

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil



**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL TRAMO CARRETERO, DESDE EL PUENTE SOBRE EL  
RÍO TIGRE VA A LA ALDEA EL ZAPOTE, DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ,  
DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

**Estuardo Augusto Garrido Chinchilla**

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, octubre de 2008

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL TRAMO CARRETERO, DESDE EL  
PUENTE SOBRE EL RÍO TIGRE VA A LA ALDEA EL ZAPOTE, DEL  
MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

**Estuardo Augusto Garrido Chinchilla**

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, octubre de 2008



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL TRAMO CARRETERO, DESDE EL  
PUENTE SOBRE EL RÍO TIGRE VA A LA ALDEA EL ZAPOTE, DEL  
MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

**Estuardo Augusto Garrido Chinchilla**

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, octubre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL TRAMO CARRETERO, DESDE EL  
PUENTE SOBRE EL RÍO TIGRE VA A LA ALDEA EL ZAPOTE, DEL  
MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**

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

POR

**ESTUARDO AUGUSTO GARRIDO CHINCHILLA**  
ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA



**NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR:	Ing. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR:	Ing. Fernando Boiton Velásquez
SECRETARIA:	Ing. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE TRAMO CARRETERO, DESDE EL PUENTE SOBRE EL RÍO  
TIGRE VA A LA ALDEA EL ZAPOTE, DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ,  
DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA,**

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

Estuardo Augusto Garrido Chinchilla

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 21 de enero de 2008.  
Ref.EPS.D.36.01.08.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **ESTUARDO AUGUSTO GARRIDO CHINCHILLA** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **8114222**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL TRAMO CARRETERO DESDE EL PUENTE SOBRE EL RIO TIGRE VA A LA ALDEA EL ZAPOTE, DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

Ing. Angel Roberto Sic García  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
ARSG/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 21 de enero 2008  
Ref. EPS. D. 36.01.08

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

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

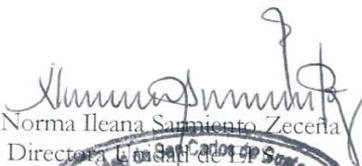
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL TRAMO CARRETERO DESDE EL PUENTE SOBRE EL RÍO TIGRE VA A LA ALDEA EL ZAPOTE, DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**" que fue desarrollado por el estudiante universitario **ESTUARDO AUGUSTO GARRIDO CHINCHILLA**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Angel Roberto Sic García.

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 Samudio Zeceña  
Directora de la Unidad de EPS



NISZ/nader

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Guatemala,  
22 de junio de 2008

FACULTAD DE INGENIERIA

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

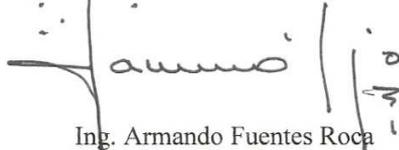
Estimado Ingeniero Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL TRAMO CARRETERO DESDE EL PUENTE SOBRE EL RÍO TIGRE VA A LA ALDEA EL ZAPOTE, DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Estuardo Augusto Garrido Chinchilla, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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. Armando Fuentes Roca

Revisor por el Área de Topografía y Transporte



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
TRANSPORTES  
USAC

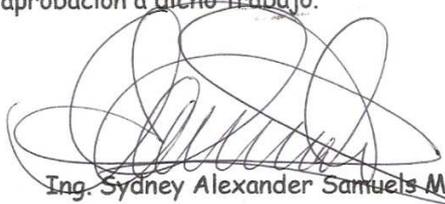
/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Estuardo Augusto Garrido Chinchilla, titulado DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL TRAMO CARRETERO, DESDE EL PUENTE SOBRE EL RÍO TIGRE VA A LA ALDEA EL ZAPOTE, DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, octubre 2008.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.369.2008

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 Y PLANIFICACIÓN DEL TRAMO CARRETERO, DESDE EL PUENTE SOBRE EL RÍO TIGRE VA A LA ALDEA EL ZAPOTE, DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**, presentado por el estudiante universitario **Estuardo Augusto Garrido Chinchilla**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, octubre de 2008



/gdech

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **DIOS Y LA VIRGEN**

Por guiar mi camino, darme sabiduría, Fe y por que siempre he sentido su presencia en los momentos mas difíciles de mi vida.

### **MIS PADRES**

Por todo su amor, comprensión, paciencia, apoyo moral y económico que me permitieron alcanzar esta meta.

### **MI ESPOSA**

Por su gran amor y su apoyo incondicional.

### **MI HERMANA**

Por todos sus consejos y su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **MIS PADRES**

Augusto Garrido Guerra. (D.E.P.) María del Rosario Chinchilla con especial cariño, amor y admiración.

### **MI HERMANA**

Walda Eréndira Garrido Chinchilla, por su apoyo incondicional

### **MI ESPOSA**

Dora Leticia Grijalva.

### **MIS HIJOS**

Bárbara, Paulo, Paola y Pamela Por su cariño y gran amor

### **AMIGOS Y COMPAÑEROS**

Por todos los buenos momentos compartidos, en especial a Juan Francisco Rosales Flores y Luis Enrique Arias Pérez.

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

Con gratitud y respeto.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XIII</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>XXI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XXIII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XXV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XXVII</b>
<b>1. INVESTIGACIÓN</b>	
1.1. Monografía de Siquinalá, departamento de Escuintla	1
1.1.1. Aspectos Generales	1
1.1.1.1. Localización geográfica	1
1.1.1.2. Aspectos topográficos	2
1.1.1.3. Vías de comunicación	2
1.1.2 Aspectos sociales	3
1.1.2.1. Población	3
1.1.2.2. Educación	3
1.1.2.3. Vivienda	4
1.1.3. Aspectos económicos y de infraestructura básicos	4
1.1.3.1. Servicios públicos con que cuenta	4
1.1.3.2. Actividades económicas	4
1.1.4. Aspectos culturales y de participación social	4
<b>2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL</b>	
2.1. Estudio preliminar de campo	7
2.1.1. Planimetría	7
2.1.2. Altimetría	8



2.2.	Diseño geométrico de carreteras	8
2.2.1.	Elementos geométricos del alineamiento transversal	9
2.2.2.	Alineamiento horizontal y vertical	11
2.2.2.1.	Alineamiento horizontal	11
2.2.2.1.1.	Diseño de curvas horizontales	12
2.2.2.2.	Alineamiento vertical	13
2.2.2.2.1.	Diseño de curvas verticales	14
2.2.3.	Diseño de localización	14
2.2.4.	Diseño de la sub-rasante	14
2.3.	Movimiento de tierras	15
2.3.1.	Cálculo de áreas de secciones transversales	17
2.3.2.	Cálculo de volúmenes de movimientos de tierra	18
2.4.	Drenaje pluvial	21
2.4.1.	Normas de diseño	22
2.4.1.1.	Diámetros mínimos	22
2.4.1.2.	Velocidades mínimas y máximas	22
2.4.1.3.	Profundidad de la tubería	23
2.4.1.4.	Período de diseño	23
2.4.1.5.	Coeficiente de escorrentía	24
2.4.1.6.	Intensidad de lluvia	25
2.4.1.7.	Áreas tributarias	25
2.4.1.8.	Tiempo de concentración	25
2.4.1.9.	Pendiente del terreno	26
2.4.1.10.	Caudal de diseño	27
2.4.1.11.	Velocidad de flujo a sección llena	28
2.4.1.12.	Cotas Invert	28
2.4.2.	Diseño hidráulico	28
2.4.2.1.	Diseño de cunetas	29
2.4.2.2.	Diseño de drenaje transversal	30



2.5. Estudio de suelos	34
2.5.1. Ensayos para la clasificación del suelo	35
2.5.1.1. Análisis granulométrico	35
2.5.1.2. Límites de consistencias	36
2.5.1.2.1. Límite Líquido	36
2.5.1.2.2. Límite Plástico	37
2.5.1.2.3. Índice Plástico	37
2.5.2. Ensayos para el control de la construcción	38
2.5.2.1. Determinación del contenido de humedad	38
2.5.2.2. Densidad máxima y humedad óptima	39
2.5.2.3. Ensayo de equivalente de arena	40
2.5.3. Ensayos para la determinación de la resistencia del suelo	41
2.5.3.1. Ensayo de valor soporte del suelo (CBR)	41
2.5.4. Análisis de resultados	42
2.6. Pavimentos rígidos	43
2.6.1. Generalidades	43
2.6.1.1. Definición de pavimento	44
2.6.1.2. Capas de un pavimento	44
2.6.2. Factores de diseño	46
2.6.3. Diseño del pavimento rígido	50
2.6.4. Consideraciones para el diseño del pavimento rígido	51
2.7. Presupuesto	58
2.7.1. Integración de costos	58
2.7.2. Cronograma de ejecución	60
2.7.3. Listado de planos	61
<b>CONCLUSIONES</b>	63
<b>RECOMENDACIONES</b>	65
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	67
<b>APÉNDICE A</b>	71
<b>APÉNDICE B</b>	95



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Mapa de ubicación de el Cantón Lourdes	5
2	Sección típica de una carretera	9
3	Planta de una curva horizontal	12
4	Sección de una curva vertical	13
5	Cálculo de áreas de secciones transversales	17
6	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra	19
7	Área de corte	20
8	Área de relleno	20
9	Distancia entre estaciones	21
10	Planta general	91
11	Planta-perfil (pavimento rígido y drenaje pluvial)	93
12	Planta-perfil (pavimento rígido y drenaje pluvial)	95
13	Planta-perfil (pavimento rígido y drenaje pluvial)	97
14	Planta-perfil (pavimento rígido y drenaje pluvial)	99
15	Planta-perfil (pavimento rígido y drenaje pluvial)	101
16	Secciones transversales (movimiento de tierras)	103
17	Secciones transversales (movimiento de tierras)	105
18	Secciones transversales (movimiento de tierras)	107
19	Secciones transversales (movimiento de tierras)	109
20	Secciones transversales (movimiento de tierras)	111
21	Secciones transversales (movimiento de tierras)	113
22	Secciones transversales (movimiento de tierras)	115
23	Secciones transversales (movimiento de tierras)	117
24	Detalles de cabezales con alas a 45	119
25	Detalles longitud de tubería	120
26	Geometría para cabezales con tubo	123
27	Detalle de pavimento rígido y cunetas	125



## TABLAS

I	Cálculo de áreas de secciones transversales	16
II	Algunos coeficientes de escorrentía utilizados en Guatemala	24
III	Fórmulas de intensidad de lluvia	26
IV	Tipos de suelo y valor soporte	47
V	Categoría de carga por eje	51
VI	Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de k	52
VII	Valores de k para diseño sobre bases granulares (PCA)	53
VIII	Valores de k para diseño sobre bases de suelo-cemento (PCA)	53
IX	TPDC permisible, carga por eje categoría 2	54
X	Presupuesto y cuadro de cantidades	57
XI	Presupuesto y cantidades de trabajo	58
XII	Cronograma de ejecución	59
XIII	Listado de planos	60
XIV	Presupuesto movimiento de tierras para relleno	67
XV	Presupuesto excavación no clasificada	68
XVI	Presupuesto excavación no clasificada de material de desperdicio	69
XVII	Presupuesto construcción de pavimento rígido	70
XVIII	Presupuesto construcción de cunetas revestidas	71
XIX	Presupuesto excavación estructural para cajas y cabezales	72
XX	Presupuesto muros, cajas y cabezales para alcantarilla	73
XXI	Presupuesto alcantarillas	74
XXII	Cálculo de movimiento de tierras 0+00 – 0+360	75
XXIII	Cálculo de movimiento de tierras 0+360 – 0+780	76
XXIV	Cálculo de movimiento de tierras 0+780 – 1+160	77
XXV	Cálculo de movimiento de tierras 1+160 – 1+580	78
XXVI	Cálculo de movimiento de tierras 1+580 – 1+980	79
XXVII	Cálculo de movimiento de tierras 1+980 – 2+400	80



XXVIII	Cálculo de movimiento de tierras 2+400 – 2+760	81
XXIX	Cálculo de movimiento de tierras 2+760 – 3+160	82
XXX	Cálculo de movimiento de tierras 3+160 – 3+520	83
XXXI	Cálculo de movimiento de tierras 3+520 – 3+940	84
XXXII	Cálculo de movimiento de tierras 3+940 – 4+068	85
XXXIII	Cálculo hidráulico para alcantarilla	86
XXXIV	Ubicación de cunetas revestidas	87



## GLOSARIO

<b>Ángulo</b>	Es la menor o mayor abertura que forman entre si dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
<b>Azimut</b>	Ángulo horizontal referido a un norte magnético arbitrario, su rango va desde 0 a 360 grados.
<b>Balasto</b>	Es el material selecto que se coloca sobre la sub-rasante terminada de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir que, consta de material fino y grueso con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura.
<b>Base</b>	Están constituidas por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado que se construye sobre la sub-base.
<b>Bordillos</b>	Son las estructuras de concreto simple, que se construyen en el centro, en uno o en ambos lados de una carretera, y que sirve para el ordenamiento del tráfico y seguridad del usuario.



<b>Bóvedas</b>	Es una estructura formada por un arco metálico de concreto o de mampostería apoyada en dos muros, las que son diseñadas y construidas para desaguar caudales de agua y soportar rellenos relativamente grandes.
<b>Cabezales</b>	Muro central de entrada y salida de las tuberías diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.
<b>Carretera</b>	Vía de tránsito público construida dentro de los límites del derecho de vía.
<b>Compactación</b>	Es la técnica por la cual los materiales aumentan su resistencia y disminuyen su compresibilidad.
<b>Contracción</b>	Reducir a menor volumen.
<b>Coordenadas</b>	Son líneas que sirven para determinar la posición de un punto y los ejes o planos a que se refieren aquellas líneas.
<b>Corte</b>	Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad al trazo de la carretera o camino. Se realiza a medida ladera o en trinchera.



<b>Cotas Invert</b>	Cota o altura de la parte inferior del tubo ya instalado.
<b>Cunetas</b>	Zanja lateral paralela al eje de la carretera o camino construido entre los extremos de los hombros y el pie de los taludes. Su sección transversal es variable, siendo comúnmente de forma triangular, trapezoidal y cuadrada.
<b>Distancia</b>	Espacio o intervalo de lugar o tiempo entre dos cosas o sucesos.
<b>Drenajes</b>	Controlan las condiciones de flujo de agua en terracerías y mejoran las condiciones de estabilidad en cortes, terraplenes y pavimentos.
<b>Excavaciones</b>	Deben ser construidas cuidadosamente, ajustándose a la línea y pendiente señaladas. Las caras laterales serán verticales.
<b>Infraestructura</b>	Conjunto de las obras de una construcción.
<b>Rasante</b>	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.



<b>Relleno</b>	Es el material especial o de terracería uniformemente colocado y compactado en las partes laterales y superior de las cajas, así como atrás de los aletones.
<b>Sección típica</b>	En toda la extensión de la carretera tiene una sección que permanece uniforme a la mayoría de las veces. A ésta se le llama "típica".
<b>Sub-rasante</b>	Es el nivel del terreno sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento (sub-base, y carpeta) de una carretera o camino.
<b>Terracería</b>	Es el conjunto de operaciones de cortes, préstamos, rellenos, terraplenes y desperdicios de material que se realizan hasta alcanzar una rasante determinada, de conformidad con los niveles indicados en los planos.
<b>Terraplén</b>	Son los depósitos de material que se realizan sobre el terreno natural para alcanzar el nivel del sub-rasante.



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Km.</b>	Kilometro
<b>Esc.</b>	Escuintla
<b>Mun.</b>	Municipio
<b>Km<sup>2</sup></b>	Kilómetro cuadrado
<b>PCV</b>	Principio de curva vertical
<b>PEND</b>	Pendiente
<b>PTV</b>	Principio de tangente vertical
<b>PIV</b>	Punto de intersección vertical
<b>LCV</b>	Longitud de curva vertical
<b><math>\Sigma</math></b>	Sumatoria
<b>X</b>	Variable
<b>Vol.</b>	Volumen
<b>A1</b>	Área 1
<b>A2</b>	Área 2
<b>D</b>	Distancia
<b>C1</b>	Área de corte en la primera sección
<b>C2</b>	Área de corte en la segunda sección
<b>R1</b>	Área de relleno en la primera sección
<b>R2</b>	Área de relleno en la segunda sección
<b>H1</b>	Altura 1
<b>H2</b>	Altura 2
<b>R</b>	Radio
<b>LC</b>	Longitud de curva
<b>ST</b>	Sub-tangente
<b><math>\Delta</math></b>	Grado de curvatura
<b>N</b>	Coeficiente de manning
<b>V</b>	Velocidad a sección llena
<b>Q</b>	Caudal del diseño
<b>I</b>	Intensidad de lluvia.



## RESUMEN

El clima, el poco mantenimiento, y la encases de recursos de las autoridades locales ha afectado las vías de acceso a las comunidades existentes en el municipio de Siquinalá.

Con éste trabajo se pretende implementar las herramientas para realizar la planificación del proyecto, y utilizar métodos y herramientas propias de la Ingeniería Civil. Para esta comunidad es de prioridad el acceso directo a la misma garantizando el acceso para un mejor desarrollo social y económico.

El presente informe propone la planificación y el diseño de un tramo carretero de pavimento rígido y drenaje pluvial para la carretera que de un mejor acceso al del tramo carretero, que desde el puente sobre el Río Tigre va la aldea El Zapote, del municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla, involucrando todos los aspectos que ayuden al diseño de dicho tramo. También se incluyen los planos detallados, presupuesto y todos los datos necesarios para la ejecución de dicho proyecto.



## **OBJETIVOS**

### **General:**

Ofrecer el diseño, estudio y los drenajes pluviales de la vía del tramo carretero, que desde el puente sobre el Río Tigre va la aldea El Zapote, del municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla, detallando las características que cubren las necesidades para que la carretera sea transitable en cualquier época de año.

### **Específicos:**

1. Brindar a la municipalidad de Siquinalá, el diseño del tramo carretero y drenajes pluviales de dicha carretera.
2. Ofrecer al municipio de Siquinalá y sus aldeas circunvecinas la infraestructura que permita un mejor acceso hacia sus hogares.



## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de graduación, se desarrolla el diseño y planificación del tramo carretero, que desde el puente sobre el Río Tigre va la aldea El Zapote, del municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla, que incluye el pavimento rígido

. Este documento cuenta con dos capítulos.

En el primer capítulo se desarrolla la fase de investigación, que constituye la caracterización del municipio de Siquinalá y sus Aldeas circunvecinas, el cual pertenece al municipio de Escuintla, dando a conocer aspectos como, población, educación, económicos y de infraestructura, culturales y de participación social, entre otros.

En el segundo capítulo se desarrolla la fase de servicio técnico profesional que establece los principales puntos que intervienen en el desarrollo de éstos proyectos, como la topografía, los principales estudios de suelos que se deben realizar en proyectos de carreteras y pavimentación, las bases para un buen diseño geométrico de carreteras, los principales factores que intervienen en el dimensionamiento de losas de concreto en pavimentos y la descripción del método simplificado de la PCA, así como todo lo relacionado con el diseño del drenaje pluvial, en general las norma y/o métodos de diseño que se utilizaron para la realización de estos proyectos. Además, se presenta el presupuesto y cuadro de resumen de las cantidades de trabajo del proyecto. El producto de estos estudios se presenta en los planos que forman parte del anexo al final de este documento.

## **1. INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Monografía del Municipio de Siquínala, departamento de Escuintla.**

#### **1.1.1. Aspectos generales**

Municipio del departamento de Escuintla. Municipalidad de 3ª categoría. Área aproximada 168 Km<sup>2</sup>. Nombre geográfico oficial: Siquínala. Colinda al norte con Santa Lucía Cotzumalguapa y Escuintla (Esc.); al este con Escuintla (Esc.); al sur con La Democracia (Esc.); al oeste con Santa Lucía Cotzumalguapa (Esc.). Y mun. Escuintla al oeste hay unos 23 a la cab. Siquínala, de donde al oeste franco son 8 Km. al parque de la cab. Mun. Santa Lucía Cotzumalguapa.

La vía férrea atraviesa parcialmente el municipio. Cuenta con caminos, roderas y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos. De la cabecera Siquínala rumbo sur, por la carretera departamental a Escuintla son unos 8 Km. a la cabecera La Democracia. El municipio a crecido conjuntamente con el departamento de Escuintla y se han instalado allí distintas entidades bancarias, ésto es debido a el movimiento económico de la región.

#### **1.1.1.1. Localización geográfica**

El BM (monumento de elevación) del IGN en el parque de la cabecera está a 336.58 mts. SNM, lat. 14°18'21", long. 90°57'58" Escuintla 2059 IV. Por la carretera Internacional del Pacífico CA-2, del parque de la cabecera Departamental.

### **1.1.1.2. Aspectos topográficos**

El municipio cuenta con 1 pueblo, Siquinalá, y la aldea El Níspero, Estación del ferrocarril: Pantaleón; El Zapote.

**Sitios arqueológicos:** Bolivia, Pantaleón, Siquinalá.

**Accidentes orográficos:** Montaña, El Níspero. Cerros: El Campanario, El Peñón, El Sobretudo.

**Accidentes hidrográficos:**

**Ríos:** Acomé, Cuaches, Las Pilas, Achiguate, Cucunyá, Mazate, Agua Zarca, El Capulín, Melina, Agüero, El Tigre, Pantaleón, Cangrejo, El Jutillo Platanares, Ceniza, La Parida, Tanilyá, (aguas abajo cambia a Obispo), Coloiate La Toma, Zarco, Colojatillo, Las Marías y Zarza

**Riachuelos:** Cuncún, La Azotea

**Zanjones:** El Cantil, Lempa

**Quebradas:** Ancha, El Convento, La Arenera, Los Encuentros, del El Jute, La Ceiba, Pueblo Nuevo, Zarca de la Pulpa, El Volador, La Lagunilla, Toma de San Víctor.

**Catarata:** Capulín

### **1.1.1.3. Vías de comunicación**

La vía férrea atraviesa parcialmente el municipio. Cuenta con caminos, roderas y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos. de la cabecera. Siquínala, rumbo sur, por la carretera departamental de Escuintla son unos 8 Km. a la cabecera La Democracia. Además la carretera Interamericana que en los últimos años han sido modificada, convirtiéndola en una vía principal con cuatro carriles, que hacen que la comunicación con otros municipios sea mucho mejor.

## **1.1.2. Aspectos Sociales**

### **1.1.2.1. Población**

El Censo 1964 dio 8,508: Urbano 1,590 (masculino 839, femenino 751); grupo étnico no indígena 1,515 (masculino 775, femenino 740); indígena 75 (masculino 64, femenino 11). Rural 6,918 (masculino 4,535, femenino 2,382); grupo étnico no indígena 4,094 (masculino 2,280, femenino 569). Población de 7 años y más 6,896: Urbano 1,261 (alfabetos 749, analfabetos 512); rural 5,635 (alfabetos 1,466, analfabetos 4,169). Viviendas 1,330 (urbano 317, rural 1,013).

Se estimó una densidad de 51 habitantes por km<sup>2</sup>. Los datos de Estadística del VIII Censo General de Población del 7 abril 1973 dieron 8,521 (hombres 4,492, mujeres 4,029). Información posterior indicó 8,005 (hombres 4,244, mujeres 3,761); alfabetos 3,185; indígenas 2,018. Urbano 1,963 (hombres 987, mujeres 976); alfabetos 1,015; indígenas 154.

### **1.1.2.2. Educación**

Existe un puesto de salud. A fines de abril 1973 se inauguró una venta municipal de medicinas. Se cuenta con la escuela nacional urbana mixta Eugenio Díaz Aquino, así como con escuelas mixtas rurales.

En el presente se han creado diferentes colegios privados que brindan a la población una alternativa educativa. Estas nuevas instituciones ofrecen educación pre-primaria, primaria, básicos y diversificado.

### **1.1.2.1. Vivienda**

Se cuenta con 3,346 viviendas. Los materiales más utilizados para la construcción de las mismas son: el concreto, el Block, el ladrillo, el adobe, la madera y la lámina metálica según el X censo de Población y V de Habitación al año de 1,994.

### **1.1.3. Aspectos económicos y de infraestructura básicos**

#### **1.1.3.1. Servicios públicos con que cuenta**

El 31.90% cuenta con servicio de agua entubada, un 30.9% con sistema de drenaje y/o letrinas, un 75% tiene servicio de tren de aseo y un 37.10% cuenta con energía eléctrica, para el año 2,001 según fuente del Instituto Nacional de Estadística (INE).

#### **1.1.3.2. Actividades Económicas**

Entre las principales actividades económicas están: el comercio (45%), agroindustria (40%) y ganadería (15%), tiene un índice de pobreza de 62.03 % y una tasa de desempleo de 59.75 %.

### **1.1.4. Aspectos culturales y de participación social**

La mayoría de la población es indígena predominando así el idioma cakchiqueles. La fiesta patronal es celebrada el 25 de noviembre cuando la iglesia católica conmemora la virgen Santa Catalina de Alejandría.





## **2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

Estudio preliminar de campo: características del tramo carretero a diseñar, parámetros de diseño y normas aplicables.

### **2.1. Características del tramo carretero a diseñar.**

El camino de acceso que va del puente el río Tigre a la aldea El Zapote es actualmente es de terracería, la cual presenta algunas acumulaciones de arcilla, han sido estabilizadas con ripio y algunas gravas tiempo atrás pero la sub-rasante del camino es estable y aparentemente con buena capacidad de soporte. Con el estudio efectuado de los suelos nos mostrará si ésta apreciación es correcta. Por otro lado es un camino accesible para el uso que se espera que reciba, lo cual no es necesario hacerle ningún tipo de modificación por el momento, pero si en algún momento se decide hacerle algún tipo de cambio La Municipalidad de Siquinalá será la encargada de hacer la gestión para lo cambios necesarios para la ejecución de la misma. Este camino posee deflexiones tanto verticales como horizontales, por lo cual se considera no hacer ningún tipo de replanteo en las curvas tanto horizontales como verticales.

#### **2.1.1. Planimetría**

Esta se define como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su mejor orientación.

En la medición de la planimetría de dicho proyecto se utilizó el método de conservación del Azimut en una poligonal abierta. Que consiste en tomar un

Azimut inicial referido al norte y fijando éste con una vuelta de campana en la vista atrás se toma la medida hacia la siguiente estación, se tomaron puntos intermedios entre estación y estación a cada veinte metros, así como también puntos de referencia en accidentes geográficos (cercos, orillas de calle, postes de luz, etc.). Se utilizó éste método por ser muy exacto, los resultados de esta medición se presentaran en los planos insertos en anexo de este trabajo de graduación.

### **2.1.2. Altimetría**

Es la medición de las alturas de una superficie de la tierra, con el fin de representar gráficamente, para que conjuntamente con la planimetría, se defina la superficie en estudio, representada en tres dimensiones. En éste caso se tomó la mediación altimétrica por medio de la lectura de hilos en el teodolito de precisión electrónico. Técnicamente se recomienda el nivel, por ser fabricado para tal fin, pero la medidas tomadas por el teodolito son correctas si se efectúa un buen levantamiento topográfico. El resultado de los trabajos de altimetría y planimetría se encuentran representados en los planos Planta-Perfil adjuntos a éste trabajo de graduación.

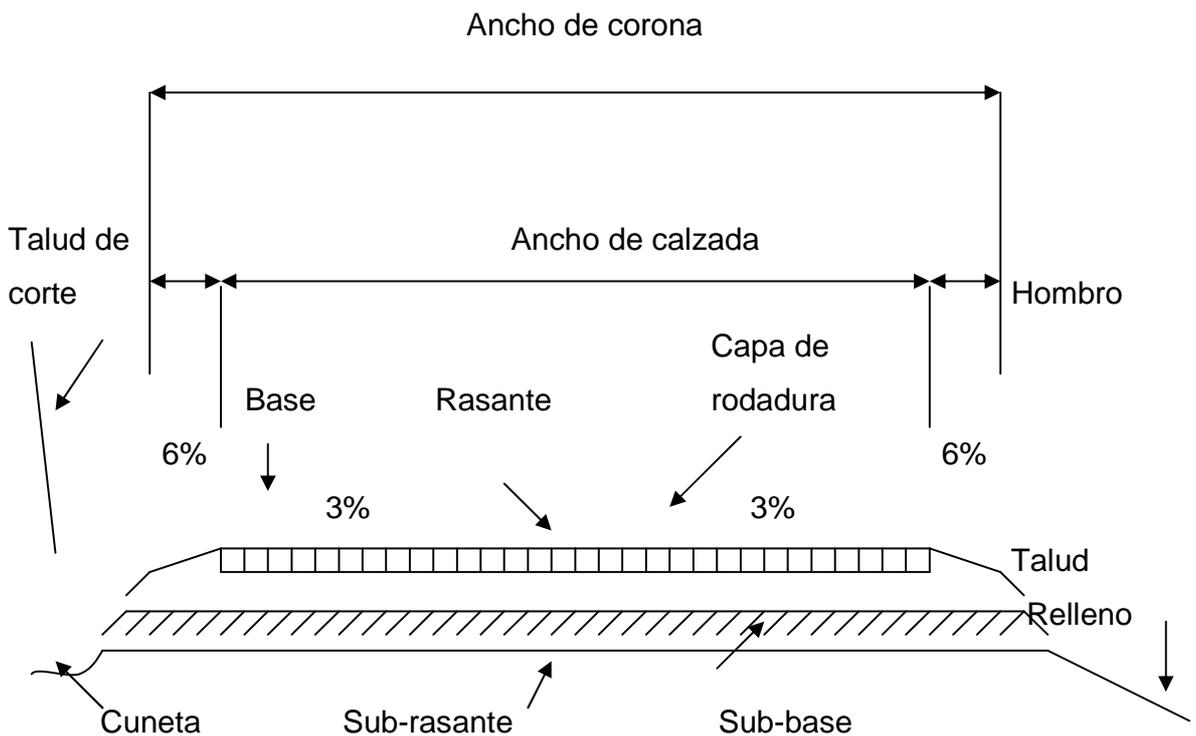
## **2.2. Diseño geométrico de carreteras**

Un diseño geométrico de carretera óptimo, es aquel que se adapta económicamente a la topografía del terreno y cumple a la vez con las características de seguridad y comodidad del vehículo. Sin embargo la selección de un trazado y su adaptabilidad al terreno depende de los criterios del diseño geométrico adoptado, éstos criterios a su vez dependen del tipo e intensidad del tráfico futuro, así como de la velocidad del diseño.

