

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

**DISEÑO DE TRAMO CARRETERO DE TERRACERÍA QUE CONDUCE DEL  
PARCELAMIENTO SANTA AMELIA HACIA EL PARCELAMIENTO LA ISLA  
MACHAQUILÁ, Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DEL CASERÍO  
CARIBE RÍO SALINAS, EN EL MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO  
DE PETÉN**

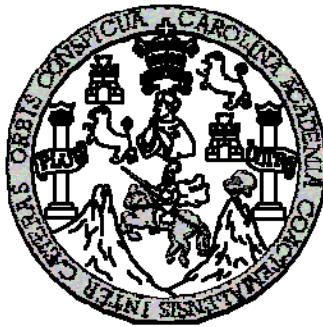
**Luis Rodolfo Guzmán Girón**

**Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz**

**Guatemala, mayo de 2010**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE TRAMO CARRETERO DE TERRACERÍA QUE CONDUCE DEL  
PARCELAMIENTO SANTA AMELIA HACIA EL PARCELAMIENTO LA ISLA  
MACHAQUILÁ, Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DEL CASERÍO  
CARIBE RÍO SALINAS, EN EL MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO  
DE PETÉN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

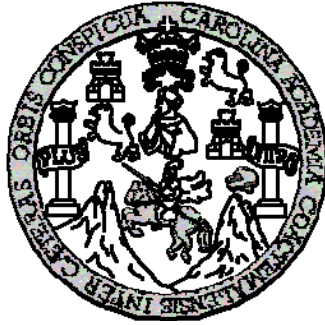
**LUIS RODOLFO GUZMÁN GIRÓN**

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MAYO DE 2010



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
<b>VOCAL I</b>	Inga. Glenda Patricia García Soria
<b>VOCAL II</b>	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
<b>VOCAL III</b>	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
<b>VOCAL IV</b>	Br. Luis Pedro Ortiz de León
<b>VOCAL V</b>	Br. José Alfredo Ortiz Herincx
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivonne 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 DE TERRACERÍA QUE CONDUCE DEL PARCELAMIENTO SANTA AMELIA HACIA EL PARCELAMIENTO LA ISLA MACHAQUILÁ, Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DEL CASERÍO CARIBE RÍO SALINAS, EN EL MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 13 de febrero de 2008.

Luis Rodolfo Guzmán Girón





Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 23 de febrero de 2010.  
Ref.EPS.DOC.372.02.10.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

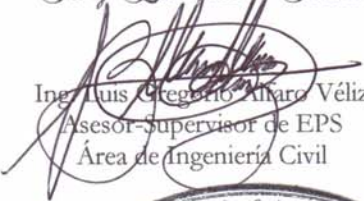
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis Rodolfo Guzmán Girón** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **9712267**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE TRAMO CARRETERO DE TERRACERÍA QUE CONDUCE DEL PARCELAMIENTO SANTA AMELIA HACIA EL PARCELAMIENTO LA ISLA MACHAQUILÁ Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DEL CASERÍO CARIBE RÍO SALINAS, EN EL MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad y Todos”*

  
Ing. Luis Gregorio Amaro Véliz  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo  
LGAV/ra





Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 23 de febrero de 2010.  
Ref.EPS.D.145.02.10

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

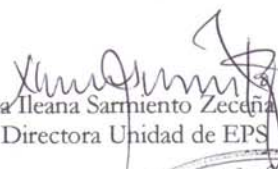
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE TRAMO CARRETERO DE TERRACERÍA QUE CONDUCE DEL PARCELAMIENTO SANTA AMELIA HACIA EL PARCELAMIENTO LA ISLA MACHAQUILÁ Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DEL CASERÍO CARIBE RÍO SALINAS, EN EL MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Rodolfo Guzmán Girón**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz .

