aguas negras para evitar obstaculizaciones al sistema.

- Para la disposición de desechos generados por las familias se debe contar con depósitos, distribuidos en lugares estratégicos.

- Capacitar al personal que laborará en el proyecto en el momento de entrar en operación para su mantenimiento y limpieza, así se evita la creación de basureros clandestinos.

Programa de monitoreo ambiental

- Supervisar periódicamente si están siendo ejecutadas las medidas de supervisión y mantenimiento del sistema.

- Monitorear si el personal utiliza el equipo necesario para la prevención de accidentes y de salud.

- Monitorear si está organizada la comunidad de acuerdo en lo propuesto en las medidas o plan de contingencia.

Plan de seguridad humana

- El personal que trabajará en la ejecución del proyecto debe contar con el equipo adecuado, tal como mascarillas, guantes, overoles, botas, casco, etc., que minimicen los riesgos de accidentes de salud.

- Plan de capacitación al personal que laborará en la ejecución del proyecto sobre aspectos de salud y manejo del sistema, y del equipo a utilizar.

- Mantener en un lugar de fácil acceso un botiquín con medicamentos de primeros auxilios.

Plan de seguridad ambiental

- En el análisis de los impactos se observa que el proyecto tiene aspectos negativos al ambiente, solamente en la etapa de construcción, pero éstos son fácilmente manejables mediante la implementación de las medidas de mitigación que se explicaron en el apartado de alternativas de ahí en adelante no se visualizan impactos que dañen el ambiente.

Impactos positivos

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

2.14 Presupuesto del proyecto

Tabla I. Presupuesto Drenaje Sanitario

MUNICIPALIDAD DE ESQUIPULAS - ADMINISTRACIÓN 2008 - 2012					
CMP					
RESUMEN DE COSTOS					
RENGLON / DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U	TOTAL RENGLON	TOTAL RENGLON
TRAZO Y REPLANTEO	1675.00	ML	Q 101.35	Q 169,763.34	\$ 21,220.42
LÍNEA CENTRAL Ø6" ASTIMNOVA FORT F-949	1675.00	ML	Q 482.01	Q 807,371.42	\$ 100,921.43
POZO DE VISITA	39.00	UNIDAD	Q 4,817.92	Q 187,898.71	\$ 23,487.34
CONEXIONES DOMICILIARES Ø6"	204.00	UNIDAD	Q 642.97	Q 131,166.36	\$ 16,395.79
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q 1,296,199.82	\$ 162,024.98

Todos los costos unitarios No incluyen Transporte
 Tipo de cambio 8.00, 1 Marzo de 2009

El costo total del proyecto es de un millón doscientos noventa y seis mil ciento noventa y nueve quetzales con ochenta y dos centavos.

2.15 Evaluación socio-económica

2.15.1 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. 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.

$$VPN < 0; \quad VPN = 0; \quad VPN > 0$$

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

Las fórmulas del VPN son:

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

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

donde:

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

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

A = Valor de pago uniforme en un período 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 = Período de tiempo que pretende durar la operación.

Datos del proyecto:

El gasto total anual comprende la cantidad de Q. 42,423.81 por un período de diseño de 31 años.

El valor presente neto se calcula de la siguiente manera:

$$VPN = \text{inversion inicial} - \text{costos de operacion y mantenimiento} \left(\frac{(1+i)^{n-1}}{i(1+i)^n} \right)$$

$n = 31$ años

Tasa i de 10% anual

$$VPN = 1,296,199.82 - 42,423.81 \left(\frac{(1+0.1)^{31-1}}{0.10(1+0.1)^{31}} \right)$$

$$VPN = 910,528.82$$

2.15.2 Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno se interpreta como la tasa mínima que tiene un proyecto para recuperar la inversión sin tener ganancias. En este caso por ser un proyecto social donde no se recuperará la inversión inicial, la tasa interna de retorno no tiene mayor significado. Aunque existe el beneficio social del proyecto tal y como se establece en la evaluación socio-económica del proyecto.

2.16 Cronograma de ejecución

Tabla II. Cronograma de ejecución Drenaje Sanitario

MUNICIPALIDAD DE ESQUIPULAS - ADMINISTRACIÓN 2008 - 2012												
OMP												
PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO, BARRIO SAN JOSÉ PALO NEGRO												
UBICACIÓN: ESQUIPULAS												
FECHA: MARZO 2008												
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN												
ACTIVIDAD	MES 1			MES 2			MES 3			MES 4		
TRAZO Y REPLANTEO	■											
LINEA CENTRAL Ø 6" ASTM NOVAFORT F-949		■	■	■	■	■						
POZO DE VISITA												
CONEXIONES DOMICILIARES Ø 6"												

3. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

3.1 Descripción del proyecto a desarrollar

En el presente capítulo se desarrollará el proyecto de pavimentación rígido, para el camino que conduce a el Barrio San José Palo Negro del municipio de Esquipulas, Chiquimula en lo referente a los aspectos relacionados con pavimentos, se describirán las propiedades del suelo y el método de diseño de espesor de losa, para pavimento rígido y una explicación de pavimento flexible.

3.2 Definición de pavimentos

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

3.3 Especificaciones

Sub-rasante

CBR de diseño de 3% según laboratorio AASHTO modificado T180 construida, según especificaciones para preparación de la sub-rasante.

Base

CBR mínimo de 30 a 95% de compactación y especificaciones aplicables.

Losa de concreto

El concreto a utilizar deberá tener un modulo de ruptura mínimo de 650 psi y una resistencia a la compresión no confinada no menor de 4000 psi a los 28 días.

3.4 Parámetros de diseño

El espesor de diseño del pavimento de concreto es determinado principalmente con base en los siguientes factores de diseño.

- a. Resistencia a la flexión del concreto (módulo de ruptura MR).
- b. Resistencia de la sub-rasante, o combinación de la sub-rasante y la base (k).
- c. Los pesos, frecuencia y tipo de carga por eje de camión que el pavimento tiene que soportar.
- d. Período de diseño.

3.5 Tipos de pavimentos

3.5.1 Pavimentos flexibles

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento

está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base.

3.5.2 Pavimentos rígidos

El pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas.

3.6 Topografía

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

- Un teodolito
- Un nivel de precisión
- Una cinta métrica de 25 metros
- Una estadía
- Una plomada
- Estaca

3.6.1 Planimetría

Es el conjunto de trabajos efectuados en el campo para tomar los datos geométricos necesarios y así proyectar una figura en un plano horizontal. El método planimétrico utilizado en el tramo a pavimentar, fue la conservación del

azimut para la línea central y radiaciones para el ploteo de puntos que sirvieran de referencia para el trazo del ancho de calle.

3.6.2 Altimetría

Es la medición de las alturas de una superficie de la tierra, con el fin de representarlas gráficamente, para que juntamente con la planimetría, se defina la superficie en estudio, representada en tres dimensiones. En el presente trabajo, la medición altimétrica se realizó por medio de un nivel de precisión con su respectivo trípode y un estadal, se determinaron las elevaciones a cada 20m. y en las intersecciones, una vez teniendo localizada la línea central y la nivelación de la misma, se procedió a determinar las secciones transversales.

Esto con el fin de tener la mayor información topográfica del camino.

3.7 Ensayos de laboratorio de suelos

Los ensayos de suelos se hicieron a partir de una muestra que se obtuvo a cada 500 metros del camino a pavimentar, la profundidad de los pozos de donde se obtuvo la muestra fue de 0.50 metros.

3.7.1 Ensayo de granulometría

El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso, sirve para discernir sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Conocidas las composiciones granulométricas del material, se le representa gráficamente. Según los resultados obtenidos en el

laboratorio, el suelo posee un 44.64% de arena, 12.46% de grava y 42.90% de finos. En donde el suelo se clasifica como arena limosa color beige con grava.

3.7.2 Límites de Atterberg

Las propiedades plásticas de los suelos limosos y arcillosos pueden ser analizadas a través de pruebas empíricas o bien por el ensayo de límites de Atterberg o límites de consistencia como también se le conoce. Dentro de los primeros podemos citar los análisis de identificación preliminar de suelos finos: militancia, resistencia en seco, tenacidad y sedimentación. Los límites de Atterberg son:

- 1) Límite líquido
- 2) Límite plástico

3.7.2.1 Límite líquido

El límite líquido (L.L) es el contenido de humedad de un suelo en el límite superior del intervalo plástico.

También se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje de su peso seco, bajo el cual el suelo comienza a fluir, después de 25 golpes, utilizando el aparato propuesto por Arthur Casagrande.

3.7.2.2 Límite plástico

El Límite Plástico (L.P) se define como el contenido de humedad, expresado en porcentaje respecto al peso seco de la muestra secada al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico. Para determinar el límite plástico, generalmente se hace uso del

material que, mezclado con agua, ha sobrado de la prueba de límite líquido y al cual se le evapora humedad por mezclado hasta tener una mezcla plástica que sea fácilmente moldeable. Se forma luego una pequeña bola que deberá rodillarse en seguida con la palma de la mano o en una placa de vidrio aplicando la suficiente presión a efecto de formar filamentos.

3.7.2.3 Índice plástico

Representa la variación de humedad que puede tener un suelo, que se conserva en estado plástico. Tanto el límite líquido, como el límite plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla. El índice plástico es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

Según Atterberg:

Índice plástico = 0 entonces, suelo no plástico;

Índice plástico = 7 entonces, suelo tiene baja plasticidad

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

Dado que el índice plástico, es de 8.50 según el laboratorio, el suelo se encuentra clasificado en medianamente plástico.

3.7.3 Ensayo de compactación o proctor modificado

La prueba de Proctor Modificado, según la norma A.A.S.T.H.O. T-180, se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen, de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido, para diferentes contenidos de humedad. Los resultados indican que posee una densidad seca máxima de 1.902 t/m³, humedad óptima de 12.2%. La humedad que contenga el suelo,

representa la cantidad de agua necesaria para que el suelo pueda alcanzar el grado máximo de resistencia y acomodo de sus partículas.

3.7.4 Ensayo de valor soporte CBR

El C.B.R. se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón hasta la misma profundidad de una muestra patrón de piedra triturada bien graduada. Este ensayo generalmente se determina para 0.1" y 0.2" de penetración o sea dividiendo el esfuerzo para cada penetración entre un esfuerzo de 1000lbs/plg² y uno de 1500 lb/plg² respectivamente.

3.7.5 Análisis de resultados de laboratorio de suelos

Los resultados obtenidos, de los ensayos realizados a la muestra representativa, así como las gráficas, pueden observarse en los apéndices.

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

El resumen de resultados se muestra a continuación:

Clasificación P.R.A. = A – 4

Clasificación S.C.U. = SM

Descripción del suelo = Arena limosa color beige con grava

Límite líquido = 28.80 %

Índice plástico = 8.50%

Peso unitario seco máximo = 118.7 lbs. / pie³

Humedad óptima = 12.2%

C.B.R. = al 86.3 % de compactación de 2.8 %

3.8 Tránsito promedio diario

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del período.

El principal factor en la determinación del espesor de un pavimento es el tránsito promedio diario anual que pasará sobre éste. Por eso es necesario conocer datos como:

- TPDA: tránsito promedio diario anual en ambas direcciones de todos los vehículos.
- TPDC: tránsito promedio diario anual de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones.

El TPDC puede ser expresado como un porcentaje de TPDA o como un valor aparte. El dato del TPDA se obtiene de contadores especiales de tránsito o por cualquier otro método de conteo.

El TPDC sólo incluye camiones de seis llantas y unidades simples o combinaciones de tres ejes o más.

3.9 Consideraciones de diseño de pavimentos rígidos

Es importante mencionar que el pavimento es la estructura que descansa sobre la sub-rasante o terreno de fundación, conformada por las diferentes capas de base y carpeta de rodadura. Tiene como objetivo distribuir las cargas unitarias del tránsito sobre el suelo para disminuir su esfuerzo, proporcionando una superficie de rodadura suave para los vehículos y que proteja al suelo de los efectos adversos del clima, los cuales afectan su resistencia y durabilidad. Para el diseño del pavimento rígido se utilizó el método simplificado de la PCA, en donde se han elaborado tablas basadas en distribuciones de cargas para diferentes categorías de calles y carreteras. Estas tablas están formuladas para un período de diseño de 20 años y contemplan un factor de seguridad de carga. Este factor es de 1, 1.1, 1.2 y 1.3 para las categorías 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

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

3.9.1 Sub-rasante

Es el nivel del terreno, sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento de una carretera, se extiende hasta una profundidad, en la que no le afecte la carga de diseño, correspondiente al tránsito previsto. Se determina el valor de K (módulo de reacción) para éste diseño que en este caso corresponde a una sub-rasante formada de limo arenosa en su mayoría, por lo que le corresponde un soporte bajo con un valor de K entre 130 y 150, por lo que tomaremos $K=150 \text{ lb/plg}^3$ (Ver Tabla III).

3.9.2 Sub-base

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

Las principales funciones de la sub-base son:

- a) Transmitir y distribuir las cargas provenientes de la base.

- b) Servir de material de transición entre la terracería y la base, así también como elemento aislador; previniendo la contaminación de la base, cuando la terracería contenga materiales muy plásticos.

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

3.9.3 Carpeta de rodadura

Su función primordial será la de proteger la base, impermeabilizando la superficie para evitar así posibles infiltraciones de agua de lluvia que podrían saturar parcial o totalmente las capa inferiores, además evita que se desgaste o desintegre la base a causa del tránsito de los vehículos.

Asimismo la carpeta de rodadura contribuye en cierto modo a aumentar la

capacidad de soporte del pavimento, especialmente si su espesor es apreciable (mayor a 3”).

3.10 Trabajos preliminares

Remoción de la capa de rodadura existente: éste trabajo consiste en retirar la capa de empedrado o adoquín existente, utilizando para ello mano de obra y maquinaria.

Hechura de cajuela: antes de proceder al corte del terreno natural, después de remover el empedrado o el adoquín se deberá tener en cuenta la profundidad de los conductos subterráneos existentes utilizados para servicios públicos, como agua potable, drenajes, electricidad, teléfono, etc.

Para evitar ruptura de ellos al momento de iniciar la excavación.

Se deberá definir la profundidad del corte tomando en cuenta las diferencias de la altura entre la banquetta y la superficie de rodadura que fueron anotadas antes de remover el adoquín o empedrado.

3.11 Diseño de la carpeta de rodadura

Para obtener el espesor de la losa se procedió de la siguiente manera:

Lo primero que se obtuvo fue la identificación de la categoría uno de la Tabla IV, donde se consideraron más de 200 vehículos diarios para 20 años, de las cuales se tomo un porcentaje del 2% del TPDC en ambas direcciones.

Se calcula el módulo de ruptura del concreto tomando un porcentaje de la resistencia a compresión, la cual es del 15% f'_c ; el f'_c tiene un valor de 4,000 psi y el módulo de ruptura es de 600 psi.

En la Tabla V se busca el lado izquierdo, sin incluir bordillo, en el diseño de losa.

El soporte de la sub-rasante tiene un carácter bajo al buscar en el sector soporte de la correspondiente a un módulo de ruptura de 600 PSI, el cual está entre 6" y 6.5", por facilidad de construcción se dejará de 15 cm. de espesor.

Las juntas transversales serán construidas a cada 2.50 metros y la junta longitudinal a cada 3.00 metros, la pendiente de bombeo será de 2%, así como lo indica el gabarito de los planos.

Según los datos obtenidos en el laboratorio tenemos arenas y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo y arcilla. Entonces, se llega a la conclusión que el suelo tiene un soporte bajo y el rango de valor de K lbs. /plg³ está comprendido entre 130-170 lbs. /plg³. En este caso tomaremos un valor de K de 150 lbs. /plg³.

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

Tipos de suelo	Soporte	Rango de valores de K Lbs / pulg³
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75 - 120
Arenas y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo y arcilla	Medio	130 - 170
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos	Alto	180 - 220
Sub-bases tratadas con cemento	Muy alto	250 - 400

FUENTE: Westergad H.N. Computation of streses in concrete roads. Pg 49

Tabla IV. Clasificación de vehículos, según su categoría

Categoría	Descripción	Tráfico			Máxima carga por eje, KIPS	
		TPD	TPDC		Sencillo	Tandem
			%	por día		
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200 a 800	1 a 3	arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo)	700 a 5000	5 a 18	de 40 a 1000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio) supercarreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)	3000 a 12000 para 2 carriles, 3000 a 5000 para 4 carriles o más	8 a 30	de 500 a 5000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas) interestatales urbanas y rurales (medio a alto)	3000 a 20000 para 2 carriles, 3000 a 15000 para 4 carriles o más	8 a 30	de 1500 a 8000	34	60

FUENTE: Westergad H.N. Computation of stresses in concrete roads. Pg 48

Tabla V. Categoría 1 (pavimento rígido)

Sub - rasante			
Capa	Buena	Regular	Pobre
Espesor en cms			
LOSA*	13	13	15
SUB- BASE GRANULAR	0	10	10

FUENTE: Carlos Humberto Gúzman Cabrera, Diseño del sistema de drenaje sanitario del Barrio La Laguna y Diseño del pavimento rígido del camino que conduce a la Aldea San Nicolás, municipio de Estanzuela departamento de Zacapa. Pg 17

Tabla VI. Pavimento con juntas con agregados de trabe

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

FUENTE: Westergad H.N. Computation of stresses in concrete roads. Pg 51

3.12 Drenajes menores en vías pavimentadas

3.12.1 Consideraciones de drenajes en vías pavimentadas

Los drenajes en carreteras son los que le dan mayor vida a ésta, ya que permiten que el agua de lluvia u otros cursos de agua fluyan sin causarle destrozos.

Los drenajes según su tipo pueden ser: superficiales (cunetas, contracunetas, bombeo y pendiente longitudinal de la carretera) y de alcantarillas.

El diseño del tamaño y la forma de las alcantarillas se hace siguiendo métodos de aceptación general, los cuales varían mucho de acuerdo a los antecedentes y la práctica de la localidad. Los resultados también son variables.

Una definición de alcantarilla indica que es un conducto que lleva agua a través de un terraplén. Es un "paso bajo nivel" para el agua y el tránsito que pasa sobre ella.

La diferencia entre una alcantarilla y un puente, consiste en que la parte superior de una alcantarilla, generalmente, no forma parte del pavimento de la carretera; por el contrario, un puente, es un "eslabón" en la carretera. Las alcantarillas pueden ser: tubos, arcos y bóvedas.

3.12.2 Consideraciones hidráulicas

Para determinar si una alcantarilla o drenaje transversal es adecuado, es importante determinar los siguientes aspectos el alineamiento, la pendiente y los métodos de instalación. Si una alcantarilla se obstruye, se disloca o se socava, es señal que no tiene la capacidad adecuada, ni presta el servicio que se espera de ella.

Una alcantarilla reduce siempre el cauce de la corriente, ocasionando embalse a la entrada, un aumento de la velocidad por dentro y salida. Se puede

necesitar alguna protección contra la socavación y la erosión que siempre existe.

3.12.2.1 Corriente de agua

Existen dos tipos diferentes de flujo: laminar y turbulento; generalmente es éste último el que predomina.

En el caso de flujo turbulento la resistencia del agua se drena a través del conducto y depende de la viscosidad, densidad y velocidad; además de la longitud, rugosidad y sección transversal de la alcantarilla.

La altura de presión necesaria para vencer ésta resistencia se conoce como pérdida de carga por fricción. Esta pérdida de carga en canales, que es el caso de las alcantarillas, está dada por la diferencia de elevación de la superficie de agua entre los puntos considerados.

En algunos casos es necesario considerar otras pérdidas llamadas menores, entre las cuales están las pérdidas a la entrada y salida de la alcantarilla.

3.12.2.2 Gradiente hidráulico

Es una línea imaginaria que une los puntos hasta donde llega el agua en una serie de tubos piezométricos acoplados a las tuberías a presión o a los canales.

El gradiente hidráulico representa entonces la presión a lo largo del tubo, pues en un punto cualquiera, la distancia vertical medida desde el conducto hasta el gradiente hidráulico, es la columna de presión en ese punto. En

canales, es evidente que el gradiente hidráulico coincide con la superficie del agua.

3.12.2.3 Diseño hidráulico

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

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

Los métodos para un correcto diseño hidráulico requieren de cierta información básica que incluye: el coeficiente de escorrentía para el área local, el área de la cuenca y datos de intensidad de precipitación. Es necesario conocer la cantidad de agua o descarga que correrá en un área determinada.

- **Por medio de fórmulas**

Todas las fórmulas toman en cuenta la cantidad de lluvia, el tamaño de la cuenca, la pendiente y condiciones de vegetación de la misma.

Las fórmulas más conocidas son:

Fórmula de Talbot. Proporciona directamente el diámetro de la tubería o el área de descarga.

Fórmula Racional. Esta fórmula expresa que el caudal es igual a un porcentaje de la cantidad de lluvia que cae, multiplicado por el área de la cuenca.

- **Por medio de observación de estructuras próximas**

Puede ser una tubería o alcantarilla de los alrededores, ubicada sobre la misma corriente. En este caso, bastará tomar las medidas del área de descarga y de ellas se parte para deducir el diámetro necesario.

3.12.2.3.1 El método racional

Es un método muy utilizado para medir descargas de pequeños drenajes.

Consiste en una fórmula para calcular la esorrentía superficial de una cuenca hidrográfica. Se adapta muy bien para la determinación de la esorrentía para drenaje superficial de carreteras y descargas para alcantarillas o tuberías de pequeñas cuencas.

Por lo general, se obtienen mejores resultados con éste método, para cuencas menores de 120 hectáreas, pero puede utilizarse para estimar cuencas mayores, aunque con menos precisión, siempre y cuando no pueda aplicarse algún otro método por falta de información o datos para llevar a cabo un cálculo exhaustivo.

En el método racional se asume que la intensidad de lluvia sobre el área de drenaje es uniforme para un tiempo considerado.

La fórmula racional es la siguiente:

$$Q = CIA/360$$

donde:

Q = caudal de escorrentía, en metros cúbicos por segundo ($\text{m}^3/\text{seg.}$)

C = coeficiente de escorrentía (adimensional)

i = intensidad promedio en lluvia, en milímetros por hora (mm/hrs)

A = Área de la cuenca en hectáreas (Ha) ($1 \text{ Ha} = 10,000 \text{ m}^2$)

3.12.2.3.2 Pendiente crítica

Es la pendiente capaz de sostener un caudal dado con flujo uniforme y a profundidad crítica. La pendiente crítica puede calcularse usando cualquier fórmula conocida para canales, en el manual para tuberías de concreto, Concrete Pipe Handbook, de la American Concrete Pipe Association, se encuentra un gráfico que relaciona descarga y altura crítica y descarga con pendiente crítica.

Estas curvas están construidas con una base unitaria, es decir, que los valores de pendiente y descarga son aplicados directamente a una alcantarilla o canal de 1 pie de diámetro con un coeficiente de rugosidad (N) de 0.01.

Cuando la pendiente es más plana que la crítica, para una descarga específica, la sección crítica se traslada de la entrada a la salida. Para alcantarillas, es satisfactorio asumir que se encuentre 6 metros antes de la salida. Para determinar la altura en la entrada, es necesario calcular los puntos de la curva de remanso entre la sección crítica y la entrada.

3.12.3 Drenajes transversales

El objeto principal del drenaje transversal es restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno (cauces, arroyos, ríos, etc.), permitiendo su paso bajo la carretera en condiciones tales que se cumplan criterios funcionales.

Las obras de drenaje transversal, son las pequeñas estructuras de desagüe de las corrientes de agua interrumpidas por la infraestructura, son críticas para conseguir una correcta vida y comportamiento de la infraestructura.

En su diseño influyen otros factores además de los hidráulicos que principalmente determinarán sus dimensiones. Estos factores se derivan de las características de la carretera, de la morfología de los cauces, de la evaluación de los daños que puede ocasionar la concentración del flujo y otras consideraciones, fundamentalmente económicas, relativas a los costos de construcción y mantenimiento y a la estimación de la vida de la carretera. Es importante analizar la influencia de éstos factores en un diseño adecuado, tratando aspectos como la pendiente de la obra, su alineación, aportándose criterios y soluciones para la consideración de las características específicas de las obras.

3.12.4 Especificaciones de construcción

Excavación de cajuela

La excavación común comprenderá los trabajos de excavación, remoción y disposición de todos los materiales que se encuentren dentro de los límites de

construcción indicados en plano adjunto y en éstas especificaciones a los que establezca la municipalidad.