### 2.2.1. Elementos geométricos del alineamiento transversal

Los elementos geométricos del alineamiento transversal son aquellos que definen el perfil del terreno en dirección normal al eje del alineamiento horizontal. Sobre la sección transversal es posible definir disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección.

**FIGURA 2. Sección típica de una carretera**



elementos geométricos del alineamiento transversal son:

**Ancho de corona:** Es la superficie de la carretera que queda comprendida entre las aristas del terreno y los interiores de las cunetas. Los elementos que

definen el ancho de corona son: la rasante, ancho de calzada, pendiente transversal y los hombros.

**Rasante:** Es la línea que se obtiene al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo de la corona en la parte superior del pavimento. Este elemento es fundamental para el diseño ya que señala el nivel final de la carretera.

**Ancho de calzada:** Es la parte del ancho de corona destinada a la circulación de vehículos, constituido por uno o más carriles.

**Hombros:** El hombro es el área o superficie adyacente a ambos lados de la calzada, que se diseña para obtener ventajas tales como la conservación del pavimento, la protección contra humedad y posibles erosiones en la calzada, proporcionando al mismo tiempo seguridad al usuario al poder disponer de un espacio adicional fuera del ancho de calzada.

**Cunetas y contracunetas:** Son obras de drenaje que pertenecen a la sección típica. Son canales o conductos abiertos para la conducción del agua, construidas paralelamente al eje de la carretera para drenar el agua de lluvia.

**Pendiente transversal:** Es la pendiente que se le da a la corona en el eje perpendicular al de la carretera. Según su relación con los hombros y el alineamiento horizontal pueden darse tres tipos:

- a. **Pendiente por bombeo.** Es la pendiente transversal que se da a la corona, en las tangentes del alineamiento horizontal, con el objetivo de facilitar el escurrimiento superficial del agua.
- b. **Pendiente por peralte.** Es la inclinación dada a la corona sobre una curva, para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga que ejerce el peso del vehículo en movimiento.
- c. **Pendiente por transición.** Es el bombeo dado para el cambio gradual de la pendiente por peralte hacia la pendiente por bombeo.

**Taludes:** Son los planos inclinados de la terracería que pertenecen a la sección típica de una carretera. Los taludes determinan los volúmenes de tierra tanto en corte como en relleno.

## **2.2.2. Alineamiento horizontal y vertical**

El alineamiento horizontal y vertical permite hacer diseños donde se conjuguen a un mismo tiempo el recorrido de vía tanto en su longitud como en su elevación. El proceso geométrico implica el uso de tangentes y curvaturas, en diversas combinaciones para establecer el trazo horizontal o alineación de la ruta y de niveles pendientes verticales para desarrollar el perfil de la misma en el plano vertical.

### **2.2.2.1. Alineamiento horizontal**

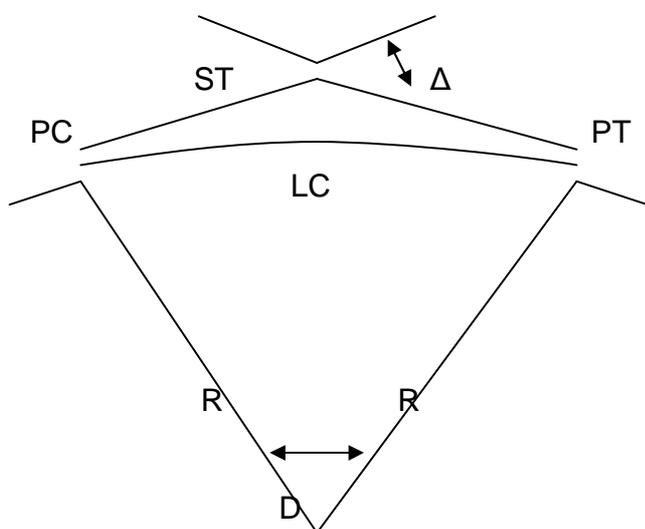
Es la proyección sobre un plano horizontal del eje de una carretera. Debe ser capaz de ofrecer seguridad y permitir asimismo uniformidad de operación a velocidad aproximadamente uniforme.

Los elementos que definen al alineamiento horizontal son los siguientes:

- a. Tangentes. Son las proyecciones rectas sobre un plano horizontal que unen a las curvas circulares.
- b. Curvas circulares. Son proyecciones sobre un plano horizontal de arcos de círculo. La longitud de una curva circular está determinada desde el principio de una curva hasta el principio de la tangente o el final de la misma curva.
- c. Curvas de transición. Su función es proporcionar un cambio gradual a un vehículo, en un tramo en tangente a un tramo en curva.

Este tipo de transición es muy importante pues generalmente los estancamientos de agua de lluvia ocurren en tramos en curva más no en los tramos rectos (tangentes). El trazo y construcción de esa transición debe ser meticulosamente realizado para garantizar un drenaje adecuado.

**FIGURA 3. Planta de una curva horizontal**



- PC: Principio de curva
- $\Delta$  : Grado de curvatura
- D: Ángulo central
- LC: Longitud de curva
- ST: Sub-tangente
- R: Radio
- PT: Principio de Tangente

### 2.2.2.1.1. Diseño de curvas horizontales

Estas se diseñan en las vías de comunicación cuando hay cambio de dirección dentro de las proyecciones horizontales, son utilizadas para unir dos tangentes consecutivas.

Para el cálculo de elementos de curva es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección de localización, los deltas ( $\Delta$ ) y el grado de curva (G) que será colocado por el diseñador. Con el grado (G) y el delta ( $\Delta$ ) se calculan los elementos de la curva que se localizan en la figura 3.

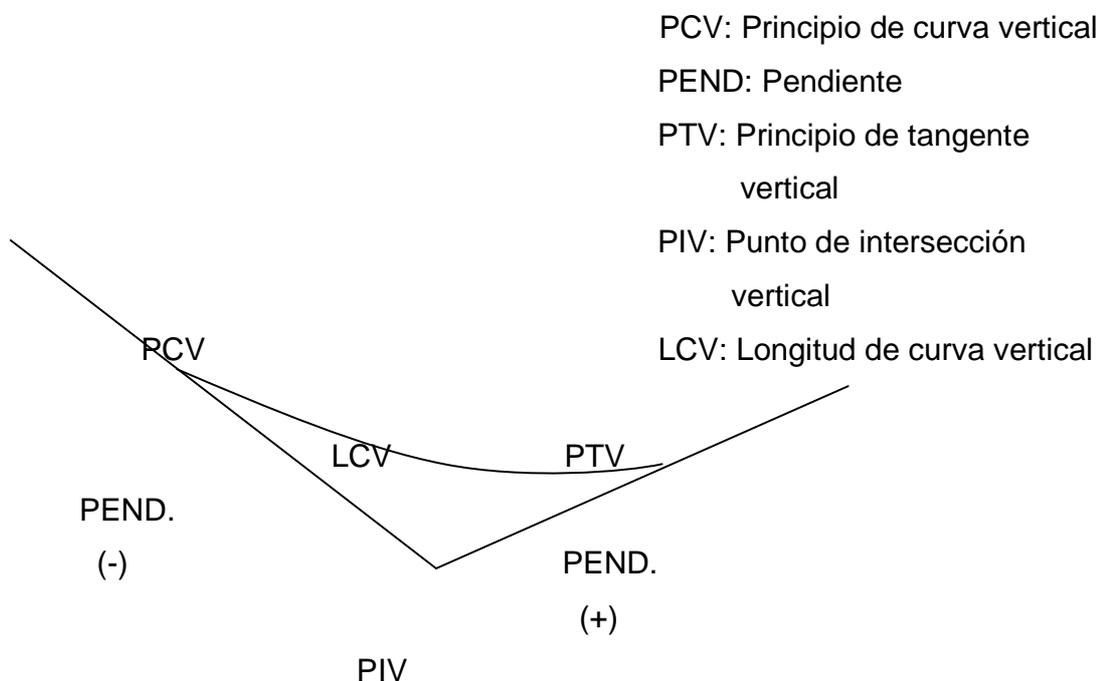
El radio de las curvas por usar, se determina por condiciones o elementos de diseño para que los vehículos puedan salvarlas sin peligro de colisión, con seguridad, tratando que la maniobra de cambio de dirección se efectúe sin esfuerzos demasiado bruscos.

### 2.2.2.2. Alineamiento vertical

En el perfil de una carretera, la rasante es la línea de referencia que define los alineamientos verticales. Aparte de la topografía del terreno, también la determinan las características del alineamiento horizontal, la seguridad, visibilidad, velocidad del proyecto y paso de vehículos pesados en pendientes fuertes.

Un alineamiento está formado por tangentes y curvas. Las tangentes se caracterizan por su pendiente que sirve para delimitar el diseño de la sub-rasante.

**FIGURA 4. Sección de una curva vertical**



#### **2.2.2.2.1. Diseño de curvas verticales**

El diseño de curvas verticales es una etapa importante desde la perspectiva de la funcionalidad para el uso de la carretera. Las curvas verticales deben cumplir ciertos requisitos de servicio, tales como los de una apariencia tal que el cambio de pendiente sea gradual y no produzca molestias al conductor del vehículo, permitiendo un cambio suave entre pendientes diferentes.

#### **2.2.3. Diseño de localización**

El diseño de localización consiste en proponer o diseñar una línea la cual será definitiva para el proyecto que se desee desempeñar. Este diseño deberá contener todos los datos necesarios para que la cuadrilla de topógrafos proceda a marcar en el campo la ruta seleccionada, tanto planimétricamente como altimétricamente.

#### **2.2.4. Diseño de la sub-rasante**

La sub-rasante es la línea trazada en perfil que define las cotas de corte o relleno que conformarán las pendientes del terreno, a lo largo de su trayectoria, la sub-rasante esta ubicada por debajo de la base y la capa de rodadura en proyectos de asfaltos y debajo del balasto en proyectos de terracería. La sub-rasante es la que define el volumen de movimientos de tierras, el que a su vez se convierte en el renglón más caro en la ejecución. Un buen criterio para diseñarla es obtener la sub-rasante más económica.

Para calcular la sub-rasante, es necesario disponer de los siguientes datos:

1. La sección típica que se utilizará.
2. El alineamiento horizontal del tramo.
3. El perfil longitudinal del mismo.
4. Las especificaciones o criterios que regirán el diseño.
5. Datos de la clase de material del terreno.

Los criterios para el diseño de la sub-rasante para los distintos tipos de terreno se indican a continuación:

- a. Terrenos ondulados: son aquellos que poseen pendientes que oscilan entre el 5% al 12%. La sub-rasante en estos terrenos se debe diseñar buscando cámaras balanceadas en tramos no mayores a los 500 metros de longitud. También se debe tener presente no exceder las pendientes mínimas y máximas permitidas por las especificaciones.
- b. Terrenos llanos: son aquellos cuyo perfil tiene pendientes longitudinales pequeñas y uniformes a la par de pendientes transversales escasas. En este tipo de terreno la sub-rasante se debe diseñar en relleno, con pendientes paralelas al terreno natural, con una elevación suficiente para dar cabida a las estructuras del drenaje transversal.
- c. Terrenos montañosos: su perfil obliga a grandes movimientos de tierras, la pendiente generalmente es máxima la cual es permitida por las especificaciones.

### **2.3. Movimiento de tierras**

Con la sub-rasante ya definida aplicando los criterios de la sección 2.2 podemos definir el volumen de movimientos de tierras, el que a su vez se convierte en el renglón más caro en la ejecución. Es importante mencionar que por criterio la sub-rasante en algunos casos no se pudo adecuar al terreno natural por lo cual se optó que en la mayoría de los casos la sub-rasante quedara en

relleno ya que para el movimiento de tierras es mas barato un relleno que un corte.

### 2.3.1. Cálculo de áreas de secciones transversales

La topografía del terreno en el sentido perpendicular a la línea central de la carretera determina el volumen de movimiento de tierras necesario en la construcción de un proyecto carretero. Tomando en cuenta la sección topográfica transversal, se localiza el punto central de la carretera, el cual puede quedar ubicado sobre el terreno natural. Se marca con esta área de relleno y debajo del terreno natural, el área de corte, a partir de la cual se habrá de trazar la sección típica. Se estimaran el ancho de rodadura, con sus pendientes de bombeo 3% o el peralte que sea apropiado si corresponde a un caminamiento en curva horizontal; el ancho del hombro de la carretera, con su pendiente, taludes, de corte y relleno según se presente el caso, determinando su pendiente en razón al tipo de material del terreno y la altura que precisen. Es de hacer notar que cuando es necesario se marca un espacio de remoción de capa vegetal en el que se cortara en una profundidad aproximada de 30 cm. Este se considera en un renglón diferente al corte para material de préstamo, no así cuando se considere corte de material de desperdicio. Se mide o calcula el área enmarcada entre el trazo del perfil del terreno y el perfil que se desea obtener, clasificando así separadamente el corte y el relleno necesario. Los taludes recomendados para el trazo de la sección típica, bien sea en corte o en relleno, se muestran a continuación.

#### CORTE

ALTURA	H - V
0 - 3	1 - 1
3 - 7	1 - 2
> 7	1 - 3

#### RELLENO

ALTURA	H - V
0 - 3	2 - 1
> 7	3 - 2

Para medir el área en forma gráfica, se puede realizar con un planímetro polar. Si no se dispone de un planímetro, puede calcularse el área, asignando coordenadas totales como se considere conveniente y aplicar el método de los determinantes para encontrar el área.

FIGURA 5. Calculo de áreas de secciones transversales

$$Area = \left[ \left\{ \sum (X_{i*} Y_i) - \sum (X_{i*} Y_{i+1}) \right\} 1/2 \right]$$

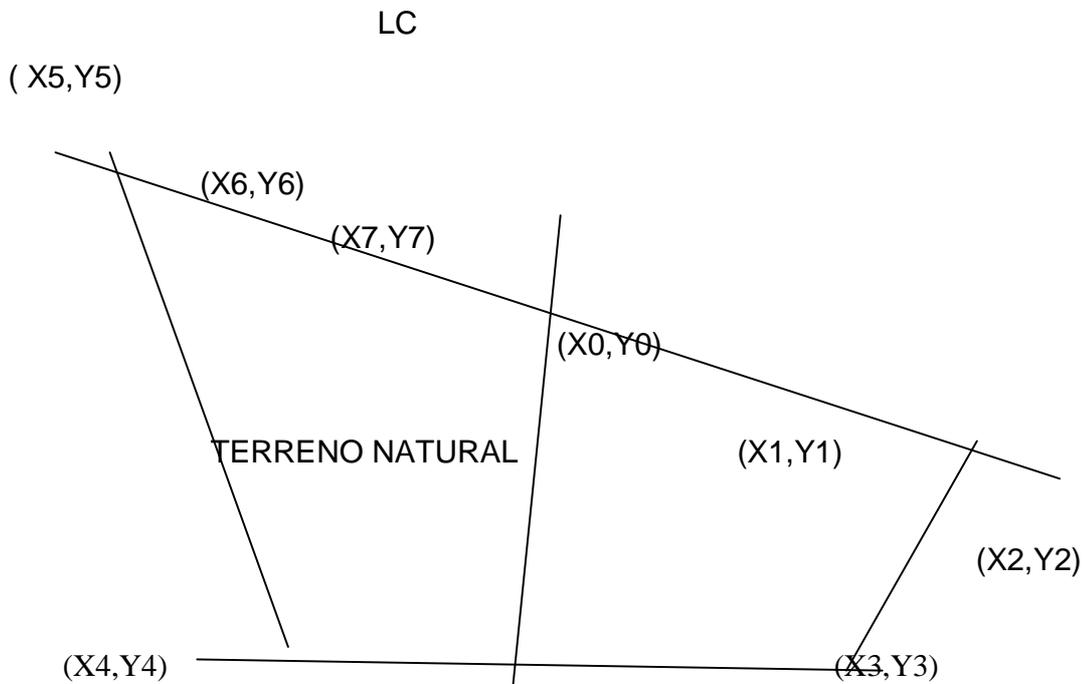


TABLA 1

**Calculo de áreas de secciones transversales**

X		Y
X0	*	Y0
X1	*	Y1
X2	*	Y2
X3	*	Y3
X4	*	Y4
X5	*	Y5
X6	*	Y6
X7	*	Y7
X0		Y0

$$a = \sum (X * Y)$$

$$b = \sum (X * Y)$$

$$\text{Área} = (a - b) / 2$$

**2.3.2. Calculo de volúmenes de movimiento de tierra**

Cada una de las áreas calculadas anteriormente se constituye en un lado de un prisma de terreno que debe rellenarse o cortarse. Suponiendo que el terreno se comporta en una manera uniforme entre las dos estaciones, se hace un promedio de sus áreas y se multiplica por la distancia horizontal entre ellas, obteniendo así los volúmenes de corte y relleno en ese tramo.

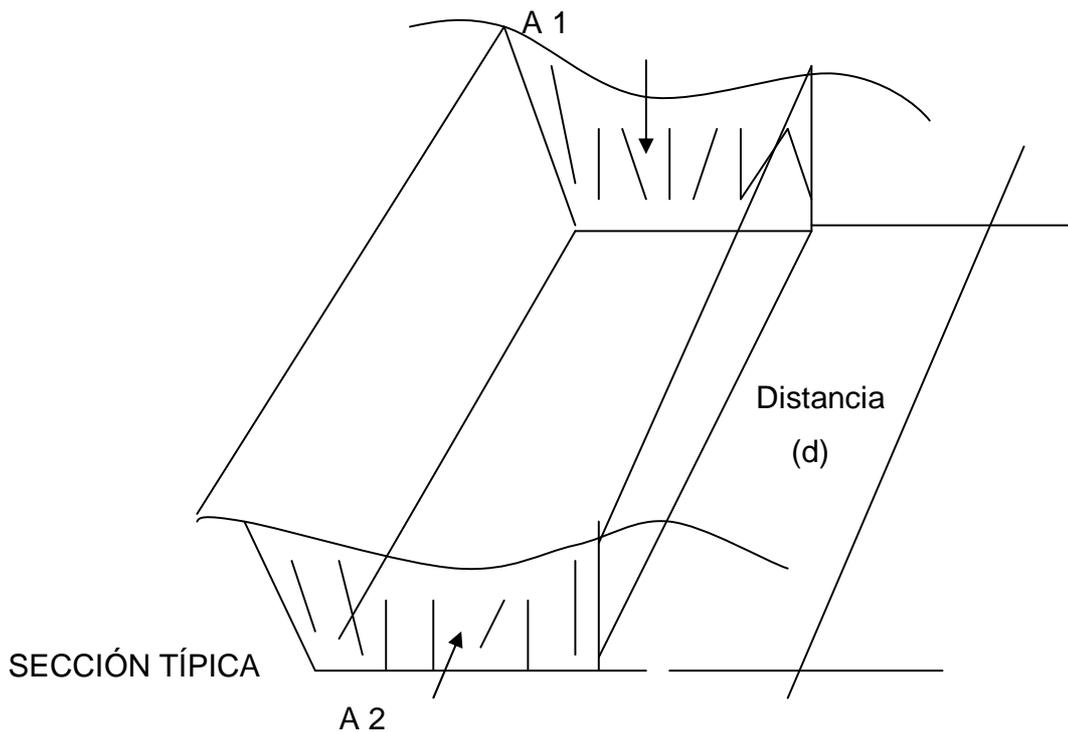
**FIGURA 6. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra**

$$Volumen = ((Área 1 + Área 2) * distancia) / 2$$

V = Volumen

A1= Área 1

A2= Área 2



Cuando en un extremo la sección tenga sólo área de corte y lo otra solamente área de relleno, debe calcularse una distancia de paso, donde teóricamente el área pasa a ser de corte a relleno. Este se obtienen por medio de la interpolación de las dos áreas en la distancia entre ellas las fórmulas que facilitan éste cálculo los las siguientes.

$$Vol. Corte = \frac{(C1 + C2)^2}{\{2 * (C1 + C2 + R1 + R2)\}} * D$$

$$Vol. Relleno = \frac{(R1 + R2)^2}{\{2 * (C1 + C2 + R1 + R2)\}} * D$$

Donde:

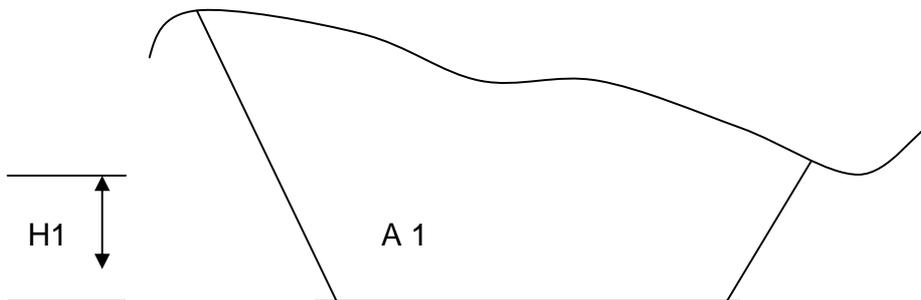
C1 = Área de corte en la primer sección

C2 = Área de corte en la segunda sección

R1 = Área de relleno en la primer sección

R2 = Área de relleno en la segunda sección

**FIGURA 7. Área de corte**



**FIGURA 8. Área de relleno**

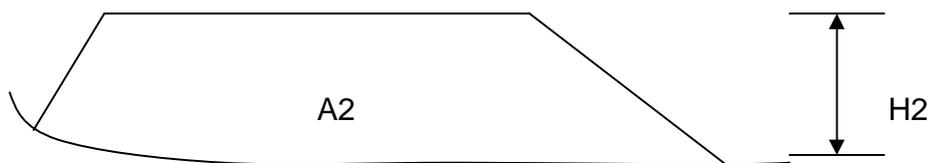
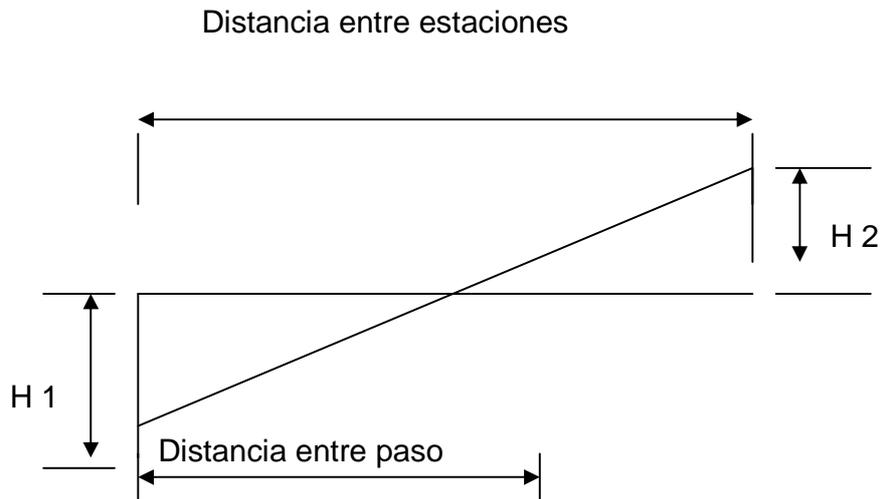


FIGURA 9. Distancia entre estaciones



Existen casos en que ambas secciones aparecen áreas de corte y relleno, y con mayor razón se deben usar las fórmulas anteriores.

Los resultados de todo el movimiento de tierra se adjuntan en el anexo de éste trabajo de graduación.

#### 2.4. Drenaje pluvial

El drenaje pluvial tiene como fin recolectar el agua de escorrentía o de otro tipo que llega a la carretera para luego ser descargadas en un punto específico (colector principal). El agua que llega a la carretera tiene dos orígenes: puede ser de origen pluvial o de corrientes superficiales, como por ejemplo ríos, manantiales, etc.

El agua de escorrentía superficial, por lo general se encuentra con la carretera en sentido perpendicular a su trazo, por lo que se aconseja para esto diseñar drenajes transversales según el caudal que está presente. El agua pluvial debe de ser conducida hacia las orillas de la carretera con una pendiente adecuada en sentido transversal; a esta pendiente se le llama pendiente de bombeo normal, que generalmente se utiliza de 3% para una mejor evacuación del fluido. Para este caso en lo particular el drenaje pluvial se hará en la parte pavimentada, por lo que recibirá al inicio el agua de escorrentía del área tributaria aguas arriba, el sistema de evacuación de aguas se realizara por medio de cunetas, ubicados en ambos lados de la carretera las cuales a su vez serán desfogadas a alcantarillas ubicados en los cambios de pendientes que presente o donde requiera dicho terreno para poder brindar una mejor protección al pavimento

#### **2.4.1. Normas de diseño**

##### **2.4.1.1. Diámetros mínimos**

Por requerimientos de flujo, siendo éste no permanente, pero elevado, y por posibilidades de limpieza el diámetro mínimo es de 12 pulgadas para tuberías de colector.

##### **2.4.1.2. Velocidades mínimas y máximas**

En dichas tuberías es recomendable que la velocidad deba ser mayor de 0.6 m/seg, para evitar obstrucciones, y menor de 3 m/seg., para evitar desgaste en la tubería. En el caso de las alcantarillas pluviales, para estas condiciones deberán instalarse rejillas o construirse estructuras que eviten el ingreso de

material rocoso de gran tamaño. Para encontrar la velocidad a sección llena del tubo, se utiliza la fórmula de Manning:

$$V = 1/N * ((D/4)^{2/3} * (S)^{1/2})$$

Donde:

V: Velocidad a sección llena

N: Coeficiente de Manning, para tubos de concreto de hasta 24" es de 0.015, para mayores de 0.013.

D: Diámetro de la tubería

S: Pendiente de la tubería

#### **2.4.1.3. Profundidad de la tubería**

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

Trafico normal = 1.00 metros

Trafico pesado = 1.20 metros

#### **2.4.1.4. Período de diseño**

El período de diseño para una estructura de disposición de agua pluvial varía dependiendo de aspectos económicos. Para este caso se propone un período de diseño de 20 años, ya que si se propone un periodo de diseño muy largo podría incrementar los costos a tal punto que sea mejor económicamente construir otro dispositivo durante este tiempo.

#### 2.4.1.5. Coeficiente de escorrentía

Es el porcentaje de agua de precipitación total tomada en consideración, pues no todo el volumen de precipitación drena por medios naturales o artificiales. Esto se debe a la infiltración, evaporación acumulación en el suelo y subsuelo, etc. Por lo que existen diferentes coeficientes para cada tipo de terreno, el cual será mayor cuanto más impermeable sea la superficie. Los coeficientes de escorrentía más usados en carreteras se enumeran a continuación.

TABLA II

Algunos coeficientes utilizados en Guatemala

TIPO DE SUPERFICIE	C
Centro de la ciudad	0.70-0.95
Fuera del centro de la ciudad	0.50-0.70
Parques, cementerios	0.10-0.25
Áreas no urbanizadas	0.10-0.30
Asfalto	0.70-0.95
Concreto	0.80-0.95
Adoquín	0.70-0.85
Suelo Arenoso	0.15-0.20
Suelo duro	0.25-0.30
Bosques	0.20-0.25

Para el diseño de drenaje del trabajo de EPS se realizo en un área boscosa y se uso un coeficiente  $C = 0.2$  (ver ejemplo)

Fuente: Ing. Joram Matías Gil Laroj. Evaluación de Tragantes Pluviales para la Ciudad de Guatemala 1984

#### **2.4.1.6. Intensidad de lluvia**

La intensidad de lluvia es el espesor de lámina de agua por unidad de tiempo producida por ésta; suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó, midiéndose así en milímetros por hora (mm/hrs.). La intensidad de lluvia es determinada por medio de registros pluviográficos elaborado por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). Este tipo de información es insuficiente en localidades muy pequeñas, por lo que se hará uso de información de localidades vecinas o de características similares. Se ha adoptado como norma general para los sistemas de alcantarillado pluvial en el interior de la República, diseñarlos para una intensidad que se vea igualada o excedida una vez cada cinco o diez años promedio. La Tabla III que a continuación encontramos es un ejemplo de cómo se calcula la intensidad de lluvia en las distintas regiones del país.