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

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

NISZ/ra





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,  
3 de marzo 2010

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE TRAMO CARRETERO DE TERRACERÍA QUE CONDUCE DEL PARCELAMIENTO SANTA AMELIA HACIA EL PARCELAMIENTO LA ISLA MACHAQUILÁ Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DEL CASERÍO CARIBE RÍO SALINAS, EN EL MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Rodolfo Guzmán Girón, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Guatemala,  
11 de marzo de 2010

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

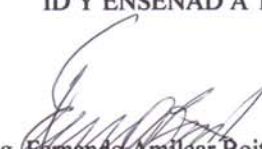
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE TRAMO CARRETERO DE TERRACERÍA QUE CONDUCE DEL PARCELAMIENTO SANTA AMELIA HACIA EL PARCELAMIENTO LA ISLA MACHAQUILÁ Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DEL CASERÍO CARIBE RÍO SALINAS, EN EL MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Rodolfo Guzmán Girón, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez  
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
TRANSPORTES  
USAC

/bbdeb.







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Luis Rodolfo Guzmán Girón, titulado DISEÑO DE TRAMO CARRETERO DE TERRACERÍA QUE CONDUCE DEL PARCELAMIENTO SANTA AMELIA HACIA EL PARCELAMIENTO LA ISLA MACHAQUILÁ, Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DEL CASERÍO CARIBE RÍO SALINAS, EN EL MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, abril de 2010

/bbdeb.

Más de 130<sup>Años</sup> de Trabajo Académico y Mejora Continua





Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.138.2010

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 DE TRAMO CARRETERO DE TERRACERÍA QUE CONDUCE DEL PARCELAMIENTO SANTA AMELIA HACIA EL PARCELAMIENTO LA ISLA MACHAQUILÁ, Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DEL CASERÍO CARIBE RÍO SALINAS, EN EL MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, DEPARTAMENTO DE PETÉN**, presentado por el estudiante universitario **Luis Rodolfo Guzmán Girón**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large loop and a vertical stroke, positioned over a horizontal line.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, mayo de 2010



/gdech



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida y fuerza necesaria
<b>Mi esposa</b>	Por su apoyo, comprensión y paciencia
<b>Mis padres</b>	Por sus esfuerzos para lograr mi superación
<b>Ing. Luis Alfaro</b>	Por su dedicación en asesorar este trabajo
<b>La Facultad de Ingeniería</b>	Por mi formación profesional

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Mi hijo</b>	Luis Enrique Guzmán Kilkán
<b>Mi esposa</b>	Heidy Maritza Kilkán García
<b>Mis padres</b>	Nicolás Guzmán Suárez Gilberta Del Carmen Girón Cifuentes
<b>Mis hermanas</b>	Andrea Noemi Guzmán Girón Perla Sofía Guzmán Girón



## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	VII
<b>GLOSARIO</b>	IX
<b>RESUMEN</b>	XIII
<b>OBJETIVOS</b>	XV
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XVII
<b>1. CARACTERÍSTICAS SOBRE LAS NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS BÁSICOS DEL MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, PETÉN</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes históricos	1
1.2 Características geográficas	1
1.2.1 Localización y extensión territorial	1
1.2.2 Ubicación geográfica y colindancias	2
1.2.3 Vías de acceso	4
1.2.4 Clima e hidrografía	4
1.3 Características económicas	6
1.4 Características socioculturales	8
1.4.1 Población	8
1.4.2 Educación	9
1.4.2 Servicios básicos existentes	9