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

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

Como mínimo tendrán un CBR de 30%, compactados a un grado de compactación de 95%, según el método ASSHTO T-180 (ASSTHO Modificado) el contratista no iniciará la ejecución de ninguna "excavación especial de baches" hasta que el supervisor nombrado por la municipalidad haya aprobado previamente el volumen excavado, respectivamente. La operación de la excavación deberá ejecutarse de modo que el material afuera de los límites de la obra no sea alterado.

Preparación de la sub-rasante

Cuando se inicia la construcción de un pavimento, se debe proceder a limpiar la capa vegetal existente en toda la superficie de la sub-rasante a reacondicionar. El reacondicionamiento es la operación que consiste en escarificar, homogenizar, conformar y compactar la sub-rasante.

En las áreas que se necesite reacondicionamiento, se debe proceder a escarificar el suelo de la sub-rasante, hasta una profundidad de 20 cm, eliminando las rocas mayores de 10 cm, seguidamente se debe proceder a ajustar y conformar la superficie, efectuando cortes y rellenos no mayores de 20 cm de espesor.

El suelo de sub-rasante, en el área a reacondicionarse, debe humedecerse adecuadamente antes de la compactación.

Cuando la densidad de la sub-rasante sea menor del 90 por ciento de la densidad máxima, sus 30 centímetros más superficiales serán compactados hasta el 95%, y cerca del contenido óptimo de humedad.

La sub-rasante será previamente emparejada, a fin de asegurar una compactación uniforme, y recibirá una conformación final de acuerdo con los alineamientos y secciones transversales señalados en los planos. En éste trabajo se evitará lo más que sea posible la segregación de los materiales. Cuando se considere necesario, las pendientes de la sub-rasante en las orillas deberán ajustarse de acuerdo a los planos.

Sub-base material granulométrico

Los materiales de sub-base deberán ser uniformemente distribuidos, mezclados, humedecidos, conformados y compactados de acuerdo con éstas especificaciones, de modo que el espesor del mismo no sea menor del indicado. Todos los materiales que se utilicen para sub-base, deberán estar libres de materiales vegetales, tierra negra, terrones de arcilla, etc.

La máxima dimensión de cualquier partícula contenida en el material, y que no sea posible desintegrar con el equipo de conformación o de compactación, no deberá ser mayor de 1/3 del espesor especificado de la sub-base.

La fricción del material en peso seco que pase por el tamiz No. 200 deberá estar comprendida entre 5% y 20% (análisis granulométrico en húmedo).

El contenido de humedad de compactación será ajustado a un valor tal que esté comprendido entre el 90% y 95% del contenido de humedad óptima determinado por el ensayo de compactación de laboratorio o de campo del material en cuestión. Las densidades secas de campo se determinarán preferentemente por el método del cono de la arena (AASHTO T-191). En las zonas donde por inspección se crea eficiente la compactación se deberá hacer también ensayos de densidad de campo.

Pavimento de concreto con Cemento Pórtland

Los materiales que se utilicen en la construcción de éste pavimento deben llenar fundamentalmente los requisitos y normas siguientes:

Cemento Pórtland: el Cemento Pórtland debe corresponder a los tipos I y II, de acuerdo a AASHTO M 85-63.

Agregado fino: deben consistir en arena natural o de trituración, compuesta de partículas duras y durables de acuerdo a AASHTO M-6. Exceptuando el ensayo de desintegración al sulfato de sodio y la pérdida de peso no sea mayor del 15% después de cinco ciclos conforme AASHTO T-104.

Agregado grueso: debe consistir en grava o piedra triturada, procesada adecuadamente para tomar un agregado clasificado que cumpla con los requisitos de AASHTO M-80. El agregado grueso a utilizar va a ser de 1" dado que es bastante resistente al desgaste, y por eso es utilizado en pavimentos rígidos.

Agua: El agua que se emplee, tanto en el mezclado como en el curado del concreto deberá estar libre de materiales perjudiciales como aceites, sales, heces fecales, etc.

3.13 Consideraciones de operación y mantenimiento de pavimentos rígidos

Previamente a la iniciación de los trabajos de construcción de las losas de concreto, el contratista debe someter para su aprobación, el procedimiento, maquinaria, equipos y materiales que utilizará en las operaciones necesarias.

La aprobación del procedimiento de construcción a utilizar no exime al contratista de su responsabilidad de construir un pavimento de concreto de Cemento Pórtland en forma tal, que se ajuste a las especificaciones del proyecto.

Todas las mezcladoras deben ser de un tipo aprobado y diseñado en tal forma, que aseguren una distribución uniforme de los materiales en toda la mezcla.

No se debe usar ninguna mezcladora cuya capacidad indicada sea inferior a la carga de un saco y que cuente con accesorio que cierre automáticamente el dispositivo de carga, con el fin de evitar que la mezcladora

se vacíe antes de que los materiales hayan sido mezclados durante el tiempo mínimo especificado.

Cuando en el área de construcción de la losa de concreto antes o después de colocar la formaleta, se produzcan baches o presiones 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 o mortero, seguidamente se debe proceder a conformar y compactar el material, con compactadora mecánica de operación manual, efectuándose el control de compactación conforme a lo establecido en éstas especificaciones técnicas. Todo el material excedente debe removerse, dejando la superficie nivelada y de acuerdo a la sección típica de pavimentación.

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

Inmediatamente después de pasar el equipo vibra terminador debe ejecutarse un alisado longitudinal por medio de un flotador o niveladora maniobrada con un movimiento de uno a otro lado de la losa; procediéndose al acabado final por medio de una escoba, colocada en dirección transversal y operada con un movimiento rápido de uno a otro lado de losa u deslizándose en sentido longitudinal del pavimento.

La ejecución del acabado final debe realizarse antes del endurecimiento, eliminándose las aristas de la juntas. El acabado de los bordes debe ser igual al de la superficie, posteriormente al acabado se aplicará algún tipo de curador patentado, o en su defecto agua, con el objeto de evitar un fraguado brusco del concreto.

El concreto debe dosificarse y producirse para asegurar una resistencia a la compresión promedio de 280 Kg. /cm² (4000 lbs. /plg²) a los 28 días. La resistencia a la compresión del concreto se basará en pruebas de probetas cilíndricas a los 7 y 28 días.

Estas muestras deben tomarse no menos de una vez por cada 60 metros cúbicos o fracción de concreto. Las muestras para prueba de resistencia deben tomarse de acuerdo al método AASHTO T-14 y los cilindros deben ser de por lo menos dos probetas y preferiblemente tres.

Las formaletas no pueden ser retiradas, hasta después de transcurridas por lo menos 12 horas de haber sido colocado el concreto, y la operación debe ser hecha con cuidado para evitar dañar los bordes del concreto. El material sellante debe colocarse en las juntas previamente secas y limpias, debiéndose emplear herramientas que penetren en la ranura de las juntas. El material de relleno debe ser cuidadosamente colocado, sin producir desbordamiento.

Las reparaciones necesarias por daños ocasionados al pavimento antes de su aceptación final serán realizadas a cuenta del contratista. El pavimento no debe ser abierto al tránsito sino hasta transcurridos por lo menos 14 días después de la colocación del concreto o que lleguen las probetas de prueba. Este tiempo puede ser mejorado utilizando aditivos como acelerantes de fraguado rápido.

Los acelerantes dan trabajabilidad a la mezcla, propiedades plásticas, dureza, densificación y reducción a la permeabilidad, se obtienen altas resistencias a la compresión a temprana edad.

En un pavimento rígido existen varias fisuras y algunas causas de las cuales se presentan a continuación.

Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos, son causadas por una combinación de los siguientes factores: excesivas repeticiones de cargas pesadas (fatiga), deficiente apoyo de las losas, asentamientos de la fundación, excesiva relación longitud / ancho de la losa o deficiencias en la ejecución de éstas. La ausencia de juntas transversales o bien losas con una relación longitud / ancho excesivos, conducen a fisuras transversales o diagonales, regularmente distribuidas o próximas al centro de las losas, respectivamente. Variaciones significativas en el espesor de las losas provocan también fisuras transversales.

Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la misma en dos planos, son causadas por la repetición de cargas pesadas, pérdida de soporte de la fundación, gradientes de tensiones originados por cambios de temperatura y humedad, o por las deficiencias en la ejecución de éstas y/o sus juntas longitudinales. Con frecuencia la ausencia de juntas longitudinales y/o losas, con relación ancho / longitud excesiva, conducen también al desarrollo de fisuras longitudinales.

Es una fisura que intersecta la junta o borde que delimita la losa a una distancia menor de 1.30 m a cada lado medida desde la esquina. Las fisuras de esquina se extienden verticalmente a través de todo el espesor de la losa, estas son causadas por la repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto) combinadas con la acción drenante, que debilita y erosiona el apoyo de la fundación, así como también por una deficiente transferencia de cargas a través de la junta, que favorece el que se produzcan altas deflexiones de esquina.

3.14 Estudio de impacto ambiental primario

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

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

Factores que puedan causar impacto ambiental y sus medidas de mitigación

Suelos

Impacto: deslaves de material, erosión de cortes.

Medida de mitigación: prevención durante la construcción, prevención de erosión usando estabilización física.

Recursos hídricos

Impacto: alteración del drenaje superficial.

Medida de mitigación: construcción durante estación seca, minimizar la erosión de la ribera del río.

Impacto: disminución de la calidad del agua.

Medida de mitigación: alteración mínima de corrientes de aguas naturales.

Impacto: contaminación de cuerpos de agua por causa de los insumos utilizados durante la construcción.

Medida de mitigación: depositar los desechos de insumos en un lugar fuera de la zona del cauce del río.

Calidad del aire

Impacto: contaminación del aire por polvo generado en construcción.

Medida de mitigación: uso de agua para minimizar la generación de polvo.

Salud humana

Impacto: riesgos para la salud de los trabajadores.

Medida de mitigación: desarrollar plan de seguridad e higiene.

Impacto: generación de desechos sólidos derivados de las actividades de los trabajadores de la obra.

Medida de mitigación: hacer servicio sanitario provisional, colocar toneles para la basura y para posterior disposición en zona adecuada.

Vegetación y fauna

Impacto: remoción y afectación de cobertura vegetal.

Medida de mitigación: utilizar la infraestructura existente para la instalación de los trabajadores, separar la capa de material orgánico de la del material inerte, disponer adecuadamente el material orgánico para su posible reutilización, evitar el paso de maquinaria sobre el suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra, restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar.

Población

Impacto: incremento en los niveles de accidentes.

Medida de mitigación: transportar el material de excavación sin superar la capacidad del vehículo de carga, mantener una adecuada señalización en el área de la obra, en etapa de ejecución y operación, instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajo.

3.15 Presupuesto del proyecto

Tabla VII. Presupuesto Pavimento Rígido

MUNICIPALIDAD DE ESQUIFULAS - ADMINISTRACIÓN 2008- 2012						
CMP						
RESUMEN DE COSTOS						
REGLON / DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL REGLON	TOTAL REGLON	TOTAL REGLON
TRAZO Y REPLANTEO	1675.00	ML	Q 72.60	Q 121,612.29		\$15,201.54
CONFORMACION SUBRASANTE	1000.00	M ²	Q 241.77	Q 241,768.80		\$30,221.10
BASE	1675.00	ML	Q 427.52	Q 716,092.65		\$89,511.58
CARRETA DE RODADURA	1675.00	ML	Q 1,662.58	Q 2,768,058.49		\$346,008.55
			COSTO TOTAL DEL PROYECTO	Q 3,847,542.22		\$480,942.78

Todos los costos unitarios No incluyen Transporte

Tipo de cambio 8.00, 1 Marzo de 2009

El costo total del proyecto es de tres millones ochocientos cuarenta y siete mil quinientos cuarenta y dos quetzales con 22 centavos.

3.16 Cronograma de ejecución

Tabla VIII. **Cronograma de Ejecución Pavimento Rígido**

MUNICIPALIDAD DE ESQUIPULAS - ADMINISTRACIÓN 2008 - 2012															
OMP															
PROYECTO: Pavimento Rígido, Barrio San José Palo Negro															
UBICACIÓN: ESQUIPULAS															
FECHA: MARZO 2006															
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN															
ACTIVIDAD	MES 1			MES 2			MES 3			MES 4			MES 5		
TRAZO Y REPLANTEO	■	■	■												
CONFORMACION SUB-RASANTE				■	■	■	■	■	■						
BASE							■	■	■	■	■	■			
CARPETA DE RODADURA										■	■	■			

CONCLUSIONES

- 1.** El beneficio que obtendrá la población del barrio San José Palo Negro al pavimentar el barrio será de mejorar la fluidez de vehículos en el mismo y así tener otra alternativa de entrada a Esquipulas.
- 2.** El proyecto de drenaje sanitario para el barrio San José Palo Negro es de suma importancia, debido a que la población está expuesta de enfermedades de tipo gastro-intestinal, causadas por aguas residuales. Demostrando que con una correcta evacuación de las aguas residuales la población será beneficiada, esto ayudará a preservar el medio ambiente.
- 3.** Debido a que el barrio no cuenta con un sistema de drenaje pluvial, se diseñó un sistema para evacuar las mismas y por lo tanto, no sea un problema para el pavimento, en este reporte solo se incluye el diseño hidráulico.
- 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.** El método simplificado de la PCA utilizado para el diseño del pavimento rígido del tramo carretero, es un método de fácil aplicación, ya que gran parte del procedimiento del mismo se basa en tablas, por lo que tiene gran aplicación cuando no se tienen ensayos de control de tráfico.

- 6. En el barrio San José, Palo Negro, zona 4, se priorizaron los proyectos de drenaje sanitario y pavimento rígido por ser proyectos de demanda social no solo del barrio en mención, sino en todo el país. Con los proyectos se busca mejorar las condiciones sanitarias, condiciones de vida y el desarrollo de Esquipulas, Chiquimula.**

RECOMENDACIONES

- 1. La municipalidad deberá tener muy en cuenta, que en la ejecución de un pavimento, se debe contar con una estricta y experimentada supervisión técnica, esto, con el fin de reducir costos de conservación y mantenimiento.**
- 2. La Oficina Municipal de Planificación debe ser bien precisa en lo que se refiere al cumplimiento de las normas y especificaciones colocadas en los planos a la empresa ejecutora.**
- 3. Tener un plan de limpieza de las cunetas y tragantes antes de la época de lluvia, ya que es difícil evacuarlas cuando estos se encuentran repletas de basura, lo cual puede traer como consecuencia inundaciones.**
- 4. Tomar en cuenta que la descarga de las aguas negras van ir conectadas a la red principal de la ciudad de Esquipulas.**
- 5. Se debe ejecutar primero el drenaje pluvial para evacuar las aguas del pavimento rígido y así no ocasionar problemas para la población.**
- 6. Tener un plan de limpieza de cunetas y tragantes, antes de la época de invierno, ya que es difícil evacuar el agua pluvial cuando éstos se encuentran repletos de basura, lo cual puede traer como consecuencia, inundaciones.**

- 7. Una vez terminado el proyecto de sistema de drenaje sanitario, se recomienda tener un plan de limpieza para el sistema que deberá realizarse dos veces al año, ya que el objetivo es evitar la acumulación en las tuberías, colectores y pozos de visita de basura o material que perjudique el buen funcionamiento del proyecto.**


- 8. Prohibir conexiones de agua pluvial en el drenaje sanitario, ya que no está diseñado para conducir aguas de lluvia; pues no solo afectaría el buen funcionamiento de las tuberías, sino que puede llegar a ocasionar daños a los equipos de la planta de tratamiento, que sea instalada en el futuro.**

BIBLIOGRAFÍA


1. Caballeros Chuvac, Claudia Lorena. Diseño del drenaje sanitario y pavimento rígido de la colonia jardines de la Virgen, zona 4, del municipio de Villanueva, Guatemala. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 2006.
2. España Albanez, Luis Fernando. Diseño de drenaje sanitario y pavimentación para el barrio nuevo San José, municipio de San José, Petén. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 2007.
3. Guzmán Cabrera, Carlos Humberto. Diseño del sistema de drenaje sanitario del barrio la laguna y diseño del pavimento rígido del camino que conduce a la aldea san Nicolás, municipio de Estanzuela, Zacapa. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala 2008.
4. Instituto de fomento municipal (INFOM). Normas generales para diseño de alcantarillas 2001.
5. Manual Centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes. SIECA. Guatemala, julio 1974.
6. Pérez Cahuex, Edwin Gudelio. Planificación y Diseño de Pavimento Rígido y Drenaje Pluvial de un sector de la zona 4, de la ciudad de San Marcos. Trabajo de graduación del Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 1997.

ANEXOS

Figura 5. Resultados de laboratorio de suelos



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



Nº 002189

INFORME No. 0449 S. S. O.T.: 24141

Interesado: Marco Tullio Bances Monroy
 Proyecto: Barrio San José Palo Negro, Esquipulas, Chiquimula

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

Ubicación: Esquipulas, Chiquimula

FECHA: 19 de noviembre de 2008


RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	LL (%)	LP (%)	* C.S.U.	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	28.90	8.50	SM	Arena limosa color beige con grava

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


Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,



Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CIUSAD



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA
Edificio 13, Ciudad Universitaria, zona 12
Teléfono: 2476-1992. Fax: 2476-1999 Ext. 1502. FAX: 2476-1993
Página 6 de 10 (aproximadamente)

Continuación.



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



Nº 002188

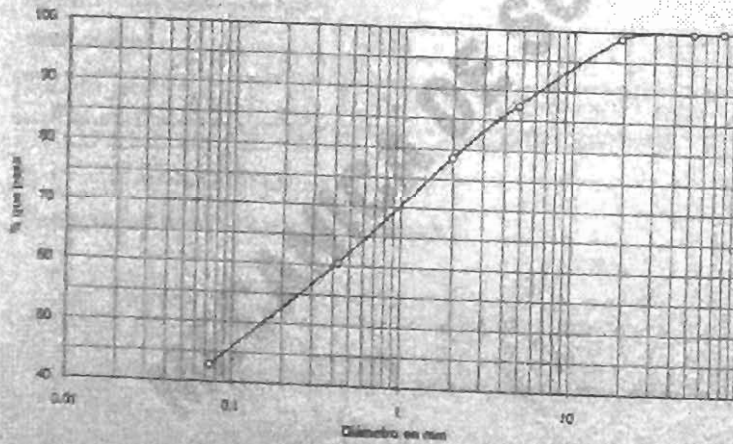
INFORME No. 0448 S.S. O.T.: 24141

Interesado: Marco Talo Bances Monroy
Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
Norma: A.A.S.H.T.O. T-27
Proyecto: Barro San José Palo Negro, Esquipulas, Chiquimula

Procedencia: Esquipulas, Chiquimula
Fecha: 19 de noviembre de 2008

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3"	76.2	100.00
2"	50.80	99.90
3/4"	19.00	98.83
4	4.75	87.54
10	2.00	79.74
40	0.425	60.55
200	0.075	42.90

% de Grava: 12.46
% de Arena: 44.64
% de Fina: 42.90



Descripción del suelo: Arena limosa color beige con grava

Clasificación S.C.U.: SM P.R.A. A-4

Observaciones: Muestra tomada por el interesado



vo. Bo. *[Signature]*
Ing. Cevaldo Román Escobar
DIRECTOR CIUSAC

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

FACULTAD DE INGENIERIAS - USAC
Edificio 7-5, Ciudad Universitaria zona 13
Teléfono central 2476-3992, Faxis 2443-9999 Ext. 1503 FAX: 2476-3993
Página web: <http://www.usc.gt>

1. 2019年10月14日

2. 2019年10月14日

3. 2019年10月14日

4. 2019年10月14日

5. 2019年10月14日

6. 2019年10月14日

7. 2019年10月14日

8. 2019年10月14日

9. 2019年10月14日

10. 2019年10月14日

11. 2019年10月14日

12. 2019年10月14日

13. 2019年10月14日

14. 2019年10月14日

15. 2019年10月14日

16. 2019年10月14日

17. 2019年10月14日

18. 2019年10月14日

19. 2019年10月14日

20. 2019年10月14日

21. 2019年10月14日

22. 2019年10月14日

23. 2019年10月14日

24. 2019年10月14日

25. 2019年10月14日

26. 2019年10月14日

27. 2019年10月14日

28. 2019年10月14日

29. 2019年10月14日

30. 2019年10月14日

31. 2019年10月14日

32. 2019年10月14日

33. 2019年10月14日

34. 2019年10月14日

35. 2019年10月14日

36. 2019年10月14日

37. 2019年10月14日

38. 2019年10月14日

39. 2019年10月14日

40. 2019年10月14日

41. 2019年10月14日

42. 2019年10月14日

43. 2019年10月14日

44. 2019年10月14日

45. 2019年10月14日

46. 2019年10月14日

47. 2019年10月14日

48. 2019年10月14日

49. 2019年10月14日

50. 2019年10月14日

51. 2019年10月14日

52. 2019年10月14日

53. 2019年10月14日

54. 2019年10月14日

55. 2019年10月14日

56. 2019年10月14日

57. 2019年10月14日

58. 2019年10月14日

59. 2019年10月14日

60. 2019年10月14日

61. 2019年10月14日

62. 2019年10月14日

63. 2019年10月14日

64. 2019年10月14日

65. 2019年10月14日

66. 2019年10月14日

67. 2019年10月14日

68. 2019年10月14日

69. 2019年10月14日

70. 2019年10月14日

71. 2019年10月14日

72. 2019年10月14日

73. 2019年10月14日

74. 2019年10月14日

75. 2019年10月14日

76. 2019年10月14日

77. 2019年10月14日

78. 2019年10月14日

79. 2019年10月14日

80. 2019年10月14日

81. 2019年10月14日

82. 2019年10月14日

83. 2019年10月14日

84. 2019年10月14日

85. 2019年10月14日

86. 2019年10月14日

87. 2019年10月14日

88. 2019年10月14日

89. 2019年10月14日

90. 2019年10月14日

91. 2019年10月14日

92. 2019年10月14日

93. 2019年10月14日

94. 2019年10月14日

95. 2019年10月14日

96. 2019年10月14日

97. 2019年10月14日

98. 2019年10月14日

99. 2019年10月14日

100. 2019年10月14日

Continuación.



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



Nº 002185

INFORME No.: 0447 S.S.

O.T.: 24141

Interesado: Marco Tulio Bancos Monroy

Asunto: Ensayo de Valor Soporta California (C.B.R.)

Norma: A.A.S.H.T.O. T-193

Proyecto: Barrio San José Palo Negro, Esquipulas, Chiquimula

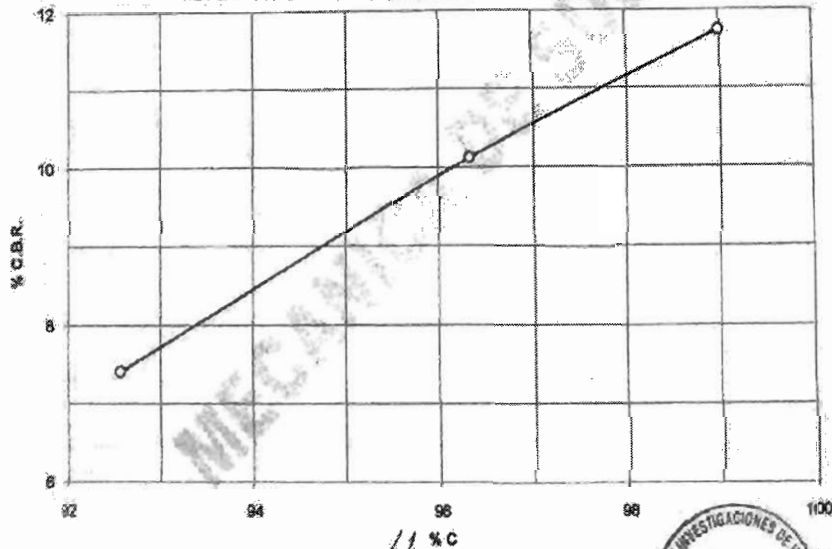
Ubicación: Esquipulas, Chiquimula

Descripción del suelo: Arena limosa color beige con grava

Fecha: 19 de noviembre de 2008

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_a (Lb/pl ³)			
1	10	11.80	109.9	92.6	2.8	7.4
2	30	11.80	114.3	96.3	2.8	10.1
3	65	11.80	117.5	99.0	2.7	11.7

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



Atentamente,
Vo. Bo. *[Signature]*
Ing. Oswaldo Ríos Escobar Alvarado
DIRECTOR, CIUSAC

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

Continuación.