#### **2.4.1.7. Áreas tributarias**

Esta área es las que contribuye a la escorrentía del agua de la estructura de drenaje. El área tributaria por drenar se determina sumando al área de las calles, el área de los lotes que son tributarios al ramal en estudio.

#### **2.4.1.8. Tiempo de concentración**

Es el tiempo necesario para que el agua superficial descienda desde el punto más remoto de la cuenca hasta el punto de estudio. Se divide en tiempo de entrada y tiempo de flujo dentro de la alcantarilla. Para el diseño de sistemas de

alcantarillado pluvial, se considera los tramos iniciales tienen un tiempo de concentración de 12 minutos en las áreas tributarias, que es el tiempo que necesita la gota de agua más lejana para llegar al punto considerado.

TABLA III  
Formulas intensidad de lluvia

	2 año	5 años	10 años	20 años
Ciudad de Guatemala (Zona Atlántica)	$2838/t + 18$	$3706/t + 22$	$4204/t + 23$	$4604/t + 24$
Ciudad de Guatemala (Zona Pacífica)				$6889/t + 40$
Bananera, Izabal	$5771/t + 48.8$	$710395/t + 53.8$	$7961/t + 56.63$	$36677/t + 58.43$
Labor Ovalle Quetzaltenango	$977.7/t + 3.8$	$11285/t + 3.24$	$134554/t + 3.49$	
La Fragua Zacapa	$37005/t + 50$	$39905/t + 41.75$	$4040/t + 37.14$	
Chimaltenango	$1712/t + 8.7$	$2201/t + 10.17$		

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH

#### 2.4.1.9. Pendiente del terreno

Adoptando el criterio general que los sistemas alcantarillados deben de trabajar por gravedad, existe una pendiente mínima al sistema, la cual nos

permite que el agua sea conducida libremente, la cual es del 3% y la máxima la que alcance la velocidad máxima permisible para la tubería a utilizar.

Para calcular la pendiente del terreno se utiliza la relación siguiente:

$$S \% = \frac{\text{Cota del terreno final} - \text{Cota del terreno inicial}}{\text{longitud del terreno}} * 100$$

#### **2.4.1.10. Caudal de diseño**

Para calcular el caudal de diseño se utilizan dos métodos, el empírico y el racional (por ejemplo una cuneta). Por la naturaleza de éste trabajo se utilizará el racional, el cual asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía superficial, durante un período de precipitación máxima, debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana para llegar hasta el punto considerado. Este método está representado por la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño

A = Área drenada de la cuenca

I = Intensidad de lluvia

C = Coeficiente de escorrentía

#### **2.4.1.11. Velocidad de flujo a sección llena**

La velocidad del flujo a sección llena se calculó con la relación de Manning.

$$V = 0.03429 * \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} * (S)^{1/2}$$

Donde:

V: Velocidad del flujo a sección llena (m/s)

D: Diámetro de la sección circular (pulgadas)

N: Coeficiente de rugosidad de Manning

Nota: Para tubería de concreto con diámetros menores de 24" N = 0.015, para diámetros mayores de 24" N = 0.013 y para tubería de PVC el valor de N = 0.009.

#### **2.4.1.12. Cotas invert**

Es la altura más baja que una gota de agua puede estar en el sistema de alcantarillado en un punto dado. Se calcula basándose en la pendiente y la longitud en un tramo respectivo.

### **2.4.2. Diseño hidráulico**

#### **2.4.2.1. Diseño de cunetas**

El primer paso para diseñar una cuneta es considerar su longitud y conforme a esto, el área de carretera que drenará, o del terreno aledaño, se es necesario.

Según las características pluviales del área se calcula el caudal que deberá conducirse en la cuneta:

- a. La Pendiente
- b. Tipo de sección que se pondrá en el canal
- c. Material del canal (coeficiente de rugosidad)

Con base en ésta información se calcula:

- a. Relación entre área y tirante en el canal
- b. Relación entre el radio hidráulico y el tirante que se tenga
- c. Caudal que puede conducir el canal según la pendiente y el tirante
- d. (Fórmula de Manning)

Al igual el caudal tributario y el que puede conducir el canal, se determina el tirante que deberá tener. El canal para cunetas generalmente se hace de sección trapezoidal, semicircular, cuadrada e, incluso triangular. Cuando el tramo que drena la cuneta se hace muy largo, y por ende el área resulta conduciendo caudales muy altos, se hace necesario descargarlos. En la mayoría de casos se desvía la cuneta hacia una pendiente apropiada, haciendo un canal revestido con concreto o balasto para evitar la erosión y el daño a la sub-base y base de carretera. En caso contrario, se hace pasar por debajo de la carretera con un drenaje transversal.

#### **2.4.2.2. Diseño de drenaje transversal**

El drenaje transversal se usa en dos casos:

Para evitar que el agua de corrientes superficiales se acumule en un lado de la carretera, afectando así la base de la misma o que se estanque.

Para conducir el agua pluvial de un lado al otro de carretera reunida por las cunetas. En el primer caso habrá que determinar el caudal máximo de la corriente (quebrada, río, etc.) por medio de mediciones de la sección de la corriente y de las velocidades del flujo en la época lluviosa del año. También debe averiguarse sobre el nivel máximo que ha alcanzado en otros años. Así mismo, deben observarse otros aspectos, como la pendiente, las condiciones del lecho de la corriente, el esviaje, los puntos de erosión y los puntos posibles de canalización. En el caso de conducir el agua pluvial proveniente de las cunetas, se puede tomar este dato del diseño ya realizado, cuidando de observar cuántas convergen en el punto a estudiar.

Para esta segunda opción, generalmente el drenaje se coloca en curvas horizontales para evaluar el caudal de su parte interna donde, debido a la topografía del terreno, el agua de las cunetas convenga y se acumularía sin este drenaje. También se coloca en los puntos menores de curvas verticales cóncavas y en tramos rectos donde el caudal a conducir por una cuneta excedería su capacidad y no puede desviarse hacia fuera por situaciones topográficas. Al determinar el caudal y las condiciones que tendrá la estructura a utilizar, el procedimiento para calcular las dimensiones de la alcantarilla a emplear es similar al del numeral anterior, cuidando la diferencia de que este puede utilizar una sección casi llena. En la entrada de un drenaje transversal para conducir el agua de corrientes superficiales fuera de carretera, debe construirse una caja que ayude a encauzar todo el caudal de la corriente hacia la tubería y un cabezal que proporcione seguridad contra la erosión a causa de la corriente en la salida de esta. El procedimiento de diseño para una cuneta y un drenaje transversal son los mismos. Lo único que varía es la sección, ya que en la cuneta generalmente es trapezoidal y en el drenaje transversal es circular, por lo que se ejemplifica el procedimiento para el cálculo de un drenaje transversal.

## Ejemplo de diseño de alcantarilla transversal

Alcantarilla No. 1

Área tributaria = 3.8 Ha.

C = 0.2

$$\text{Intensidad de lluvia} = 4604 / t + 24 = 4604 / 12 + 24$$

$$I = 127.88 \text{ mm/h}$$

Para un aguacero de 12 minutos y una frecuencia de 20 años. Se usa la fórmula racional

$$Q = CIA/360$$

$$Q = (0.2 \times 127.88 \times 3.8) / 360$$

$$Q = 0.27 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Condiciones de diseño

S = 3%

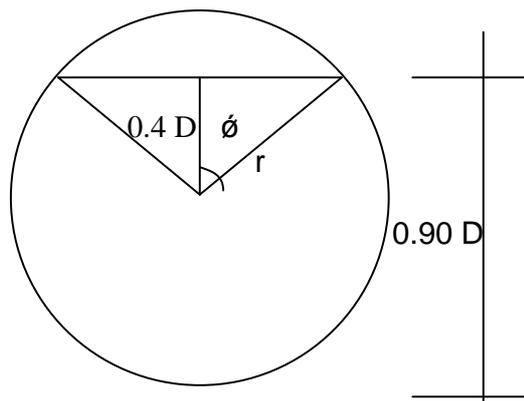
Parcialmente lleno = 90%

Q = Los caudales que contribuyan a la alcantarilla

D = ?

Formula de radio hidráulico

$$R = A / P = \text{área} / \text{perímetro}$$



$$\cos \phi = \frac{0.4 D}{0.5 D}$$

$$\theta = \cos^{-1} [(0.4)/0.5] = 36^{\circ} 52' 11.63'' = 0.6435 \text{ rad}$$

$$1. \text{ AREA DEL CIRCULO} = \pi * r^2 = \pi * (D/2)^2 = \pi / 4 * D^2$$

$$2. \text{ AREA DEL SECTOR CIRCULAR} : 0.6435 * (D/2)^2 = 0.161 D^2$$

$$3. \text{ AREA DEL TRIANGULO} = 2 * (\frac{1}{2}(0.4D * 0.3D)) = 0.12 D$$

$$A = A_1 - A_2 + A_3$$

$$A = 0.785 D^2 - 0.161 D^2 + 0.12 D^2$$

$$A = 0.744 D^2$$

*PERÍMETRO = Perímetro del círculo - perímetro del sector*

$$PERÍMETRO = \pi D - (0.6435 * D/2)$$

$$PERÍMETRO = (\pi - 0.322) D$$

$$PERÍMETRO = 2.82 D$$

$$\text{Radio hidráulico} = A / P = \frac{0.744 D^2}{2.82 D} = 2.82 D$$

USANDO LA FORMULA DE MANNIG

$$Q = 1 \left( \frac{A}{N} \right) (R) \uparrow \frac{2}{3} (S) \uparrow \frac{1}{2} \quad \text{donde } n = 0.013$$

$$Q = \frac{1}{0.013} * 0.744 D^2 * (0.26 D) \uparrow \frac{2}{3} * (0.03) \uparrow \frac{1}{2}$$

$$Q = \frac{1}{0.013} * 0.744 D^2 * 0.407 D \uparrow \frac{2}{3} * 0.17$$

$$Q = 4.034 D \uparrow 8/3$$

DESPEJAMOS D

$$D = \frac{Q}{4.034} \uparrow 3/8$$

PARA  $Q = 0.27 \text{ m}^3 / \text{seg}$

$$D = (0.27 / 4.034) \uparrow 3/8$$

$$D = 14.27 \text{ " } = 16 \text{ "}$$

### **Calculo de cota invert para la alcantarilla No. 1**

Ubicación: estación 0+100

Cota del terreno: 96.13

Longitud izquierda: 6.65 m

Longitud derecha: 5.91 m

Longitud total:  $6.65 + 5.91 = 12.56 \text{ m}$ .

Diámetro propuesto: 24"

Profundidad de tubería: 1.20 m

Peralte: 8.40

Cota invert de entrada = Cota del terreno – (profundidad de tubería + diámetro de tubería en metros)

$$Cota \text{ invert de entrada} = 96.13 - (1.20 \text{ m} + (24" \times 0.0254))$$

$$Cota \text{ invert de entrada} = 94.32$$

Cota invert de salida = cota invert de entrada – (longitud total x (peralte / 100))

Cota invert de salida = 94.32 – (12.56 x ( 8.40 / 100))

Cota invert de salida = 93.27

## **2.5. Estudio de suelos**

Es necesario saber el tipo de suelo con que se cuenta en el área de trabajo donde se construirá la estructura de pavimento. Así en la gran mayoría de los casos, por condiciones de trazo geométrico, topografía y calidad de los suelos naturales de apoyo es necesario colocar una capa de transición sobre la cual se construyan las losas de concreto.

Los ensayos de suelos deben ejecutarse de acuerdo con la división siguiente:

1. Para la clasificación del tipo de suelo
2. Para el control de la construcción
3. Para determinar la resistencia del suelo

### **2.5.1. Ensayos para la clasificación del suelo**

Los ensayos para el suelo son de mucha importancia para poder identificar qué tipo de suelo existe en el área de trabajo de modo que puedan ser descritos y clasificados adecuadamente. Dentro de éstos ensayos, los principales son el análisis granulométrico y los límites de consistencia.

### 2.5.1.1. Análisis granulométrico

La granulometría es la propiedad que tienen los suelos naturales de mostrar diferentes tamaños en su composición. Este ensayo consiste en clasificar las partículas de suelo por tamaños, representándolos luego en forma gráfica. De éstos datos se calculan los siguientes coeficientes:

Coeficiente de Uniformidad, que indica la variación del tamaño de las partículas de suelo.

$$Cu = D_{60} / D_{10}$$

Donde:

Cu = Coeficiente de uniformidad

D 60 = Diámetro máximo del 60%

D 10 = Diámetro máximo del 10%

Coeficiente de graduación, que indica una medida de la forma de la curva entre D 10 y D 60.

$$Cg. = (D_{30})^2 / D_{10} * D_{60}$$

Donde:

Cg. = Coeficiente de graduación

D 30 = Diámetro máximo del 30%

D 10 = Diámetro máximo del 10%

D 60 = Diámetro máximo del 60%

Todo el análisis granulométrico deberá ser hecho por vía húmeda según lo descrito en AASHTO T 27.

### **2.5.1.2. Límites de consistencia**

Sirve para determinar, las propiedades plásticas de suelos arcillosos o limosos. Los límites de consistencia de los suelos, están representados por su contenido de humedad, y se conocen como:

#### **2.5.1.2.1 Límite líquido**

Es el estado del suelo cuando se comporta como una pasta fluida. Se define como el contenido de agua necesario para que, a un determinado número de golpes (normalmente 25 golpes), en la copa de casa grande, se cierre 1.27 cm. a lo largo de una ranura formada en un suelo remoldado, cuya consistencia es la de una pasta dentro de la copa. El límite líquido fija la división entre el estado casi líquido y el estado plástico. El límite líquido en ocasiones puede utilizarse para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites juntos con algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación. El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad. Las investigaciones muestran que el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en el suelo disminuyen. El procedimiento analítico para la determinación de éste límite se basa en la norma AASHTO T 89 teniendo como obligatoriedad al hacerlo sobre muestra preparada en húmedo.

#### **2.5.1.2.1. Límite plástico**

Es el estado límite de suelo ya un poco endurecido, pero sin llegar a ser semisólido. El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de

humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al dar un fluido viscoso.

El límite plástico se define como el contenido de agua (expresado en porcentaje del peso seco), con el cual se agrieta un cilindro de material de 3mm (1/8 de pulgada) de diámetro al rodarse con la palma de la mano o sobre una superficie lisa. El proceso analítico para este ensayo se encuentra en la norma AASHTO T 90.

#### **2.5.1.2.2. Índice plástico**

El índice plástico es el más importante y el más usado, y es simplemente la diferencia numérica entre el límite plástico y el límite líquido. Indica el margen de humedades, dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos. Si el límite plástico es mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se considera no plástico. Tanto el límite líquido con el límite plástico, depende de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo. Cuando un suelo tiene un índice plástico (I.P.) igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, el suelo es de baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico.

#### **2.5.2. Ensayos para el control de la construcción**

La compactación de suelos en general es el método más barato de estabilización disponible. La estabilización de suelos consiste en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo para obtener una óptima

estructura, resistencia al corte y relación de vacíos deseable. Para determinar las características de resistencia y de esfuerzo-deformación de los materiales de apoyo, será necesario investigarlos por cualquiera de las siguientes características:

- a. Por penetración
- b. Por resistencia al esfuerzo cortante
- c. Por aplicación de cargas

#### **2.5.2.1. Determinación del contenido de humedad**

El contenido de humedad es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra después de ser secada al horno, expresada en tanto por ciento. En otras palabras no es nada más que el porcentaje o cantidad de agua presente en el suelo. Es necesario determinar el contenido de humedad para realizar los siguientes ensayos: el ensayo de compactación Proctor, el ensayo de valor soporte, los límites de consistencia, y las densidades de campo.

#### **2.5.2.2. Densidad máxima y humedad óptima**

Para carreteras en Guatemala se utiliza generalmente es el Proctor Modificado, según AASHTO T-180, éste sirve para calcular la humedad óptima de compactación, que es cuando alcanzará su máxima compactación. La masa de los suelos, está formada por partículas sólidas y vacíos, estos vacíos pueden estar llenos de agua, de aire o de ambos a la vez. Si la masa de un suelo se encuentra suelta, tienen mayor número de vacíos, los que, conforme se someta a compactación, van reduciéndose hasta llegar a un mínimo, que es cuando la

masa del suelo, alcanza su menor volumen y su mayor peso, ésto se conoce como Densidad Máxima.

Para alcanzar la densidad máxima, es necesario que la masa del suelo tenga una humedad determinada, la que se conoce como Humedad Optima.

Cuando el suelo alcanza su máxima densidad tendrá mejores características, tales como:

- a. Se reduce el volumen de vacíos y la capacidad de absorber humedad.
- b. Aumenta la capacidad del suelo, para soportar mayores cargas.

El ensayo de compactación Proctor consiste en tomar una cantidad de suelo, pasarlo por el tamiz, añadirle agua y compararlo en un molde cilíndrico en tres capas con veinticinco golpes por capa con un martillo de compactación. Luego de compactar la muestra, esta es removida del molde y demolida nuevamente para obtener pequeñas porciones de suelo que servirán para determinar el contenido de humedad en ese momento del suelo. Se añade más agua a la muestra, teniendo a obtener un muestra más húmeda y homogénea y se procede a hacer nuevamente el proceso de compactación. Esto se repite sucesivamente para obtener datos para la curva de densidad seca contra contenido de humedad. Para este ensayo se utiliza un martillo de compactación de caída controlada, cuyo peso sea de 10 libras y se aumenta el número de capas a cinco.

El Proctor modificado, tiene ventaja sobre el estándar en lo siguiente:

- a. Mejor acomodación de las partículas que forman la masa de un suelo, reduciendo su volumen y aumentando el peso unitario o densidad.

- b. Al tener una humedad óptima más baja, las operaciones de riego son más económicas, lo que facilita la compactación.

### **2.5.2.3. Ensayo de equivalente de arena**

Esta prueba es para evaluar de manera cualitativa la cantidad y actividad de los finos presentes en los suelos por utilizar. Consiste en ensayar los materiales que pasan la malla # 4 en una probeta estándar parcialmente llena de una solución que propiciará la sedimentación de los finos. Se hace con el fin de conocer el porcentaje relativo de finos plásticos que contienen los suelos y los agregados pétreos.

Este ensayo se lleva a cabo principalmente, cuando se trata de materiales que se utilizarán como base, sub-base, o ya sea como materiales de bancos de préstamo. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 176.

## **2.5.3. Ensayos para la determinación de la resistencia del suelo**

### **2.5.3.1 Ensayo de valor soporte del suelo (CBR)**

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

Para éste ensayo es necesario conocer la humedad óptima y la humedad actual del suelo, para así poder determinar la cantidad de agua que se añadirá a la muestra de suelo. Los cilindros se compactan en cinco capas, para 10, 30 y 65 golpes, por cada capa. Para cada cilindro compactado se obtendrá el porcentaje de compactación (%C), el porcentaje de expansión y el porcentaje de CBR. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 193.

**Expansión:** A cada cilindro se le coloca un disco perforado, con vástago ajustable y el disco de 10 a 13 libras, sobre el vástago ajustable, se coloca el extensómetro, montado sobre un trípode, ajustando la lectura a cero. Luego de realizar lo anterior, se sumerge en el agua durante cuatro días, tomando lecturas cada 24 horas, controlando la expansión del material. Es importante tener en cuenta, que el peso de 10 a 13 libras colocado sobre el disco perforado con vástago ajustable, corresponde aproximadamente al peso de una losa de concreto. El objeto de sumergir la muestra, durante cuatro días en agua, es para someter a los materiales usados en la construcción, a las peores condiciones que puedan estar sujetos en el pavimento (como se menciona al inicio).

**Determinación de la resistencia a la penetración:** Luego de haber obtenido la muestra en saturación durante cuatro días se saca del agua escurriéndola durante quince minutos. Se le quita la pesa el disco perforado y el papel filtro, se mide la resistencia a la penetración. Cuando se empieza la prueba, se coloca nuevamente sobre la superficie de la muestra, se procede a hincar el pistón, a una velocidad de penetración de 1.27 centímetros (0.51) por minuto. Se toma la presión, expresada en libras por pulgada cuadrada necesaria para hincar a determinadas penetraciones.

#### **2.5.4. Análisis de resultados**

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

- Descripción del suelo: limo arenoso color café con algunas partículas de grava.
- Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-5
- Limite líquido: 41.2%
- Índice Plástico: 6.6%
- Densidad seca máxima  $\gamma_d$ : 109.4 lb./pie<sup>3</sup>
- **Humedad óptima = 16.4%**
- CBR al 95% de compactación es de 7% aproximadamente.

Como puede apreciarse, éste material cumple con los requisitos de sub-rasante, dado que su límite líquido no es mayor del 50%, el 95% de compactación se alcanzará con la humedad óptima según el ensayo de Proctor modificado y el CBR es mayor que el 5%. Ver hojas adjuntas del laboratorio de suelos.

#### **2.6. Pavimentos rígidos**

##### **2.6.1. Generalidades**

Los pavimentos rígidos consisten en una mezcla de cemento Pórtland, arena de río, agregado grueso y agua, tendido en una sola capa y pueden o no incluir, según la necesidad, la capa de sub-base y base, que al aplicarles cargas rodantes no se deflecten perceptiblemente, y al unir todos los elementos antes mencionados, constituyen una losa de concreto, de espesor, longitud y ancho variable.

Los pavimentos de concreto hidráulico están sujetos a los esfuerzos siguientes:

- a. Esfuerzos abrasivos causados por las llantas de los vehículos.
- b. Esfuerzos directos de compresión y acortamiento causados por las cargas de las ruedas.
- c. Esfuerzos de compresión y tensión que resultan de la deflexión de las losas bajo las cargas de las ruedas.
- d. Esfuerzos de compresión y tensión debidos a la combadura del pavimento por efectos de los cambios de temperatura.

#### **2.6.1.2. Definición de pavimento**

Es la estructura que descansa sobre la sub-rasante o terreno de fundación, conformada por las diferentes capas de sub-base, 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.

#### **2.6.1.3. Capas de un pavimento**

- a. **Sub-rasante:** Es la superficie del suelo que sostiene la estructura del pavimento, es la que está definida en los planos después del movimiento de tierras. Su función es servir de soporte para el pavimento después de ser estabilizada, homogenizada y compactada. Dependiendo de sus características puede soportar directamente la capa de rodadura de un pavimento rígido.

Requisitos para el material de sub-rasante:

- Valor soporte. El material debe tener un CBR, AASTHO T 193, mínimo de 5 %, efectuado sobre muestra saturada como al 95% de compactación, AASTHO T 180, y deberá tener una expansión máxima del 5%.
  - Graduación. El tamaño de las partículas que contenga el material de sub-rasante, no debe exceder de 7.5 centímetros.
  - Plasticidad. El límite líquido, AASTHO T 89, no deben ser mayores del 50% determinados ambos, sobre muestra preparada en húmedo, AASTHO T 146. Cuando las disposiciones especiales lo indiquen expresamente.
- b. **Sub-base:** Es la capa del pavimento que transmite directamente las cargas a la sub-rasante, y absorbe las irregularidades de la sub-rasante para que no afecten las capas superiores. Es utilizada en pavimento rígido, cuando la sub-rasante no tiene las cualidades deseadas para eliminar esta capa. Los requisitos para que el material de sub-base sea adecuado son los siguientes.
- Valor soporte. El material debe tener un CBR, AASTHO T 193, mínimo de 30, efectuado sobre muestras saturadas al 95 % de compactación, AASTHO T 180.
  - Piedras grandes y exceso de finos. El tamaño de las piedras que contenga el material de sub-base, no debe exceder de 70 milímetros ni exceder de ½ espesor de la capa. El material de sub-base no debe tener más del 50 % en peso, de partículas que pase en el tamiz # 40 (0.425 mm), ni más del 25 % en peso, de partículas que pasen el tamiz # 200 (0.075 mm).
  - Plasticidad y cohesión. El material de sub-base debe tener características siguientes:  
Equivalente de arena. No menor de un 25%, determinado por el método AASTHO T 176. Plasticidad. La cantidad de suelo que pase por el tamiz # 40 (0.425 mm), no debe de tener un índice de plasticidad AASTHO T

90, mayor de 6 ni un límite líquido, AASTHO T 89, mayor de 25, determinados ambos, sobre muestra preparada en húmedo, AASTHO T 146, cuando las disposiciones especiales lo indiquen expresamente, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero en ningún caso mayor de 8. Impurezas. El material de sub-base debe estar exento de materias vegetales, basuras, terrones de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de la capa sub-base puedan causar fallas en el pavimento.

- c. **Base Granular.** Es la capa formada por la combinación de piedras y grava, con arena y suelo en su estado natural, clasificados, con trituración parcial para construir una base integrante de un pavimento, usualmente llamado material selecto. Generalmente se requiere de ésta capa un CBR del 80 % o más. En pavimentos rígidos no es utilizada ésta capa, pues el concreto rígido puede transmitir, por su misma rigidez, las cargas de forma uniforme en un área mayor.
- d. **Capa de Rodadura.** En pavimentos rígidos está constituida de losas de concreto de cemento Pórtland simple o reforzado, diseñadas de tal manera que soporten las cargas de tránsito. Es necesario que tengan otros elementos estructurales, para proteger tanto esta capa como las inferiores, como juntas de dilatación rellenas con material elastomérico (para su impermeabilización), bordillos, cunetas o bien un sistema de alcantarillado pluvial, para el drenaje correcto del agua pueda acumular en superficie.

### 2.6.2. Factores de diseño

El factor que define el espesor del pavimento rígido se determina principalmente con base a los siguientes datos.

- a. **Resistencia a la Flexión o Modulo de Ruptura del Concreto (MR):**

Las consideraciones sobre la resistencia a la flexión del concreto son aplicables en el procedimiento de diseño para el criterio de fatiga, el cual controla el agrietamiento del pavimento bajo cargas de camión repetitivas. La flexión de un pavimento de concreto bajo cargas de eje, produce tanto esfuerzo de flexión como de compresión. Sin embargo, la relación de esfuerzos compresivos a resistencia a la compresión es bastante pequeña como para influenciar el diseño del espesor de la losa. Una buena aproximación para la resistencia a la tensión será dentro del 11 a 23 % del esfuerzo de compresión. En concretos de 3000 a 4000 PSI la relación es de 15 %. El proceso para llevar a cabo el módulo de ruptura, será elaborado según las normas ASTM C-78. El resultado del ensayo a los veintiocho días, es comúnmente usado para el espesor de auto pistas y calles; por lo que es recomendable utilizar porciones superiores de las tablas de diseño, con resistencias a la flexión en el rango de 600 y 650 PSI.

**b. Modulo de Reacción del Suelo (k):**

Este valor está definido por el módulo Westergard de reacción de la subrasante. Este es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada entre la deflexión, en pulgadas, para dicha carga. Dado que la prueba de carga de plato es larga y costosa, éste valor usualmente se calcula por correlación simple, como el CBR o la prueba del valor K. Puesto que las variaciones de éste valor no afectan considerablemente el espesor del pavimento no es necesaria su determinación exacta. Este valor varía entre 50 PCI, para las arcillas más plásticas y 500 PCI, para gravas y arenas no plásticas, la siguiente tabla muestra los valores aproximados de K para cuatro tipos de suelo:

**c. Tráfico y Cargas de Diseño.**

Uno de los factores más importante para el diseño de espesor del pavimento rígido es el número y peso de las cargas por eje. Este se deriva de las estimaciones de TPD y de TPDC en ambas direcciones. En éste punto se podría recurrir al análisis del tránsito promedio diario

anual al final como al inicio del período de diseño. Sin embargo este análisis solamente es posible si se tienen datos sobre el tránsito clasificado para la vía (la entidad encargada de proporcionar éstos datos es La Dirección General de Caminos, por medio de su departamento de Estadísticas de todo el país).

TABLA IV

Tipos de suelo y valor soporte

TIPOS DE SUELO	SOPORTE	RANGOS DE K en PCI
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 considerada de limo y arcilla.	Medio	130-170
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de limos.	Alto	180-220
Sub-bases tratadas con cemento.	Muy alto	250-400

Fuente: Salazar Rodríguez, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. Pág. 149

d. **Tipos de Juntas.** Las juntas tienen por objetivo principal, permitir la construcción de losas individuales para evitar agrietamiento en la construcción de las mismas, asegurando la continuidad de la superficie de rodadura y la buena conservación del pavimento. En la mayoría de los casos las grietas aparecen en el concreto debido a cambios de volumen por encogimiento y secado, esfuerzos directos por cargas aplicadas y esfuerzos de flexión por pandeo.

e. Los tipos de juntas en los pavimentos de concreto caen dentro de las siguientes clasificaciones.

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

**Juntas transversales:** También llamadas juntas de contracción, éstas juntas controlan las grietas causadas por la retracción del fraguado del concreto. La ranura de la junta, debe por lo menos tener una profundidad de un cuarto del espesor de la losa. Se construyen perpendicularmente al tráfico, la separación máxima de las juntas transversales es de 15 pies (4.57 m).

**Juntas de expansión:** Estas deben ser utilizadas cuando existan estructuras fijas, tales como puentes, aceras, alcantarillas etc. Se construyen para disminuir las tensiones, cuando el concreto se expande la separación de éstas juntas debe de ser de dos centímetros. Cuando las juntas de contracción controlan adecuadamente el agrietamiento transversal, las juntas de expansión no son necesarias.