<b>2. DISEÑO TRAMO CARRETERO DE TERRACERÍA</b>	<b>11</b>
2.1 Descripción del proyecto	11
2.1.1. Alcances del proyecto	11
2.1.2. Levantamiento topográfico	11
2.1.3. Planimetría y altimetría	12
2.1.3.1 Planimetría	12
2.1.3.2 Altimetría	14
2.2 Componentes de una carretera	15
2.2.1 Curva circular	15
2.2.2 Curva de transición	16
2.2.3 Curva vertical	18
2.3 Especificaciones de construcción para carreteras	20
2.3.1 Limpia, chapeo y destronque	20
2.3.2 Terraplenes	21
2.3.3 Compactación de terraplenes	23
2.3.4 Cunetas	24
2.3.5 Alcantarillas	24
2.3.6 Mampostería de piedra y mortero para cabezales	25
2.3.7 Limpieza final	26
2.4 Movimiento de tierras	27
2.5 Maquinaria a utilizar	34
2.6 Elementos de un tramo carretero	36
2.6.1 Secciones típicas	36
2.6.2 Pendientes	37
2.6.3 Ancho de rodadura	37
2.6.4 Tangentes	38
2.6.5 Drenajes	39
2.6.6 Material balasto	49



2.7 Descripción de diseño de carretera	50
2.7.1 Ancho de corona	51
2.7.2 Rasante	51
2.7.3 Ancho de carril	52
2.7.4 Hombros	52
2.8 Cálculos numéricos para tramo carretero	52
2.8.1 De diseño	52
2.8.2 Movimientos de tierra	58
2.8.3 Balance de masas	58
2.9 Conceptos de estudios de suelos	59
2.9.1 Proctor	59
2.9.2 CBR	61
2.9.3 Límites de Atterberg	61
2.9.4 Granulometría	63
2.10 Resultados obtenidos de los estudios de suelos realizados	65
2.11 Elaboración de planos	66
2.12 Presupuesto	67
2.13 Cronograma de ejecución	68
<b>3. DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES</b>	<b>69</b>
3.1 Descripción del proyecto	69
3.2 Diseño arquitectónico	69
3.2.1 Ubicación del edificio en el terreno	70
3.2.2 Distribución de ambientes	70
3.2.3 Altura del edificio	70
3.3 Análisis estructural	71
3.3.1 Selección de tipo de estructura a usar	71
3.3.2 Predimensionamiento de elementos estructurales	71

3.3.3 Cargas de diseño para la cubierta	72
3.4 Diseño estructural	74
3.4.1 Diseño de cubierta	75
3.4.1.1 Separación máxima entre costaneras	75
3.4.1.2 Diseño de la costanera	78
3.4.1.3 Diseño de tendales	81
3.4.2 Diseño del muro	89
3.4.2.1 Rigidez de cada muro	90
3.4.2.2 Centro de corte de muros	92
3.4.2.3 Centro de masa	93
3.4.2.4 Distribución del momento de volteo	99
3.4.2.5 Diseño a flexión	100
3.4.2.6 Diseño a corte	101
3.4.2.7 Refuerzos mínimos	102
3.4.3 Diseño de cimentación	103
3.4.3.1 Análisis de suelos	104
3.4.3.2 Diseño de cimiento corrido	105
3.4.3.3 Diseño de zapata	108
3.5 Instalaciones eléctricas	112
3.6 Elaboración de planos de construcción	112
3.7 Presupuesto	113
3.8 Cronograma de ejecución	115
<b>CONCLUSIONES</b>	117
<b>RECOMENDACIONES</b>	119
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	121
<b>APÉNDICES</b>	123

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Sayaxché, Petén	3
2	Componentes de una curva horizontal	17
3	Componentes de una curva vertical	19
4	a) Curva de masa con material de préstamo y desperdicio	32
	b) Acarreo libre	33
5	Componentes de una sección típica	36
6	Detalles de cunetas	41
7	Acción del viento sobre la estructura	73
8	Detalle de cubierta en planta, para área tributaria de costanera	76
9	Carga uniformemente distribuida sobre costanera	77
10	Deflexión en costanera	81
11	Detalle de cubierta en planta, para áreas tributarias de tendal	82
12	Perfil de armadura de techo	83
13	Diagrama de cuerpo libre del tendal	85
14.	Diagrama de corte del tendal	86
15.	Diagrama de momento flexionante del tendal	86
16	Sección cerrada del tendal	87
17	Platina de tendal	89
18	Elevación típica de mampostería	91
19	Ubicación de los muros de mampostería	92
20	Cimiento corrido	105
21	Planta de cimiento corrido	106