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



Nº 002165

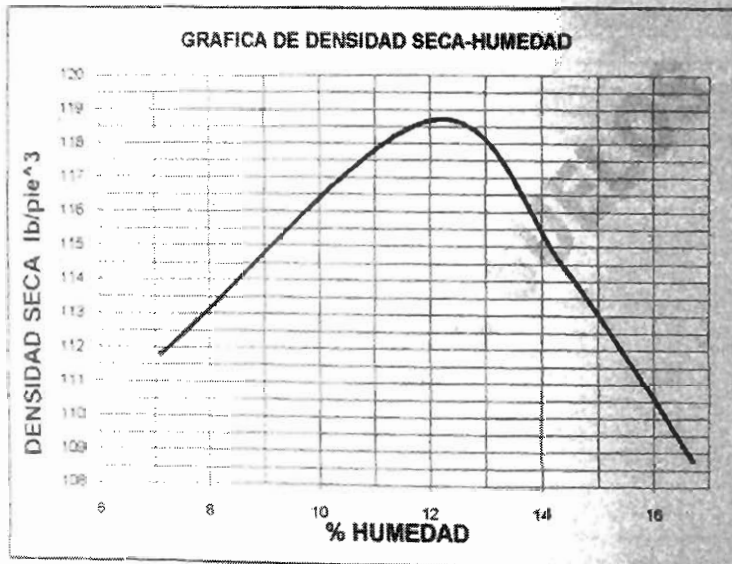
INFORME No. 0446 S.S.

O.T.: 24141

Interesado Marco Tullio Bances Monroy
Asunto ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180

Proyecto Barro San José Palo Negro, Esquipulas, Chiquimula
Ubicación Esquipulas, Chiquimula
Fecha 19 de noviembre de 2008



Descripción del suelo Arena limosa color beige con grava

Densidad seca máxima γ_{d1} : 1902 Kg/m³ 118.7 lb/ft³
Humedad óptima Hop.: 12.2 %

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

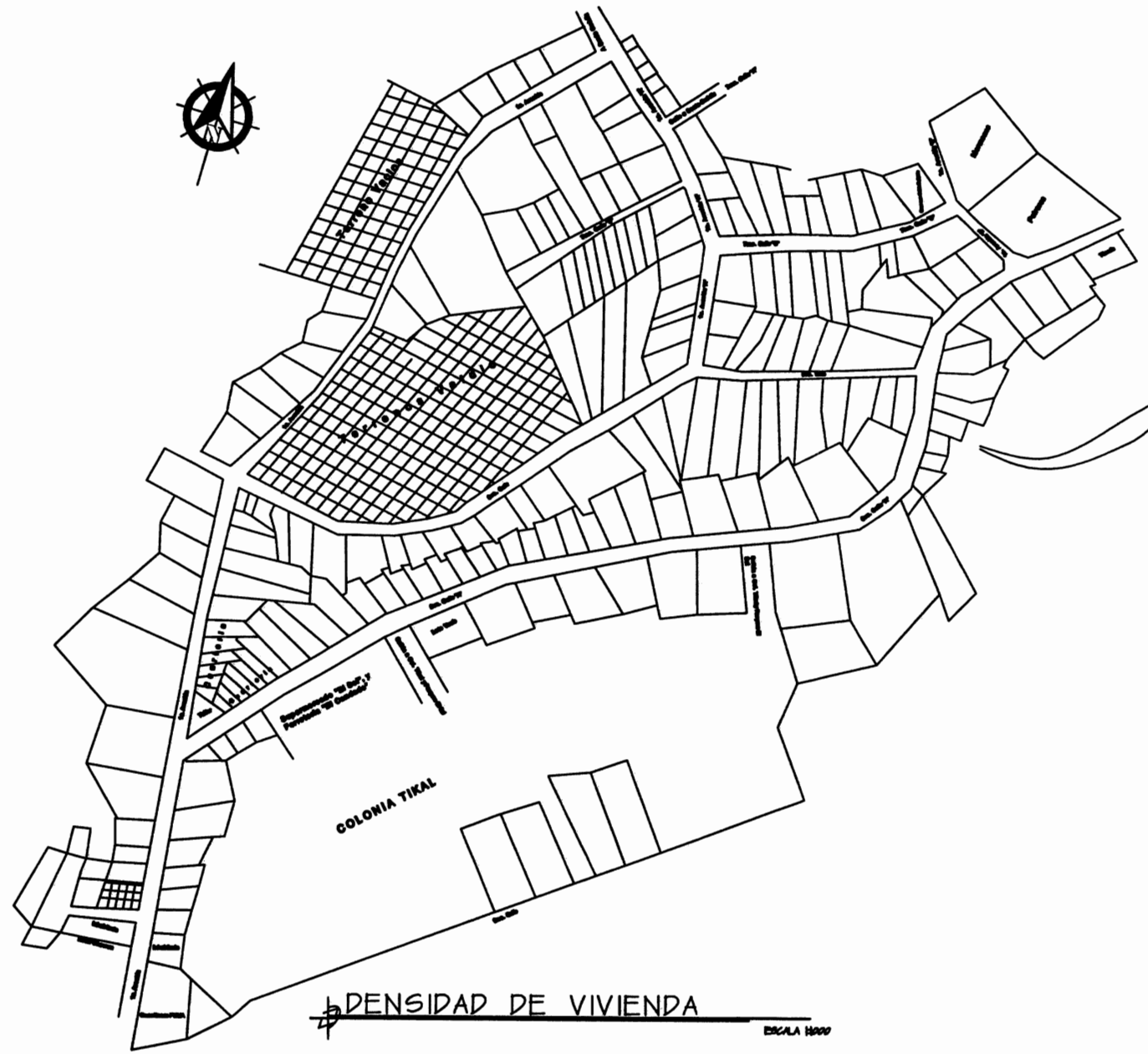
Va. Bo

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez
DIRECTOR CI/USAC



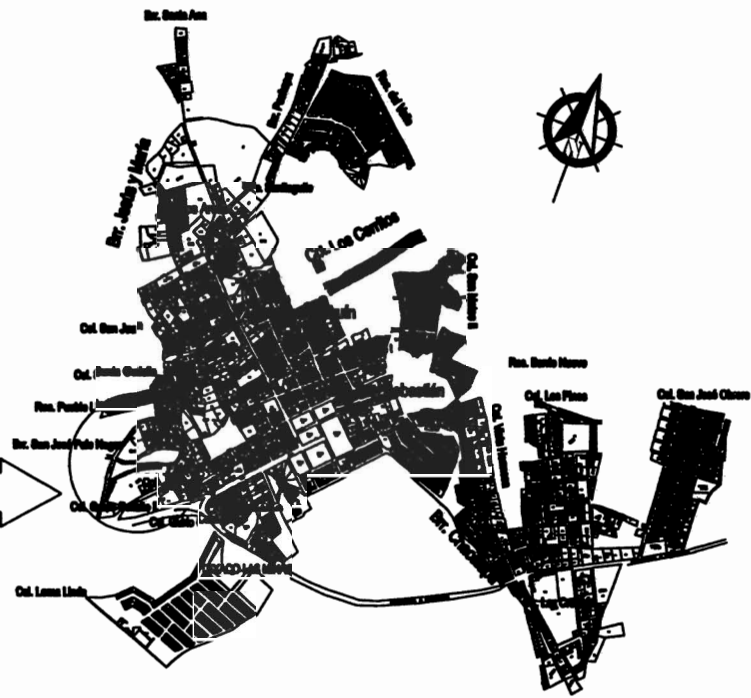
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

REFERENCIAS	
	Lotos Subdivididos
	Bloques Subdivididos
	Lotos



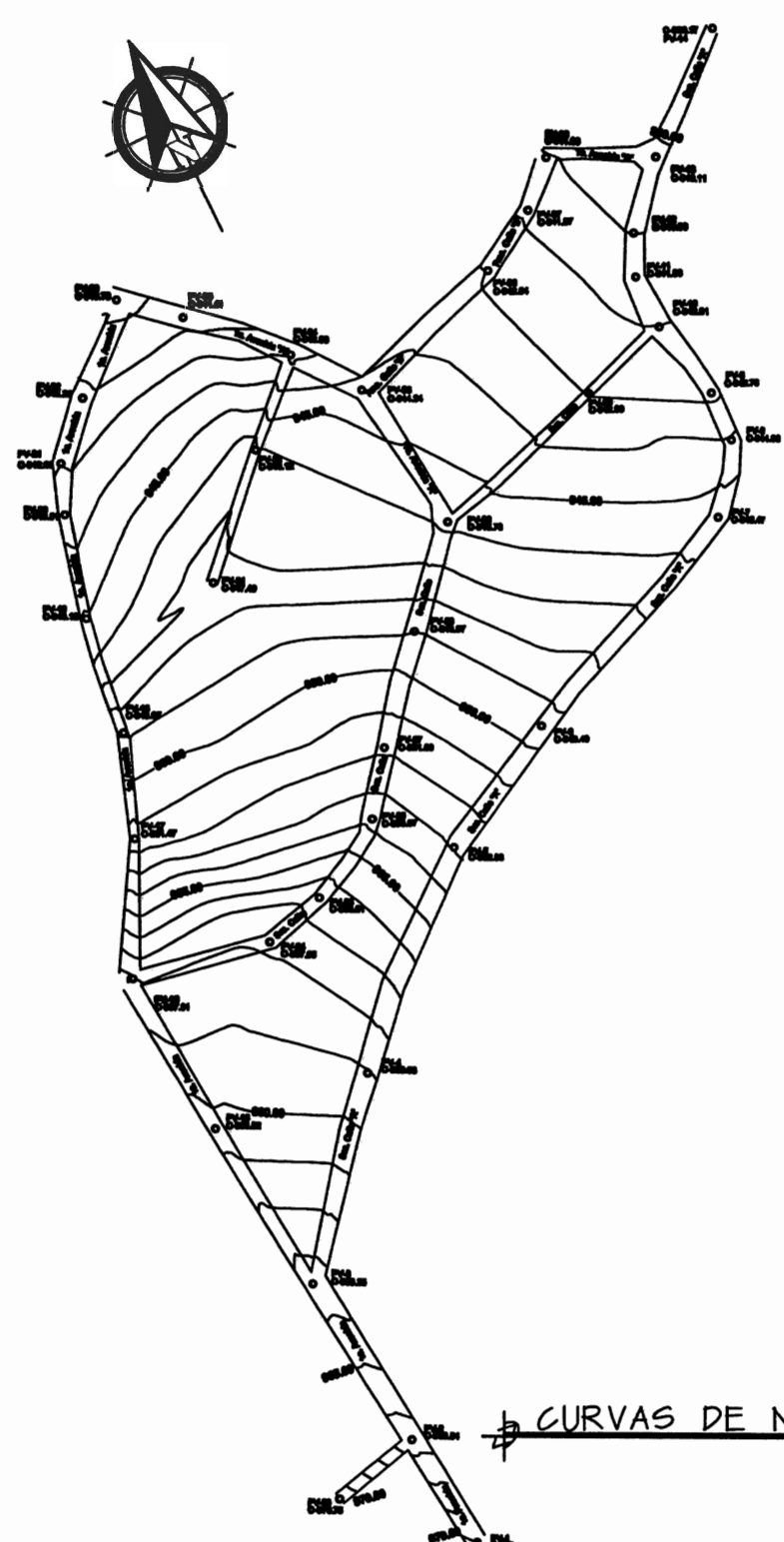
DENSIDAD DE VIVIENDA
ESCALA 1:500

MAPA URBANO
CIUDAD DE ESQUIPULAS

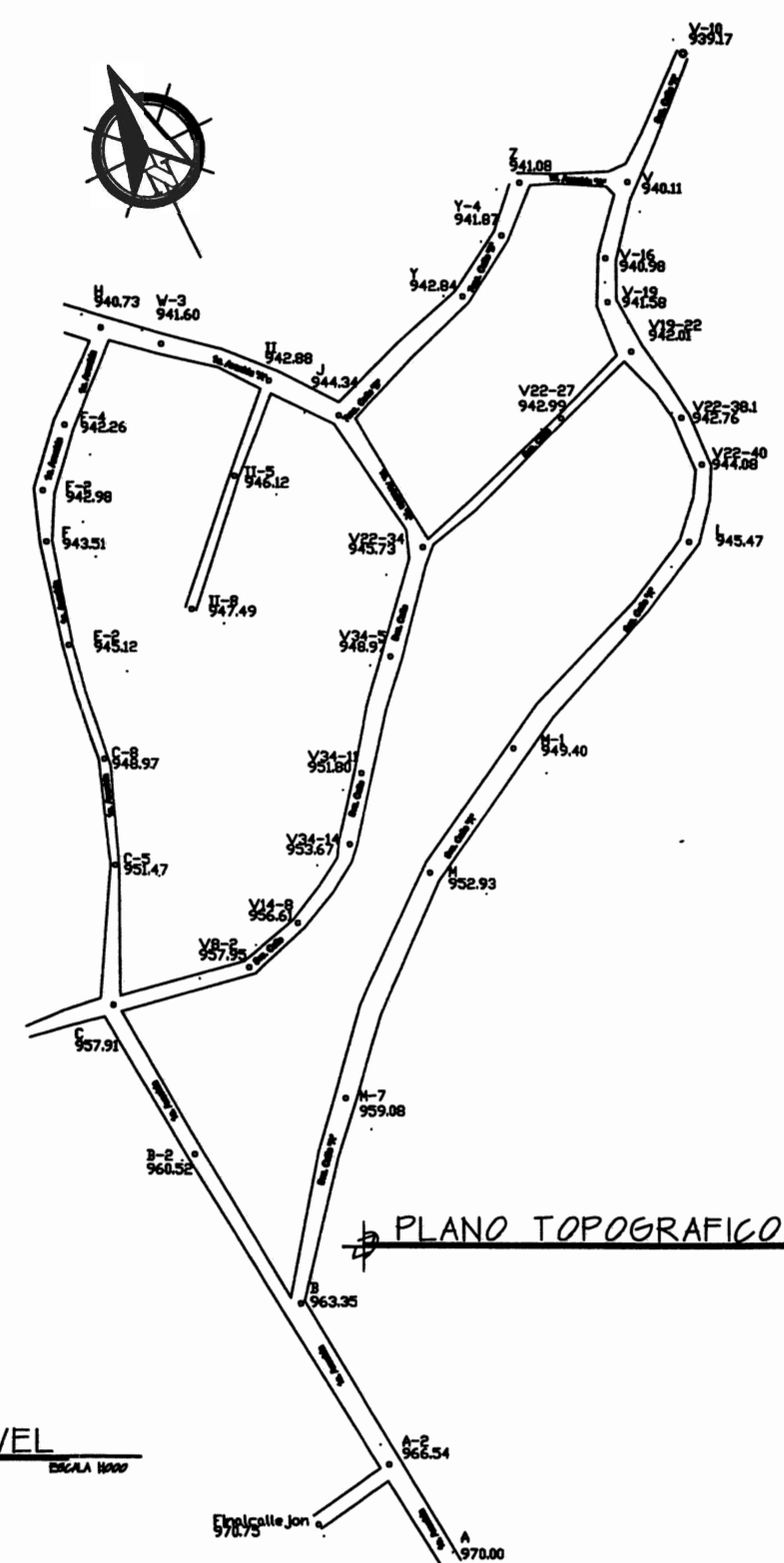


PLANTA
EN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS SANITARIAS		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE SERVICIO SANITARIO PARA EL CASO DE LA ZONA PARA PERROS ESQUIPULAS, GUATEMALA		
MUNICIPALIDAD DE ESQUIPULAS	CONTENIDO: DENSIDAD DE VIVIENDA		FECHA DE ENTREGA: 1
	FECHA DE ENTREGA: 1	E.P.A. DEL 2004 (Código de Obras Municipales)	



CURVAS DE NIVEL
ESCALA 1:1000



PLANO TOPOGRAFICO
ESCALA 1:1000

Libreta Topográfica				
De	A	Acimut	Distancia(m)	Cota
A	A	-	-	970
A	A-2	1442710°	30.00	968.64
A-2	Finca de la Jota	2745940°	30.00	970.76
A-2	B	3251°	30.00	969.96
B	B-2	1444110°	30.00	969.82
B-2	C	1448230°	30.00	967.91
C	C-5	2748920°	48.20	961.47
C-5	C-8	332210°	36.22	948.97
C-8	E-2	281165°	30.00	948.12
E-2	F	32379°	34.98	948.91
F	F-2	332240°	18.00	942.88
F-2	F-4	332220°	23.30	942.98
F-4	H	14287°	33.94	940.73
H-7	B	34357°	71.43	938.96
M	M-7	34351020°	73.93	939.03
M-1	M	27633230°	30.04	932.98
L	M-1	27122234°	30.16	946.40
V22-40	L	23835470°	38.02	945.47
V22-36.1	V22-40	330710°	18.81	944.08
V19-22	V22-36.1	188221°	27.80	942.76
V-19	V19-22	30148230°	18.00	942.01
V-19	V-19	34492°	14.91	941.88
V	V-19	3432918°	35.99	940.88
V	V-19	7140°	45.98	939.17
V9-2	C	3842140°	48.86	937.91
V14-8	V9-2	27620780°	22.00	937.86
V24-14	V14-8	3803840°	31.33	938.91
V24-11	V24-14	3484820°	23.95	938.87
V24-5	V24-11	3303710°	30.83	931.80
V22-24	V24-5	3483820°	37.76	948.97
V22-34	V22-24	27422710°	62.86	948.73
V19-22	V22-27	2763820°	31.97	942.88
E-5	E-5	3458725°	48.10	947.49
E	E-5	3470218°	33.80	948.12
J	V22-34	18830°	33.96	948.73
I	J	1882147°	48.10	944.34
W-3	I	1432128°	31.81	942.88
H	W-3	14141091°	23.95	941.80
J	Y	324820°	68.98	942.84
Y	Y-4	323320°	23.94	941.87
Y-4	Z	7822922°	18.30	941.08
Z	V	138448°	35.98	940.11

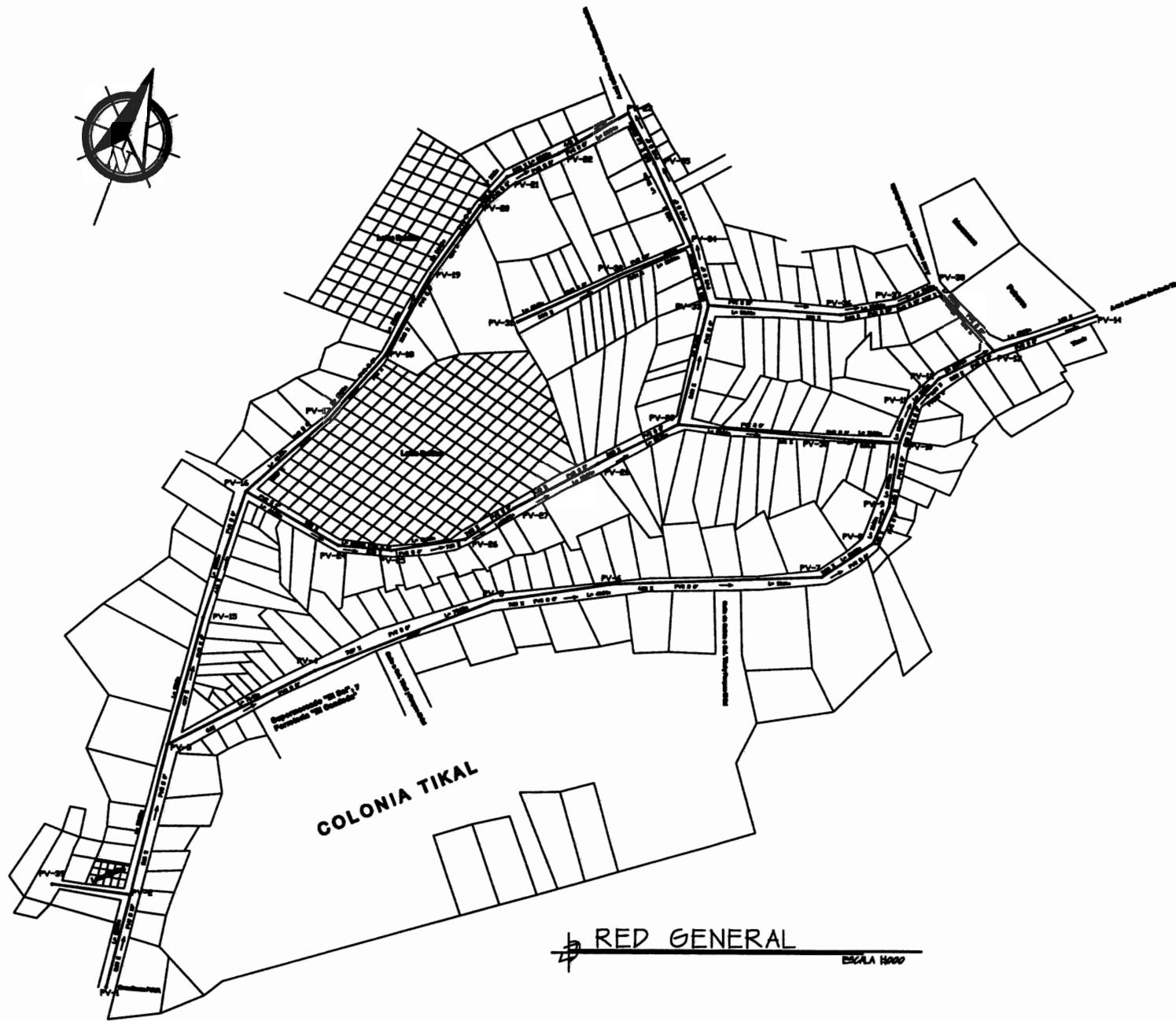
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DISEÑO EXISTENTE
PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE DISEÑO
DE DISEÑO, DISEÑO

CONTENIDO:
PLANO TOPOGRAFICO

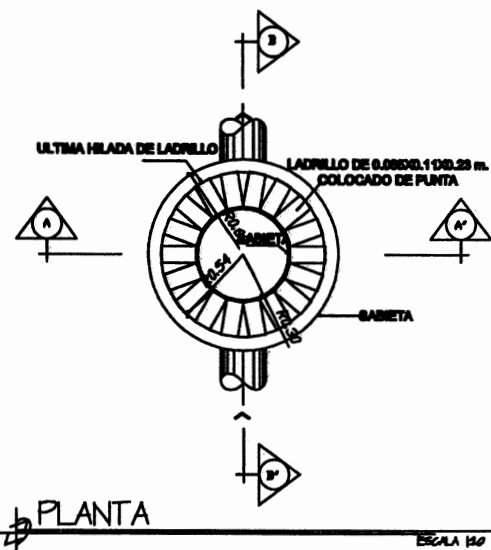
FECHA: 2023-10-27
LUGAR: GUATEMALA

ELABORADO POR: [Nombre]
REVISADO POR: [Nombre]

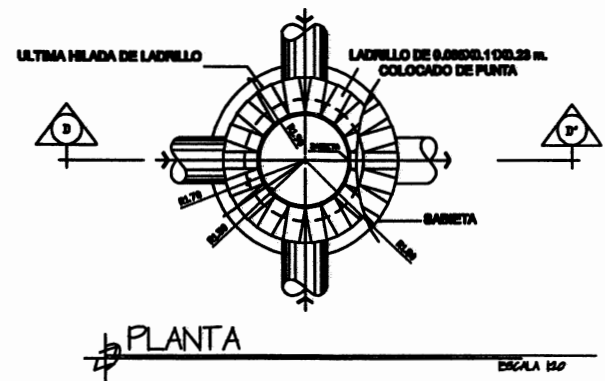


- ### ESPECIFICACIONES
- La tubería a utilizar es de PVC Norma ASTM NOVAPORT F-409
 - La velocidad mínima es de $v = 0.3$ m/s según normas INFCM.
La velocidad máxima es de $v = 6.0$ m/s según normas INFCM.
 - El periodo de diseño del drenaje sanitario es de 31 años a partir de la fecha en que se desarrolla el diseño.
 - El coeficiente de rugosidad de Manning es de $n = 0.010$ por ser tubería de PVC, según normas INFCM.
 - El diámetro mínimo de tubería para alcantarillados sanitarios es 6" en PVC, el diámetro mínimo para conexiones domiciliarias es 4" en PVC, se utilizará un reductor de 4" x 3" a la entrada de la conexión, la candeleta de registro domiciliario será de diámetro mínimo 12" en tubería de concreto.
 - La profundidad mínima de coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno es de 1.00 m para tráfico liviano y 1.40 m para tráfico pesado según normas INFCM.