**Juntas de Construcción:** Estas se construyen cuando hay una interrupción no mayor de treinta minutos en la colocación del concreto. Esta construida de barras de acero o material adecuado, para formar tabiques, de modo que se forme una cara vertical con una traba apropiada.

### **2.6.3. Diseño del pavimento rígido**

Para el diseño del pavimento rígido es necesario saber el espesor de la losa que se desea colocar es por eso que la Portland Cement Association (por sus siglas en ingles PCA), ha elaborado dos métodos para calcular el espesor del pavimento rígido, los cuales se describen a continuación:

1. Método de Capacidad. Es el procedimiento de diseño aplicado cuando hay posibilidades de obtener datos de distribución de carga por eje de tránsito. Este método asume datos detallados de carga por eje, que son obtenidos de estaciones representativas.
2. Método Simplificado. Éste es aplicado cuando no es posible obtener datos de carga por eje, y se utilizan tablas basadas en distribución compuesta de tráfico clasificado en diferentes categorías de carreteras y tipos de calles (ver tabla IV). Las tablas de diseño están calculadas para una vida útil proyectada del pavimento de veinte años y se basan solamente en el tránsito estimado en la vía. Este método sugiere un diseño basado en experiencias generales de comportamiento del pavimento, hechos a escala natural, sujetos a ensayos controlados de tráfico, la acción de juntas y hombros de concreto. Este método asume que el peso y tráfico de camiones en ambos carriles varía de 1 a 1.3 según sea el uso de la carretera, para prevenir sobrecarga de los camiones. La secuencia de cálculo para el dimensionamiento del espesor de losas de un pavimento rígido es la siguiente:
  - a. Determinar la categoría de la vía según los criterios de la tabla V.

- b. Establecer el tipo de junta por utilizar (tipo de vela o de trabe por agregado).
- c. Decidir incluir o excluir hombros o bordillos en el diseño.
- d. Determinar el módulo de ruptura del concreto. Se recomienda utilizar un módulo de ruptura de 600 PSI o bien de 650 PSI.
- e. Determinar el módulo de reacción K de la sub-rasante. Se puede encontrar un valor aproximado a través del porcentaje de CBR, según la tabla VI. El valor aproximado de K, cuando se utiliza una base, se puede obtener de las tablas VII y VIII, bases granulares y bases de suelo cemento, respectivamente.
- f. Determinar el volumen de tránsito promedio diario de camiones o su porcentaje del tránsito promedio diario de vehículos, según la tabla V.
- g. Determinar el espesor de losa según la tabla IX de diseño, determinado con los parámetros anteriores. El método simplificado, incluye en el análisis solamente al tráfico promedio diario de camiones (TPDC), el cual incluye solo camiones de seis llantas y unidad simple de tres ejes, excluyendo pick-ups, paneles y otros tipos de vehículos livianos. Sólo se utiliza el número de ejes simples o tándem esperado para la vida útil del proyecto.

#### 2.6.4. Consideraciones para el diseño del pavimento rígido

**1. Sub-rasante:** Por el estudio de suelos efectuado, se sabe que el material existente en el lugar del proyecto, sirve para una sub-rasante, y ya que esta capa se utiliza como soporte del pavimento será necesario reacondicionarla.

TABLA V  
Categorías de carga por eje

CATEGORÍAS DE TRÁFICO EN FUNCIÓN DE CARGA POR EJE						
CATEGORÍA POR EJE		TPDA	TPPD		CARGA MÁXIMA POR EJE	
Cargados	Descripción		%	Por día	Eje Sencillo	Ejes Dobles
1	Calles residenciales carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200-800	1-3	Hasta 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo)	700-800	5-18	40-1000	26	44
3	Calles arteriales, carreteras primarias (medio), súper carreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo y medio)	3000-12000 en 2 carriles 3000-5000 en 4 carriles	8-30	500-1000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, súper carreteras (altas) interestatales urbanas (altas) interestatales urbanas y rurales (medio a alto)	3000-20000 en 2 carriles 3000-150000 en 4 carriles o más	8-30	1500-8000	34	60

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

TPPD: Camiones de dos ejes, camiones de cuatro llantas excluidos.

Fuente: Salazar Rodríguez, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. Pág. 148

**TABLA VI**

Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de K

TIPOS DE SUELOS	SOPORTE	RANGO DE VALORES DE K (PCI)
Suelos de grano fino, en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan.	Bajo	75-120
Arenas y mezclas de arena con grava, con una cantidad considerada de limo y arcilla.	Medio	130-170
Arenas y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos.	Alto	180-220
Sub-base tratada con cemento.	Muy alto	250-400

Fuente: Salazar Rodríguez, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. Pág. 148

TABLA VII

Valores de k para diseño sobre bases granulares (PCA)

Sub-rasante Valor de k (PCI)	Valores de k sobre la base (PCI)			
	Espesor 4 pulgadas	Espesor 6 pulgadas	Espesor 9 pulgadas	Espesor 12 pulgadas
50	65	75	85	110
100	130	141	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: Hernández Monzón, Jorge. Consideraciones generales para el diseño de los diferentes tipos de pavimentos. Pág. 68

TABLA VIII

Valores de k para diseño sobre bases de suelo-cemento (PCA)

Sub-rasante Valor de k (PCI)	Valores de k sobre la base (PCI)			
	Espesor 4 pulgadas	Espesor 6 pulgadas	Espesor 9 pulgadas	Espesor 12 pulgadas
50	170	230	310	390
100	280	400	520	640
200	470	640	830	---

Fuente: Hernández Monzón, Jorge. Consideraciones generales para el diseño de los diferentes tipos de pavimentos. Pág. 68

TABLA IX  
 TPDC permisible, carga por eje categoría 2  
 Pavimentos con juntas con agregados de trabe

	Sin hombros de concreto o bordillo				Con hombros de concreto o bordillo					
	Espesor de la losa en pulg.	Soporte	Sub-rasante	Sub-base	Espesor de losa en pulg.	Soporte	Sub-rasante	Sub-base		
	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO		
MR= 650 PSI	5.5			5	5	3	9	42		
	6		4	12	59	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*								
MR= 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	620	1400*	2100*
8	590	1900*			7	1000	1900*			
8.5	1900*									
MR= 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	120		7	210	770	1900	
	8.5	560	2200			7.5	1100			
9	2400									

\* Rige el análisis de erosión de otra manera controla el análisis por fatiga.

Fuente: Salazar Rodríguez, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. Pág. 150

Reacondicionamiento de la sub-rasante Este trabajo consiste en eliminar toda aquella vegetación, materia orgánica o cualquier otro material existente, así como homogenizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar la sub-rasante para adecuar su superficie a la sección típica y elevaciones del proyecto establecidas en los planos, con el objeto de regularizar y mejorar mediante éstas operaciones, las condiciones de la sub-rasante como cimiento de la estructura del pavimento. La sub-rasante reacondicionada debe ser compactada en su totalidad con un contenido de humedad dentro de más 3 o menos 3 por ciento de la humedad óptima, hasta lograr el 95 por ciento de compactación respecto a la densidad máxima, AASHTO T 180.

**2. Base:** Para el diseño de pavimento rígido se ha establecido la utilización de una base tipo granular con un espesor de 4 pulgadas (10 cm.). La capa de base deberá conformarse, ajustándose a los alineamientos y secciones típicas de pavimentación y compactarse en su totalidad, hasta lograr el 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180.

Cuando el espesor a compactar exceda de 300 milímetros, el material debe ser colocado, en dos capas o mas capas, nunca menores de 100 mililitros. Se establece una tolerancia en menos del 3% respecto al porcentaje de compactación especificado, para aceptación de la capa base.

**3. Carpeta de rodadura:** Para el dimensionamiento de las losas de concreto hidráulico se ha establecido un módulo de ruptura del concreto de 600 PSI, y la resistencia nominal a la compresión de 4000 PSI a los veintiocho días. De la tabla IV podemos definir que la carretera se

encuentra en la categoría 2, ya que es una carretera rural. Para el espesor de las losas de concreto es necesario basarse en la tabla VIII: Se busca en el lado izquierdo de la tabla, por no incluir bordillos, el diseño de la losa. El soporte de la sub-rasante tiene un carácter medio al buscar en el sector correspondiente a un módulo de ruptura de 600 PSI y el valor que contenga el TPDC permisible es de 800 en ambos sentidos ( $800/2 = 400$  en un sólo sentido), el cual es de 7.5 pulgadas, por facilidad de construcción se dejará de 20 cm. de espesor. El ancho de carretera será de 7 metros, con sisas transversales a cada 3.50 metros y juntas longitudinales a cada 3.50 metros. La pendiente de bombeo será de 3% para la evacuación del agua superficial.

Nota: el diseño no llevará bordillos debido a el sistema de evacuación de el agua superficial el cual será por medio de cunetas, bastando con la pendiente de bombeo (3%).

## 2.7. Presupuesto

Tabla XI. Presupuesto y cantidades de trabajo

PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO  
 ACCESO A LA ALDEA EL ZAPOTE, SIQUINALA,  
 COMUNIDAD ESCUINTLA  
 MUNICIPIO ESCUINTLA  
 DEPARTAMENTO ESCUINTLA  
 FECHA ABRIL DE 2006

### CUADRO DE INTEGRACION DE COSTOS

No.	REGLÓN	CANTIDAD CONTRATADA	UNIDAD	COSTO DIRECTO (INCLUYE MANO DE OBRA)	COSTO TOTAL ENTIDAD Q
	TERRACERIA				Q788,747.64
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA RELLENO	8,103.16	M³	Q299,817.05	
2	EXCAVACION NO CLASIFICADA	9,533.13	M³	Q466,265.56	
3	EXCAVACION NO CLASIFICADA	1429.97	M³	Q22,665.03	
	DE DESPERDICIO				
	PAVIMENTO RIGIDO				Q3,543,289.02
4	CONSTRUCCION DE PAVIMENTO RIGIDO	29,493.00	M²	Q3,543,289.02	
	DRENAJES				Q1,739,452.74
5	CONSTRUCCION DE CUNETAS	8,056.00	ML	Q1,143,468.64	
6	EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA CAJAS Y CABEZALES PARA ALCANTARILLA	576	M³	Q37,699.20	
7	CONSTRUCCION DE MUROS CAJAS Y CABEZALES PARA ALCANTARILLA	305	M³	Q388,521.20	
8	ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO	170	ML	Q169,763.70	
	IDENTIFICACION DEL PROYECTO				Q2,400.00
9	ROTULO	2	U	Q2,400.00	
	TOTAL DEL PROYECTO				Q6,073,889.40
	FACTOR DE INDIRECTOS				
10	IMPREVISTOS	1	GLOBAL	Q303,694.47	
11	UTILIDAD	1	GLOBAL	Q911,083.41	
12	GASTOS ADMINISTRATIVOS	1	GLOBAL	Q607,388.94	
13	I.V.A.	1	GLOBAL	Q728,866.73	
	TOTAL DE INDIRECTOS				Q2,551,033.55
<b>GRAN TOTAL =</b>					<b>Q8,624,922.95</b>

Tabla X. Presupuesto y cuadro de cantidades de trabajo

PROYECTO CONSTRUCCION DE PAVIMENTO RIGIDO  
 COMUNIDAD ALDEA EL ZAPOTE, SIQUINALA, ESCUINTLA  
 MUNICIPIO ESCUINTLA  
 DEPARTAMENTO ESCUINTLA  
 FECHA ABRIL DE 2006

CUADRO DE INTEGRACION DE COSTOS

REGLON CONTRATADO CON EL EJECUTOR

No.	REGLON	CANTIDAD CONTRATADA	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO APORTE ENTIDAD Q
	TERRACERIA				
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA RELLENO	8103.16	M³	Q37.00	Q299,817.05
2	EXCAVACION NO CLASIFICADA	9533.13	M³	Q48.91	Q466,265.56
3	EXCAVACION NO CLASIFICADA DE DESPERDICIO	1429.97	M³	Q15.85	Q22,665.03
	PAVIMENTO RIGIDO				
4	CONSTRUCCION DE PAVIMENTO RIGIDO	29493.00	M²	Q120.14	Q3,543,289.02
	DRENAJES				
5	CONSTRUCCION DE CUNETAS	8056.00	ML	Q141.94	Q1,143,468.64
6	EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA CAJAS Y CABEZALES PARA ALCANTARILLA	576.00	M³	Q65.45	Q37,699.20
7	CONSTRUCCION DE MUROS CAJAS Y CABEZALES PARA ALCANTARILLA	305.00	M³	Q1,273.84	Q388,521.20
8	ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO	170.00	ML	Q998.61	Q169,763.70
9	ROTULO	2.00	U	Q1,200.00	Q2,400.00
GRAN TOTAL =					Q6,073,889.40

## 2.7.2. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Tabla XII. CRONOGRAMA

N o.	REGLON	1 Semana	2 Semana	3 Semana	4 Semana	5 Semana	6 Semana	7 Semana	8 Semana	9 Semana	10 Semana	11 Semana	12 Semana	13 Semana	14 Semana	15 Semana	16 Semana	17 Semana	18 Semana	19 Semana	20 Semana	21 Semana	22 Semana	23 Semana	24 Semana	25 Semana	26 Semana	27 Semana	28 Semana	29 Semana	30 Semana	31 Semana	32 Semana			
	TERRACERIA																																			
1	ROTULO																																			
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS PARA RELLENO																																			
3	EXCAVACION NO CLASIFICADA																																			
4	EXCAVACION NO CLASIFICADA DE DESPERDICIO																																			
5	CONSTRUCCION DE CUNETAS																																			
6	EXCAVACION ESTRUCTURAL PARA CAJAS Y CABEZALES PARA ALCANTARILLA																																			
7	CONSTRUCCION DE MUROS CAJAS Y CABEZALES PARA ALCANTARILLA																																			
8	ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO																																			
9	CONSTRUCCION DE PAVIMENTO RIGIDO																																			

## 2.7.8. LISTADO DE PLANOS

Tabla XIII

<b>Plano No</b>	<b>Descripción</b>
1	Planta General
2	Planta Perfil de Est. No. 0 a Est. 8
3	Planta Perfil de Est. No. 8 a Est. 17
4	Planta Perfil de Est. No. 17 a Est. 28
5	Planta Perfil de Est. No. 28 a Est. 40
6	Planta Perfil de Est. No. 40 a Est. 47
7	Planta Perfil de Est. No. 47 a Est. 50
8	Planta Perfil de Est. No. 50 a Est. 53
9	Plano de Secciones 0+000 a 0+860
10	Plano de Secciones 0+860 a 1+340
11	Plano de Secciones 1+340 a 2+300
12	Plano de Secciones 2+300 a 3+092
13	Plano de Secciones 3+092 a 3+880
14	Plano de Secciones 3+880 a 4+068
15	Plano de Detalle de Cabezales y Tubería
16	Plano de Detalle de Cabezales y Aletones
17	Plano de Drenajes
18	Plano de Detalle de Pavimento Rígido

## **CONCLUSIONES**

- 1.- Se ha obtenido el diseño, estudio y los drenajes pluviales de la vía del tramo carretero, que desde el puente sobre el Río Tigre va la aldea El Zapote, del municipio de Siquinalá, departamento de Escuintla, detallando las características que cubren las necesidades para que la carretera sea transitable en cualquier época de año.
2. Se le dio al municipio de Siquinalá y sus aldeas circunvecinas la infraestructura que permita un mejor acceso hacia sus hogares.
3. Se le brindo a la municipalidad de Siquinalá el diseño del tramo carretero y drenajes pluviales de dicha carretera.

## RECOMENDACIONES

1. Para obtener óptimos resultados en la construcción de dicho proyecto es necesario contar con personal altamente calificado en supervisión que verifique que se cumplan las especificaciones y la obra se ejecute conforme a los planos.
2. El concreto que se utilice en la construcción de éste proyecto debe de llenar todos los requisitos estipulados para ese diseño, y en las especificaciones que se ubican en los planos, de no ser así puede ocasionar grandes pérdidas en la ejecución de dicho proyecto.
3. Ofrecer continuamente mantenimiento al sistema de drenaje pluvial, para garantizar el buen funcionamiento en el tiempo de vida útil para el cual fue diseñado.
4. El costo de éste proyecto puede variar con forme pase los años, lo cual se recomienda ejecutarlo lo antes posible para no obtener variaciones monetarias que puedan obstruir la construcción del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ing. Crespo Villalaz, Carlos. Mecánica de Suelos y Cimentaciones 4ª ED.  
México: Editorial Limusa, 1999
2. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas Republica de Guatemala. Especificaciones Generales para la construcción De Carreteras y Puentes. Guatemala 1975
3. Díaz Gomes, Juan José. Diseño de la línea de conducción de agua potable y escuela de nivel primario del cantón Satabal I y pavimento rígido del sector central de la cabecera municipal de San Pedro Jocopilas, El Quiché. Tesis Ing. Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 2003
4. Merrit, Frederick S. Manual del Ingeniero Civil. 2ª. Ed. México: Editorial Mc Graw Hill, 1987
5. Montes de Oca, Miguel Topografía. Colombia: Editorial Prentice / hall internacional, 1987

6. Rodas López, Marlos Roberto. Apertura de carretera de la aldea El Salitre al caserío Siete Platos al Caserío Chuena, en el municipio de San Miguel Ixtahuacán, San Marcos. Tesis Ing. Civil. Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 2002

7. Paz Stubbs, Ana Luisa. Pavimentos, tipos y usos. Tesis ing. Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 2000.

8. Salazar Rodríguez, Aurelio. Guía para el Diseño y Construcción de Pavimentos Rígidos. México: Editorial IMCVC, 1998

# ANEXOS



Tabla XIV. Presupuesto movimiento de tierras para relleno

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DE TRAMO CARRETERO, ACCESO A ALDEA EL ZAPOTE, SIQUINALA, ESCUINTLA

REGLON: MOVIMINETO DE TIERRAS PARA RELLENO

CANTIDAD :2,752.77

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO				
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO
TRACTOR D6D	HORAS	50	Q494.00	Q24,700.00
MOTONIVELADORA 120 G CAT	HORAS	50	Q422.50	Q21,125.00
MOTONIVELADORA HASSER	HORAS	50	Q455.00	Q22,750.00
REGADORA DE AGUA	HORAS	50	Q104.00	Q5,200.00
BOMBA DE AGUA	HORAS	43.38	Q32.50	Q1,409.85
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q75,184.85
MANO DE OBRA				
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO
7 PEONES	HORAS	344.09	Q5.62	Q1,933.79
TOTAL				Q1,933.79
FACTOR DE PRESTACIONES			70.14%	Q1,356.36
incluye beneficios sociales			2 TOTAL MANO DE OBRA	Q3,290.14
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q164.51
MATERIALES				
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR	COSTO UNITARIO
4 TOTAL DE MATERIALES				Q0.00
RESUMEN				
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q78,639.50
FACTOR INDIRECTOS				
GASTOS ADMINISTRATIVOS 10%				Q7,863.95
UTILIDAD 15%				Q11,795.93
IMPREVISTOS 5%				Q3,931.98
I.V.A. 12%				Q9,436.74
TOTAL				Q111,668.09
PRECIO UNITARIO DEL REGLON				Q40.57

Tabla XV. Presupuesto excavación no clasificada

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DE TRAMO CARRETERO, ACCESO A ALDEA EL ZAPOTE, SIQUINALA, ESCUINTLA

REGLON: EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA

CANTIDAD: 9533.13

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO				
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO
TRACTOR D6D	HORAS	158.88	Q494.00	Q78,486.72
EXCAVADORA DE HORUGA	HORAS	158.88	Q610.00	Q96,916.80
MOTONIVELADORA 140 G	HORAS	158.88	Q400.00	Q63,552.00
RODO PATA DE CABRA	HORAS	158.88	Q227.50	Q36,145.20
REGADO DE AGUA	HORAS	158.88	Q104.00	Q16,523.52
CAMION 10 M³	HORAS	158.88	Q110.50	Q17,556.24
BOMBA DE AGUA	HORAS	112	Q32.50	Q3,640.00
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q312,820.48
MANO DE OBRA				
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO
7 PEONES	HORAS	1192	Q5.62	Q6,699.04
TOTAL				Q6,699.04
FACTOR DE PRESTACIONES			70.14%	Q4,698.71
incluye beneficios sociales		2 TOTAL MANO DE OBRA		Q11,397.75
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q569.89
MATERIALES				
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR	COSTO UNITARIO
4 TOTAL DE MATERIALES				Q0.00
RESUMEN				
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q324,788.11
FACTOR INDIRECTOS				
GASTOS ADMINISTRATIVOS 10%				Q32,478.81
UTILIDAD 15%				Q48,718.22
IMPREVISTOS 5%				Q16,239.41
I.V.A. 12%				Q38,974.57
TOTAL				Q461,199.12
PRECIO UNITARIO DEL REGLON				Q48.38

Tabla XVI. Presupuesto excavación no clasificada de material de desperdicio

PROYECTO: DISEÑO DE TRAMO CARRETERO, ACCESO A ALDEA EL ZAPOTE, SIQUINALA, ESCUINTLA

RENGLON: EXCAVACION NO CLASIFICADA DE MATERIAL DE DESPERDICIO

CANTIDAD: 1429.97

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO				
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO
TRACTOR D6D	HORAS	23.79	Q494.00	Q11,752.26
CAMION 10 M³	HORAS	23.79	Q110.50	Q2,628.80
	HORAS			
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q14,381.06
MANO DE OBRA				
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO
7 PEONES	HORAS	71.37	Q5.62	Q401.10
TOTAL				Q401.10
FACTOR DE PRESTACIONES			70.14%	Q281.33
incluye beneficios sociales				2 TOTAL MANO DE OBRA
				Q682.43
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q34.12
MATERIALES				
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR	COSTO UNITARIO
4 TOTAL DE MATERIALES				Q0.00
RESUMEN				
COSTO DIRECTO DEL RENGLON:				Q15,097.61
FACTOR INDIRECTOS				
GASTOS ADMINISTRATIVOS 10%				Q1,509.76
UTILIDAD 15%				Q2,264.64
IMPREVISTOS 5%				Q754.88
I.V.A. 12%				Q1,811.71
TOTAL				Q21,438.60
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON				Q14.99

Tabla XVII. Presupuesto construcción de pavimento rígido

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DE TRAMO CARRETERO, ACCESO A ALDEA EL ZAPOTE, SIQUINALA, ESCUINTLA

REGLON: CONSTRUCCION DE PAVIMENTO RIGIDO

CANTIDAD:29493

UNIDAD: M<sup>2</sup>

MAQUINARIA Y EQUIPO				
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO
CONCRETERA	HORAS	626.71	Q39.00	Q24,441.69
BOMBA DE AGUA	HORAS	626.71	Q32.50	Q20,368.08
REGADORA DE AGUA	HORAS	626.71	Q104.00	Q65,177.84
CAMION 10 M <sup>3</sup>	HORAS	626.71	Q110.50	Q69,251.46
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q179,239.06
MANO DE OBRA				
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO
OPERADOR CONCRETERA	HORAS	626.71	Q8.00	Q5,013.68
ALBAÑILES	HORAS	626.71	Q8.75	Q5,483.71
PEONES	HORAS	1253.42	Q5.62	Q7,044.22
TOTAL				Q17,541.61
FACTOR DE PRESTACIONES			70.14%	Q12,303.69
incluye beneficios sociales		2 TOTAL MANO DE OBRA		Q29,845.30
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q1,492.27
MATERIALES				
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR	COSTO UNITARIO
CEMENTO	SACOS	43,398.00	Q39.00	Q1,692,522.00
ARENA	M <sup>3</sup>	2179.39	Q97.50	Q212,490.53
PIEDRIN	M <sup>3</sup>	3,462.17	Q120.00	Q415,460.40
SELLO DE JUNTAS	GALONES	1,332.00	Q18.00	Q23,976.00
4 TOTAL DE MATERIALES				Q2,344,448.93
RESUMEN				
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q2,555,025.55
FACTOR INDIRECTOS GASTOS ADMINISTRATIVOS 10%				Q255,502.56
UTILIDAD 15%				Q383,253.83
IMPREVISTOS 5%				Q127,751.28
I.V.A. 12%				Q306,603.07
TOTAL				Q3,628,136.28
PRECIO UNITARIO DEL REGLON				Q123.02

Tabla XVIII. Presupuesto construcción de cunetas revestidas

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DE TRAMO CARRETERO, ACCESO A ALDEA EL ZAPOTE, SIQUINALA, ESCUINTLA

REGLON: CONSTRUCCION DE CUNETAS

CANTIDAD: 8056

UNIDAD: ML

MAQUINARIA Y EQUIPO				
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO
OPERADOR CONCRETERA	HORAS	200.4	Q39.00	Q7,815.60
EXCAVADORA 320L	HORAS	200.4	Q300.00	Q60,120.00
CAMION 10 M³	HORAS	200.4	Q110.50	Q22,144.20
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q90,079.80
MANO DE OBRA				
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO
OPERADOR CONCRETERA	HORAS	200.4	Q8.00	Q1,603.20
ALBAÑILES	HORAS	200.4	Q8.75	Q1,753.50
PEONES	HORAS	400.8	Q5.62	Q2,252.50
TOTAL				Q5,609.20
FACTOR DE PRESTACIONES			70.14%	Q3,934.29
incluye beneficios sociales	2 TOTAL MANO DE OBRA			Q9,543.49
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q477.17
MATERIALES				
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR	COSTO UNITARIO
CEMENTO	SACOS	11,703.00	Q39.00	Q456,417.00
ARENA	M³	657.28	Q97.00	Q63,756.16
PIEDRIN	M³	1,313.48	Q120.00	Q157,617.60
MADERA	PIE-TABLA	13,610.00	Q6.20	Q84,382.00
4 TOTAL DE MATERIALES				Q762,172.76
RESUMEN				
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q862,273.22
FACTOR INDIRECTOS				
GASTOS ADMINISTRATIVOS 10%				Q86,227.32
UTILIDAD 15%				Q129,340.98
IMPREVISTOS 5%				Q43,113.66
I.V.A. 12%				Q103,472.79
TOTAL				Q1,224,427.97
PRECIO UNITARIO DEL REGLON				Q151.99

Tabla XIX. Presupuesto excavación estructural para cajas y cabezales

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DE TRAMO CARRETERO, ACCESO A ALDEA EL ZAPOTE, SIQUINALA, ESCUINTLA

REGLON: EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL PARA CAJAS Y CABEZALES

CANTIDAD:576.00

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO					
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO	
EXCAVADORA DE ORUGA	HORAS	36.04	Q610.00	Q21,984.40	
CAMIONES DE 10 M³	HORAS	36.04	Q110.50	Q3,982.42	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q25,966.82	
MANO DE OBRA					
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO	
2 PEONES	HORAS	72.08	Q5.62	Q405.09	
TOTAL				Q405.09	
FACTOR DE PRESTACIONES			71.14%	Q288.18	
incluye beneficios sociales				2 TOTAL MANO DE OBRA	Q693.27
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q34.66	
MATERIALES					
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR	COSTO UNITARIO	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q0.00	
RESUMEN					
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q26,694.75	
FACTOR INDIRECTOS					
GASTOS ADMINISTRATIVOS 10%				Q2,669.48	
UTILIDAD 15%				Q4,004.21	
IMPREVISTOS 5%				Q1,334.74	
I.V.A. 12%				Q3,203.37	
TOTAL				Q37,906.55	
PRECIO UNITARIO DEL REGLON				Q65.81	

Tabla XX. Presupuesto muros, cajas y cabezales para alcantarillas

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DE TRAMO CARRETERO, ACCESO A ALDEA EL ZAPOTE, SIQUINALA, ESCUINTLA

REGLON: MUROS, CAJAS Y CABEZALES PARA ALCANTARILLAS

CANTIDAD:305

UNIDAD: M³

MAQUINARIA Y EQUIPO				
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO
CONCRETERA	HORAS	234	Q39	Q9,126.00
CAMION 10 M³	HORAS	234	Q110.50	Q25,857.00
REGADORA DE AGUA	HORAS	234	Q104	Q24,336.00
BOMBA DE AGUA	HORAS	200.6	Q32.50	Q6,519.50
CARGADOR 950	HORAS	234	Q263.90	Q61,752.60
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q127,591.10
MANO DE OBRA				
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO
OPERADOR CONCRETERA	HORAS	234	Q8.00	Q1,872.00
ALBAÑILES	HORAS	234	Q8.75	Q2,047.50
PEONES	HORAS	468	Q5.62	Q2,630.16
TOTAL				Q6,549.66
FACTOR DE PRESTACIONES			71.14%	Q4,659.43
incluye beneficios sociales		2 TOTAL MANO DE OBRA		Q11,209.09
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q560.45
MATERIALES				
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR	COSTO UNITARIO
CEMENTO	SACOS	2,226.50	Q39.00	Q86,833.50
ARENA	M³	125	Q97.50	Q12,187.50
PIEDRIN	M³	250	Q120.00	Q30,000.00
MADERA	PIE-TABLA	1,674.78	Q6.20	Q10,383.64
4 TOTAL DE MATERIALES				Q139,404.64
RESUMEN				
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q278,765.28
FACTOR INDIRECTOS				
GASTOS ADMINISTRATIVOS 10%				Q27,876.53
UTILIDAD 15%				Q41,814.79
IMPREVISTOS 5%				Q13,938.26
I.V.A. 12%				Q33,451.83
TOTAL				Q395,846.70
PRECIO UNITARIO DEL REGLON				Q1,297.86