22	Planta y elevación de cimiento corrido	107
23	Planta de zapata	109
24	Planta de chequeo por punzonamiento	110

## TABLAS

I	Anchos de rodadura para diferentes tipos de carretera	37
II	Coeficientes de escorrentía	48
III	Detalle de libreta topográfica calculada	53
IV	Datos de curvas horizontales para tramo carretero	54
V	Presupuesto del proyecto tramo carretero	67
VI	Cronograma de ejecución de tramo carretero	68
VII	Alturas recomendadas de techos o entrepisos ( en metros)	70
VIII	Datos de costaneras comerciales	79
IX	Propiedades geométricas del tendal	88
X	Rigideces en muros	92
XI	Centro de corte en muros sentido Y	93
XII	Centro de corte en muros sentido X	93
XIII	Centro de masa en muros	94
XIV	Peso de muros	95
XV	Distribución de carga lateral sentido Y	98
XVI	Distribución de carga lateral sentido X	98
XVII	Distribución del momento de volteo sentido Y	99
XVIII	Distribución del momento de volteo sentido X	99
XIX	Diseño a flexión de los muros	100
XX	Resultado del diseño a corte de los muros en ambos sentidos	101
XXI	Resultado de refuerzo horizontal y vertical de los muros	102
XXII	Presupuesto integrado de salón comunal	114
XXIII	Cronograma de ejecución de salón comunal	115

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>ACI</b>	Instituto Americano del Concreto, por sus siglas en inglés
<b>As</b>	Área de acero de refuerzo
<b>As<sub>MÁX</sub></b>	Área de acero máximo permitido
<b>As<sub>MÍN</sub></b>	Área de acero mínimo permitido
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, por sus siglas en inglés
<b>A<sub>v</sub></b>	Área de varilla
<b>A<sub>z</sub></b>	Área zapata
<b>C<sub>M</sub></b>	Carga muerta
<b>C<sub>m</sub></b>	Centro de masa
<b>C<sub>U</sub></b>	Carga última
<b>C<sub>v</sub></b>	Carga viva
<b>D</b>	Diámetro
<b>E</b>	Estación
<b>e<sub>x</sub> y e<sub>y</sub></b>	Excentricidad en el sentido X y Y
<b>E.P.S.</b>	Ejercicio Profesional Supervisado
<b>f'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto a 28 días
<b>Fy</b>	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
<b>HG</b>	Hierro galvanizado
<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramo por centímetro cuadrado
<b>L</b>	Longitud del elemento
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>M</b>	Momento
<b>M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub></b>	Momento último actuando en el sentido X y Y

<b><math>M_v</math></b>	Momento de volteo
<b><math>P_u</math></b>	Carga última
<b><math>P_m</math></b>	Peso de la mampostería
<b><math>P_{SUELO}</math></b>	Peso del suelo
<b><math>P_{CIM}</math></b>	Peso del cimiento
<b><math>P_x</math> y <math>P_y</math></b>	Carga lateral, en el sentido X y Y
<b><math>q_{MÁX}</math> y <math>q_{MÍN}</math></b>	Presión máxima y mínima sobre el suelo
<b><math>q_u</math></b>	Presión última sobre el suelo
<b><math>R</math></b>	Rigidez de un elemento
<b><math>t_m</math></b>	Espesor del muro de mampostería
<b><math>T_{px}</math></b>	Momento producido por la carga lateral y la excentricidad en X
<b><math>T_{py}</math></b>	Momento producido por la carga lateral y la excentricidad en Y
<b><math>S</math></b>	Espaciamiento del acero de refuerzo
<b><math>V</math></b>	Corte
<b><math>V_c</math></b>	Corte que resiste el concreto
<b><math>V_{MÁX}</math></b>	Corte máximo actuante
<b><math>V_s</math></b>	Valor soporte del suelo