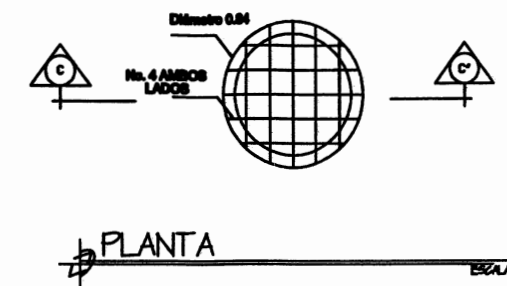
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIEROS	
PREPUESTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA DE SAN JOSÉ TIKAL MUNICIPIO ESCUPULÁN, GUATEMALA	
TÍTULO: RED GENERAL	
FECHA: DISEÑADO: DIBUJADO: APROBADO: INGENIERO	(F.P.) INGENIERO ESCALA: 1:500
INSTITUCIÓN:	



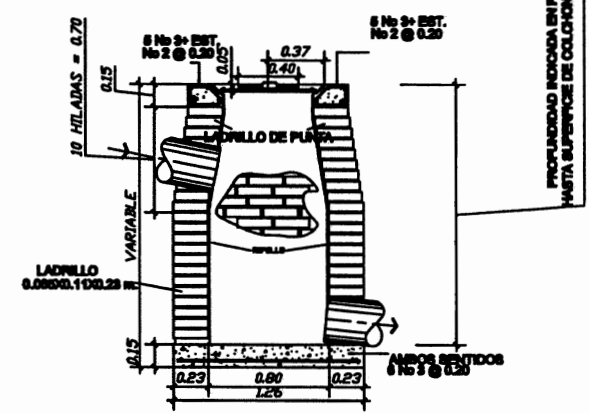
PLANTA ESCALA 1:10



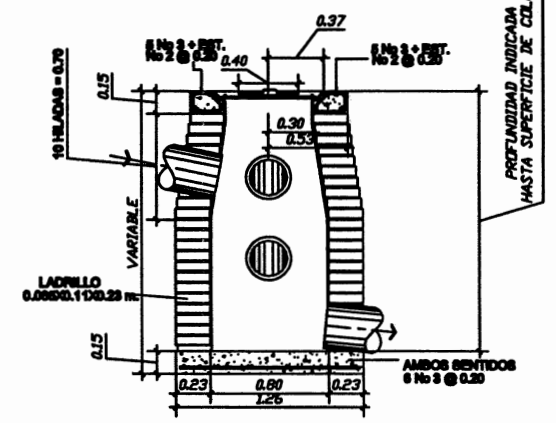
PLANTA ESCALA 1:10



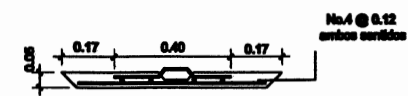
PLANTA ESCALA 1:10



SECCIÓN A-A ESCALA 1:10



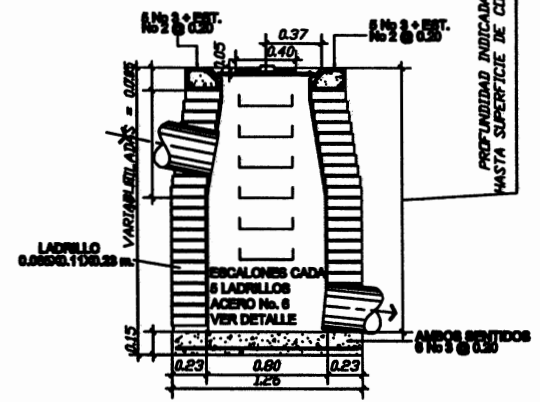
SECCIÓN D-D ESCALA 1:10



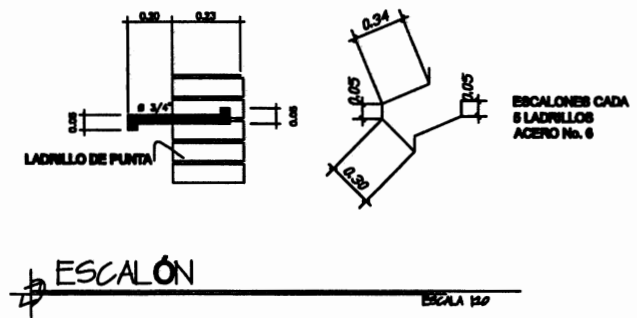
SECCIÓN C-C ESCALA 1:10

ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F_c' = 217 \text{ Kg/cm}^2$ para 1 m^3 de concreto 12 sacos de cemento, 42 botes (5 galones) de arena, 36 botes (5 galones) de piedrin y 13.2 botes (5 galones) de agua.
3. LA SABIETA DEBERA SER DE CAL Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:2. 1saco de cemento 1saco de cal hidratada, 3.5 botes (5 galones) de arena y 1.1 bote (5 galones) de agua.
4. LA MEZCLA PARA EL PEGADO DE LADRILLOS DEBERA SER DE CAL Y ARENA DE RIO PORPORCION 1:3. 1saco de cemento, 1saco de cal hidratada y 5 botes (5 galones) de arena.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.

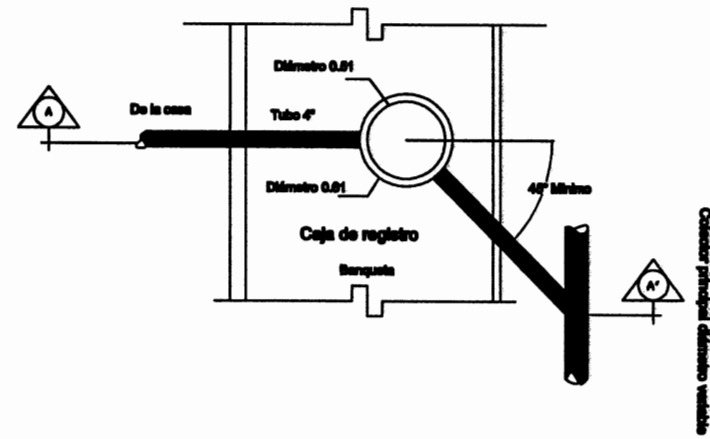


SECCIÓN B-B ESCALA 1:10

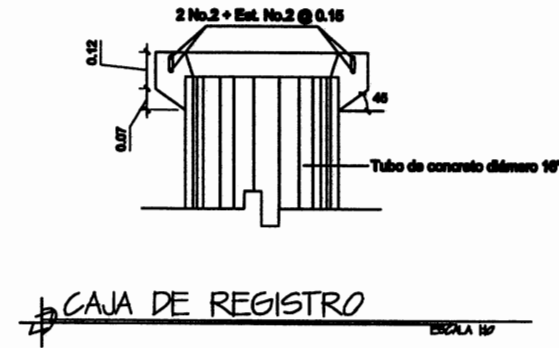


ESCALÓN ESCALA 1:10

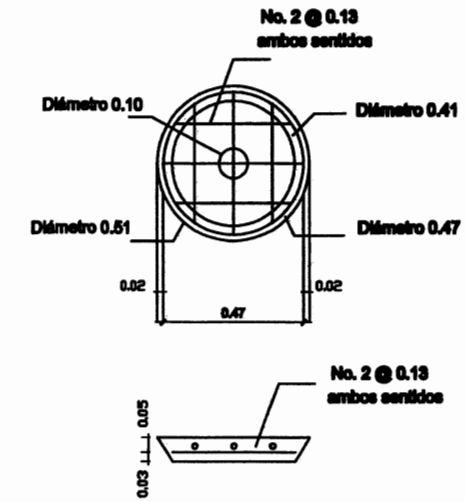
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL SUPERVADE	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE SENSALIZACION PARA EL BARRIO SAN JESU PAGO MEDIO ESCUPELAS, QUINCELA	
CONTENIDO:	FECHA DE VISTA:
FECHA DE VISTA:	C.A.P. DR. ENL. ENL. VILLAS
FECHA DE VISTA:	FECHA DE VISTA:
FECHA DE VISTA:	FECHA DE VISTA:
FECHA DE VISTA:	FECHA DE VISTA:
FECHA DE VISTA:	FECHA DE VISTA:



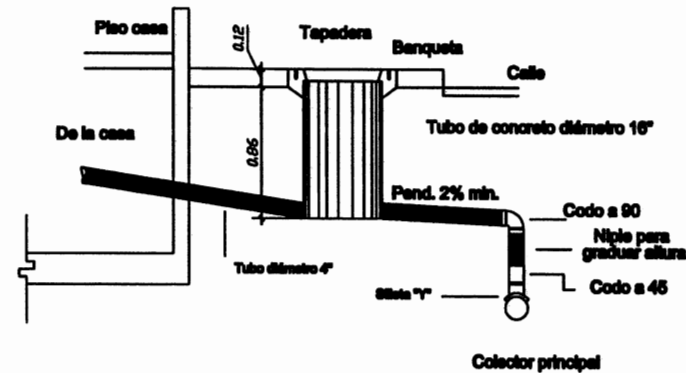
PLANTA
ESCALA 1:20



CAJA DE REGISTRO
ESCALA 1:20



DETALLE TAPADERA
ESCALA 1:20

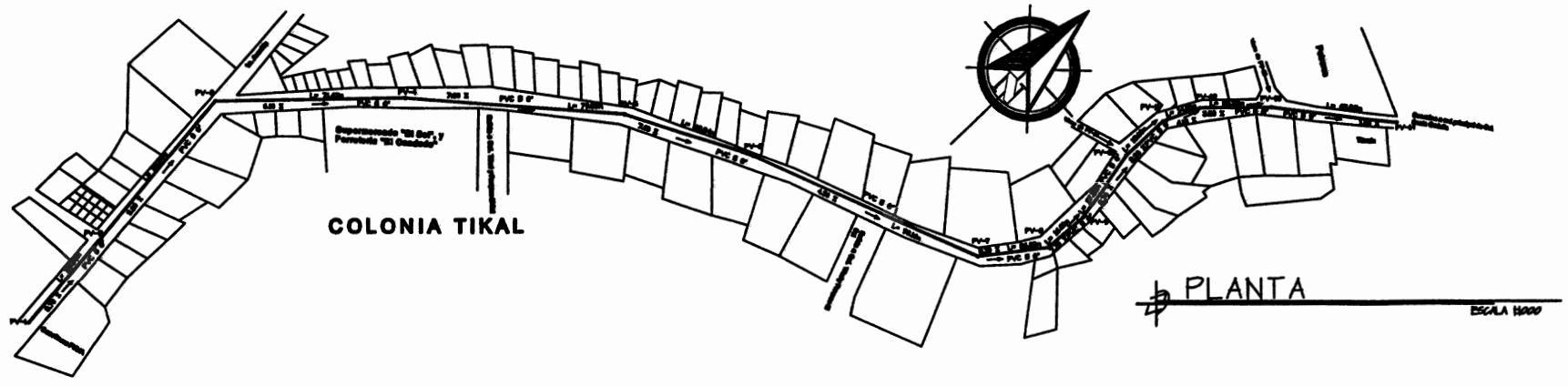


SECCIÓN A-A"
ESCALA 1:20

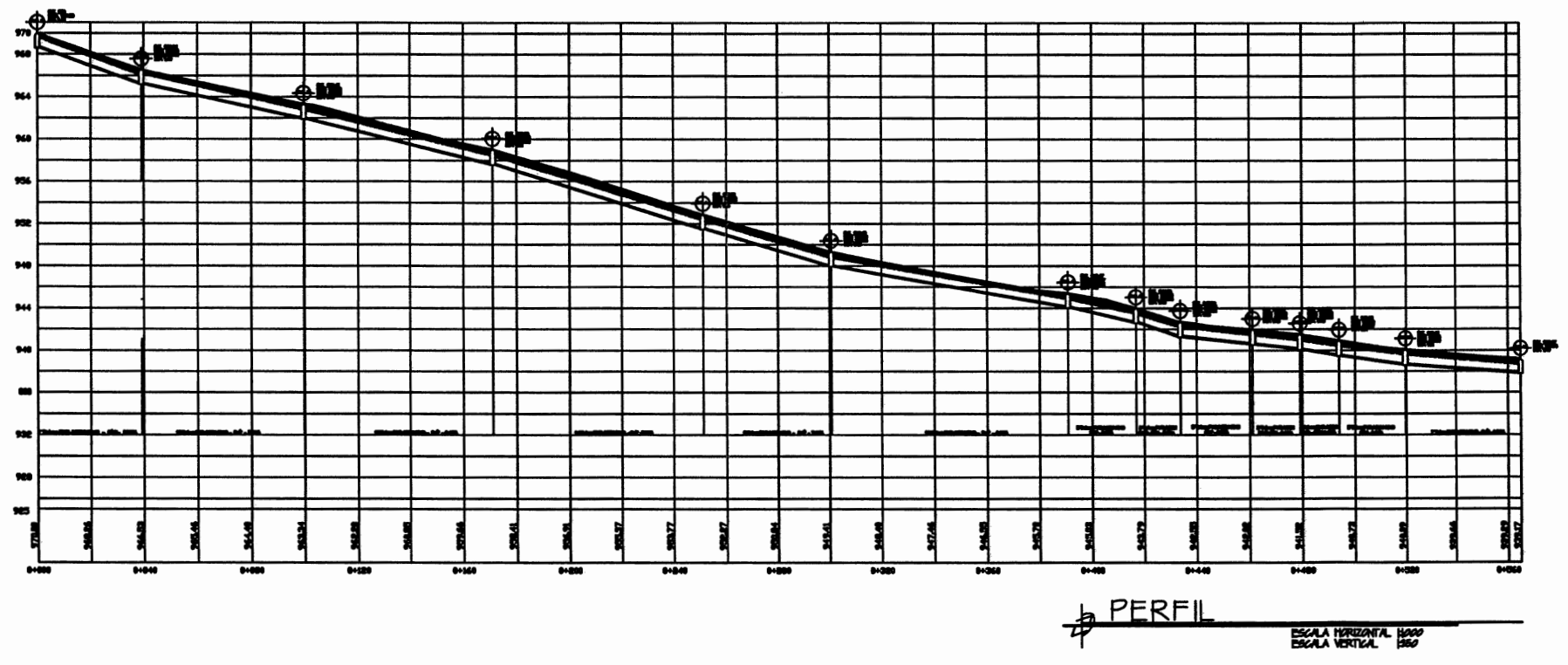
ESPECIFICACIONES

1. LA TUBERIA PARA LA CONEXION DOMICILIAR DEBE SER DE 4" PVC PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SEGUN NORMA ASTM NOVAFORT F949.
2. EL CONCRETO PARA LA TAPADERA Y BASE DEBERA TENER UN $F_c' = 217 \text{ Kg/cm}^2$ CON UNA PROPORCION 1:2:2. Para 1 m^3 de concreto, 12 sacos de cemento, 42 botes(5galones) de arena, 36 botes(5galones) de piedrin y 13.2 botes(5galones) de agua.
3. LA CAJA DE REGISTRO SERA UN TUBO DE CONCRETO DE 16" DE DIAMETRO CON SU RESPECTIVA BASE, BROCAL Y TAPADERA, LA CUAL DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0.90 m.
4. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.

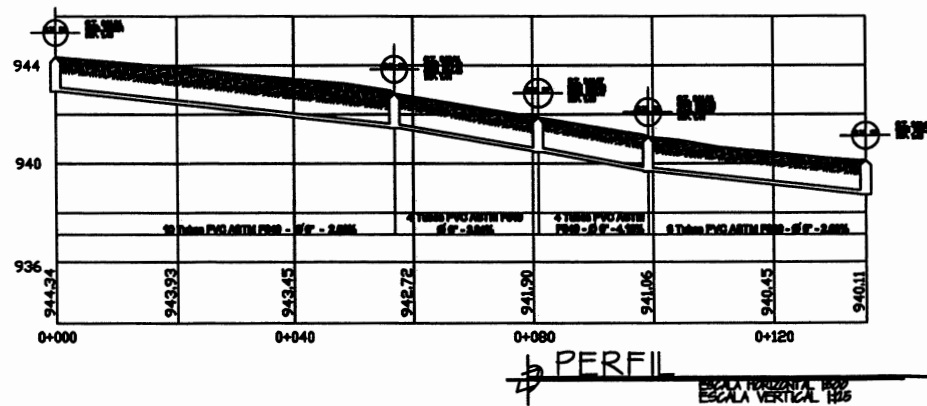
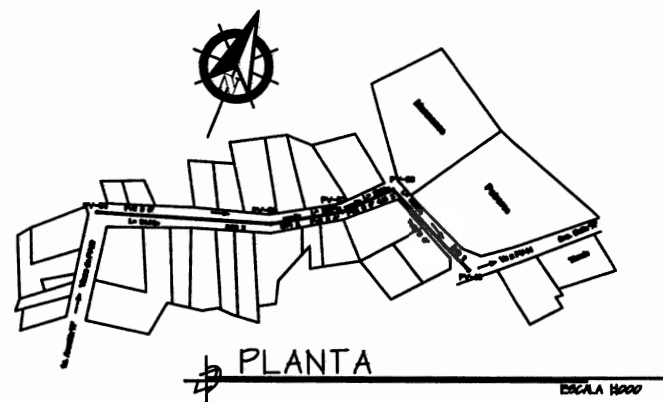
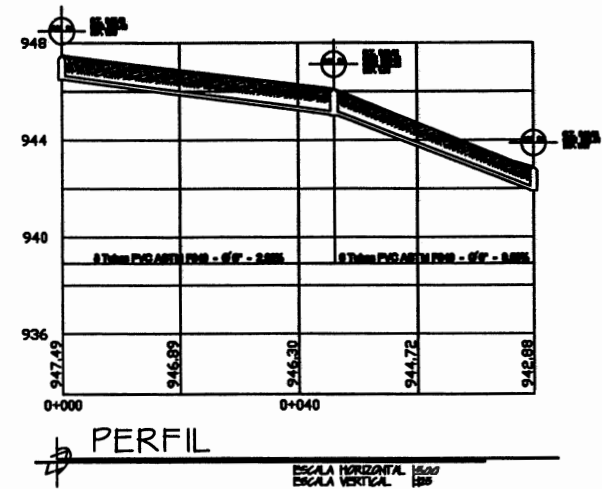
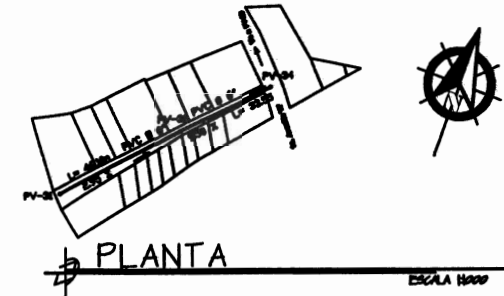
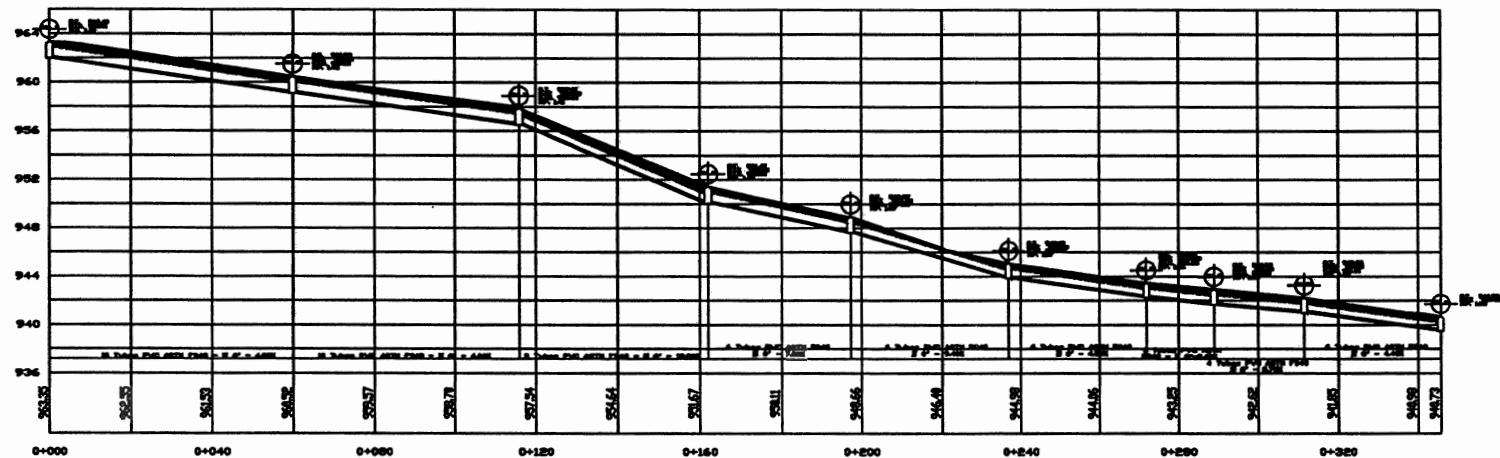
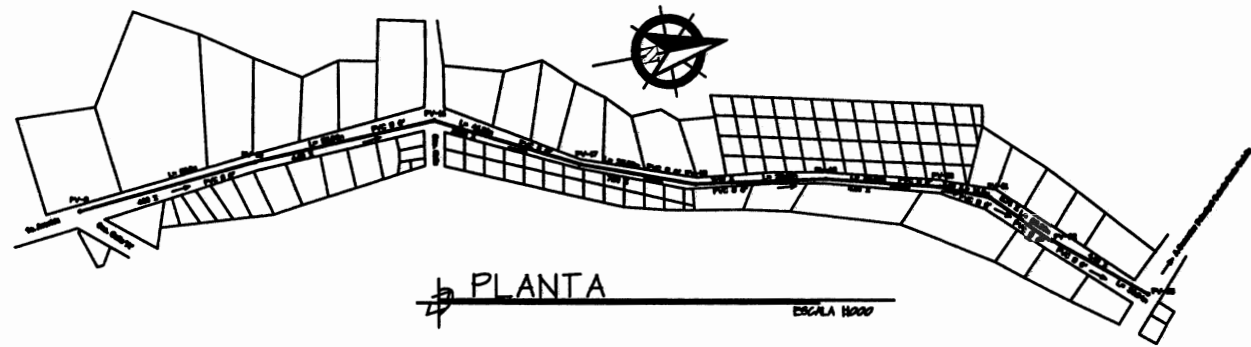
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL SUPERVISOR	
PROYECTO DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL BARRIO SAN JOSE PARRIS MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS, GUATEMALA	
CONTENIDO DISEÑO DOMICILIAR	
FECHA AUTOR DISEÑADOR REVISOR APROBADO	E.P.E.L. ING. JUAN ING. JUAN ING. JUAN ING. JUAN ING. JUAN
TITULO AUTORES FECHA	



REFERENCIAS	
○	POZOS
○	MANIFESTACIONES
→	DIRECCION DE FLUJO
(Diagram showing symbols for manholes, catch basins, and flow direction)	



MUNICIPALIDAD DE BARRANQUILLA	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA GERENTE PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA EL BARRIO SAN JOSE PAUL HERRERA BARRANQUILLA, GUATEMALA	
	CONTENIDO: PLANTA-PERFIL	
	FECHA: DISEÑADO / DISEÑADA: REVISADO: APROBADO: AUTORIZADO: OTRO:	