Tabla XXI. Presupuesto alcantarillas

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: DISEÑO DE TRAMO CARRETERO, ACCESO A ALDEA EL ZAPOTE, SIQUINALA, ESCUINTLA

REGLON: ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO DE 24"

CANTIDAD: 170

UNIDAD: ML

MAQUINARIA Y EQUIPO					
TIPO DE MAQUINARIA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO	
TRACTOR D6D	HORAS	35.12	Q494.00	Q17,349.28	
REGADORA DE AGUA	HORAS	35.12	Q104.00	Q3,652.48	
BOMBA DE AGUA	HORAS	35.12	Q32.50	Q1,141.40	
RETROEXCAVADORA	HORAS	35.12	Q260.00	Q9,131.20	
1 TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q31,274.36	
MANO DE OBRA					
MANO DE OBRA	UNIDAD	RENDIMIENTO	Q/H	COSTO UNITARIO	
ALBAÑILES	HORAS	170	Q8.75	Q1,487.50	
AYUDANTES	HORAS	697	Q5.62	Q3,917.14	
TOTAL				Q5,404.64	
FACTOR DE PRESTACIONES			71.14%	Q3,844.86	
incluye beneficios sociales				2 TOTAL MANO DE OBRA	Q9,249.50
3 COSTO DE HERRAMIENTA ES IGUAL AL 5% DEL COSTO DE MANO DE OBRA				Q462.48	
MATERIALES					
MATERIAL	UNIDAD	DOSIFICACION	VALOR	COSTO UNITARIO	
ALCANTARILLA	ML	170	Q493.96	Q83,973.20	
4 TOTAL DE MATERIALES				Q83,973.20	
RESUMEN					
COSTO DIRECTO DEL REGLON:				Q124,959.54	
FACTOR INDIRECTOS					
GASTOS ADMINISTRATIVOS 10%				Q12,495.95	
UTILIDAD 15%				Q18,743.93	
IMPREVISTOS 5%				Q6,247.98	
I.V.A. 12%				Q14,995.14	
TOTAL				Q177,442.54	
PRECIO UNITARIO DEL REGLON				Q1,043.78	

Tablas XXII. Calculo de movimiento de tierras

Estación	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte Acum.	Relleno acum.	Diferencia
	m2	m2	m3	m3	m3	m3	m3
0+000	0.000	0.000					
			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	0.000	2.380					
			0.00	47.60	0.00	47.60	47.60
0+032	0.000	3.060					
			0.00	36.72	0.00	84.32	84.32
0+040	0.000	3.410					
			0.00	27.28	0.00	111.60	111.60
0+060	2.520	0.450					
			50.40	9.00	50.40	120.60	70.20
0+080	0.470	0.320					
			9.40	6.40	59.80	127.00	67.20
0+100	0.360	1.490					
			7.20	29.80	67.00	156.80	89.80
0+120	0.430	0.104					
			8.60	2.08	75.60	158.88	83.28
0+140	0.880	0.200					
			17.60	4.00	93.20	162.88	69.68
0+160	0.520	0.710					
			10.40	14.20	103.60	177.08	73.48
0+180	1.330	0.000					
			26.60	0.00	130.20	177.08	46.88
0+200	1.520	1.100					
			30.40	22.00	160.60	199.08	38.48
0+220	0.600	1.370					
			12.00	27.40	172.60	226.48	53.88
0+240	0.000	1.390					
			0.00	27.80	172.60	254.28	81.68
0+260	0.400	0.310					
			8.00	6.20	180.60	260.48	79.88
0+280	0.210	1.080					
			4.20	21.60	184.80	282.08	97.28
0+300	1.270	0.162					
			25.40	3.24	210.20	285.32	75.12
0+320	0.210	0.727					
			4.20	14.55	214.40	299.86	85.46
0+340	0.330	0.090					
			6.60	1.80	221.00	301.66	80.66
0+360	0.580	0.000					
			11.60	0.00	232.60	301.66	69.06

Tablas XXIII. Calculo de movimiento de tierras

Estación	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte Acum.	Relleno acum.	Diferencia
0+380	0.550	0.000					
			11.00	0.00	243.60	301.66	58.06
0+400	1.110	0.000					
			22.20	0.00	265.80	301.66	35.86
0+420	1.720	0.000					
			34.40	0.00	300.20	301.66	1.46
0+440	0.000	0.470					
			0.00	9.40	300.20	311.06	10.86
0+460	0.000	0.890					
			0.00	17.80	300.20	328.86	28.66
0+480	1.140	0.650					
			22.80	13.00	323.00	341.86	18.86
0+500	0.000	0.690					
			0.00	13.80	323.00	355.66	32.66
0+520	0.660	0.100					
			13.20	2.00	336.20	357.66	21.46
0+540	1.980	0.000					
			39.60	0.00	375.80	357.66	-18.14
0+560	0.930	0.070					
			18.60	1.40	394.40	359.06	-35.34
0+580	0.960	0.000					
			19.20	0.00	413.60	359.06	-54.54
0+600	0.000	0.410					
			0.00	8.20	413.60	367.26	-46.34
0+620	1.870	0.000					
			37.40	0.00	451.00	367.26	-83.74
0+640	2.640	0.360					
			52.80	7.20	503.80	374.46	-129.34
0+660	9.560	0.460					
			191.20	9.20	695.00	383.66	-311.34
0+680	0.000	1.290					
			0.00	25.80	695.00	409.46	-285.54
0+700	0.000	2.050					
			0.00	41.00	695.00	450.46	-244.54
0+720	1.590	0.000					
			31.80	0.00	726.80	450.46	-276.34
0+740	1.490	0.000					
			29.80	0.00	756.60	450.46	-306.14
0+760	0.550	0.840					
			11.00	16.80	767.60	467.26	-300.34
0+780	2.410	0.000					
			48.20	0.00	815.80	467.26	-348.54

Tablas XXIV. Calculo de movimiento de tierras

Estación	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte Acum.	Relleno acum.	Diferencia
0+780	2.410	0.000					
			48.20	0.00	815.80	467.26	-348.54
0+800	0.920	0.000					
			18.40	0.00	834.20	467.26	-366.94
0+820	1.950	0.850					
			39.00	17.00	873.20	484.26	-388.94
0+840	4.500	0.000					
			90.00	0.00	963.20	484.26	-478.94
0+853	0.830	1.120					
			10.79	14.56	973.99	498.82	-475.17
0+860	0.613	3.390					
			4.29	23.73	978.28	522.55	-455.73
0+880	7.010	0.000					
			140.20	0.00	1118.48	522.55	-595.93
0+900	0.360	0.259					
			7.20	5.18	1125.68	527.73	-597.95
0+920	1.935	6.536					
			38.70	130.71	1164.38	658.44	-505.94
0+940	3.230	4.420					
			64.60	88.40	1228.98	746.84	-482.14
0+956	3.039	0.281					
			48.63	4.50	1277.61	751.34	-526.27
0+960	0.325	1.266					
			1.30	5.07	1278.91	756.40	-522.51
0+980	1.680	0.520					
			33.60	10.40	1312.51	766.80	-545.71
1+000	8.751	0.000					
			175.02	0.00	1487.53	766.80	-720.73
1+020	0.500	0.000					
			10.00	0.00	1497.53	766.80	-730.73
1+040	5.508	1.743					
			110.17	34.86	1607.70	801.67	-806.04
1+060	0.421	0.215					
			8.42	4.30	1616.12	805.97	-810.15
1+080	2.991	0.050					
			59.81	1.00	1675.93	806.97	-868.96
1+100	0.378	1.015					
			7.55	20.31	1683.49	827.28	-856.21
1+120	9.505	0.000					
			190.10	0.00	1873.58	827.28	-1046.31
1+140	8.580	0.000					
			171.60	0.00	2045.18	827.28	-1217.91
1+160	0.177	3.352					
			3.54	67.04	2048.72	894.32	-1154.40

Tablas XXV. Calculo de movimiento de tierras

Estación	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte Acum.	Relleno acum.	Diferencia
1+160	0.177	3.352					
			3.54	67.04	2048.72	894.32	-1154.40
1+180	14.185	0.175					
			283.70	3.50	2332.42	897.82	-1434.60
1+200	5.143	1.568					
			102.85	31.36	2435.27	929.18	-1506.09
1+220	2.871	0.266					
			57.42	5.33	2492.69	934.50	-1558.18
1+240	4.066	0.207					
			81.31	4.14	2574.00	938.64	-1635.36
1+260	0.584	2.809					
			11.67	56.18	2585.67	994.82	-1590.85
1+280	0.875	0.681					
			17.49	13.62	2603.16	1008.45	-1594.72
1+300	4.900	2.790					
			98.00	55.80	2701.16	1064.25	-1636.92
1+320	18.200	0.000					
			364.00	0.00	3065.16	1064.25	-2000.92
1+340	0.950	0.160					
			19.00	3.20	3084.16	1067.45	-2016.72
1+360	4.680	0.000					
			93.60	0.00	3177.76	1067.45	-2110.32
1+380	6.230	0.000					
			124.60	0.00	3302.36	1067.45	-2234.92
1+400	4.880	0.060					
			97.60	1.20	3399.96	1068.65	-2331.32
1+420	0.400	0.490					
			8.00	9.80	3407.96	1078.45	-2329.52
1+440	13.880	0.000					
			277.60	0.00	3685.56	1078.45	-2607.12
1+460	0.000	7.610					
			0.00	152.20	3685.56	1230.65	-2454.92
1+480	0.000	9.560					
			0.00	191.20	3685.56	1421.85	-2263.72
1+500	0.640	2.160					
			12.80	43.20	3698.36	1465.05	-2233.32
1+520	2.500	0.000					
			50.00	0.00	3748.36	1465.05	-2283.32
1+540	3.350	0.000					
			67.00	0.00	3815.36	1465.05	-2350.32
1+560	0.920	0.000					
			18.40	0.00	3833.76	1465.05	-2368.72
1+580	1.940	1.070					
			38.80	21.40	3872.56	1486.45	-2386.12

Tablas XXVI. Calculo de movimiento de tierras

Estación	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte Acum.	Relleno acum.	Diferencia
1+600	2.240	0.000					
			44.80	0.00	3917.36	1486.45	-2430.92
1+620	1.840	0.000					
			36.80	0.00	3954.16	1486.45	-2467.72
1+640	1.530	0.000					
			30.60	0.00	3984.76	1486.45	-2498.32
1+660	1.970	0.090					
			39.40	1.80	4024.16	1488.25	-2535.92
1+680	0.570	1.420					
			11.40	28.40	4035.56	1516.65	-2518.92
1+700	4.400	0.360					
			88.00	7.20	4123.56	1523.85	-2599.72
1+720	4.570	0.000					
			91.40	0.00	4214.96	1523.85	-2691.12
1+740	3.730	0.000					
			74.60	0.00	4289.56	1523.85	-2765.72
1+760	9.830	0.000					
			196.60	0.00	4486.16	1523.85	-2962.32
1+780	4.230	3.130					
			84.60	62.60	4570.76	1586.45	-2984.32
1+800	7.500	3.130					
			150.00	62.60	4720.76	1649.05	-3071.72
1+820	3.320	3.790					
			66.40	75.80	4787.16	1724.85	-3062.32
1+840	2.160	1.040					
			43.20	20.80	4830.36	1745.65	-3084.72
1+860	15.620	0.000					
			312.40	0.00	5142.76	1745.65	-3397.12
1+880	4.930	0.000					
			98.60	0.00	5241.36	1745.65	-3495.72
1+900	14.530	0.000					
			290.60	0.00	5531.96	1745.65	-3786.32
1+920	2.330	0.000					
			46.60	0.00	5578.56	1745.65	-3832.92
1+940	5.180	0.440					
			103.60	8.80	5682.16	1754.45	-3927.72
1+960	10.320	0.000					
			206.40	0.00	5888.56	1754.45	-4134.12
1+980	1.500	0.140					
			30.00	2.80	5918.56	1757.25	-4161.32

Tablas XXVII. Calculo de movimiento de tierras

Estación	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte Acum.	Relleno acum.	Diferencia
2+000	1.150	0.030					
			23.00	0.60	5941.56	1757.85	-4183.72
2+020	2.270	0.020					
			45.40	0.40	5986.96	1758.25	-4228.72
2+040	1.540	0.000					
			30.80	0.00	6017.76	1758.25	-4259.52
2+060	0.910	0.440					
			18.20	8.80	6035.96	1767.05	-4268.92
2+080	1.960	0.070					
			39.20	1.40	6075.16	1768.45	-4306.72
2+100	2.380	0.230					
			47.60	4.60	6122.76	1773.05	-4349.72
2+120	1.490	2.440					
			29.80	48.80	6152.56	1821.85	-4330.72
2+140	2.500	0.570					
			50.00	11.40	6202.56	1833.25	-4369.32
2+160	3.430	0.000					
			68.60	0.00	6271.16	1833.25	-4437.92
2+180	6.220	0.000					
			124.40	0.00	6395.56	1833.25	-4562.32
2+200	3.010	0.000					
			60.20	0.00	6455.76	1833.25	-4622.52
2+220	0.140	2.550					
			2.80	51.00	6458.56	1884.25	-4574.32
2+240	0.850	0.020					
			17.00	0.40	6475.56	1884.65	-4590.92
2+260	0.000	0.910					
			0.00	18.20	6475.56	1902.85	-4572.72
2+280	0.000	1.330					
			0.00	26.60	6475.56	1929.45	-4546.12
2+300	0.520	0.090					
			10.40	1.80	6485.96	1931.25	-4554.72
2+320	0.000	1.230					
			0.00	24.60	6485.96	1955.85	-4530.12
2+340	0.000	1.610					
			0.00	32.20	6485.96	1988.05	-4497.92
2+360	0.370	0.000					
			7.40	0.00	6493.36	1988.05	-4505.32
2+380	6.450	0.000					
			129.00	0.00	6622.36	1988.05	-4634.32
2+400	0.580	0.360					
			11.60	7.20	6633.96	1995.25	-4638.72

Tablas XXVIII. Calculo de movimiento de tierras

Estación	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte Acum.	Relleno acum.	Diferencia
2+420	5.800	0.180					
			116.00	3.60	6749.96	1998.85	-4751.12
2+440	1.360	0.000					
			27.20	0.00	6777.16	1998.85	-4778.32
2+460	17.470	0.000					
			349.40	0.00	7126.56	1998.85	-5127.72
2+480	0.180	1.220					
			3.60	24.40	7130.16	2023.25	-5106.92
2+487	1.230	0.670					
			8.61	4.69	7138.77	2027.94	-5110.84
2+500	0.070	0.370					
			0.91	4.81	7139.68	2032.75	-5106.94
2+520	0.470	0.360					
			9.40	7.20	7149.08	2039.95	-5109.14
2+540	0.130	0.060					
			2.60	1.20	7151.68	2041.15	-5110.54
2+560	0.330	0.020					
			6.60	0.40	7158.28	2041.55	-5116.74
2+580	0.320	0.010					
			6.40	0.20	7164.68	2041.75	-5122.94
2+587	0.200	0.490					
			1.40	3.43	7166.08	2045.18	-5120.91
2+600	1.570	0.000					
			20.41	0.00	7186.49	2045.18	-5141.32
2+620	3.200	0.000					
			64.00	0.00	7250.49	2045.18	-5205.32
2+640	2.420	0.280					
			48.40	5.60	7298.89	2050.78	-5248.12
2+660	0.490	0.080					
			9.80	1.60	7308.69	2052.38	-5256.32
2+680	0.930	0.000					
			18.60	0.00	7327.29	2052.38	-5274.92
2+700	0.360	0.160					
			7.20	3.20	7334.49	2055.58	-5278.92
2+720	0.810	0.040					
			16.20	0.80	7350.69	2056.38	-5294.32
2+740	0.000	2.220					
			0.00	44.40	7350.69	2100.78	-5249.92
2+760	4.950	0.000					
			99.00	0.00	7449.69	2100.78	-5348.92

Tablas XXIX. Calculo de movimiento de tierras

Estación	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte Acum.	Relleno acum.	Diferencia
2+780	4.370	0.000					
			87.40	0.00	7537.09	2100.78	-5436.32
2+800	0.000	1.400					
			0.00	28.00	7537.09	2128.78	-5408.32
2+820	0.270	0.230					
			5.40	4.60	7542.49	2133.38	-5409.12
2+840	1.020	0.010					
			20.40	0.20	7562.89	2133.58	-5429.32
2+860	0.870	0.030					
			17.40	0.60	7580.29	2134.18	-5446.12
2+880	0.110	1.540					
			2.20	30.80	7582.49	2164.98	-5417.52
2+900	0.130	1.580					
			2.60	31.60	7585.09	2196.58	-5388.52
2+920	0.000	1.800					
			0.00	36.00	7585.09	2232.58	-5352.52
2+940	0.310	2.020					
			6.20	40.40	7591.29	2272.98	-5318.32
2+960	0.590	0.500					
			11.80	10.00	7603.09	2282.98	-5320.12
2+980	0.000	3.240					
			0.00	64.80	7603.09	2347.78	-5255.32
3+000	0.110	0.790					
			2.20	15.80	7605.29	2363.58	-5241.72
3+020	1.220	0.390					
			24.40	7.80	7629.69	2371.38	-5258.32
3+040	0.000	1.390					
			0.00	27.80	7629.69	2399.18	-5230.52
3+060	0.000	1.790					
			0.00	35.80	7629.69	2434.98	-5194.72
3+080	0.000	2.300					
			0.00	46.00	7629.69	2480.98	-5148.72
3+092	6.390	0.120					
			76.68	1.44	7706.37	2482.42	-5223.96
3+100	0.000	1.720					
			0.00	13.76	7706.37	2496.18	-5210.20
3+120	0.000	1.360					
			0.00	27.20	7706.37	2523.38	-5183.00
3+140	0.400	0.520					
			8.00	10.40	7714.37	2533.78	-5180.60
3+160	1.670	0.210					
			33.40	4.20	7747.77	2537.98	-5209.80

Tablas XXX. Calculo de movimiento de tierras

Estación	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte Acum.	Relleno acum.	Diferencia
3+180	0.000	1.460					
			0.00	29.20	7747.77	2567.18	-5180.60
3+200	0.530	1.650					
			10.60	33.00	7758.37	2600.18	-5158.20
3+220	3.070	0.220					
			61.40	4.40	7819.77	2604.58	-5215.20
3+231	5.310	0.000					
			58.41	0.00	7878.18	2604.58	-5273.61
3+240	3.710	0.150					
			33.39	1.35	7911.57	2605.93	-5305.65
3+260	0.000	1.360					
			0.00	27.20	7911.57	2633.13	-5278.45
3+280	0.820	0.000					
			16.40	0.00	7927.97	2633.13	-5294.85
3+300	2.160	0.170					
			43.20	3.40	7971.17	2636.53	-5334.65
3+312	5.020	0.000					
			60.24	0.00	8031.41	2636.53	-5394.89
3+320	2.450	0.270					
			19.60	2.16	8051.01	2638.69	-5412.33
3+340	1.900	0.000					
			38.00	0.00	8089.01	2638.69	-5450.33
3+360	1.930	0.000					
			38.60	0.00	8127.61	2638.69	-5488.93
3+380	2.510	0.000					
			50.20	0.00	8177.81	2638.69	-5539.13
3+400	3.230	0.000					
			64.60	0.00	8242.41	2638.69	-5603.73
3+420	6.580	0.260					
			131.60	5.20	8374.01	2643.89	-5730.13
3+440	6.050	0.000					
			121.00	0.00	8495.01	2643.89	-5851.13
3+460	1.970	0.000					
			39.40	0.00	8534.41	2643.89	-5890.53
3+480	1.460	0.000					
			29.20	0.00	8563.61	2643.89	-5919.73
3+500	0.400	0.050					
			8.00	1.00	8571.61	2644.89	-5926.73
3+520	0.780	0.000					
			15.60	0.00	8587.21	2644.89	-5942.33

Tablas XXXI. Calculo de movimiento de tierras

Estación	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte Acum.	Relleno acum.	Diferencia
3+540	3.240	0.000					
			64.80	0.00	8652.01	2644.89	-6007.13
3+560	2.920	0.000					
			58.40	0.00	8710.41	2644.89	-6065.53
3+580	0.600	0.260					
			12.00	5.20	8722.41	2650.09	-6072.33
3+600	1.750	0.000					
			35.00	0.00	8757.41	2650.09	-6107.33
3+620	1.180	0.040					
			23.60	0.80	8781.01	2650.89	-6130.13
3+640	2.310	1.220					
			46.20	24.40	8827.21	2675.29	-6151.93
3+660	1.120	1.230					
			22.40	24.60	8849.61	2699.89	-6149.73
3+680	5.630	0.000					
			112.60	0.00	8962.21	2699.89	-6262.33
3+700	1.920	0.000					
			38.40	0.00	9000.61	2699.89	-6300.73
3+720	3.740	0.040					
			74.80	0.80	9075.41	2700.69	-6374.73
3+740	1.250	0.760					
			25.00	15.20	9100.41	2715.89	-6384.53
3+760	1.220	0.060					
			24.40	1.20	9124.81	2717.09	-6407.73
3+780	0.340	0.960					
			6.80	19.20	9131.61	2736.29	-6395.33
3+800	0.380	0.640					
			7.60	12.80	9139.21	2749.09	-6390.13
3+820	1.220	0.030					
			24.40	0.60	9163.61	2749.69	-6413.93
3+840	0.480	0.030					
			9.60	0.60	9173.21	2750.29	-6422.93
3+860	4.310	0.000					
			86.20	0.00	9259.41	2750.29	-6509.13
3+880	1.800	0.000					
			36.00	0.00	9295.41	2750.29	-6545.13
3+900	0.470	0.000					
			9.40	0.00	9304.81	2750.29	-6554.53
3+920	1.430	0.000					
			28.60	0.00	9333.41	2750.29	-6583.13
3+940	1.520	0.000					
			30.40	0.00	9363.81	2750.29	-6613.53

Tablas XXXII. Calculo de movimiento de tierras

Estación	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte Acum.	Relleno acum.	Diferencia
3+940	1.520	0.000					
			30.40	0.00	9363.81	2750.29	-6613.53
3+960	0.370	0.040					
			7.40	0.80	9371.21	2751.09	-6620.13
3+980	0.230	0.040					
			4.60	0.80	9375.81	2751.89	-6623.93
4+000	2.560	0.000					
			51.20	0.00	9427.01	2751.89	-6675.13
4+020	1.330	0.000					
			26.60	0.00	9453.61	2751.89	-6701.73
4+040	2.510	0.000					
			50.20	0.00	9503.81	2751.89	-6751.93
4+060	1.410	0.000					
			28.20	0.00	9532.01	2751.89	-6780.13
4+068	0.140	0.110					
			1.12	0.88	9533.13	2752.77	-6780.37

Tablas XXXIII. Cálculo hidráulico para alcantarillas

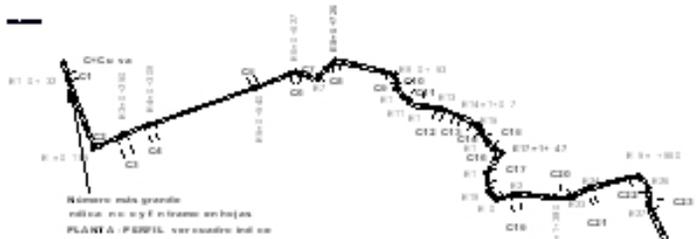
Alcantarilla		Izq.	Der.	Total	Plg.	Flujo	Terreno		Entrada	Salida
1	0+173	6.65	5.91	12.56	24	Izq.	1009.10	8.40	1007.10	1006.02
2	0+331	3.87	6.37	10.24	24	Der.	1013.12	8.12	1011.12	1010.81
3	0+440	4.21	3.91	8.12	24	Der.	1015.70	5.52	1013.70	1013.46
4	0+603	4.22	3.62	7.84	18	Der.	1019.10	3.69	1017.10	1016.81
5	0+862	10.99	7.77	18.76	38	Izq.	1030.20	3.28	1028.20	1027.89
6	1+076	4.42	4.42	8.84	24	Der.	1043.00	4.70	1041.00	1040.69
7	1+147	4.27	4.00	8.27	24	Der.	1051.46	6.39	1049.46	1049.15
8	1+242	4.40	4.45	8.85	24	Der.	1055.00	3.65	1053.00	1052.69
9	1+592	4.00	4.20	8.20	24	Der.	1063.00	3.07	1061.00	1060.69
10	1+795	4.25	3.92	8.17	24	Izq.	1073.60	4.08	1071.60	1071.29
11	1+890	6.77	3.50	10.27	24	Izq.	1080.00	4.08	1078.00	1077.69
12	2+008	4.10	5.00	9.10	24	Izq.	1080.84	7.99	1078.84	1078.53
13	2+217	6.70	3.52	10.22	24	Der.	1085.90	8.00	1083.90	1083.59
14	2+490	4.25	3.81	8.06	16	Der.	1099.00	6.00	1097.00	1096.69
15	2+700	4.28	3.62	7.90	24	Der.	1106.30	7.75	1104.30	1103.99
16	2+960	4.82	4.45	9.27	24	Izq.	1121.90	3.65	1119.90	1119.59
17	3+360	6.50	3.65	10.15	24	Der.	1143.90	6.39	1141.90	1141.59
18	3+740	3.95	4.20	8.15	24	Der.	1157.50	4.70	1155.50	1155.19
19	3+920	6.80	4.35	11.15	24	Der.	1166.06	3.28	1164.06	1163.75

Tablas XXXIV. Ubicación de cunetas revestidas

UBICACIÓN DE CUNETETA		DESFOGUE DE CUNETETA		LONGITUD DE CUNETETA	Nota
COTA INICIO	COTA FINAL	No. Alcantarilla	Cota de Alcantarilla		
0+000	0+173	1	0+173	0+173	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
0+173	0+331	1	0+173	0+158	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
0+331	0+440	2	0+331	0+109	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
0+440	0+603	4	0+440	0+163	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
0+603	0+862	5	0+603	0+259	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
0+862	1+076	6	0+862	0+214	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
1+076	1+147	7	1+076	0+071	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
1+147	1+242	8	1+147	0+095	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
1+242	1+592	9	1+242	0+350	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
1+592	1+795	10	1+592	0+203	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
1+795	1+890	11	1+795	0+095	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
1+890	2+008	12	1+890	0+118	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
2+008	2+217	13	2+008	0+209	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
2+217	2+490	14	2+217	0+273	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
2+490	2+700	15	2+490	0+210	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
2+700	2+960	16	2+700	0+260	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
2+960	3+360	17	2+960	0+400	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
3+360	3+740	18	3+360	0+380	Construir cuneta en ambos lados de la carretera
3+740	3+920	19	3+740	0+180	Construir cuneta en ambos lados de la carretera



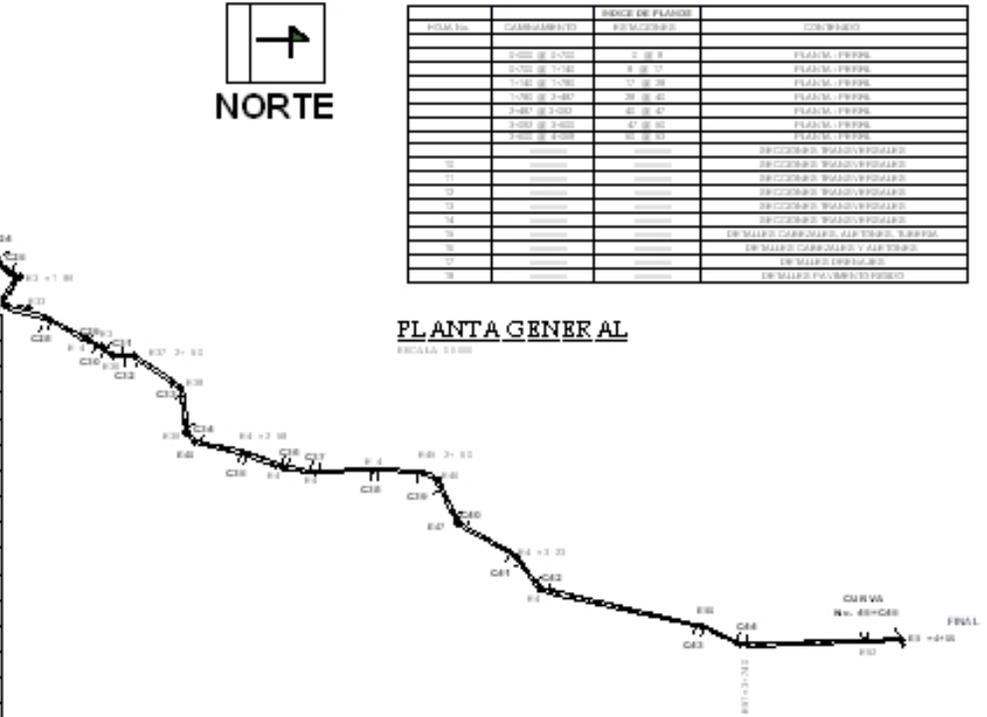
## ELABORACIÓN DE PLANOS



PLANTA	CAMBIAMIENTO	INICIO DE PLANO	FIN DE PLANO
1	1+000	1+000	1+000
2	1+000	1+000	1+000
3	1+000	1+000	1+000
4	1+000	1+000	1+000
5	1+000	1+000	1+000
6	1+000	1+000	1+000
7	1+000	1+000	1+000
8	1+000	1+000	1+000
9	1+000	1+000	1+000
10	1+000	1+000	1+000
11	1+000	1+000	1+000
12	1+000	1+000	1+000
13	1+000	1+000	1+000
14	1+000	1+000	1+000
15	1+000	1+000	1+000
16	1+000	1+000	1+000
17	1+000	1+000	1+000
18	1+000	1+000	1+000