## GLOSARIO

<b>Alcantarillas</b>	Son los conductos que se construyen por debajo de la subrasante de una carretera u otras obras viales, con el objeto de evacuar las aguas superficiales.
<b>Carga muerta</b>	Es el peso propio de la estructura y otros elementos que son permanentes en la edificación.
<b>Carga viva</b>	Es el peso de las cargas no permanentes.
<b>Cimientos</b>	Elemento estructural encargado de recibir cargas y transmitir las al suelo.
<b>Concreto</b>	Mezcla de cemento Pórtland, agregado fino, grueso, aire y agua. Es un material temporalmente plástico, que puede moldearse y, más tarde, se convierte en una masa sólida por reacción química del cemento.
<b>Concreto ciclópeo</b>	Es una combinación de concreto estructural y de piedra canto rodado o triturada, libres de arcillas o vegetación de tamaño no mayor de 300 mm.

<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
<b>Cunetas</b>	Zanjas a los lados de un camino, al pie de un talud o en la corona del mismo para recibir las aguas llovedizas.
<b>Derecho de vía</b>	Es el área que el estado reserva, para ser usada en la construcción de una carretera, anexos y futuras ampliaciones.
<b>Especificaciones</b>	Normas que rigen el diseño geométrico de las carreteras, las cuales están en función del tipo de carretera requerido para llenar la finalidad previamente establecida.
<b>Estructuras</b>	Construcciones en las cuales todos sus elementos están en equilibrio y reposo, unos con relación a otros.
<b>Grado máximo de curvatura</b>	De acuerdo con el tipo de carretera, se fija un grado máximo de curva a usar, el cual llene las condiciones de seguridad para el tránsito a la velocidad de diseño.
<b>Mampostería</b>	Obra de albañilería formada por unidades o bloques de concreto unidos con mortero que, al incluirle acero de refuerzo, se le denomina mampostería reforzada.



<b>Planimetría</b>	Tema de la topografía que enseña a hacer mediciones horizontales de una superficie.
<b>Talud</b>	Son los planos inclinados de la terracería, los cuales delimitan los volúmenes de corte o terraplén.
<b>Terracería</b>	Es el prisma en corte o terraplén, en el cual se constituye las partes de la carretera mostrada en la sección típica.
<b>Terraplén</b>	Estructura elevada, comprendida entre el suelo y la superficie sub-rasante, la cual está constituida por suelos apropiados, debidamente compactados.
<b>Velocidad de diseño</b>	Es la velocidad máxima a que un vehículo puede transitar con seguridad por una carretera trazada con determinadas características.



## **RESUMEN**

El trabajo de graduación que a continuación se presenta, es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) desarrollado en la municipalidad de Sayaxché, departamento de Petén, y contiene las soluciones de la problemática planteada por los comités del parcelamiento La Isla Machaquilá y del caserío Caribe río Salinas para sus respectivas comunidades.

En la primera parte se muestra el estudio monográfico del municipio de Sayaxché, enfocado principalmente en el parcelamiento y el caserío anteriormente mencionados. Además, se incluye un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos de infraestructura.

En la segunda parte se presenta el desarrollo de la solución de la problemática para el parcelamiento La Isla Machaquilá, con el diseño de un tramo carretero de terracería, que unirá a dicha comunidad con el parcelamiento Santa Amelia.

La tercera parte contiene la metodología aplicada y los procesos de planificación y diseño de un salón comunal para el caserío Caribe río Salinas, solucionando así la falta de infraestructura en el caserío y beneficiando a toda la población.

Se espera que con el presente trabajo se beneficie, tanto a las comunidades en donde se realizaron los estudios como al municipio de Sayaxché en general, fomentando el desarrollo vial y de infraestructura.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Elevar el índice de desarrollo de las personas que viven en las comunidades beneficiadas con los proyectos del EPS, esto se logrará, debido a que con los proyectos, dichas personas, tendrán un acceso más fácil a otros servicios sociales como salud, educación, y otros, y además se tendrá mejor infraestructura disponible.