REFERENCIAS	
○	PROYECTO
○	INDICACIONES
—	INDICACIONES
○	SE. 0000
○	SE. 0001
○	SE. 0002
○	SE. 0003
○	SE. 0004
○	SE. 0005
○	SE. 0006
○	SE. 0007
○	SE. 0008
○	SE. 0009
○	SE. 0010
○	SE. 0011
○	SE. 0012
○	SE. 0013
○	SE. 0014
○	SE. 0015
○	SE. 0016
○	SE. 0017
○	SE. 0018
○	SE. 0019
○	SE. 0020
○	SE. 0021
○	SE. 0022
○	SE. 0023
○	SE. 0024
○	SE. 0025
○	SE. 0026
○	SE. 0027
○	SE. 0028
○	SE. 0029
○	SE. 0030
○	SE. 0031
○	SE. 0032
○	SE. 0033
○	SE. 0034
○	SE. 0035
○	SE. 0036
○	SE. 0037
○	SE. 0038
○	SE. 0039
○	SE. 0040
○	SE. 0041
○	SE. 0042
○	SE. 0043
○	SE. 0044
○	SE. 0045
○	SE. 0046
○	SE. 0047
○	SE. 0048
○	SE. 0049
○	SE. 0050
○	SE. 0051
○	SE. 0052
○	SE. 0053
○	SE. 0054
○	SE. 0055
○	SE. 0056
○	SE. 0057
○	SE. 0058
○	SE. 0059
○	SE. 0060
○	SE. 0061
○	SE. 0062
○	SE. 0063
○	SE. 0064
○	SE. 0065
○	SE. 0066
○	SE. 0067
○	SE. 0068
○	SE. 0069
○	SE. 0070
○	SE. 0071
○	SE. 0072
○	SE. 0073
○	SE. 0074
○	SE. 0075
○	SE. 0076
○	SE. 0077
○	SE. 0078
○	SE. 0079
○	SE. 0080
○	SE. 0081
○	SE. 0082
○	SE. 0083
○	SE. 0084
○	SE. 0085
○	SE. 0086
○	SE. 0087
○	SE. 0088
○	SE. 0089
○	SE. 0090
○	SE. 0091
○	SE. 0092
○	SE. 0093
○	SE. 0094
○	SE. 0095
○	SE. 0096
○	SE. 0097
○	SE. 0098
○	SE. 0099
○	SE. 0100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE
INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANEAMIENTO
PARA EL BARRIO SAN JOSE PUEBLO NUEVO
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

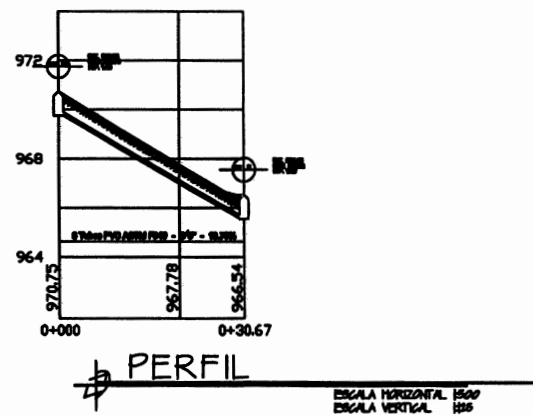
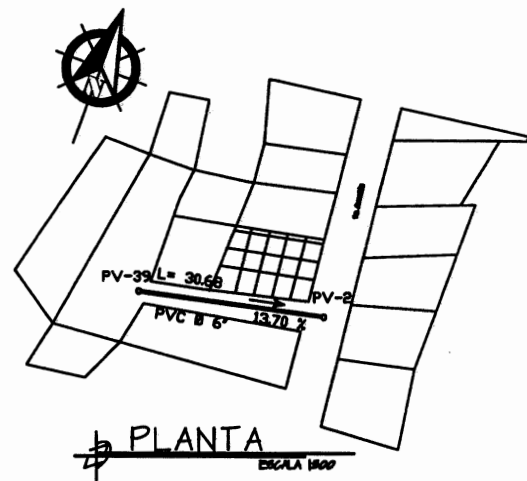
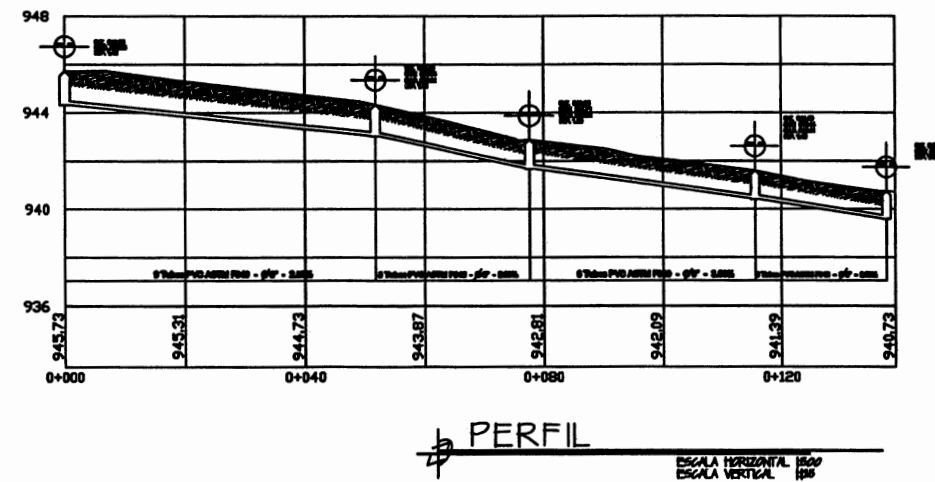
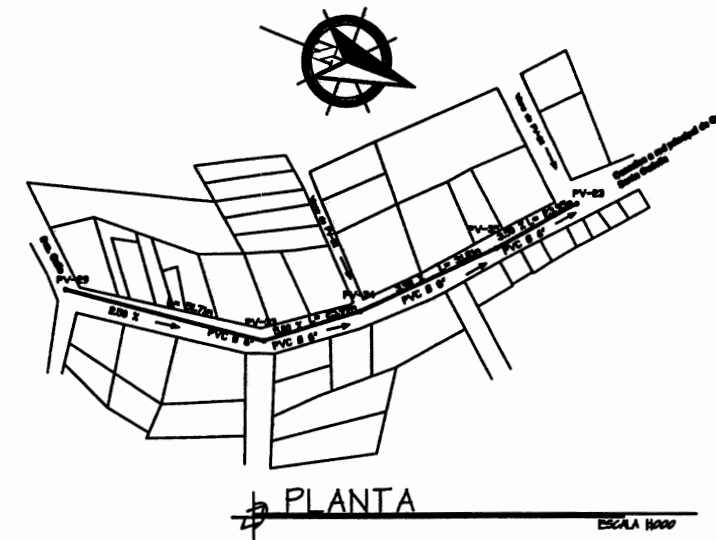
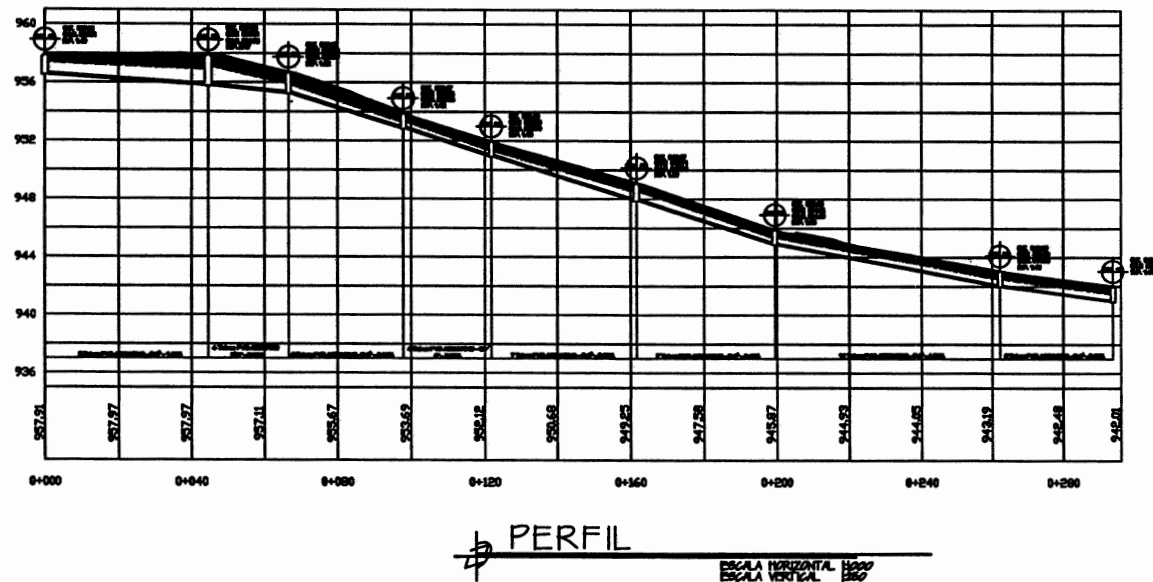
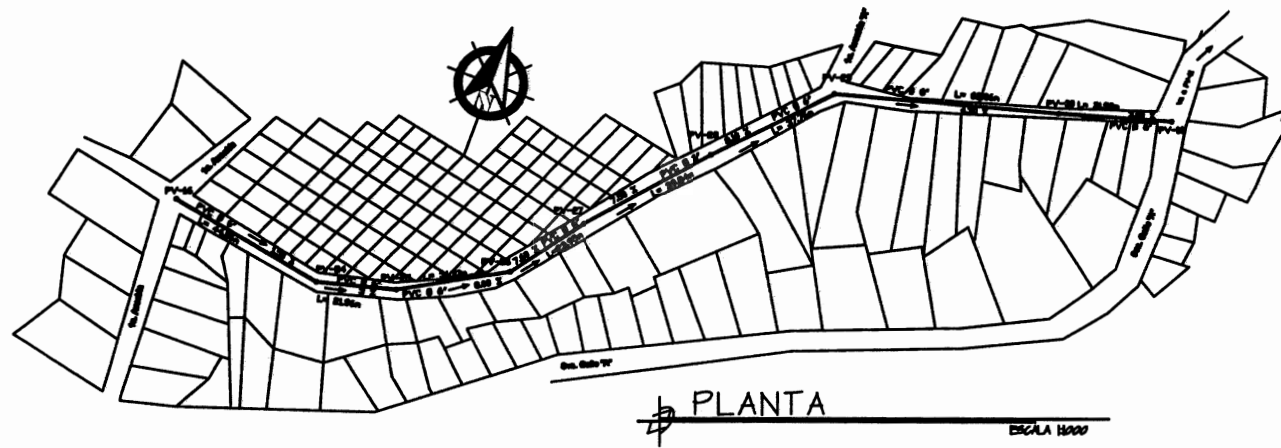
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL

FECHA: _____

ELABORADO POR: _____

REVISADO POR: _____

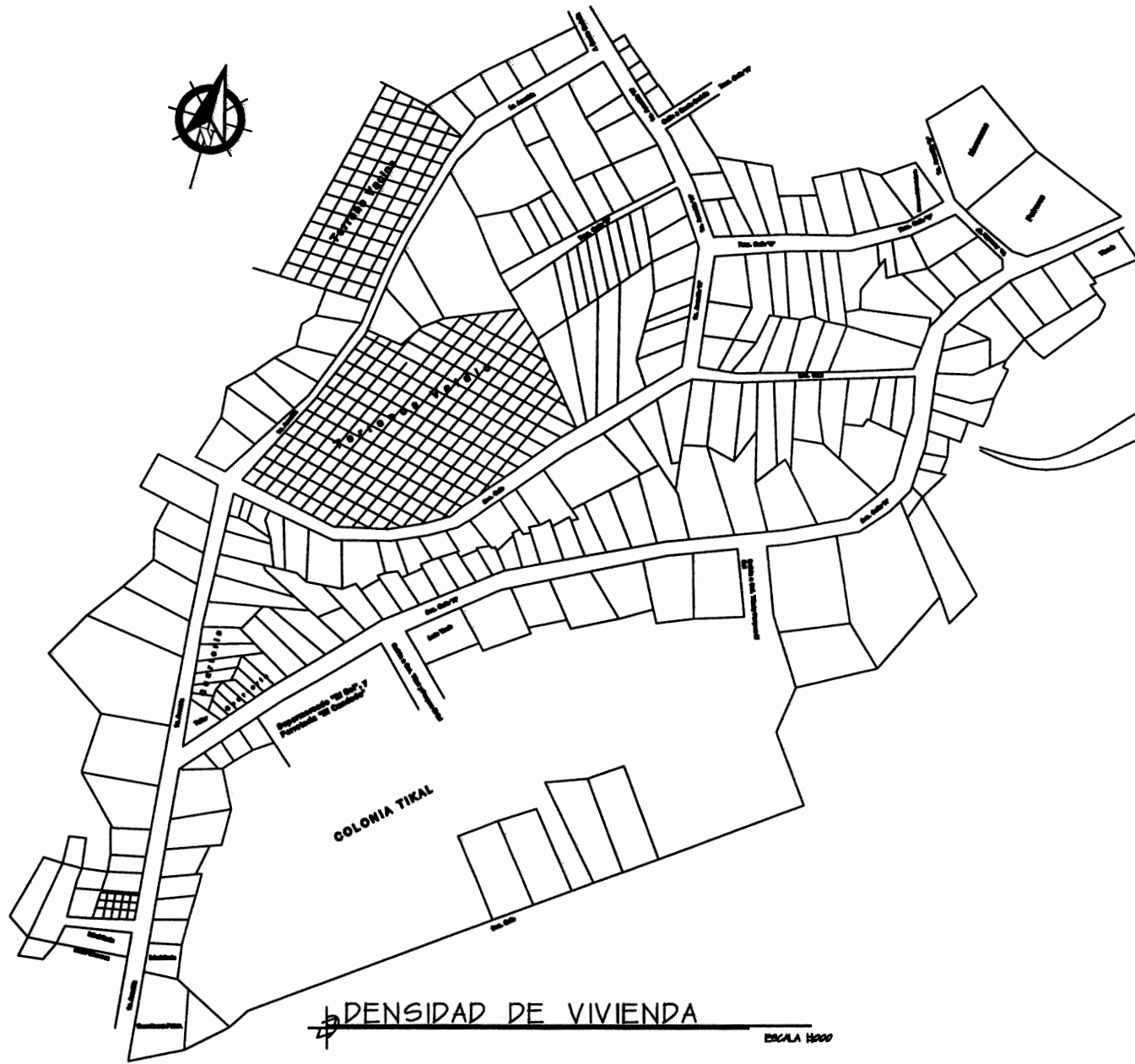
APROBADO POR: _____



REFERENCIAS	
○	POZOS
○	MANOS
→	SEÑALES
○	AL 1000
○	AL 500
○	AL 250
○	AL 100
○	AL 50
○	AL 25
○	AL 10
○	AL 5
○	AL 2
○	AL 1

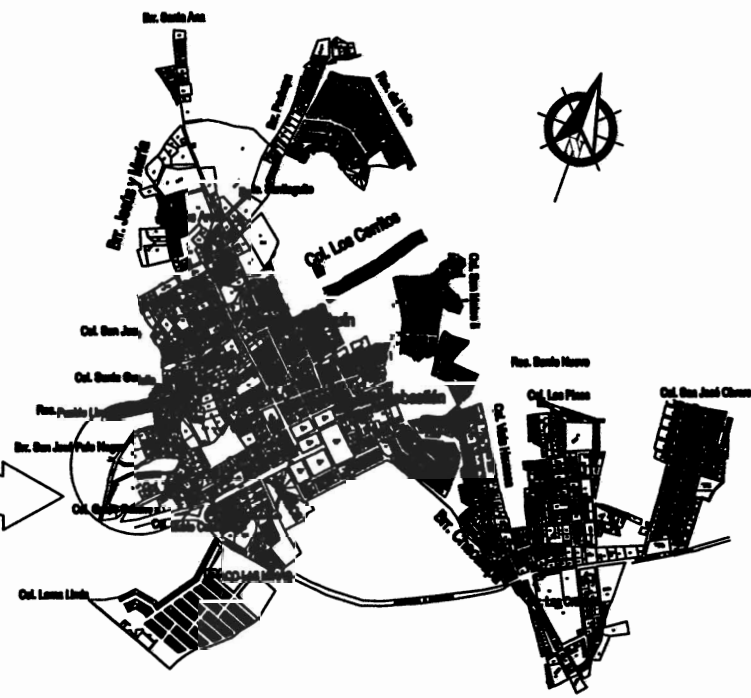
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE SEÑALES ELECTRICAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE SEÑALES ELECTRICAS	
TITULO: PLANTA-PERFIL	
NOMBRE: _____ C.P.A. INGENIERO: _____ FECHA: _____	ESCALA: _____ MATERIAL: _____ TITULO: _____ NOMBRE: _____ FECHA: _____

REFERENCIAS	
[Symbol]	Lote Habitado
[Symbol]	Quem Habitado
[Symbol]	Lote Vacío



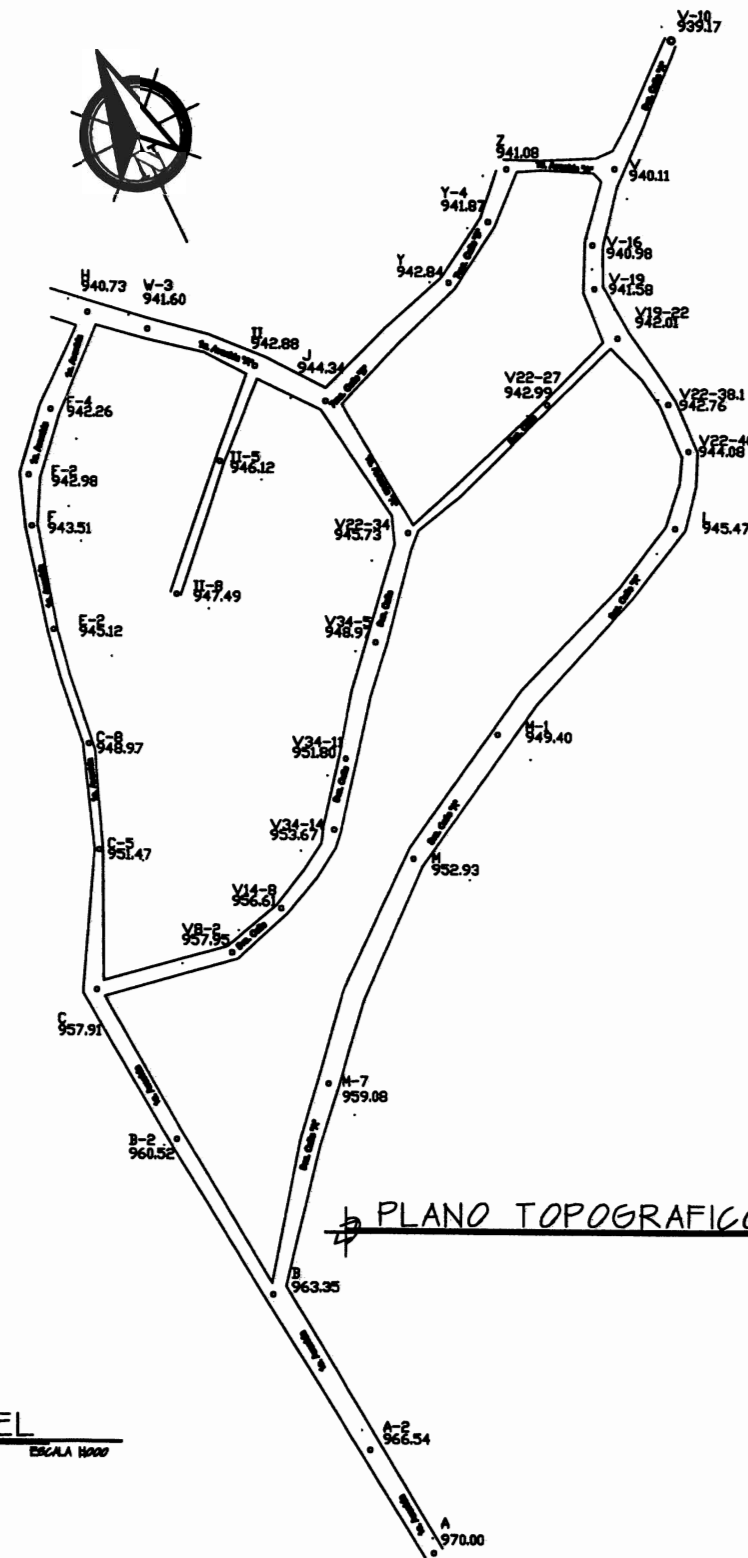
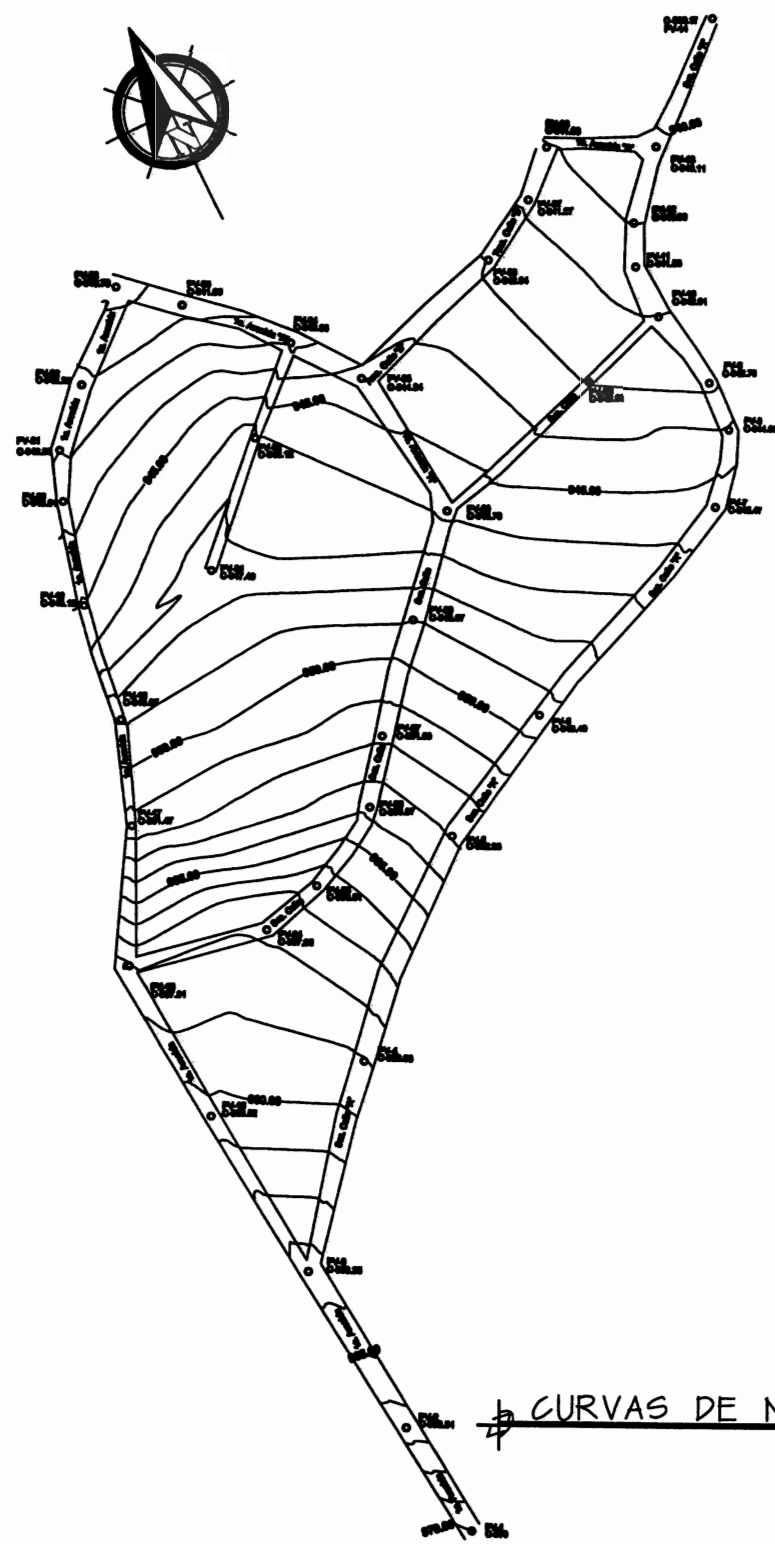
DENSIDAD DE VIVIENDA
ESCALA 1:1000

MAPA URBANO
CIUDAD DE ESQUIPULAS



PLANTA
EN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA	
PROYECTO DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA EL BARRIO SAN JUAN PALE MIER ESQUIPULAS, GUATEMALA	
CONTENIDO DENSIDAD DE VIVIENDA	
FECHA: AUTOR: REVISOR: DISEÑADOR: CALIFICACION: OTRO:	<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>ESCALA: 1:1000</p> <p>1 / 1</p>