DATOS DE LA CURVA HORIZONTAL					Datos de la base al			
NUMERO DE CURVA	CAMBIAMIENTO RECTAS			DELTA	D	P (m)		
	PC	PI	PT			Tangente	Asimptota	Chord
1	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
2	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
3	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
4	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
5	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
6	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
7	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
8	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
9	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
10	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
11	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
12	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
13	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
14	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
15	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
16	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
17	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
18	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
19	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
20	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
21	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
22	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
23	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
24	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
25	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
26	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00
27	0+000	0+000	0+000	0° 0' 0"	0	0.00	0.00	0.00

**PLANTA GENERAL**  
Escala 1:1000



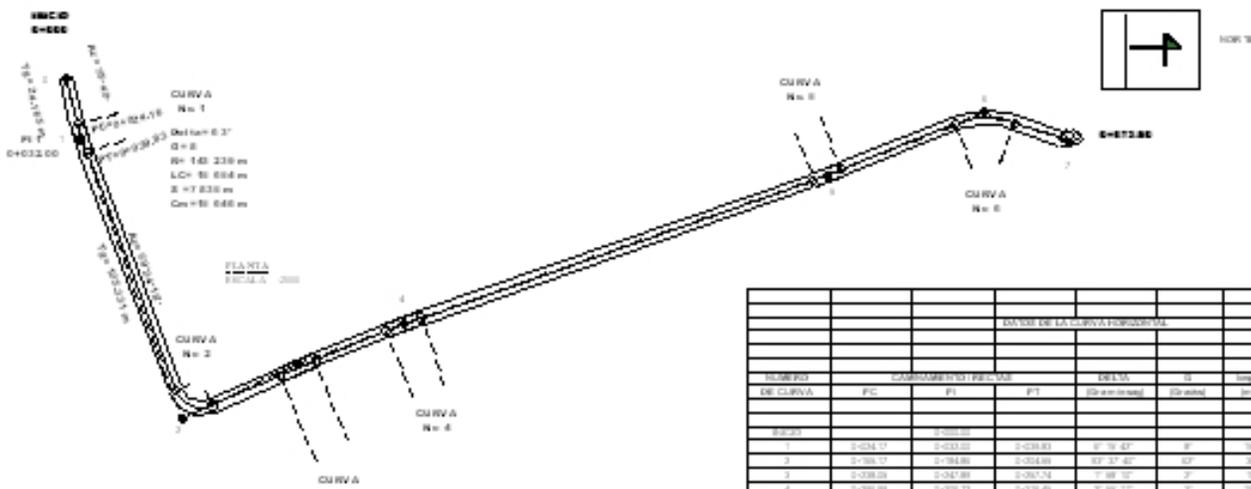


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

AV. 100, CAL. FRANCISCO GONZALEZ, TEL. 01 502 2 22 11 11, FAX 01 502 2 22 11 11, E-MAIL: UNICAR@UNICAR.GU, WWW.UNICAR.GU

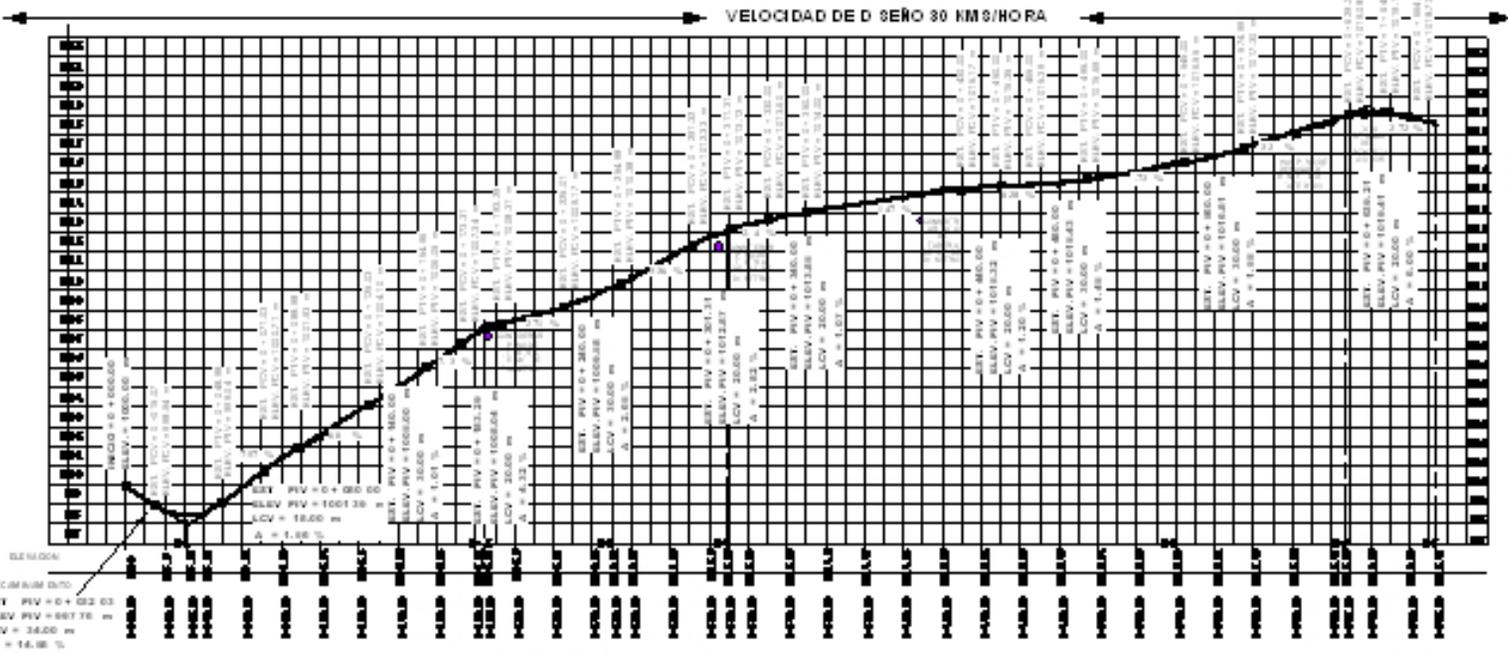
<b>CALCULO Y DISEÑO</b> ESTUARDO AUGUSTO BARREDO DE NICOLLA	<b>REVISOR</b> NICOLLA	<b>FECHA</b> AGOSTO 2008	<b>HOJA</b> 01 DE 01
---	---------------------------	-----------------------------	-------------------------

NOTA  
 El tiempo de tránsito se lee de  
 la TABLA de DATOS



DATOS DE LA CURVA PROPUESTA										Datos de la línea de Pendientes	
NUMERO DE CURVA	PC	PT	PI	DELTA	SE	Longitud	SE	Longitud	SE	Longitud	SE
	m	m	m	gr	gr	m	m	m	m	m	m
1	0+000	0+020	0+020	90	SE	200	0	200	0	200	0
2	0+020	0+040	0+040	90	SE	200	0	200	0	200	0
3	0+040	0+060	0+060	90	SE	200	0	200	0	200	0
4	0+060	0+080	0+080	90	SE	200	0	200	0	200	0

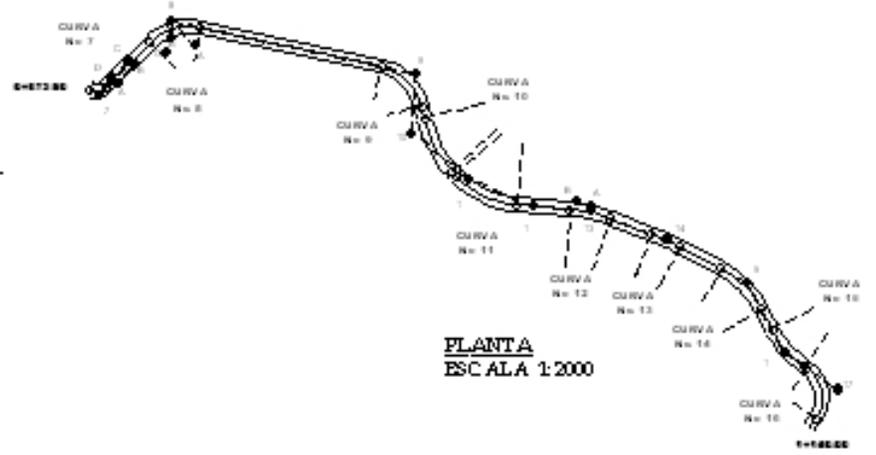
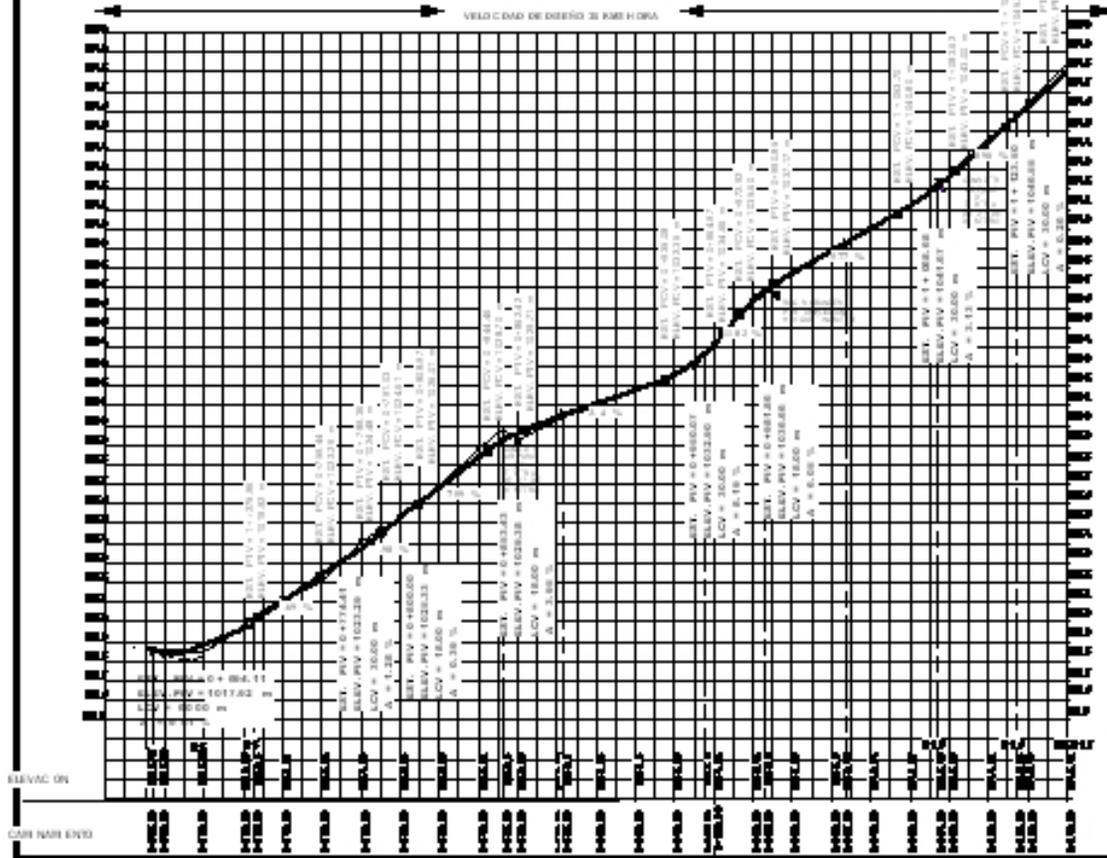
PERFIL  
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
 ESCALA VERTICAL: 1:100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA			
INSTITUTO NACIONAL DE VIALIDAD DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE VIALIDAD			
CALCULO Y DISEÑO DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE VIALIDAD		ESCALA INDICADA	HOJA 02 DE 02
FECHA 03 DE ABRIL 2008		FECHA 02 DE ABRIL 2008	

DATOS DE LA CURVA HORIZONTAL										
Datos de la línea de PT's										
NÚMERO DE CURVA	PI	PT	PIV	LCV	Longitud	SI	Longitud	SI	Longitud	SI
1	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
2	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
3	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
4	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
5	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
6	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
7	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
8	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
9	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
10	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
11	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
12	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
13	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
14	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
15	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
16	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
17	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
18	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
19	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
20	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00

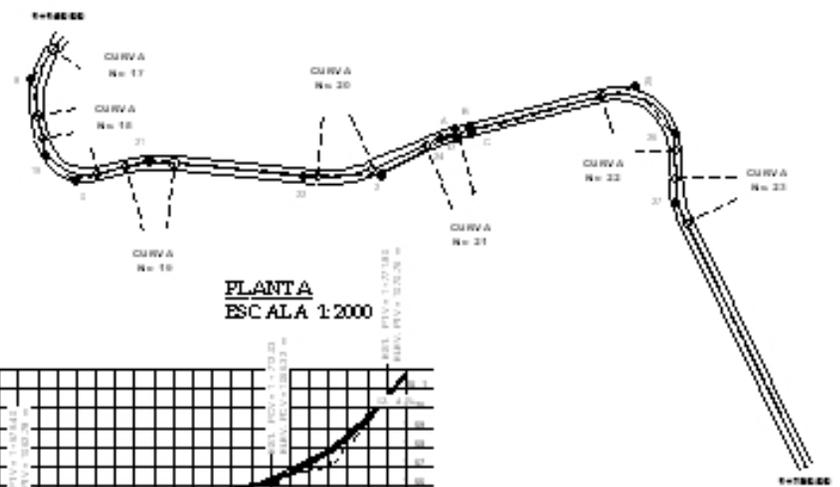
**PERFIL**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
 ESCALA VERTICAL: 1:100



**PLANTA**  
 ESCALA 1:2000

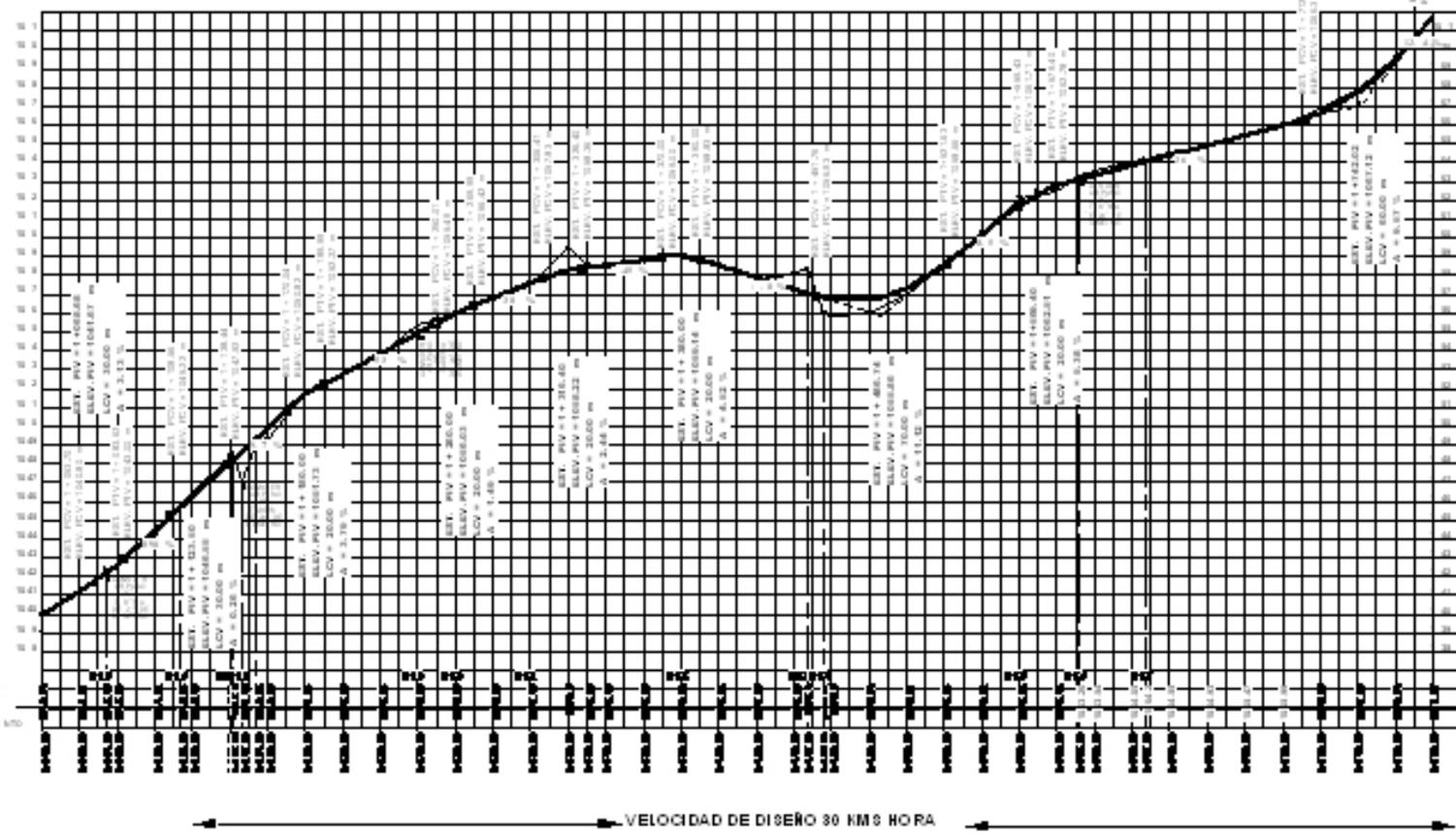
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
INSTITUTO NACIONAL DE VIALIDAD DIRECCION GENERAL DE VIALIDAD DEPARTAMENTO DE VIALIDAD		
CALCULO Y DISEÑO: ESTUDIOS ALI LÓPEZ DARRÍO CHICHILALÁ	ESCALA: INICIAL FECHA: ABRIL 2000	HOJA: 03 DE 18

DATOS DE LA CURVA HORIZONTAL										Datos de la línea de PIV	
NÚMERO DE CURVA	PC	CARRAMENTO PIV/PC	PT	DELTA (GRADOS)	SI	Longitud (M)	SI	Curva Min. (M)	Radio (M)	Tangente (M)	ALM/PIV
17	1+139.21	1+137.41	1+135.61	47° 8' 37"	30'	30.21 m	30.21 m	30.21 m	442.7 m	11.07 m	10' 32' 30"
18	1+200.00	1+200.00	1+200.00	102° 18' 20"	30'	30.21 m	30.21 m	30.21 m	30.21 m	30.21 m	100' 30' 30"
19	1+261.7	1+259.20	1+256.70	102° 18' 20"	30'	30.21 m	30.21 m	30.21 m	30.21 m	30.21 m	100' 30' 30"
20	1+323.4	1+320.90	1+318.40	102° 18' 20"	30'	30.21 m	30.21 m	30.21 m	30.21 m	30.21 m	100' 30' 30"
21	1+385.1	1+382.60	1+380.10	102° 18' 20"	30'	30.21 m	30.21 m	30.21 m	30.21 m	30.21 m	100' 30' 30"
22	1+446.8	1+444.30	1+441.80	102° 18' 20"	30'	30.21 m	30.21 m	30.21 m	30.21 m	30.21 m	100' 30' 30"
23	1+508.5	1+506.00	1+503.50	102° 18' 20"	30'	30.21 m	30.21 m	30.21 m	30.21 m	30.21 m	100' 30' 30"



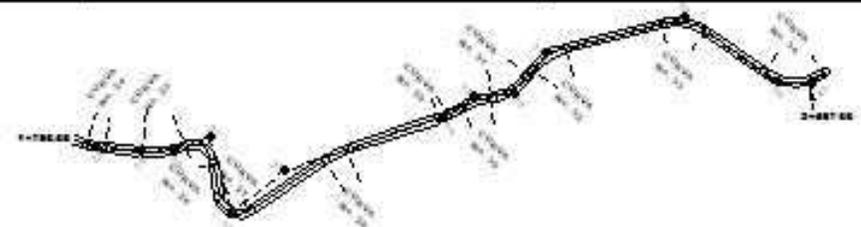
**PERFIL**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
 ESCALA VERTICAL: 1:100

**PLANTA**  
 ESCALA 1:2000



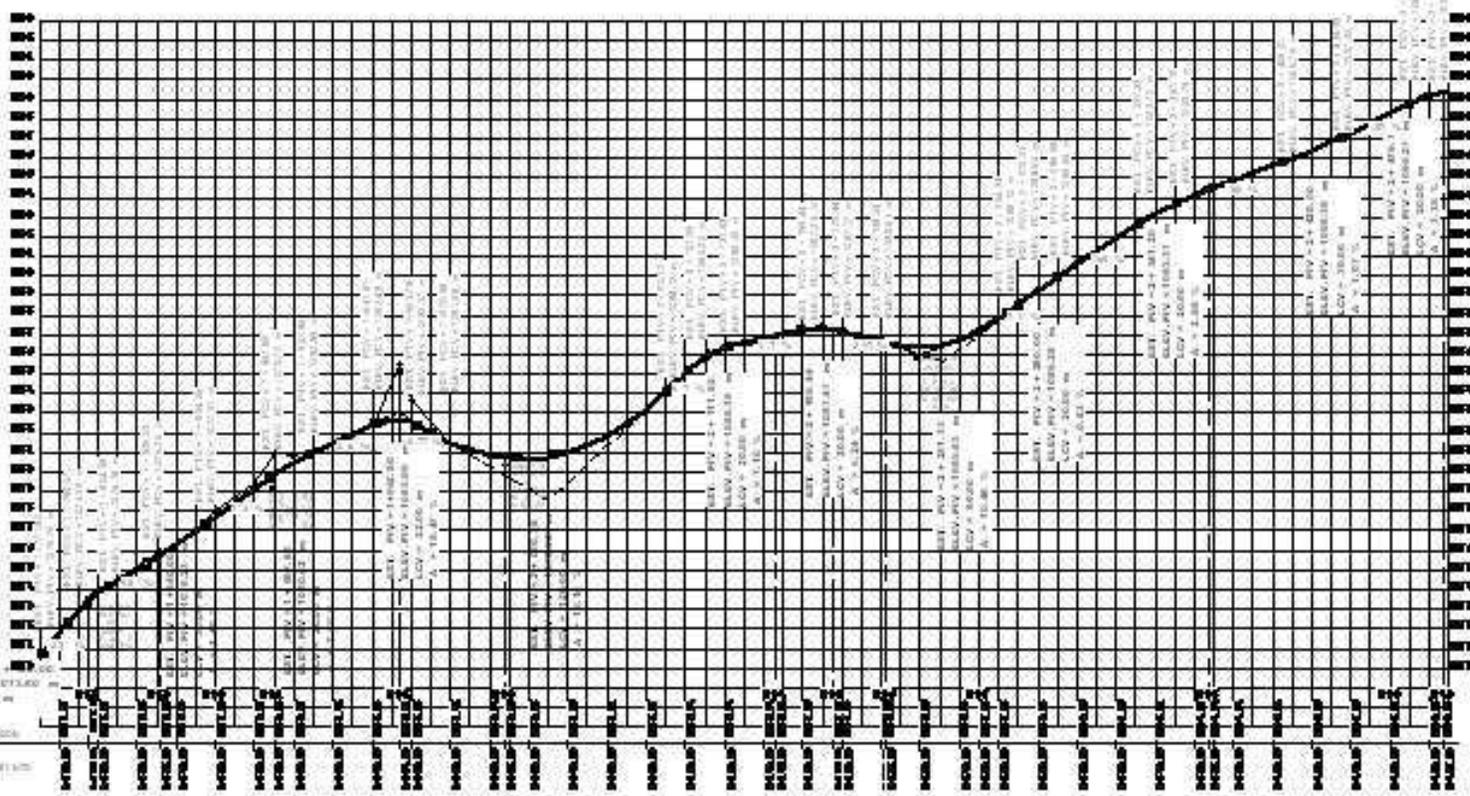
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
CALCULO Y DISEÑO ESTUDIOS ALIADOS S.A.P. DE C. HOCHILLA	
FECHA 20 DE JUNIO 2008	HOJA 04 DE

DATOS DE CALCULO DE PUNTO										DATOS DE LA LINEA	
ESTACION	PC	PI	PT	DESCRIPCION	TIPO	VALOR	ESTACION	VALOR	TIPO	VALOR	
1+000	1+000	1+000	1+000				1+000	100.00	ALTIMETRIA		
1+050	1+050	1+050	1+050				1+050	105.00	ALTIMETRIA		
1+100	1+100	1+100	1+100				1+100	110.00	ALTIMETRIA		
1+150	1+150	1+150	1+150				1+150	115.00	ALTIMETRIA		
1+200	1+200	1+200	1+200				1+200	120.00	ALTIMETRIA		
1+250	1+250	1+250	1+250				1+250	125.00	ALTIMETRIA		
1+300	1+300	1+300	1+300				1+300	130.00	ALTIMETRIA		
1+350	1+350	1+350	1+350				1+350	135.00	ALTIMETRIA		
1+400	1+400	1+400	1+400				1+400	140.00	ALTIMETRIA		
1+450	1+450	1+450	1+450				1+450	145.00	ALTIMETRIA		
1+500	1+500	1+500	1+500				1+500	150.00	ALTIMETRIA		
1+550	1+550	1+550	1+550				1+550	155.00	ALTIMETRIA		
1+600	1+600	1+600	1+600				1+600	160.00	ALTIMETRIA		
1+650	1+650	1+650	1+650				1+650	165.00	ALTIMETRIA		
1+700	1+700	1+700	1+700				1+700	170.00	ALTIMETRIA		
1+750	1+750	1+750	1+750				1+750	175.00	ALTIMETRIA		
1+800	1+800	1+800	1+800				1+800	180.00	ALTIMETRIA		
1+850	1+850	1+850	1+850				1+850	185.00	ALTIMETRIA		
1+900	1+900	1+900	1+900				1+900	190.00	ALTIMETRIA		
1+950	1+950	1+950	1+950				1+950	195.00	ALTIMETRIA		
2+000	2+000	2+000	2+000				2+000	200.00	ALTIMETRIA		



PLANTA  
ESCALA 1:2000

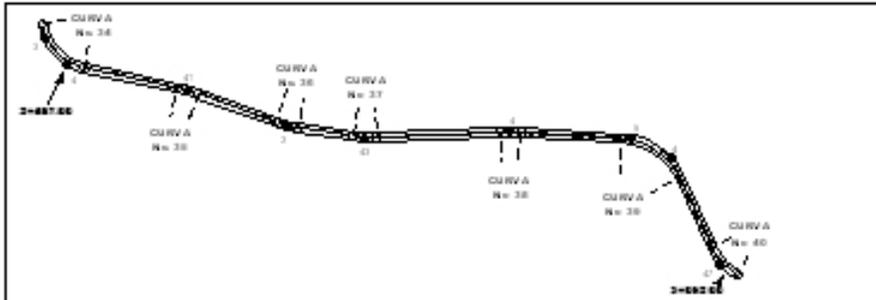
VELOCIDAD DE DISEÑO 30 KMS/HORA



PERFIL  
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
ESCALA VERTICAL: 1:100

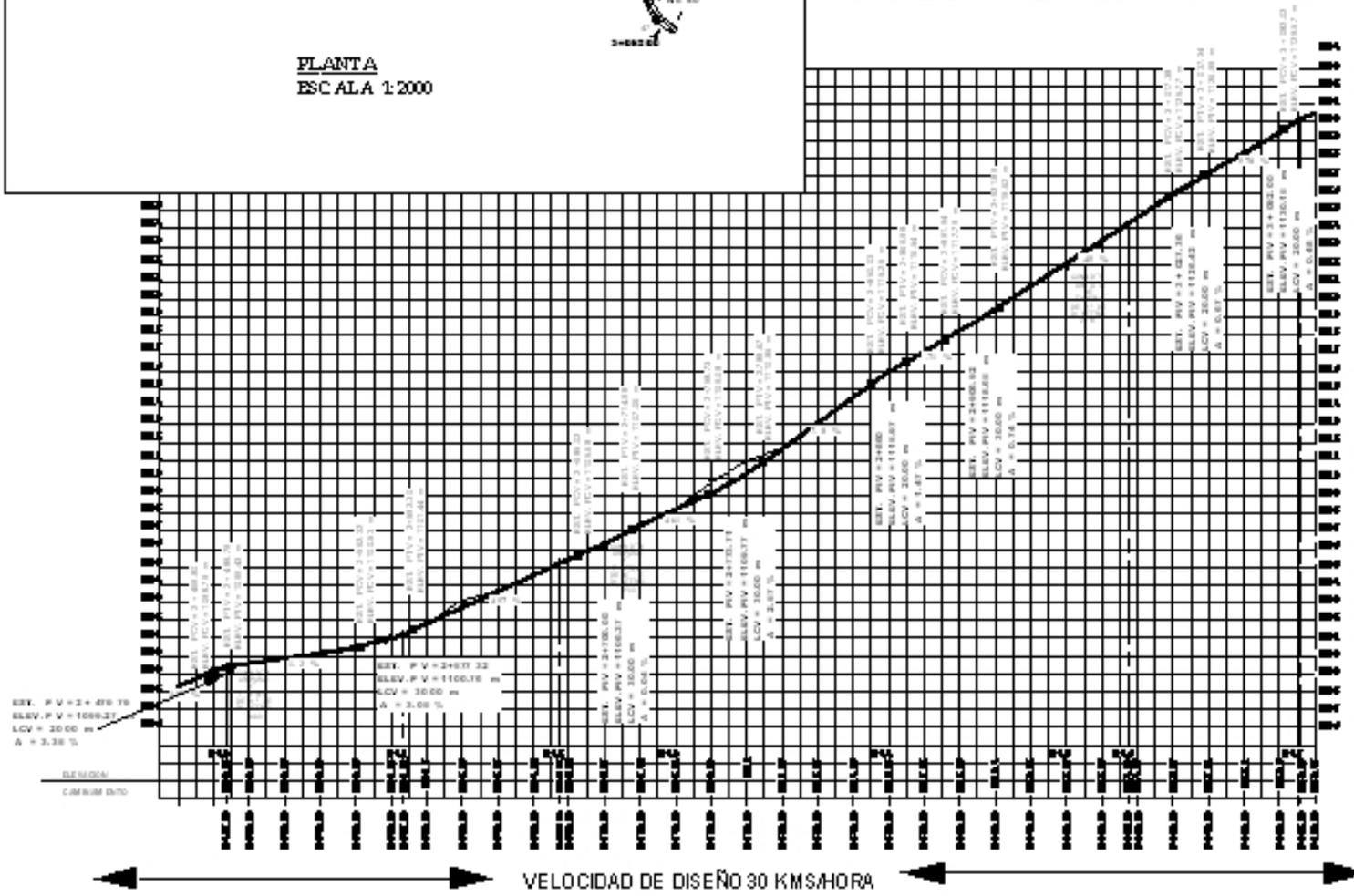
EST. PV = 1+000.00  
ALV. PV = 101.500  
LGV = 20.00 m  
A = 6.38 %

 EN VERTICARIO DEL COM. CALLES DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
CALCULO Y DISEÑO ESTUDIOS Y PROYECTOS INGENIERIA S.A.	ESCALA FECHA 30/07/2006	HOJA 001/01



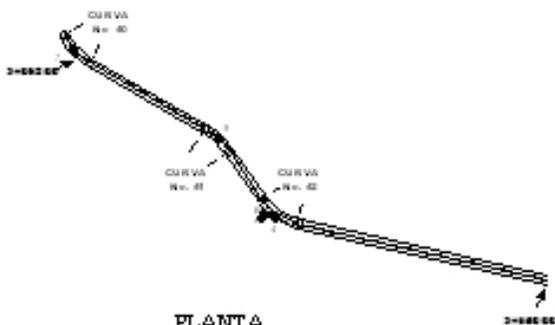
PLANTA  
ESCALA 1:2000

DATOS DE LA CURVA FORMOSA										Datos de la línea de PT siguientes	
NUMERO DE CURVA	PC	PT	DELTA (Grados)	Long. curva (m)	ST	Long. curva (m)	ST	Long. curva (m)	ST	Longitud (m)	Altim. (m)
24	2+687.50	2+692.50	77.30°	30.00	2+689.50	2+694.50	30.00	2+691.50	2+696.50	30.00	2+694.00
25	2+692.50	2+697.50	77.30°	30.00	2+694.50	2+699.50	30.00	2+696.50	2+701.50	30.00	2+699.00
26	2+697.50	2+702.50	77.30°	30.00	2+699.50	2+704.50	30.00	2+701.50	2+706.50	30.00	2+704.00
27	2+702.50	2+707.50	77.30°	30.00	2+704.50	2+709.50	30.00	2+706.50	2+711.50	30.00	2+709.00
28	2+707.50	2+712.50	77.30°	30.00	2+709.50	2+714.50	30.00	2+711.50	2+716.50	30.00	2+714.00
29	2+712.50	2+717.50	77.30°	30.00	2+714.50	2+719.50	30.00	2+716.50	2+721.50	30.00	2+719.00



PERFIL  
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
ESCALA VERTICAL: 1:100

 UN VERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
CALCULO Y DISEÑO INGENIERO AUXILIAR MARCELO CHICH LA	ESCALA 1:500 CAD FECHA AGOSTO 2005	HOJA 0018

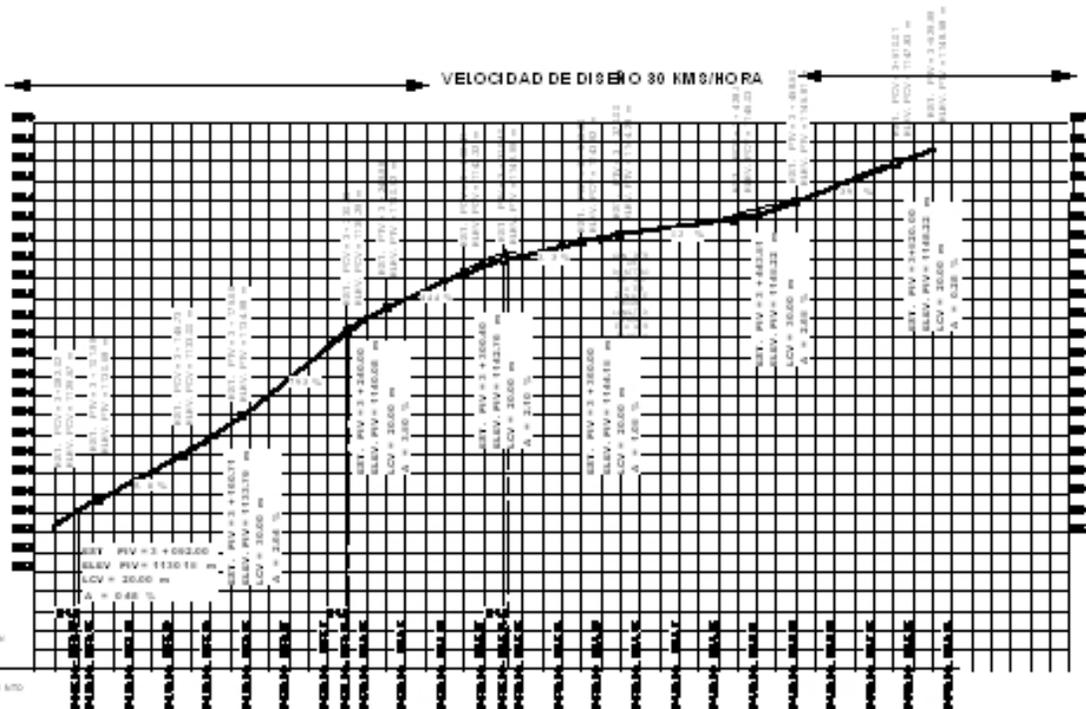


**PLANTA**  
ESCALA 1:2000



NORTE

DATOS DE LA CURVA HORIZONTAL									
Datos de la línea al PIV									
NÚMERO DE CURVA	PC	PI	PT	DELTA (Grados)	α (Grados)	Long. Curva (m)	R (m)	Coord. Max. (m)	Radio (m)
1	2+000.00	2+070.00	2+080.00	30	15	22.00	30.00	2.00	30.00
2	2+080.00	2+170.00	2+180.00	30	15	22.00	30.00	2.00	30.00
3	2+170.00	2+270.00	2+280.00	30	15	22.00	30.00	2.00	30.00



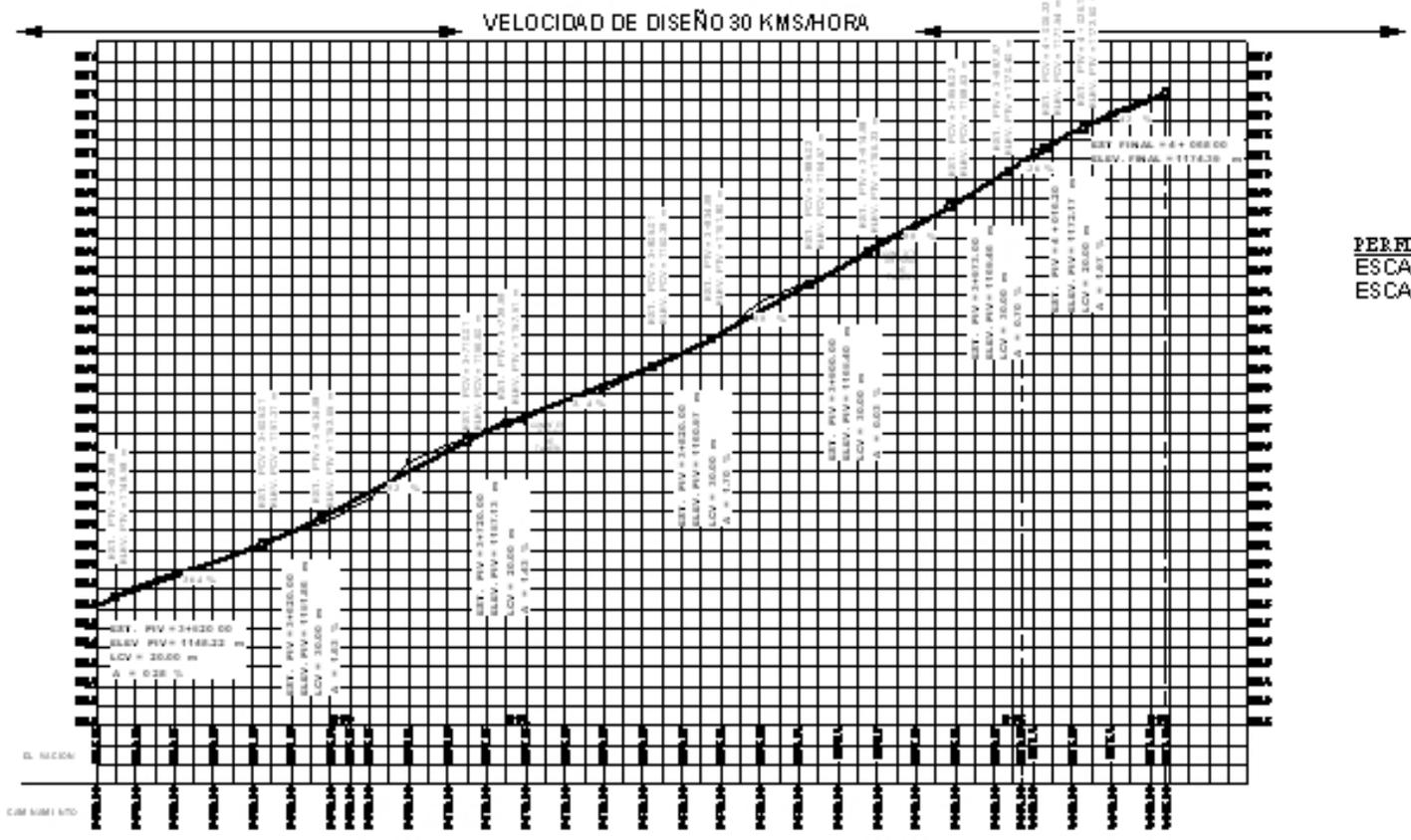
**PERFIL**  
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
ESCALA VERTICAL: 1:100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL		
CÁLCULO Y DISEÑO ESTUARDO AUGUSTO GARCÍA CHAN CHOLA	ESCALA INDICADA FECHA: 08 DE FEBRERO 2009	HOJA 01 DE 01	



**PLANTA**  
ESCALA 1:2000

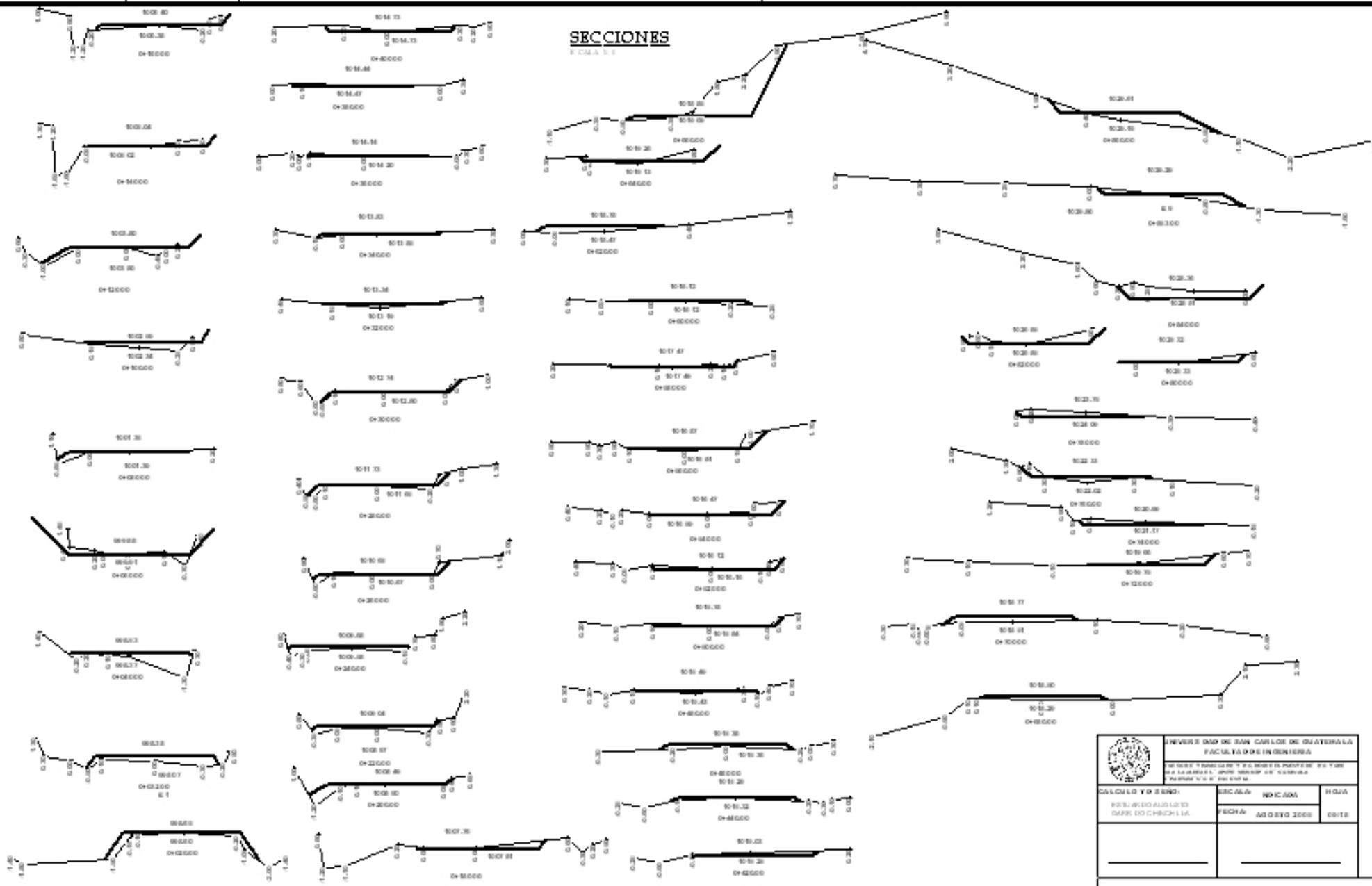
DATOS DE LA CURVA HORIZONTAL												
NUMERO DE CURVA	CAMBIAMIENTO RECTAS			DELTA (Grados/min)	R (m)	Longitudes (m)			Cuerpo Max (m)	Paso (m)	Tangente (m)	ALM/FI (Elevaciones)
	PC	PI	PT			Entrada	Salida	Curva Max				
01	2+880.00	3+700.00	3+710.00	17° 30' 00"	100	20.00	0.00	10.00	0.00	0.00	20.00	2+880.00
02	3+700.00	4+200.00	4+210.00	17° 30' 00"	100	20.00	0.00	10.00	0.00	0.00	20.00	3+700.00
03	4+200.00	4+200.00	4+200.00	17° 30' 00"	100	20.00	0.00	10.00	0.00	0.00	20.00	4+200.00



**PERFIL**  
ESCALA HORIZONTAL: 1:1000  
ESCALA VERTICAL: 1:100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
<small>           INSTITUCION DE ENSEÑANZA SUPERIOR DE INGENIERIA            DE LA C.A. DE ENSEÑANZA SUPERIOR DE INGENIERIA DE GUATEMALA            DEL MINISTERIO DE EDUCACION         </small>		
CALCULO Y DISEÑO ESTUARDO AUGUSTO SANCHEZ CHICHULA	ESCALA INDICADA FECHA: ABRIL 2008	HOJA 0018

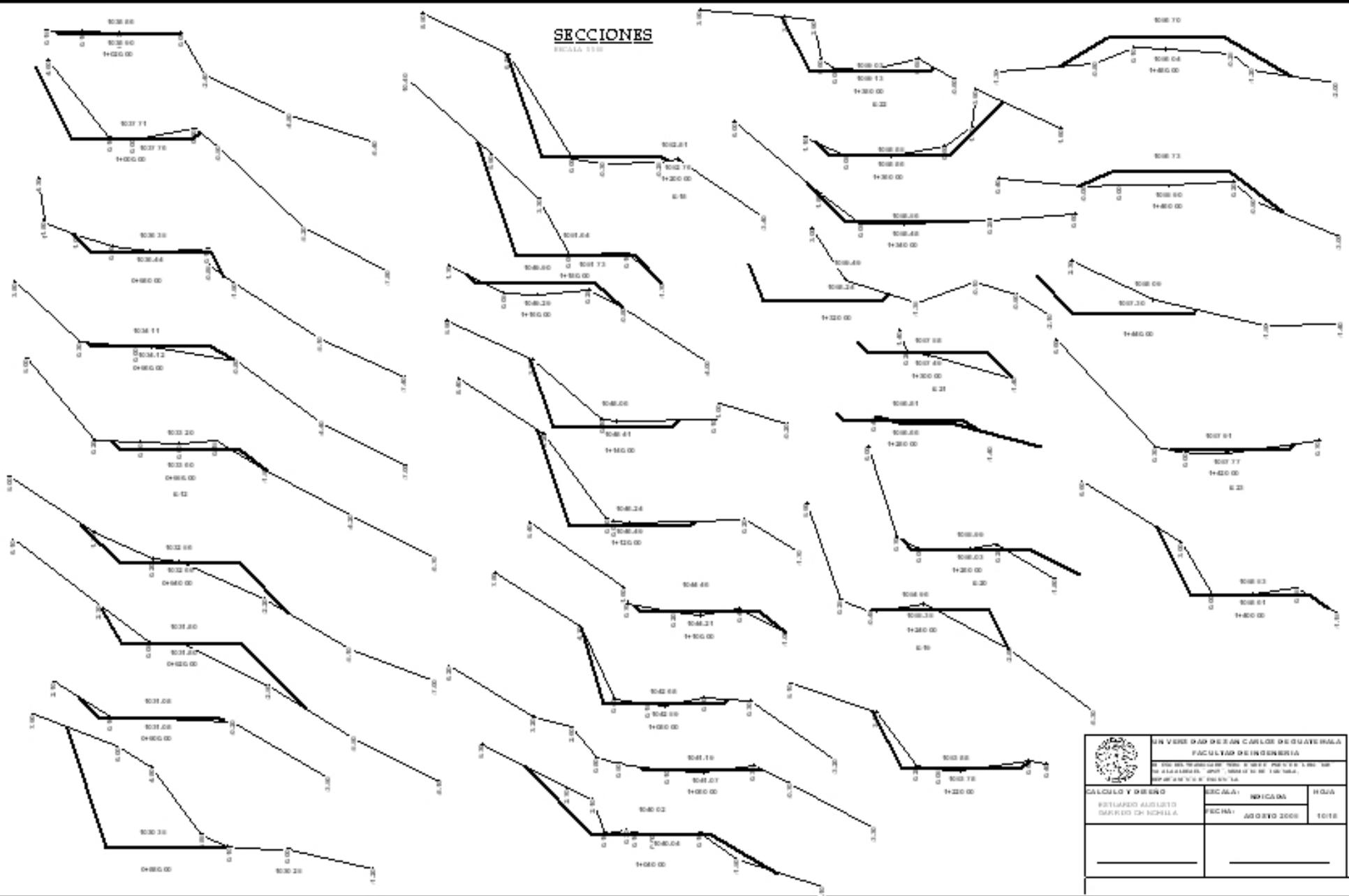
# SECCIONES



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	INSTITUTO VIAL DE LA INGENIERIA VIAL DEPARTAMENTO DE OBRAS VIALES Y URBANAS PLAN DE VIALIDAD	
CALCULO Y DISEÑO: ESTUDIOS ALIADOS S.A. DE C.A.	ESCALA: HORIZONTAL	HOJA
	FECHA: ABRIL 2008	0018

# SECCIONES

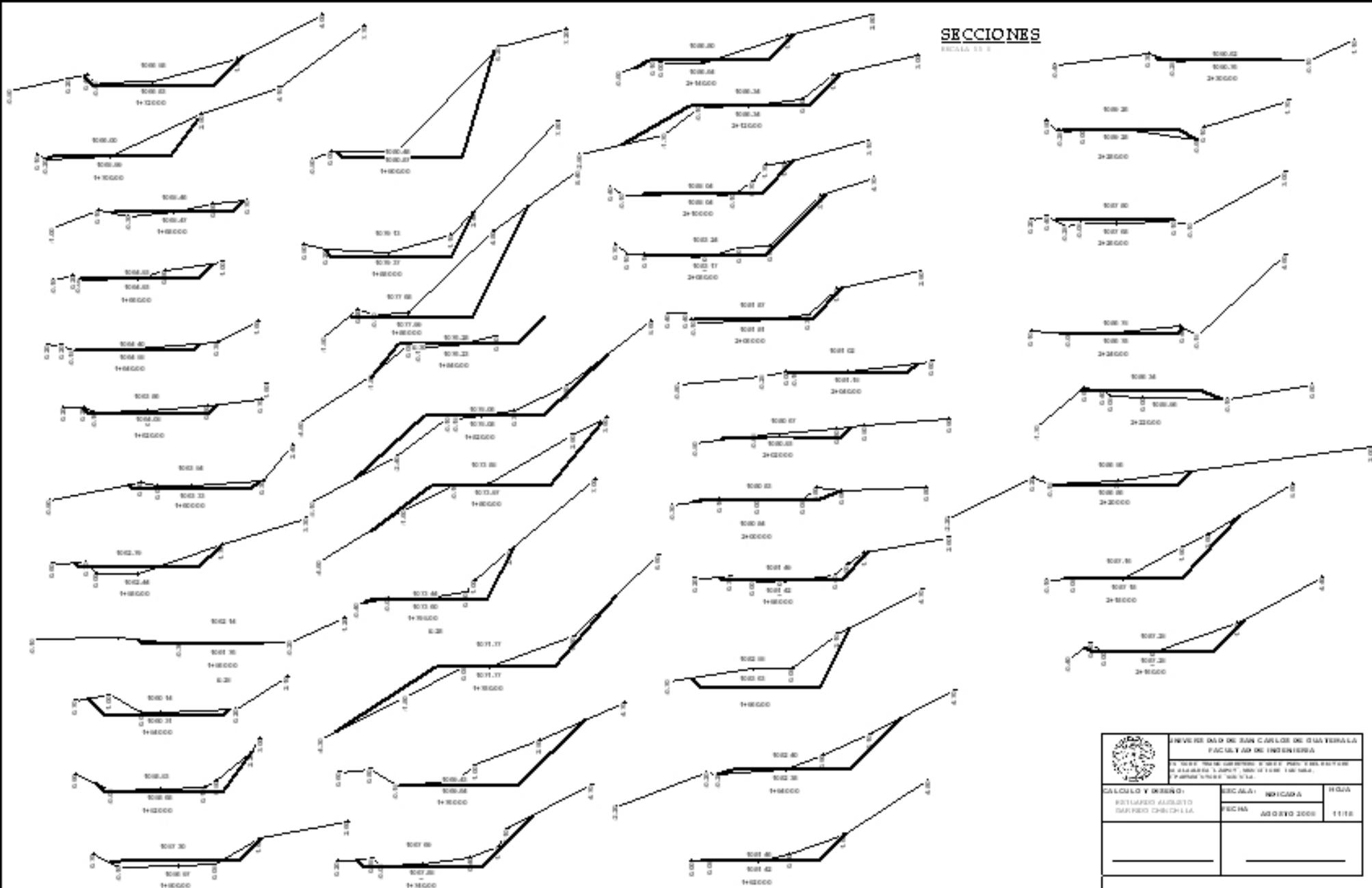
Escala: 1:100



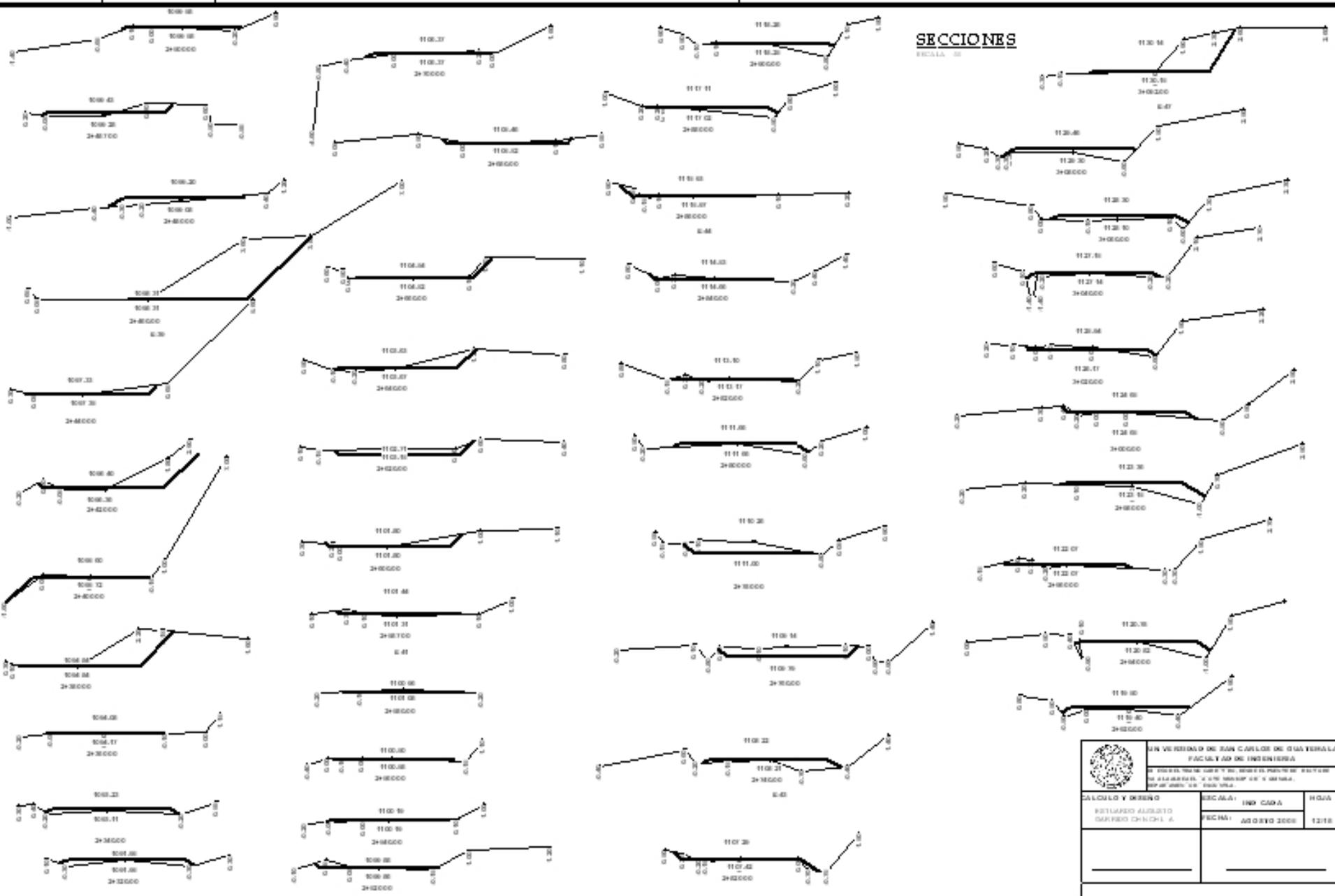
 UNIVERSIDAD CARLOS DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERIA		
INSTITUCION EDUCATIVA CARLOS DE GUAYAQUIL CARRERA DE INGENIERIA EN OBRAS CIVILES QUITO, GUAYAQUIL, 2008		
<b>CALCULO Y DISEÑO</b> ESTUARDO AUGUSTO SANCHEZ DE SORIANO	<b>SECCION:</b> INDICADA <b>FECHA:</b> AGOSTO 2008	<b>FOLIO:</b> 1018
_____ _____		