Libreta Topográfica				
De	A	Asimut	Distancias	Cota
-	A	-	-	870
A	A-2	144210°	30.88	868.64
A-2	Fimboledin	277429°40'	30.88	870.76
A-2	B	62°	30.88	863.36
B	B-2	14411°	30.88	863.62
B-2	C	14412°	30.88	857.91
C	C-2	47389°	48.30	851.47
C-2	C-3	242°10'	35.22	846.87
C-3	E-2	28418°	30.88	845.12
E-2	F	252°	34.98	843.61
F	F-2	432°40'	16.80	842.88
F-2	F-4	1232°20'	23.30	842.36
F-4	H	1122°	33.94	840.78
M-7	B	242°	71.43	833.36
M	M-7	242°10°	79.83	828.08
M-1	M	27822°20'	49.84	822.98
L	M-1	27122°24'	30.10	818.40
V22-40	L	22824°07'	28.02	816.47
V22-38.1	V22-40	543°18'	18.81	814.08
V19-22	V22-38.1	18922°1'	27.80	812.78
V-19	V19-22	20144°30'	18.00	812.01
V-16	V-19	344°	14.81	811.88
V	V-16	24222°15'	25.98	810.88
V	V-10	712°10'	46.88	808.17
V8-2	C	28421°40'	46.88	807.91
V14-8	V8-2	27822°	22.00	807.96
V24-14	V14-8	28222°40'	21.23	808.61
V24-11	V24-14	24844°30'	23.88	808.67
V24-5	V24-11	2822°10'	38.88	801.80
V22-34	V24-5	24822°30'	37.78	806.87
V22-27	V22-34	27422°10'	62.88	806.73
V19-22	V22-27	27222°20'	31.97	802.88
B-6	B-6	24822°	46.10	807.48
B	B-6	24722°15'	33.80	806.12
J	V22-34	1822°	33.88	806.78
B	J	18221°40'	46.10	804.34
W-3	B	14212°	31.81	802.88
H	W-3	14110°1'	23.88	811.80
J	Y	22422°	38.88	802.84
Y	Y-4	2222°	23.84	801.87
Y-4	Z	7822°	18.30	801.08
Z	V	13824°	36.88	800.11

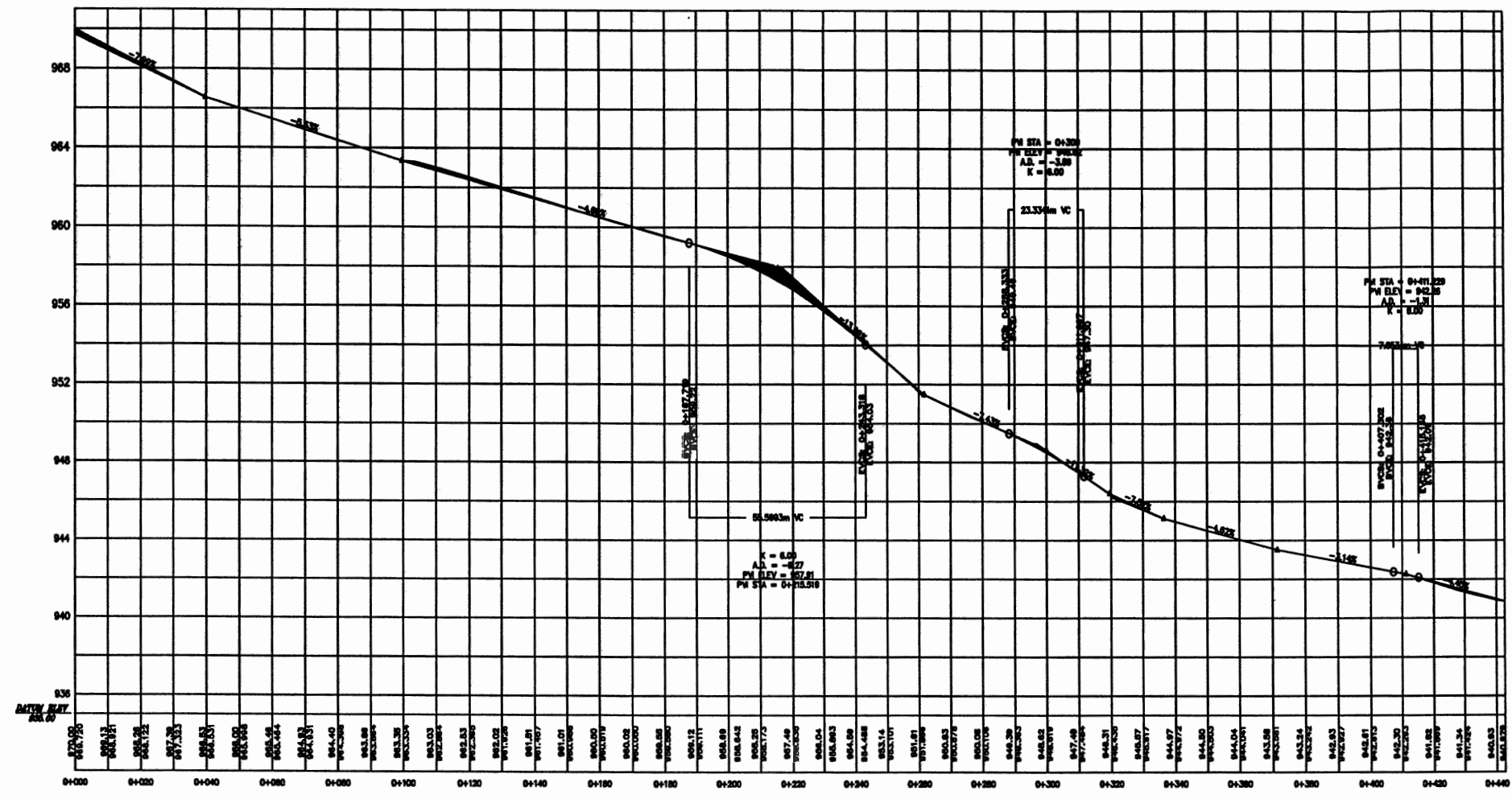
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL SUPERVISOR

PROYECTO:
DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO
PARA EL CARRETERO SAN JUAN PABLO HERRERA
DEPARTAMENTO, GUATEMALA

CONTENIDO: PLANOS TOPOGRAFICOS

FECHA: 2018-08-01
DISEÑADO: JUAN PABLO HERRERA
REVISADO: JUAN PABLO HERRERA

11



NOMENCLATURA	
—	Perfil natural del terreno
—	Subrasante reconstruida
—	Perforación de la pendiente
—	Punto de Intersección Vertical
—	Elevación de Punto de Intersección Vertical
—	Elevación Principio de Curva Vertical
—	Principio Entada Curva Vertical
—	Elevación Fin Entada Curva Vertical
—	Fin Entada Curva Vertical
—	Alfilerado
—	Coefficiente de Curva
—	Longitud de Curva
—	Trayectoria de Faja
—	Trayectoria de Banqueta

CONDICIONES DE BIERO PARA PAVIMENTOS BIEROS

CALLES SECUNDARIAS
 PAVIMENTO PARA CALLES RESIDENCIALES, CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (BAJO A MEDIO)
 LE SIMPLE 20 MPa, LE TRINCH 20 MPa, TPOC-40
 ESPESOR TOTAL DEL PAVIMENTO = 20 CM
 ESPESOR LOMA DE CONCRETO = 13 CM
 ESPESOR BASE = 13 CM

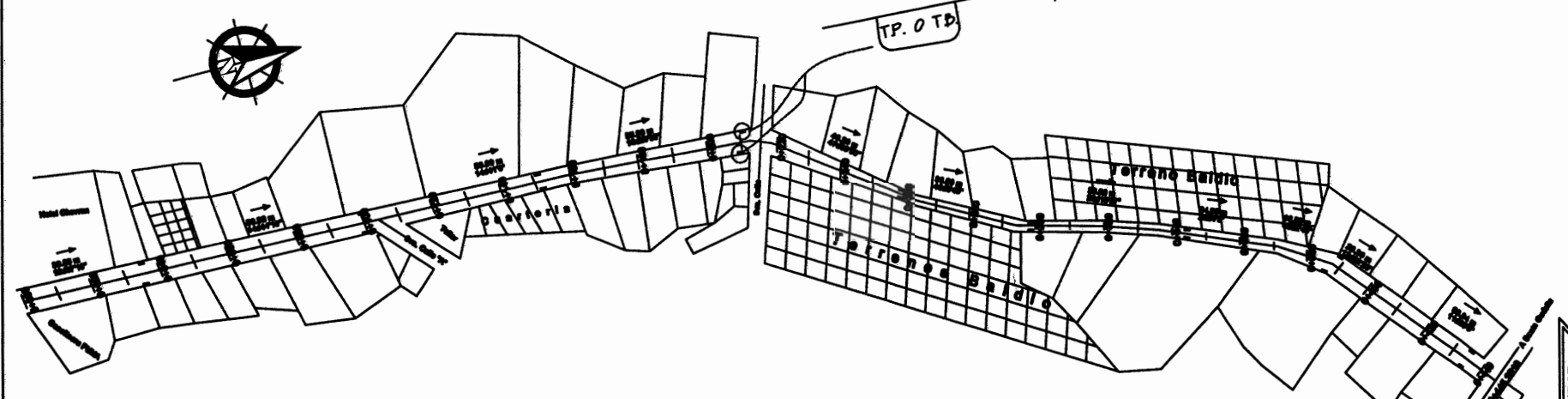
CALLES PRINCIPALES
 PAVIMENTO PARA CALLES COLECTORAS, CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (ALTA) CARRETERAS PRIMARIAS Y CALLES ARTERIALES (BAJO) LE SIMPLE 20 MPa, LE TRINCH 44 MPa, TPOC-40
 ESPESOR TOTAL DEL PAVIMENTO = 20 CM
 ESPESOR LOMA DE CONCRETO = 15 CM
 ESPESOR BASE = 13 CM

ESPECIFICACIONES

SUB-BASANTE
 ORN DE DISEÑO DE SE SEGUN LABORATORIO ASIENTO MODIFICADO T 180
 CONSTRUIDA SEGUN ESPECIFICACIONES PARA PREPARACION DE LA SUB-BASANTE.

BASE
 ORN MIMMO DE 20 A SEG DE COMPACTACION Y ESPECIFICACIONES APICABLES
 LOMA DE CONCRETO Y BOLLIO INTERNO
 EL CONCRETO A UTILIZAR DEBERA TENER UN MODOLO DE RUPTURA MIMMO DE 200 PSI Y UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION NO COMPROBADA NO MENOR DE 4000 PSI A LOR 28 DIAS.

PERFIL 0+000 @ 0+442.627
 Ic. Avenida ESCALA VERDEAL 1/2"



PLANTA
 Ic. Avenida ESCALA 1/2"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA DE INGENIERIA
 CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA

PROYECTO DEL GOBIERNO BUENO
 PARA EL BARRIO SAN JOSE PUEBLO
 ESCUELAS, ESCUELA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL 1A AVENIDA

PROYECTO: []

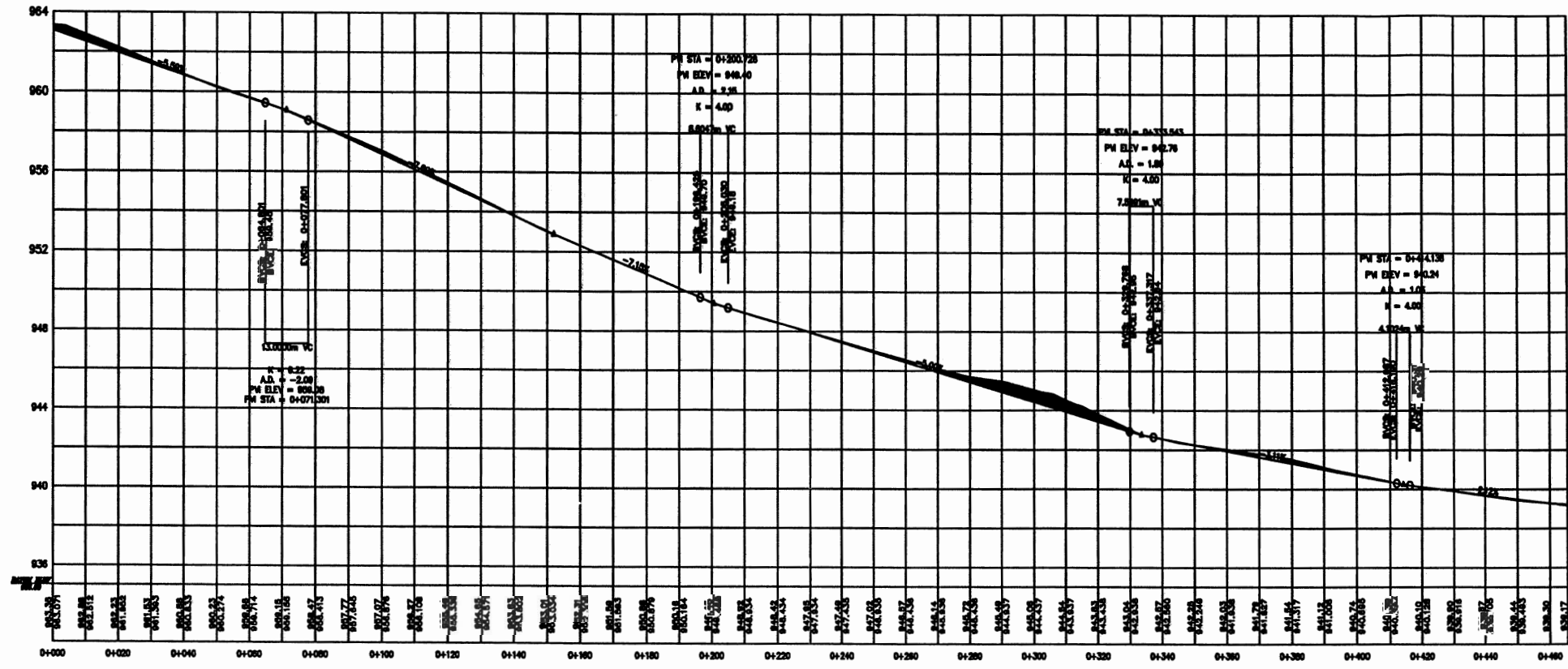
ELABORADO POR: []

REVISADO POR: []

APROBADO POR: []

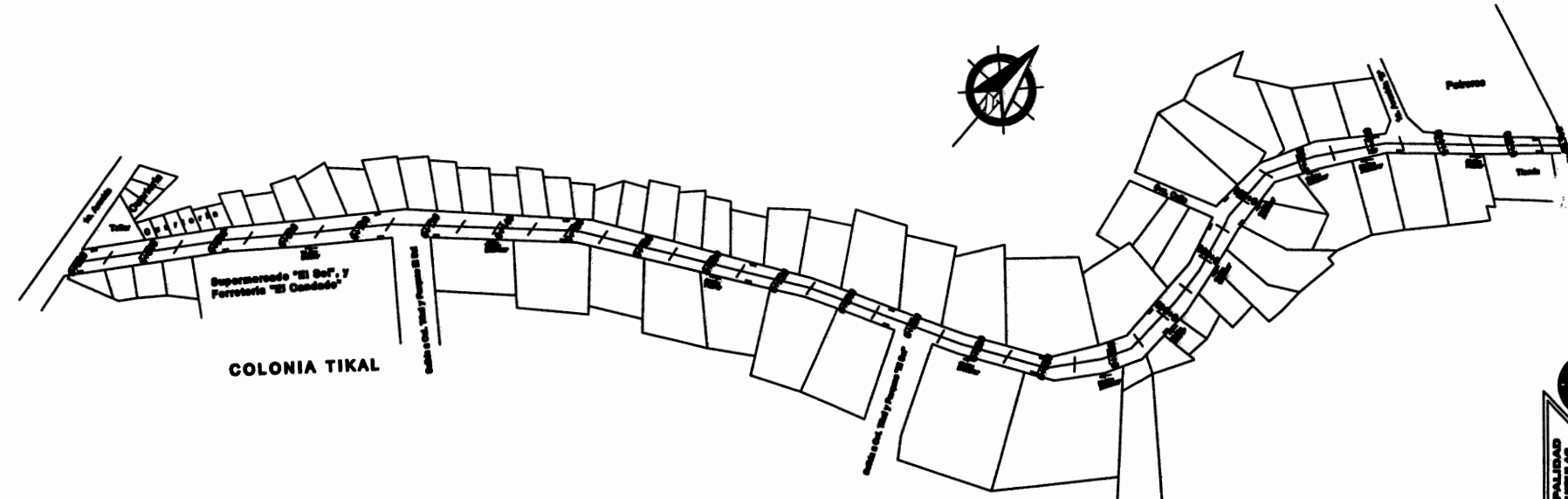
FECHA: []

11



NOMENCLATURA	
—	Perfil natural del terreno
—	Perfil recomendado
—	Parámetro de la pendiente
—	Punto de Intersección Vertical
—	Elevación de Punto de Intersección Vertical
—	Elevación Principio de Curva Vertical
—	Principio Elevación Curva Vertical
—	Elevación Fin Elevación Curva Vertical
—	Fin Elevación Curva Vertical
—	Diferencia
—	Coefficiente de Curva
—	Longitud de Curva
—	Trayectoria de Plano
—	Trayectoria de Banqueta

PERFIL 0+000 @ 0+465.474
Bv. Calle "X" ESCALA HORIZONTAL: 1:500 ESCALA VERTICAL: 1:20



PLANTA Bv. Calle "X" ESCALA 1:500

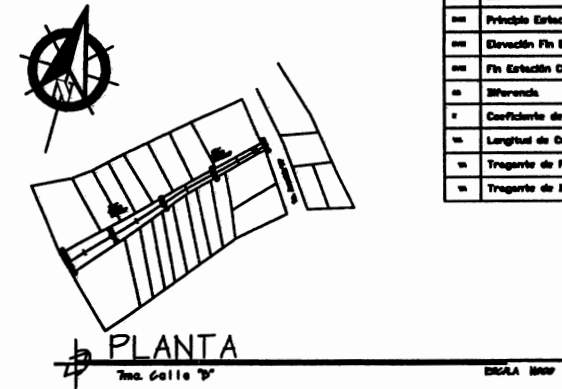
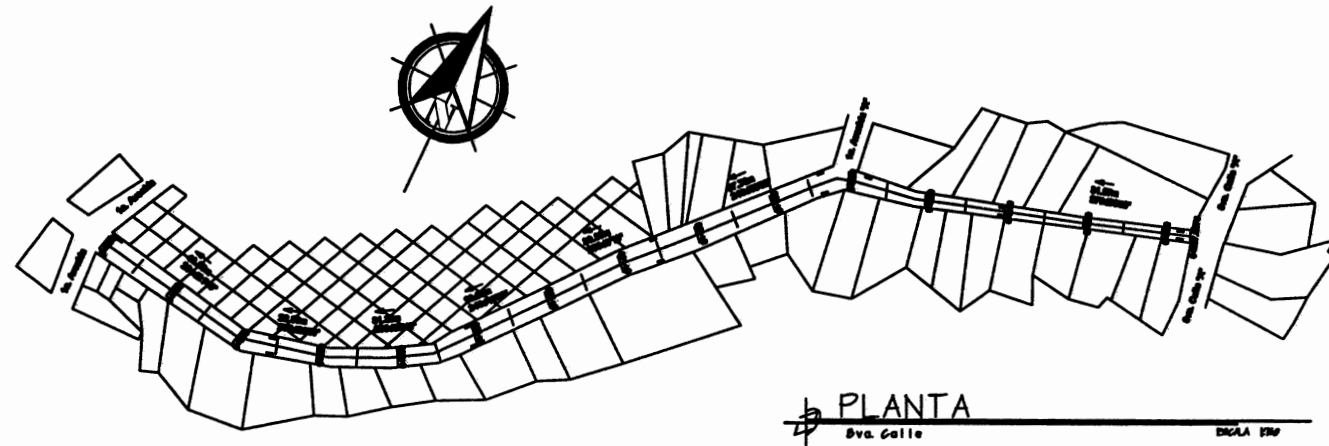
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL SUPERVISOR

PROYECTO:
DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO
PARA EL CAMINO SAN JOSÉ PUEBLO
ESQUELAS, GUATEMALA

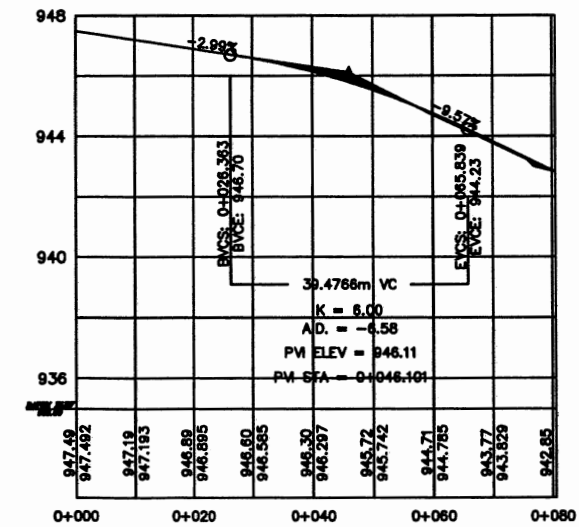
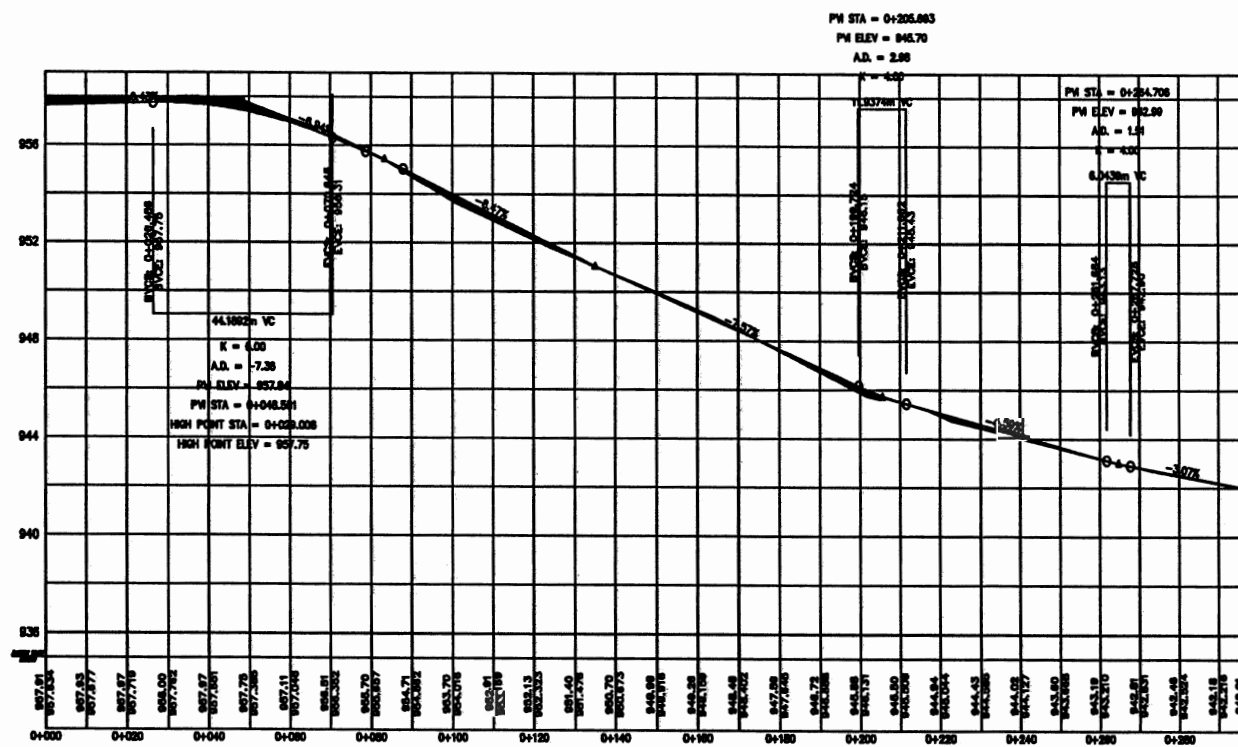
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL

FECHA: DISEÑADO: REVISADO: APROBADO: AUTORIZADO:	C.P.A. ING. ENVI CARRERA PROFESIONAL SUPERVISOR	TÍTULO: PLANTA-PERFIL
--	--	--------------------------