# SECCIONES

ESCALA 1:1

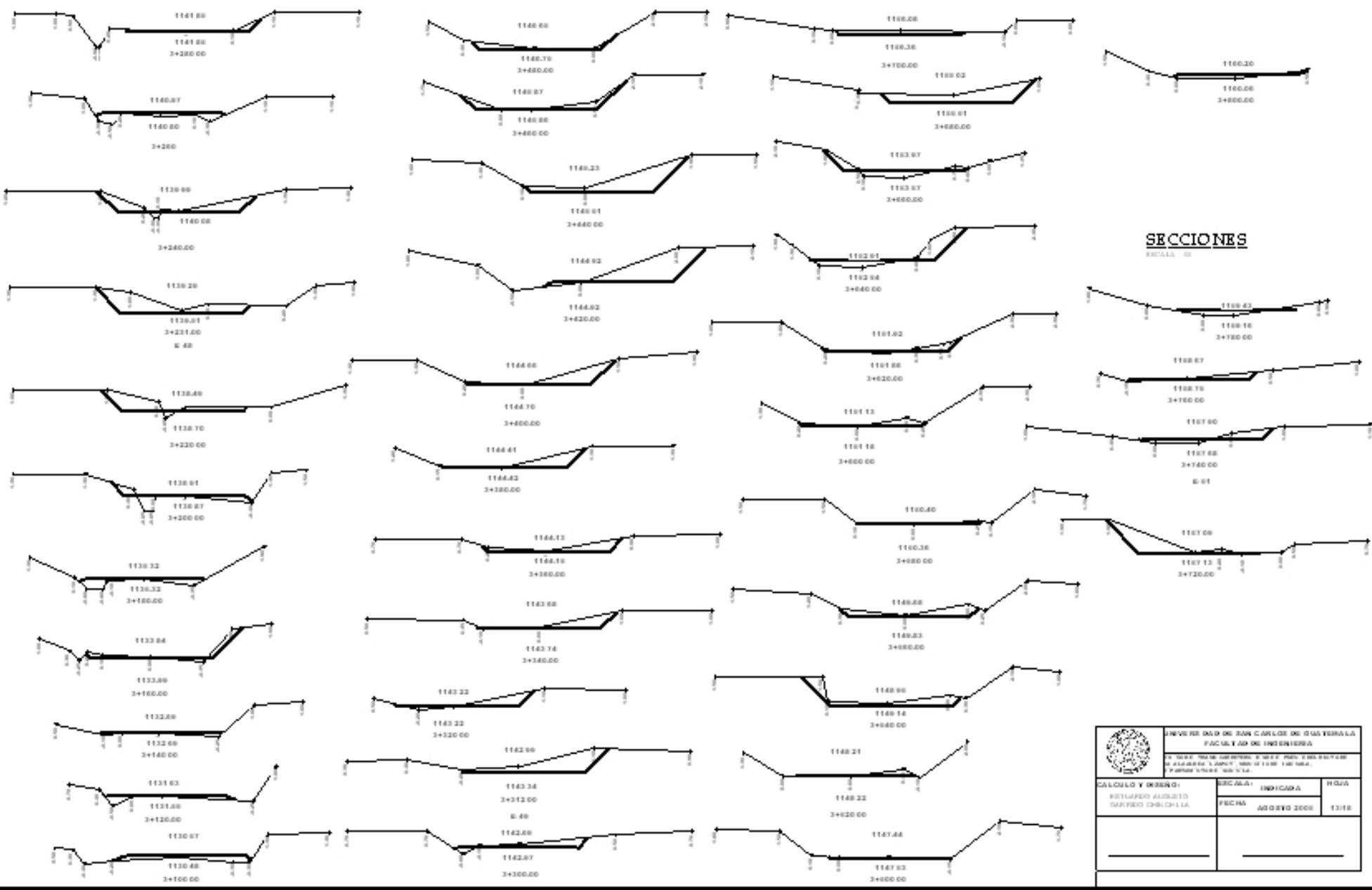


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE INGENIERIA AV. BOULEVARD 13 AVENIDA 13-00 13-00 GUATEMALA TEL: 2444 1111 FAX: 2444 1111		
CALCULO Y DISEÑO: ESTUARDO ALVARADO DAVIDE CHICHILLA	ESCALA: FECHA:	HOJA: 05/05/2008 11/18	HOJA: 05/05/2008 11/18



**SECCIONES**  
Escala 1:50

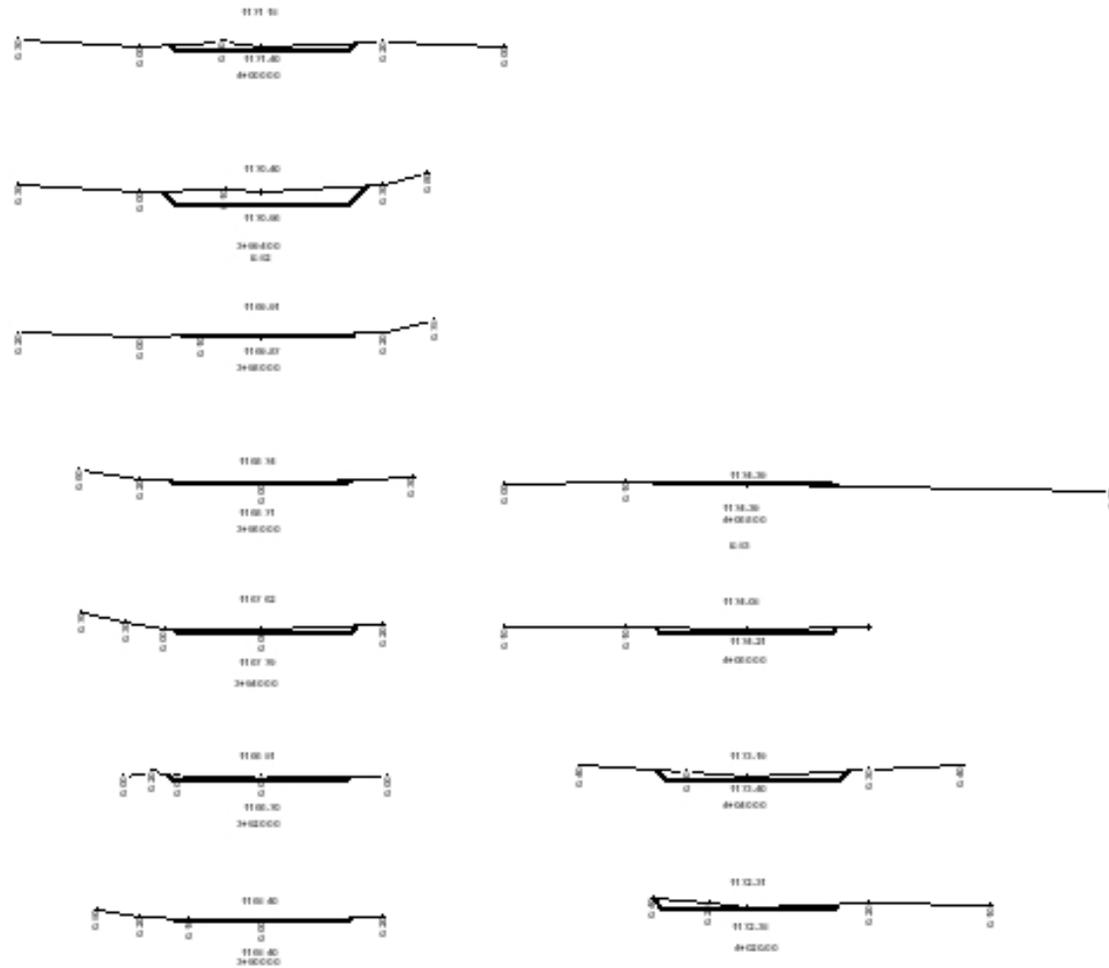
	EN VEREDAS DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL Y DEL DISEÑO DE PUENTES Y VIALIDAD DE ALTA CAPACIDAD Y DE MANEJO DE TRAFICO DEL AREA DE INGENIERIA CIVIL	
<b>CALCULO Y DISEÑO</b> ESTUARDO AUGUSTO GARCIA CHICHIL A.	<b>ESCALA:</b> 1:50 COTA	<b>Hoja</b> 12/18
<b>FECHA:</b> AGOSTO 2008		



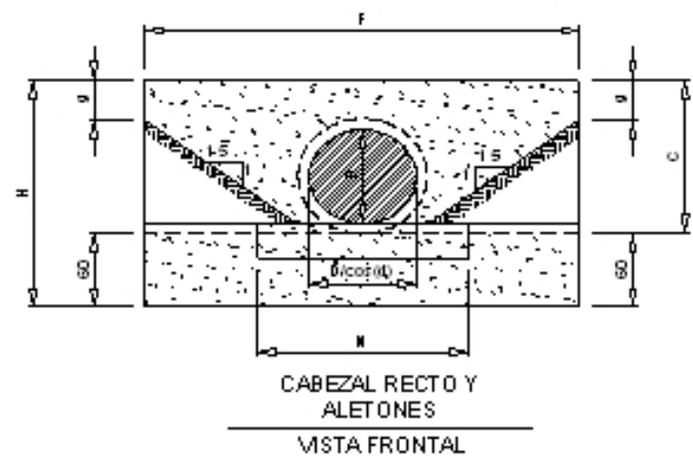
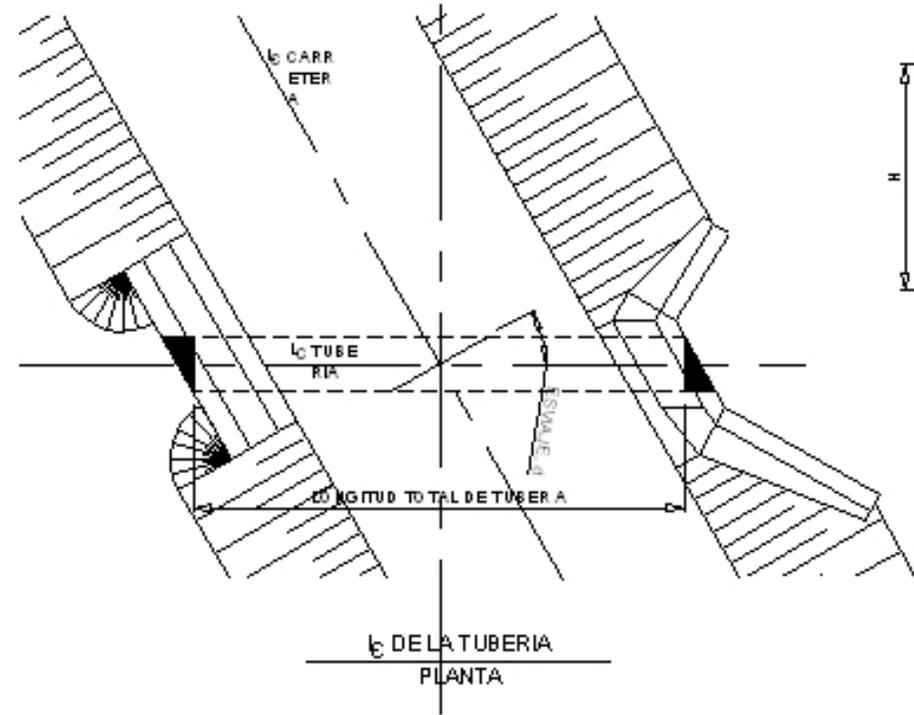
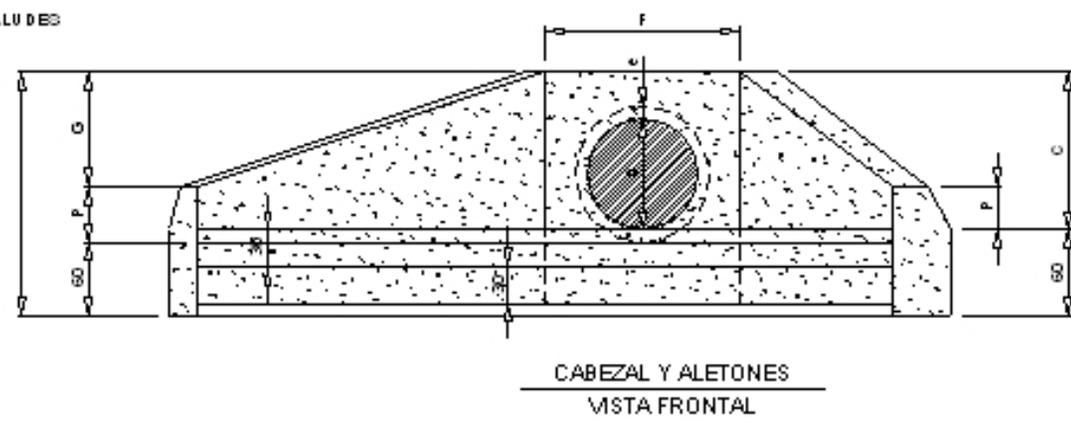
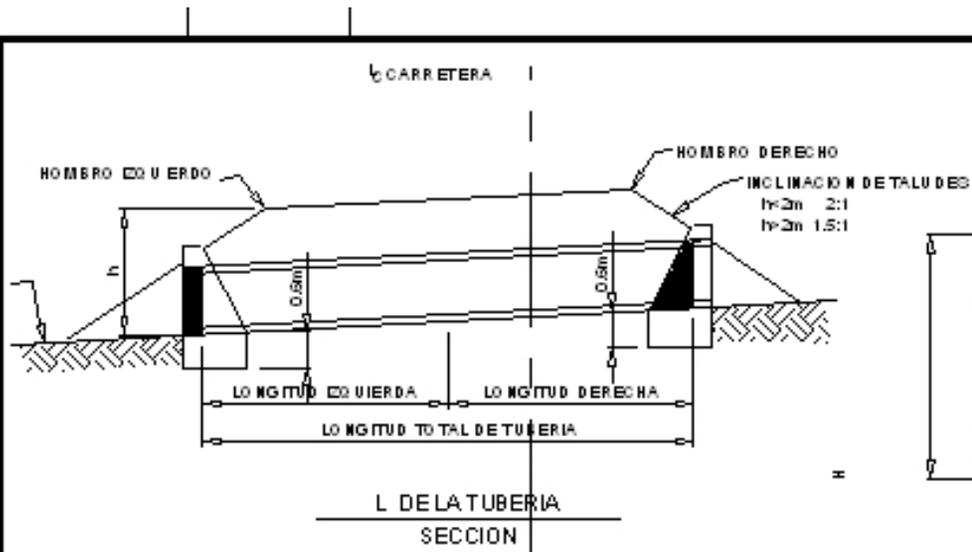
**SECCIONES**

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA <small>AV. BOULEVARD DE LA AMERICA, 10010, SAN CARLOS, GUATEMALA          TEL: (502) 2400 1000 FAX: (502) 2400 1001</small>			CÁLCULO Y DISEÑO: EDUARDO AUGUSTO GARCÍA CHOLILLA	
			ESCALA: FECHA:	INDICADA AÑO 2000

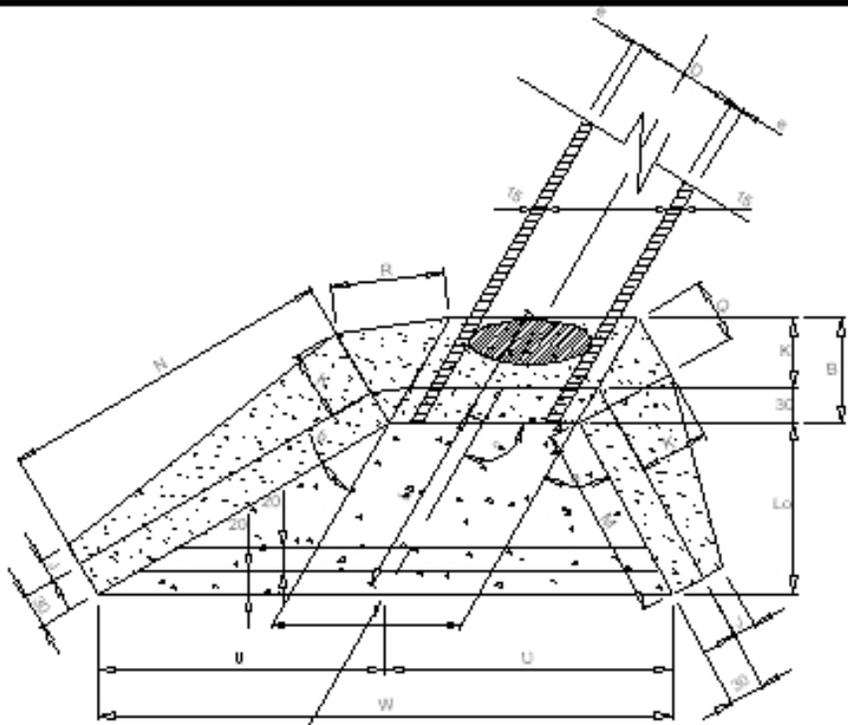
**SECCIONES**  
**ESCALA 1:100**



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA Y CIENCIAS DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL		
CALCULO Y DISEÑO ESTUARDO AUGUSTO MARCELO CHICHILA	ESCALA INDICADA FECHA: AGOSTO 2008	HOJA 1418	
_____ _____	_____ _____		

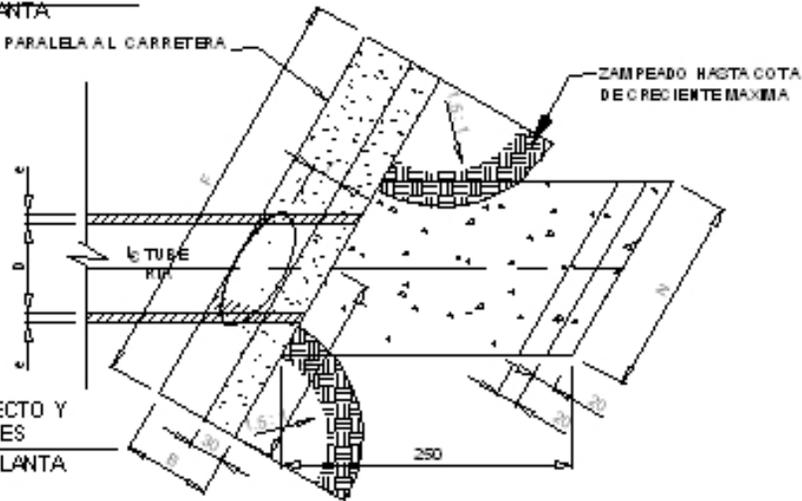


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS IANIGUA S.A.		
CALCULO Y DISEÑO: ESTUARDO ALBERTO GARIBAY CHICHILAL	ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2000	HOJA: 1018

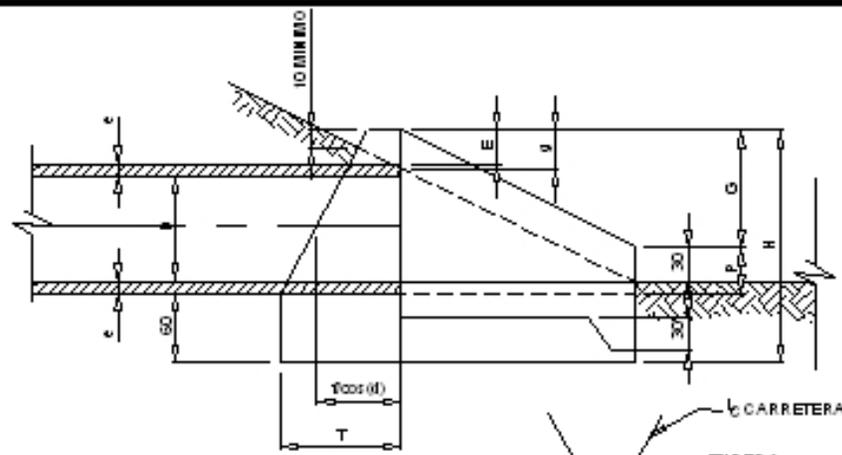


CABEZAL Y ALETONES  
VISTA EN PLANTA

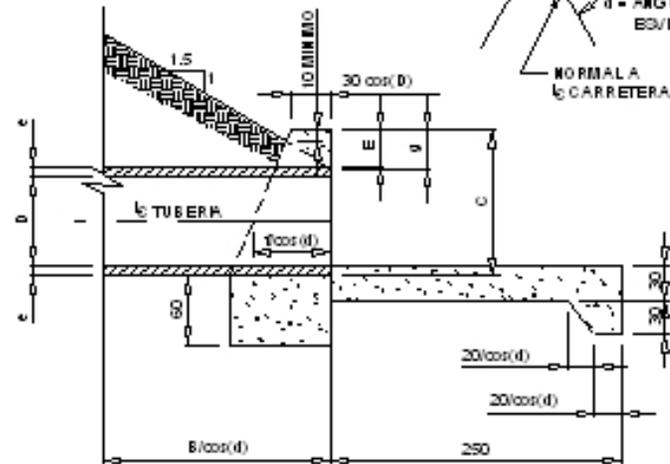
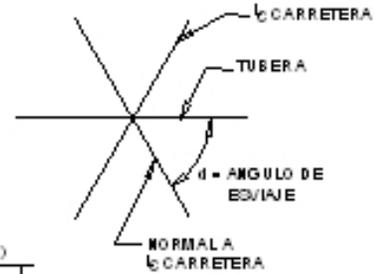
PARALELA A LA CARRETERA



CABEZAL RECTO Y  
ALETONES  
VISTA EN PLANTA

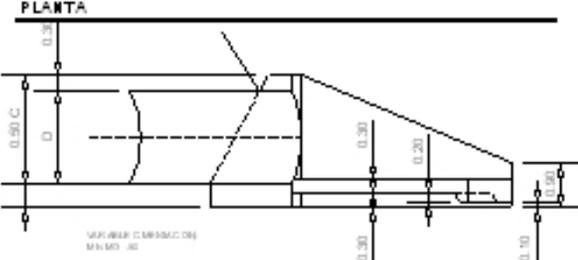
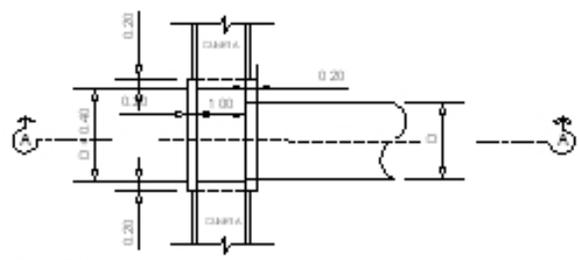
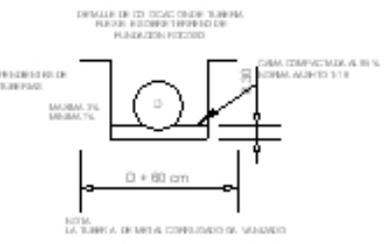
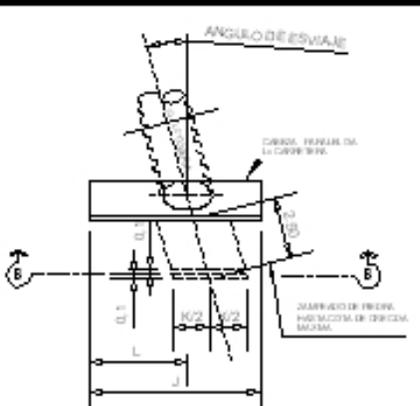
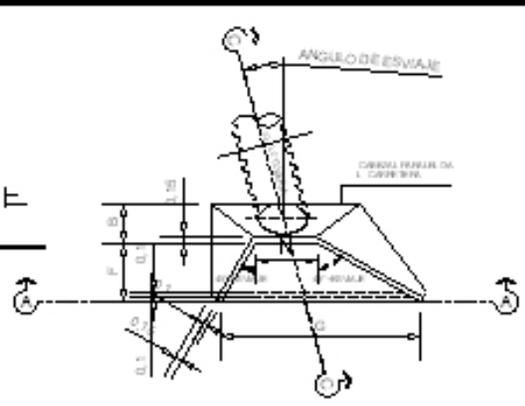


CABEZAL Y ALETONES  
VISTA LATERAL



CABEZAL RECTO Y  
ALETONES  
VISTA LATERAL

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA			
CALCULO Y DISEÑO: WILLIAM ALBERTO GUERRA CHONCHILA		ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2008
TITULO: _____		HOJA: 18/18	

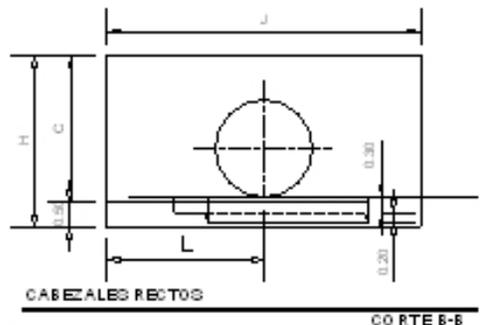
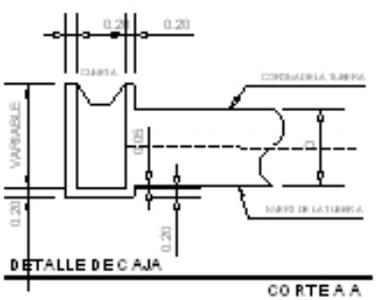
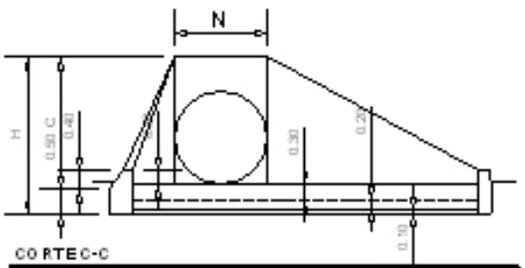


GEOMETRIA PARA CABEZALES CON ALETONES CON UN TUBO

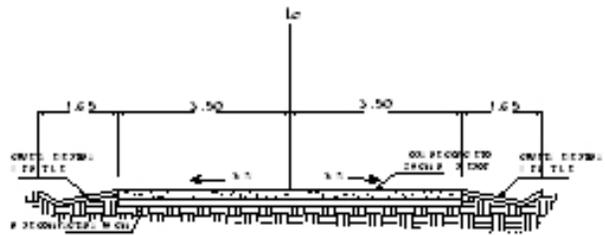
DIAMETRO	DIMENSIONES PARA CABEZAL RECTO CON ALETONES											
	SECCION A-A			SECCION B-B			SECCION C-C			SECCION D-D		
Ø	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

GEOMETRIA PARA CABEZALES RECTOS CON UN TUBO

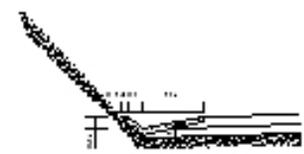
DIAMETRO	DIMENSIONES PARA CABEZAL RECTO											
	SECCION A-A			SECCION B-B			SECCION C-C			SECCION D-D		
Ø	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500



 EN VESTIBULO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA			
CALCULO Y DISEÑO ESTUARDO AGUILAR DISEÑO CIVIL S. A.			
ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2008		HOJA: 1718	

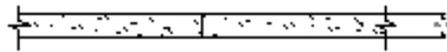


DETALLE GENERAL SECCION TIPO CA DE PAVIMENTO PIG-DO  
 ESC 1/50



DETALLE DE CUNETETA  
 5/11 ESCALA

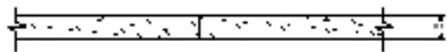
NOTA : LAS JUNTAS LONGITUDINALES SE CONSTRUIRAN A CADA 3.50 M.



JUNTA LONGITUDINAL

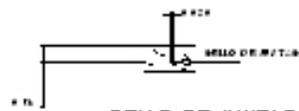
ESC 1/20

NOTA : LAS JUNTAS TRANSVERSALES SE CONSTRUIRAN A CADA 3.50 M.



JUNTA TRANSVERSAL

ESC 1/20



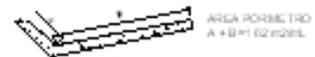
SELO DE JUNTAS

ESC 1/20

NOTA:

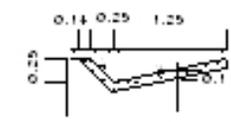
- LAS CUNETAS DEBEN CONSTRUIRSE EN AMBOS LADOS DE LA CARRETERA.
- LAS CUNETAS DEBEN CONSTRUIRSE CON RETO CLASE 2,000

CUNETETA		
PROFUNDIDAD	CANTO PIG-DO	CANTO BOCAL
5	1.60	1.50
1.0	2.45	2.20
2.0	3.44	2.20
3.0	4.21	2.60
4.0	4.87	3.10
5.0	5.44	3.45
6.0	5.96	3.80
7.0	6.44	4.10
8.0	6.88	4.40
9.0	7.30	4.65
10.0	7.69	4.90
11.0	8.07	5.15
12.0	8.43	5.35
13.0	8.77	5.55
14.0	9.10	5.75
15.0	9.42	6.00



SUPERFICIE DE PAGO DE CUNETAS

5/11 ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUAYAQUIL FACULTAD DE INGENIERIA			
TITULO: DISEÑO DE LA CARRETERA DE TIPO A DE LA CARRETERA DE TIPO A EN LA ZONA DE LA CARRETERA DE TIPO A EN LA ZONA DE LA CARRETERA DE TIPO A			
CALCULO Y DISEÑO ESTUARDO ALBERTO DIAZ DEL ROSARIO	ESCALA FECHA: 08 DE ABRIL 2008	INGENIERO FECHA: 08 DE ABRIL 2008	TITULO 1018
_____		_____	