11



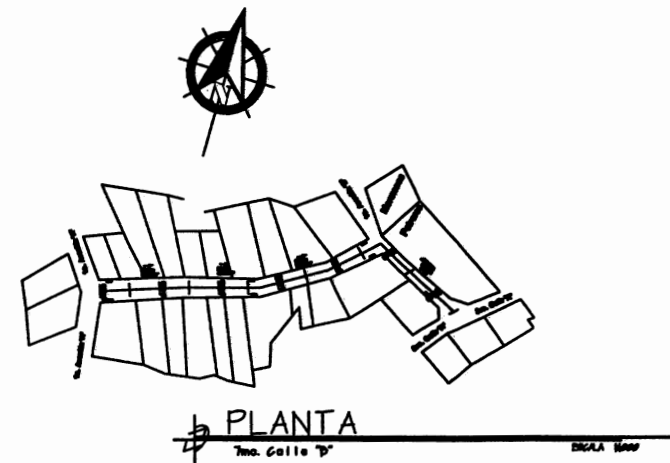
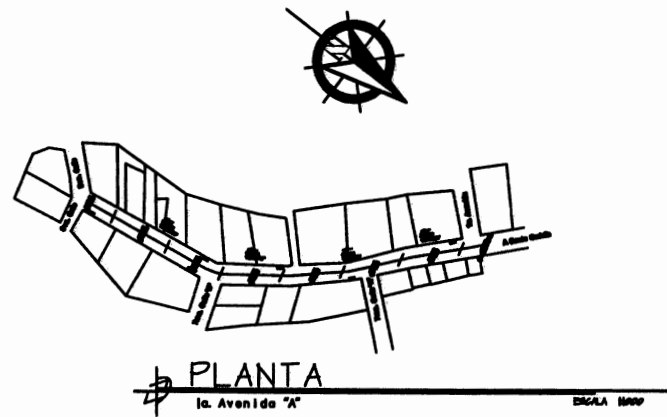
NOMENCLATURA	
—	Perfil natural del terreno
—	Subrasante reconstruida
—	Percepción de la pendiente
PM	Punto de Intersección Vertical
PM ELEV	Elevación de Punto de Intersección Vertical
PC	Elevación Principio de Curva Vertical
PT	Principio Elevación Curva Vertical
PF	Elevación Fin Elevación Curva Vertical
FT	Fin Elevación Curva Vertical
±	Aliterencia
+	Coefficiente de Curva
L	Longitud de Curva
±	Trayectoria de Piso
±	Trayectoria de Banqueta



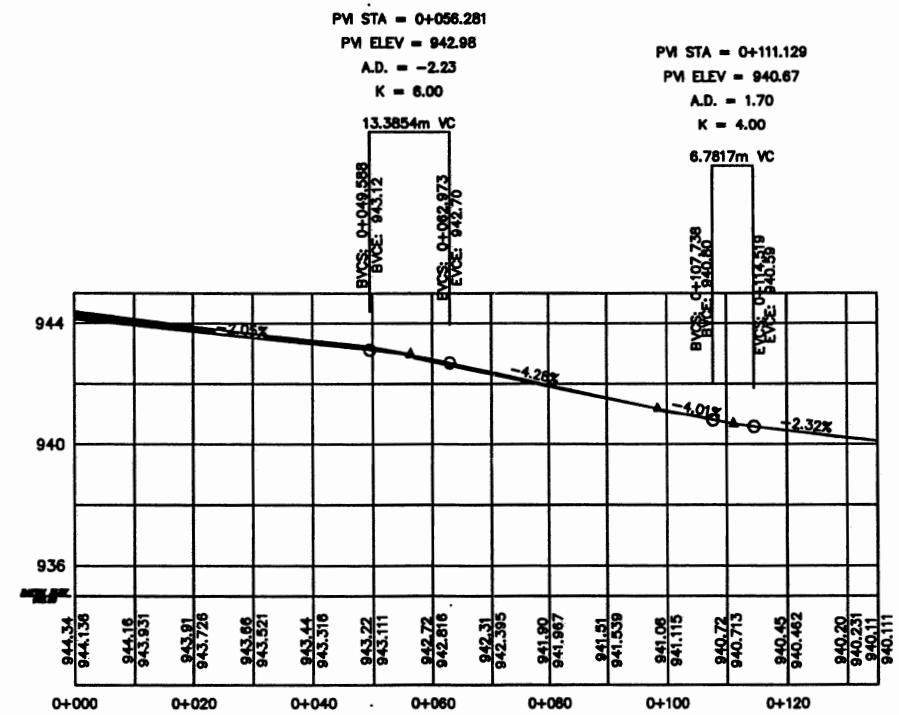
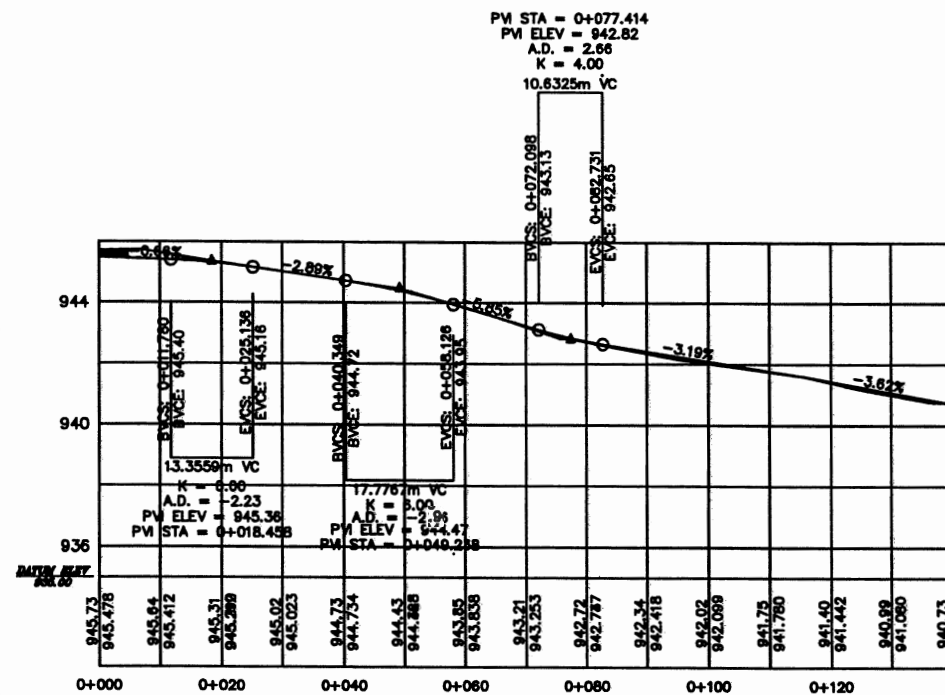
PERFIL 0+000 @ 0+296.682
Bva. Calle
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:50

PERFIL 0+000 @ 0+80.532
Bva. Calle
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:50

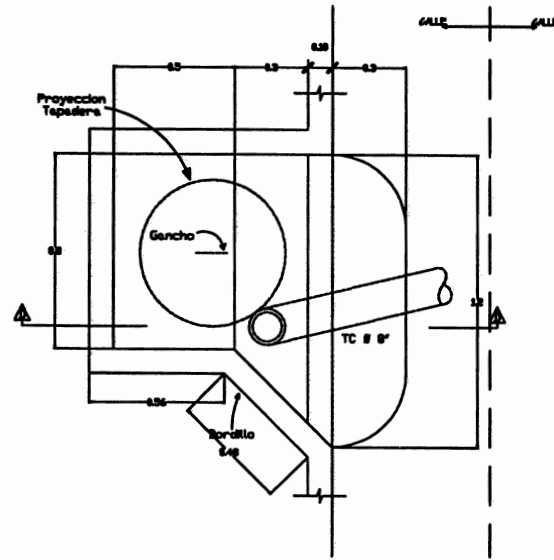
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA CIVIL</p>	
<p>PROYECTO: DISEÑO DEL VIAL PARA EL CARRIL SAN JOSE PAZ VIAL CARRILAS, GUATEMALA</p>	
<p>CONTENIDO: PLANTA-PERFIL</p>	
<p>FECHA: DISEÑADO: DISEÑADO: DISEÑADO: DISEÑADO: DISEÑADO:</p>	<p>E.P.A. DEL DISEÑO: DISEÑO DEL DISEÑO:</p>
<p>11</p>	



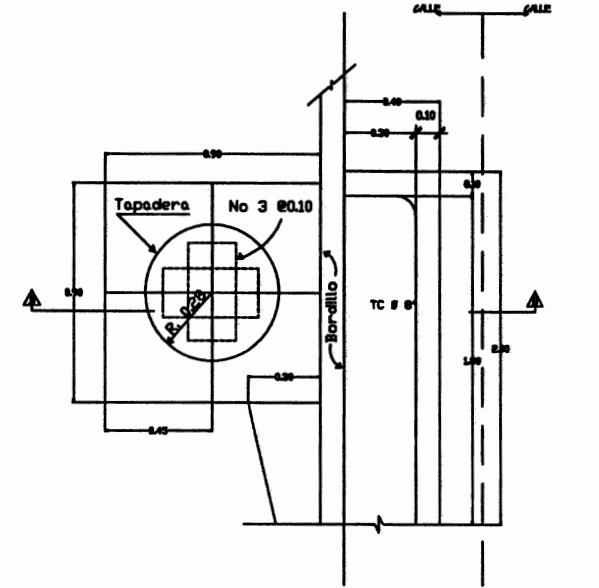
NOMENCLATURA	
—	Perfil natural del terreno
—	Subrasante recondicionada
—	Parcurto de la pendiente
—	Punto de Intersección Vertical
—	Elevación de Punto de Intersección Vertical
—	Elevación Principio de Curva Vertical
—	Principio Elevación Curva Vertical
—	Elevación Fin Elevación Curva Vertical
—	Fin Elevación Curva Vertical
—	Aliferencia
—	Coefficiente de Curva
—	Longitud de Curva
—	Trayectoria de Plano
—	Trayectoria de Banqueta



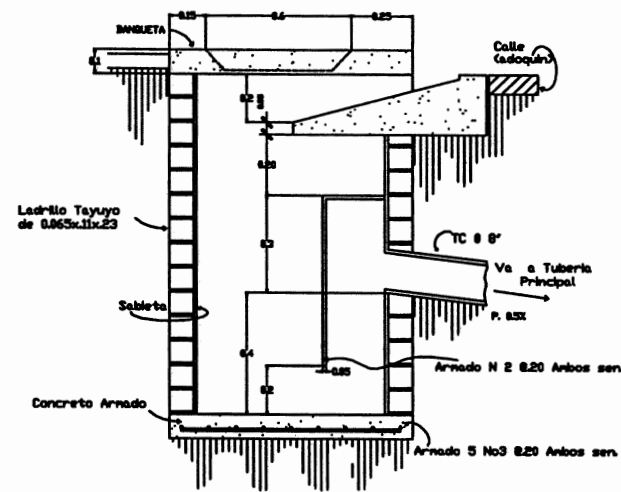
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISADA	
PROYECTO: DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA EL CAMINO SAN JOSE PUEBLO ESCUELAS, GUATEMALA	
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL	E.P.A. ING. CIVIL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE OBRAS DE INGENIERIA
PERSONA RESPONSABLE / JEFE: INGENIERO INGENIERO INGENIERO INGENIERO	INGENIERO INGENIERO INGENIERO INGENIERO
FECHA: _____	
PAGINA 11	



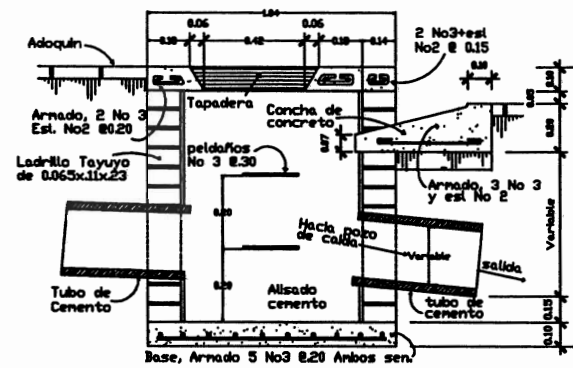
TRAGANTE DE BANQUETA
PLANTA SIN ESCALA



TRAGANTE DE PISO
PLANTA SIN ESCALA



TRAGANTE DE BANQUETA
SECCION SIN ESCALA



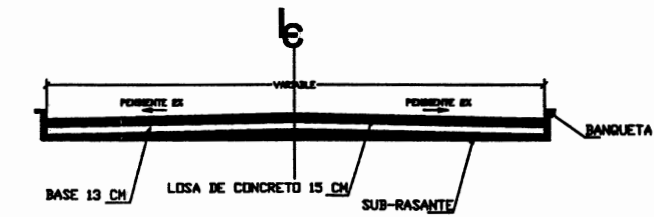
TRAGANTE DE PISO
SECCION SIN ESCALA

TRAGANTES:

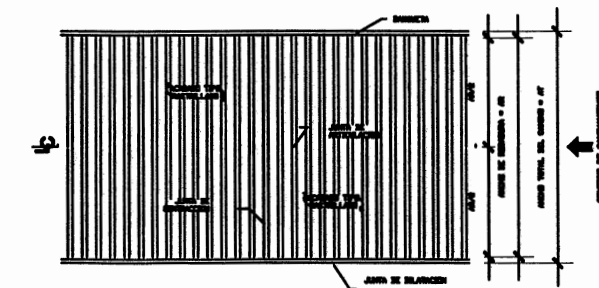
- a.- EN LAS PARTES BAJAS AL FINAL DE CADA CUADRA A 3 METROS DE LAS ESQUINAS.
- b.- EN PUNTOS INTERMEDIOS, PREFERIBLEMENTE A CADA 30 METROS Y EN CAMBIO DE PENDIENTE BRUSCA.
- c.- UNICAMENTE EN CALLES CON PAVIMENTOS O QUE VAYAN A RECIBIR ALGUN TIPO DE TRATAMIENTO.
- d.- INSTALARLOS A NO MAS DE 100 METROS.
- e.- LOS TRAGANTES SERAN DE PISO Y BANQUETA.

TRAGANTE DE BANQUETA CUANDO LA PENDIENTE < 2%
TRAGANTE DE PISO Y BANQUETA CUANDO LA PENDIENTE 2%-5%
TRAGANTE DE PISO CUANDO LA PENDIENTE > 5%.

- 1.- TODO EL CONCRETO A UTILIZAR TENDRA UNA RESISTENCIA A COMPRESION A LOS 28 DIAS DE 210 Kg/cm², MODULO DE RUPTURA 45 Kg/cm², CON UNA PROPORCION 1:2:2. Para 1m³ de concreto, 12 sacos de cemento, 42 botas(5 galones) de arena, 36 botas(5galones) de piedra y 13,2 botas(5galones) de agua.
- 2.- LAS JUNTAS DE CONTRACCION Y DILATACION A CADA 2.50 Y 3.00 METROS
- 3.- LA CARPETA TENDRA UN ACABADO RASTILLADO (EFECTUARSE ANTES DEL FRAGUADO 20 O 30 MINUTOS DESPUES DE FUNDIR LA PLANCHA)
- 4.- LA BASE DE GRABA TRITURADA SE DEBERA TENDER GUARDANDO EL BOMBEO DE DISEÑO Y COMPACTANDOLO CON EQUIPO MECANICO
- 5.- LA BASE EXISTENTE SE DEBERA CONFORMAR PARA DAR EL BOMBEO DE DISEÑO POSTERIORMENTE SE DEBERA HUMEDecer Y COMPACTAR CON RODILLO VIBROCOMPACTADOR HASTA ALCANZAR UNA DENSIDAD MAXIMA DEL 95% SEGUN PRUEBA AASHO T-99 (PROCTOR ESTANDAR)

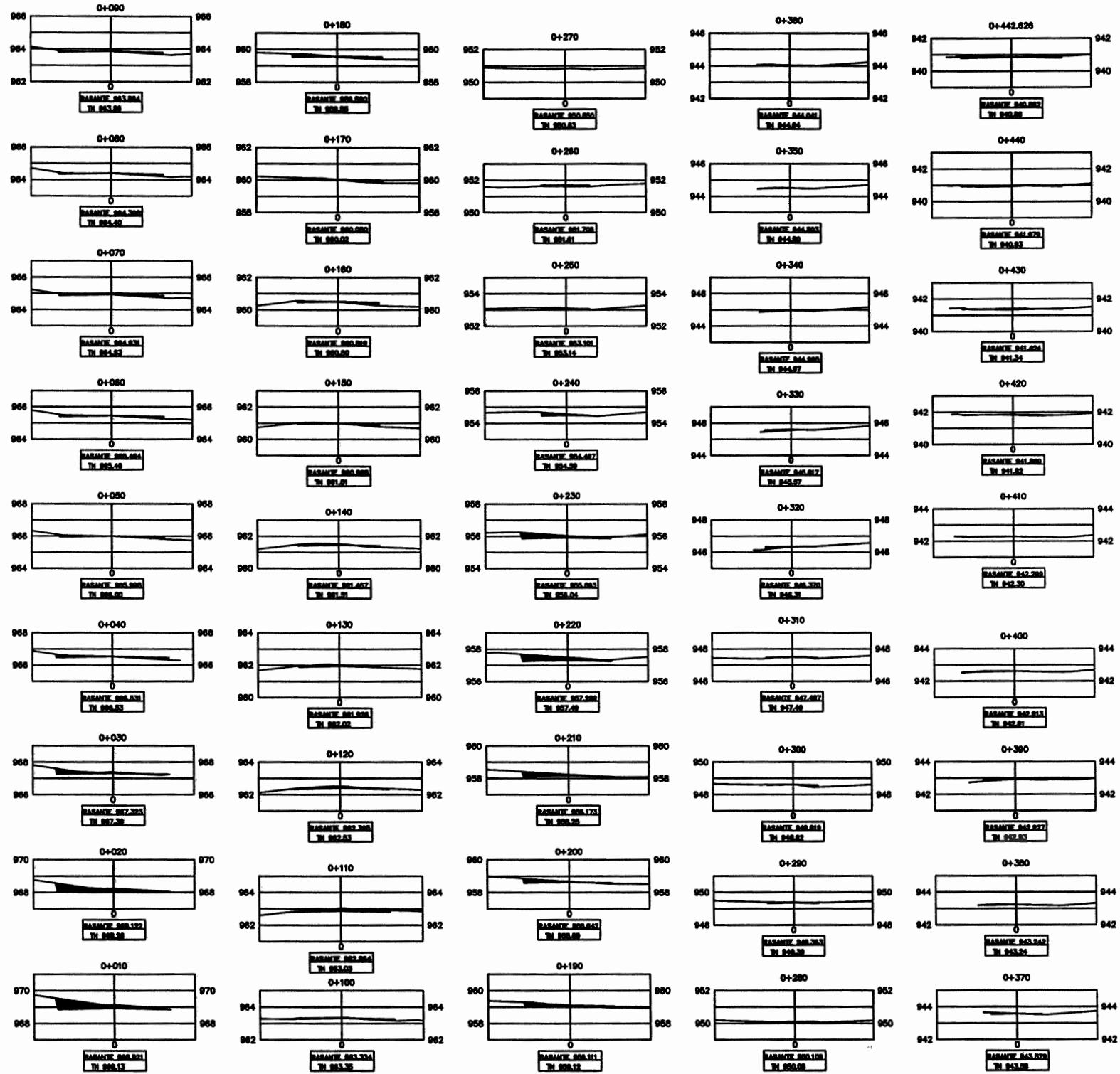


GABARITO
SECCION SIN ESCALA



PLANTA
UNIDAD DE CONTRACCION Y ARTICULACION SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISADA	
PROYECTO: DISEÑO DEL PAVIMENTO MIXTO PARA EL BARRIO SAN JOSE PAUL HERRERA MAYAGÜETZ, GUATEMALA	
CATEDRATICO: INGENIERO TRANSVERSAL	
FECHA: DISEÑO / 2008	C.P.A. DEL DISEÑO: INGENIERO TRANSVERSAL
SEÑALADO: DISEÑO	VERA:
REVISADO: DISEÑO	VERA:
APROBADO: DISEÑO	VERA:
REVISADO: DISEÑO	VERA:
APROBADO: DISEÑO	VERA:
11	



ESTACION	ANCHO		PERIMETRO		PERIMETRO AJUSTADO	
	CONCRETO	ASfalto	CONCRETO	ASfalto	CONCRETO	ASfalto
0+000	0.00	0.00	8.18	0.00	8.18	0.00
0+010	1.43	0.00	16.00	0.00	21.78	0.00
0+020	0.99	0.00	8.29	0.10	31.07	0.10
0+030	0.47	0.04	4.43	0.89	35.50	0.89
0+040	0.23	0.21	2.59	1.85	38.08	2.84
0+050	0.17	0.21	1.99	1.85	40.08	4.29
0+060	0.13	0.21	1.50	1.85	41.59	5.95
0+070	0.10	0.21	1.13	1.86	42.72	7.80
0+080	0.07	0.21	0.86	1.86	43.58	9.28
0+090	0.06	0.21	0.86	1.28	44.55	10.55
0+100	0.09	0.12	4.88	0.32	48.22	10.87
0+110	0.73	0.00	8.29	0.00	57.51	10.87
0+120	0.55	0.00	5.99	0.07	63.51	10.94
0+130	0.39	0.02	4.36	0.62	67.86	11.56
0+140	0.29	0.15	3.25	1.71	71.11	13.27
0+150	0.21	0.29	2.26	2.79	73.35	16.06
0+160	0.14	0.42	2.82	3.19	78.18	18.25
0+170	0.31	0.39	4.57	2.99	80.74	21.85
0+180	0.40	0.29	5.83	1.82	86.37	23.76
0+190	0.47	0.17	6.78	0.82	83.18	24.86
0+200	0.58	0.07	8.82	0.27	101.77	24.96
0+210	0.75	0.01	14.38	0.02	118.38	24.98
0+220	1.54	0.00	17.81	0.00	134.17	24.98
0+230	1.21	0.00	13.04	0.00	147.22	24.98
0+240	0.81	0.00	7.17	0.11	154.36	25.00
0+250	0.33	0.04	1.99	1.47	158.38	26.55
0+260	0.03	0.40	0.46	1.85	158.84	28.91
0+270	0.04	0.12	1.26	0.48	158.10	29.00
0+280	0.17	0.02	3.59	0.05	161.69	29.04
0+290	0.40	0.00	3.08	0.63	164.75	29.86
0+300	0.10	0.24	0.90	1.48	165.65	31.15
0+310	0.04	0.14	0.18	0.38	165.83	31.32
0+320	0.00	0.00	0.00	0.00	165.83	31.32
0+330	0.00	0.00	0.00	0.00	165.83	31.32
0+340	0.00	0.00	0.00	0.00	165.83	31.32
0+350	0.00	0.00	0.00	0.00	165.83	31.32
0+360	0.00	0.00	0.00	0.00	165.83	31.32
0+370	0.00	0.00	0.00	0.00	165.83	31.32
0+380	0.00	0.00	0.00	0.00	165.83	31.32
0+390	0.00	0.00	0.28	0.03	166.10	31.54
0+400	0.06	0.01	1.07	0.09	167.18	31.83
0+410	0.10	0.01	0.78	0.81	167.95	32.14
0+420	0.03	0.14	0.93	1.40	168.50	33.34
0+430	0.06	0.22	1.39	1.45	169.89	34.99
0+440	0.16	0.15	0.80	0.10	170.70	35.10
0+442.628	0.32	0.00	0.00	0.00	170.70	35.10

SECCIONES 0+000 @ 0+442.627
la. Avenida

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

PROYECTO:
DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO
PARA EL CAMINO SAN JUAN PABLO HERRERA
CANTONAL, GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE ESCUTULA

DISEÑOS TRANSVERSALES

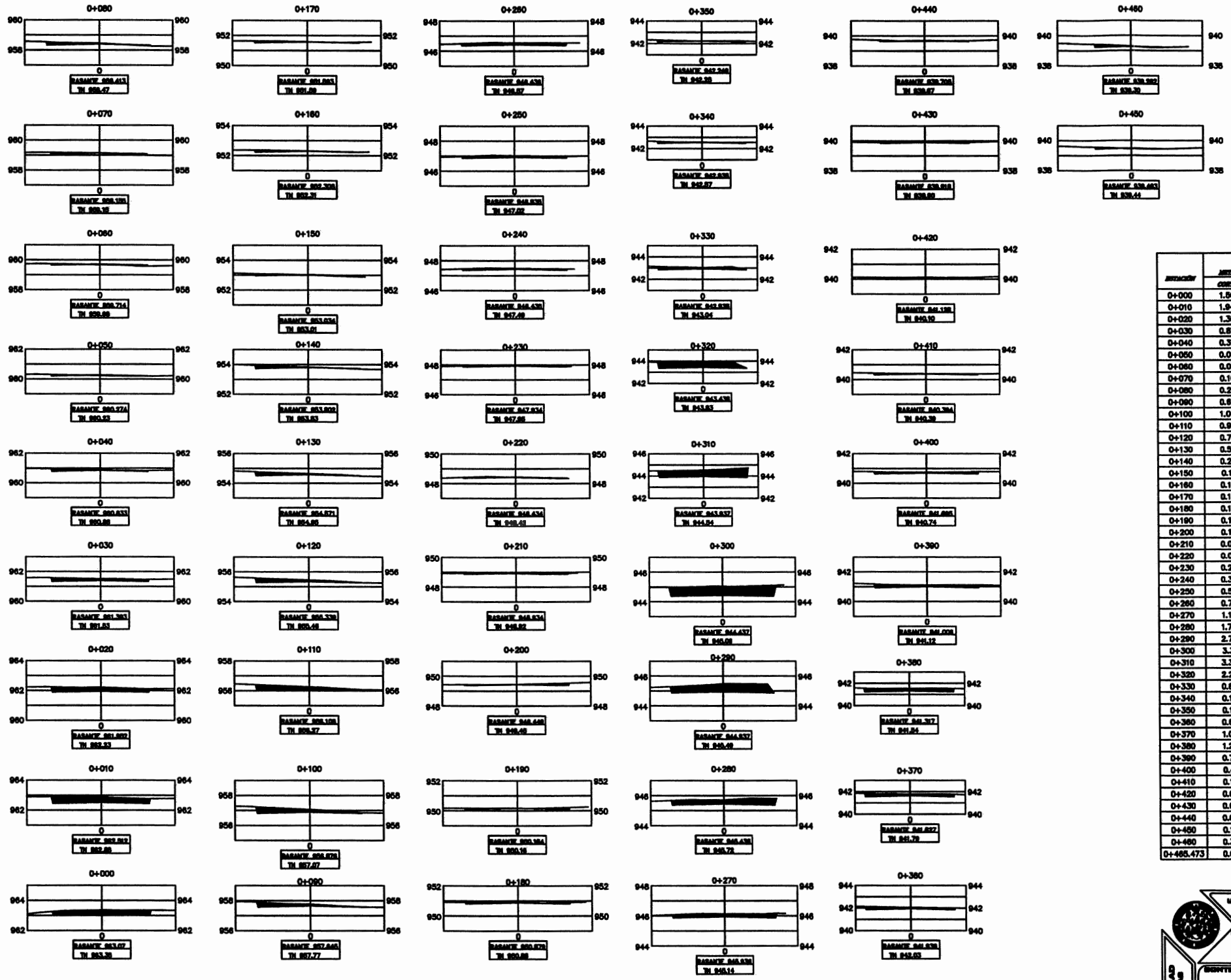
FECHA: 08/08/2018

DISEÑADOR: [Nombre]

REVISOR: [Nombre]

AUTOR: [Nombre]

11



ESTACION	ANCHO		VOLUMEN		VOLUMEN ACUMULADO	
	COSTA	VALLEJO	COSTA	VALLEJO	COSTA	VALLEJO
0+000	1.80	0.00	22.29	0.00	22.29	0.00
0+010	1.84	0.00	21.86	0.00	43.87	0.00
0+020	1.30	0.00	14.85	0.00	56.42	0.00
0+030	0.87	0.00	7.82	0.00	66.24	0.00
0+040	0.57	0.00	2.30	0.37	68.54	0.37
0+050	0.04	0.14	0.81	1.02	69.14	1.36
0+060	0.05	0.12	0.97	0.83	70.12	2.21
0+070	0.10	0.09	2.30	0.38	72.81	2.59
0+080	0.29	0.01	6.78	0.04	76.27	2.63
0+090	0.82	0.00	10.69	0.00	86.96	2.63
0+100	1.04	0.00	12.86	0.00	101.82	2.63
0+110	0.94	0.00	10.63	0.00	112.65	2.63
0+120	0.73	0.00	7.98	0.00	120.63	2.63
0+130	0.50	0.00	4.81	0.01	125.44	2.64
0+140	0.25	0.00	2.33	0.35	127.76	3.00
0+150	0.11	0.11	1.83	0.39	128.39	3.39
0+160	0.14	0.01	1.75	0.08	131.13	3.46
0+170	0.13	0.01	1.73	0.05	132.86	3.52
0+180	0.13	0.00	1.88	0.02	134.74	3.54
0+190	0.16	0.00	2.28	0.00	137.01	3.54
0+200	0.19	0.00	1.87	0.12	138.88	3.66
0+210	0.07	0.05	1.07	0.40	139.78	4.07
0+220	0.08	0.05	1.86	0.15	141.83	4.21
0+230	0.20	0.00	3.73	0.00	145.36	4.21
0+240	0.38	0.00	8.15	0.00	151.50	4.21
0+250	0.57	0.00	8.78	0.00	160.29	4.21
0+260	0.78	0.00	12.30	0.00	172.58	4.21
0+270	1.12	0.00	18.43	0.00	191.02	4.21
0+280	1.74	0.00	28.92	0.00	219.83	4.21
0+290	2.75	0.00	39.29	0.00	259.22	4.21
0+300	3.31	0.00	42.97	0.00	302.19	4.21
0+310	3.30	0.00	36.06	0.00	338.25	4.21
0+320	2.28	0.00	18.36	0.00	357.81	4.21
0+330	0.82	0.00	6.83	0.00	363.14	4.21
0+340	0.13	0.00	1.85	0.00	364.99	4.21
0+350	0.18	0.00	4.99	0.00	369.98	4.21
0+360	0.65	0.00	10.83	0.00	380.51	4.21
0+370	1.00	0.00	14.80	0.00	395.31	4.21
0+380	1.29	0.00	13.16	0.00	408.46	4.21
0+390	0.78	0.00	7.50	0.00	415.97	4.21
0+400	0.41	0.00	3.54	0.00	419.52	4.21
0+410	0.16	0.00	1.28	0.08	420.78	4.29
0+420	0.05	0.03	0.84	0.18	421.43	4.46
0+430	0.05	0.01	0.55	0.25	421.98	4.70
0+440	0.04	0.08	0.89	0.51	422.87	5.21
0+450	0.12	0.07	2.84	0.42	425.61	5.63
0+460	0.30	0.03	0.70	0.05	426.31	5.68
0+465.473	0.00	0.00	0.00	0.00	426.31	5.68

SECCIONES 0+000 @ 0+465.474
 Dva. Calle "A" ESCALA 1/20

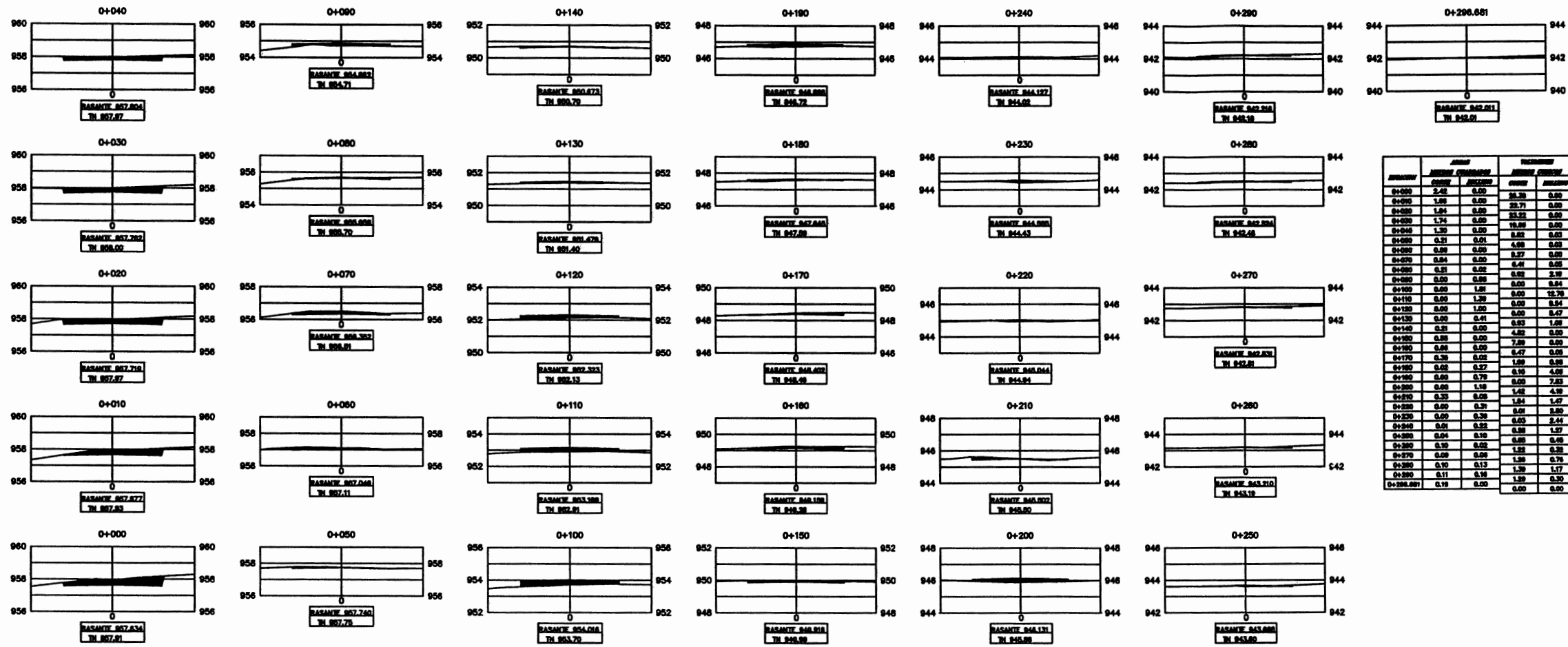
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA

PROYECTO: OBRAS DEL PAVIMENTO MIXTO PARA EL CARRER SAN JUAN PABLO HERRERA ESCUELAS, GUATEMALA

BOYTESHEID: []
 SECCIONES TRANSVERSALES

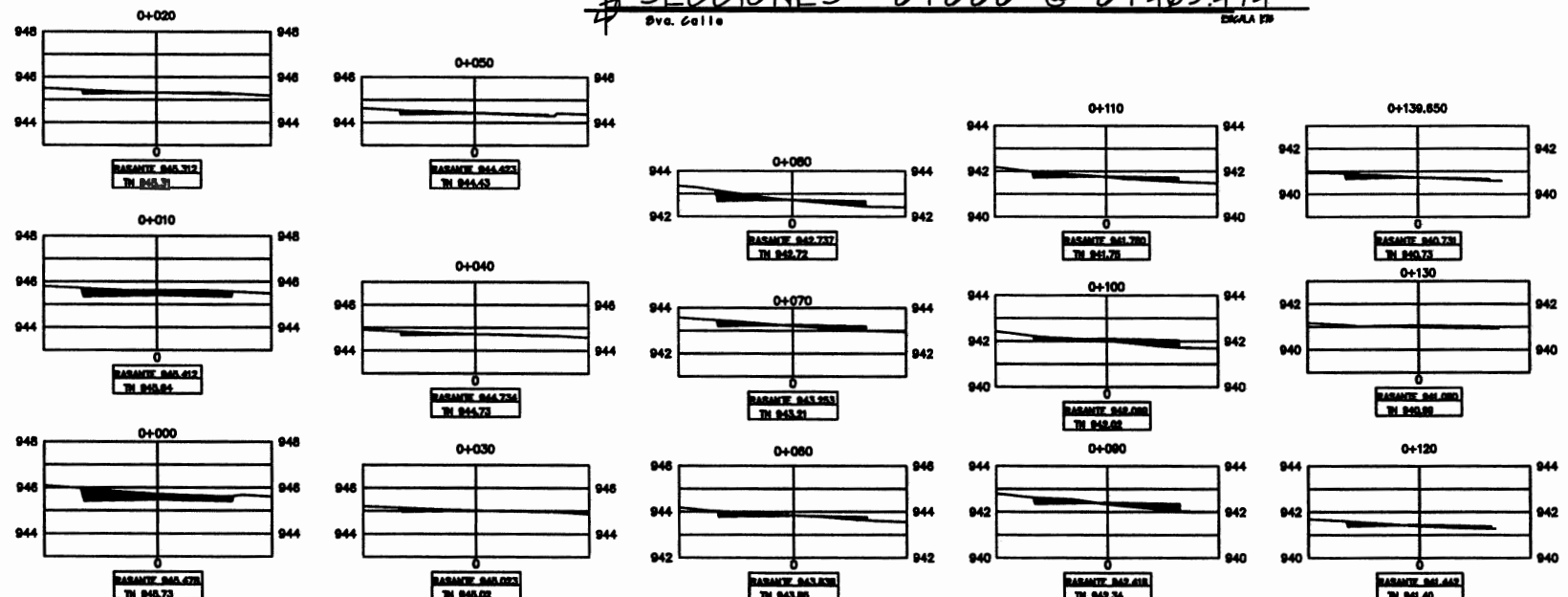
FECHA: [] [] [] [] [] []
 DISEÑADO: [] [] [] [] [] []
 REVISADO: [] [] [] [] [] []
 APROBADO: [] [] [] [] [] []

11



ESTACION	AREA		VOLUMEN		VOLUMEN ACUMULADO	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
0+000	2.42	0.00	25.36	0.00	25.36	0.00
0+010	1.98	0.00	23.71	0.00	49.07	0.00
0+020	1.84	0.00	23.02	0.00	72.09	0.00
0+030	1.74	0.00	19.88	0.00	91.97	0.00
0+040	1.70	0.00	0.82	0.03	92.83	0.03
0+050	0.31	0.01	4.98	0.03	97.81	0.06
0+060	0.04	0.00	0.27	0.00	98.08	0.06
0+070	0.81	0.02	0.41	0.05	98.49	0.11
0+080	0.00	0.00	0.00	2.19	98.49	2.30
0+090	0.00	0.00	0.00	0.04	98.49	11.63
0+100	0.00	1.85	0.00	12.78	98.49	24.41
0+110	0.00	1.26	0.00	0.84	98.49	34.98
0+120	0.00	1.00	0.00	0.47	98.49	38.72
0+130	0.00	0.41	0.00	1.08	98.49	40.80
0+140	0.00	0.00	4.02	0.00	98.49	44.82
0+150	0.00	0.00	7.28	0.00	98.49	52.10
0+160	0.00	0.00	6.47	0.00	98.49	58.57
0+170	0.38	0.00	1.59	0.00	98.49	60.16
0+180	0.00	0.27	0.10	4.08	98.49	64.24
0+190	0.00	0.70	0.00	7.03	98.49	71.27
0+200	0.00	1.18	0.00	4.38	98.49	75.65
0+210	0.35	0.00	1.21	1.47	98.49	77.12
0+220	0.00	0.31	0.00	3.00	98.49	80.12
0+230	0.00	0.38	0.00	2.44	98.49	82.56
0+240	0.00	0.25	0.00	1.37	98.49	83.93
0+250	0.04	0.10	0.00	0.00	98.49	84.03
0+260	0.30	0.02	0.00	0.00	98.49	84.33
0+270	0.00	0.00	1.21	0.28	98.49	84.61
0+280	0.10	0.12	1.30	1.17	98.49	85.81
0+290	0.11	0.10	1.30	0.30	98.49	86.80
0+296.681	0.19	0.00	0.00	0.00	98.49	86.80

SECCIONES 0+000 @ 0+465.474
 Dva. Calle



SECCIONES 0+000 @ 0+139.65
 la. Avenida "X"

ESTACION	AREA		VOLUMEN		VOLUMEN ACUMULADO	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
0+000	2.10	0.00	25.00	0.00	25.00	0.00
0+010	1.75	0.00	12.63	0.00	37.63	0.00
0+020	0.36	0.00	4.20	0.05	41.82	0.05
0+030	0.28	0.02	3.98	0.26	45.42	0.31
0+040	0.27	0.06	3.85	0.49	49.27	0.80
0+050	0.32	0.07	5.09	1.05	54.36	1.85
0+060	0.46	0.20	5.55	2.41	59.91	4.26
0+070	0.39	0.42	7.05	3.35	66.99	7.61
0+080	0.71	0.42	7.85	4.32	74.84	11.93
0+090	0.47	0.67	4.29	5.57	79.13	17.50
0+100	0.21	0.72	3.92	4.42	82.85	21.92
0+110	0.41	0.40	4.52	2.70	87.36	24.62
0+120	0.29	0.28	1.76	2.72	89.12	27.34
0+130	0.03	0.41	2.30	1.62	91.43	29.28
0+139.650	0.42	0.12	0.00	0.00	91.43	29.28

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INGENIERIA PROFESIONAL SUPERVISADA

PROYECTO: OBRAS DEL PARQUEMENTO EN EL AREA DEL BARRIO SAN JOSE PALS NEGRO, ESCUELA, GUATEMALA

PLANTA: PLANTEL

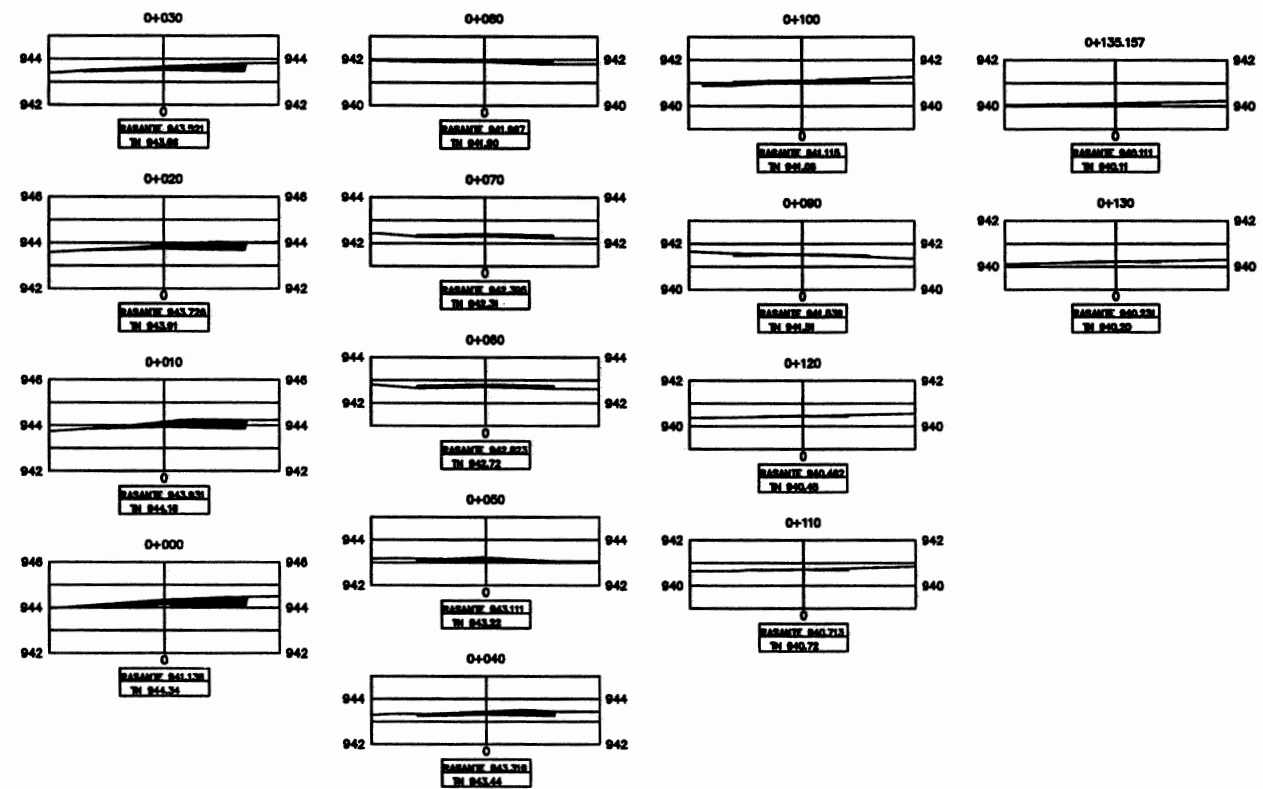
FECHA: 10/05/2011

ELABORADO POR: [Nombre]

REVISADO POR: [Nombre]

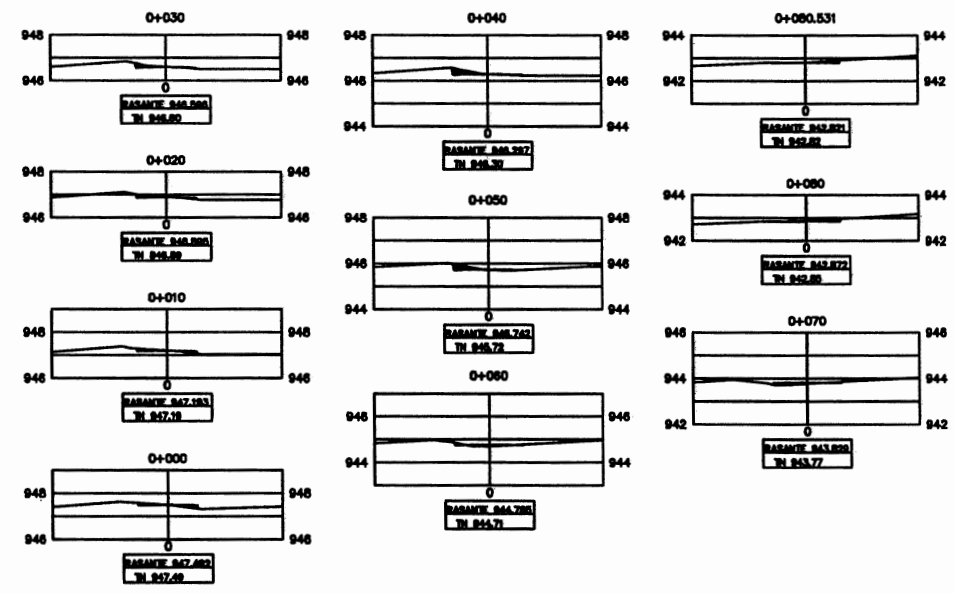
APROBADO POR: [Nombre]

10



ESTACION	ANCHO		VOLUMEN		VOLUMEN ACUMULADO	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
0+000	0.85	0.00	11.72	0.00	11.72	0.00
0+010	0.95	0.00	11.06	0.00	22.77	0.00
0+020	0.76	0.00	8.84	0.00	31.71	0.00
0+030	0.62	0.00	7.80	0.00	38.81	0.00
0+040	0.59	0.00	6.15	0.00	45.78	0.00
0+050	0.36	0.00	1.57	1.18	47.33	1.18
0+060	0.00	0.43	0.00	3.18	47.33	4.34
0+070	0.00	0.38	0.00	2.44	47.33	6.78
0+080	0.00	0.25	0.17	1.25	47.90	8.03
0+090	0.04	0.08	0.84	1.04	48.35	9.07
0+100	0.09	0.19	1.32	0.91	48.87	9.98
0+110	0.11	0.00	0.98	0.06	50.85	9.82
0+120	0.05	0.02	0.50	0.32	51.16	9.85
0+130	0.03	0.07	0.39	0.10	51.55	10.04
0+135.157	0.09	0.00	0.00	0.00	51.55	10.04

SECCIONES 0+000 @ 0+135.157
Tm. Calle 7^a ESCALA 1/25



ESTACION	ANCHO		VOLUMEN		VOLUMEN ACUMULADO	
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO
0+000	0.10	0.11	1.33	0.74	1.33	0.74
0+010	0.10	0.07	1.77	0.46	3.08	1.19
0+020	0.17	0.04	2.09	0.28	5.18	1.45
0+030	0.15	0.02	2.36	0.15	7.55	1.60
0+040	0.22	0.01	2.82	0.19	10.07	1.78
0+050	0.17	0.03	1.19	0.53	11.28	2.31
0+060	0.03	0.10	0.31	0.97	11.57	3.29
0+070	0.02	0.14	0.62	0.95	12.19	3.84
0+080	0.08	0.02	0.07	0.00	12.25	3.84
0+080.531	0.11	0.00	0.00	0.00	12.25	3.84

SECCIONES 0+000 @ 0+080.531
Tm. Calle 7^a ESCALA 1/25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: OBRAS DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA EL CARRER SAN JUAN PABLO NEGRO GUATEMALA, GUATEMALA

DEPARTAMENTO: PLANTA-PERFIL

FECHA: 11