### **Específicos:**

1. Diseñar un tramo carretero que conduzca del parcelamiento Santa Amelia hacia el parcelamiento La Isla Machaquilá y un salón comunal para el caserío Caribe río Salinas.
2. Desarrollar una investigación bibliográfica que satisfaga las diferentes características de los proyectos en estudio.
3. Apoyar a la municipalidad de Sayaxché, Petén en el ramo de la ingeniería civil para sus diferentes proyectos.
4. Contribuir al desarrollo del municipio de Sayaxché con obras de infraestructura vial.



## INTRODUCCIÓN

En el área rural de nuestro país existe gran cantidad de comunidades alejadas de sus cabeceras municipales, lo cual las hace vulnerables al subdesarrollo, ya que presentan gran necesidad de servicios básicos a los cuales no tienen acceso. La mayoría de estas comunidades pueden considerarse como aptas para programas de desarrollo comunal que incluyan la construcción y mantenimiento de caminos de acceso y de edificaciones comunales, como es el caso del presente trabajo.

El objetivo principal de los caminos de acceso es la incorporación de las comunidades en estudio al sector productivo, proporcionándoles vías de acceso más rápidas y fáciles a los mercados municipales, así como el objetivo principal del salón comunal es que la comunidad cuente con infraestructura adecuada para sus reuniones y cualquier situación que amerite la comunidad, dejando de usar otras edificaciones no apropiadas para ellos, como lo son escuelas o iglesias.

En el presente trabajo, se presenta el proceso detallado del diseño de un tramo carretero de terracería para áreas rurales y de un salón comunal, desde la selección de ruta en el caso de caminos y desde la planificación en el caso del salón comunal, dividiendo en un capítulo para cada renglón del diseño.





# **1. CARACTERÍSTICAS SOBRE LAS NECESIDADES DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS BÁSICOS DEL MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, PETÉN**

## **1.1. Antecedentes históricos**

Se desconoce a ciencia cierta quienes fueron los primeros pobladores del municipio de Sayaxché, pero se cree que fueron los últimos trabajadores de la montería y corte de maderas de la empresa maderera Jamet Sastré entre los años 1874-1880, en las áreas de los ríos Lacantún, Usumacinta y Pasión; trabajadores oriundos en su mayoría de Tenosique, Tabasco, Belice y España, dando a Sayaxché un origen cosmopolita.

Sayaxché ascendió a la categoría de municipio el 4 de diciembre de 1929, al dejar de ser parte del municipio de La Libertad. El nombre Sayaxché es de origen Q'eqchí, que traducido quiere decir Sa = En, Yax = Horqueta, y Ché = Palo: "en horqueta de palo".

## **1.2. Características geográficas**

### **1.2.1. Localización y extensión territorial**

Sayaxché es un municipio del departamento de Petén, con un área aproximada de 3,084 Kms<sup>2</sup>.

Colinda al norte con el municipio de La Libertad; al este con los municipios de San Francisco, Dolores, Poptún y San Luis; al sur con el departamento de Alta Verapaz, y al oeste con el país vecino de México. La cabecera municipal se encuentra a 125 metros sobre el nivel del mar, y su ubicación geográfica corresponde a las coordenadas siguientes: latitud norte 16°31'16" y longitud oeste 90°11'23".

### **1.2.2. Ubicación geográfica y colindancias**

El parcelamiento La Isla Machaquilá pertenece al municipio de Sayaxché del departamento de Petén, y se encuentra ubicado al sur de las cabeceras del riachuelo Aguateca, afluente de la laguna Petexbatún. El área es de 1.12 Km<sup>2</sup>, la altura sobre el nivel del mar es de 145 metros, las coordenadas son las siguientes: latitud norte 16°15'02" y longitud oeste 89°56'22", y colinda al norte con el caserío La Reinita; al sur con el caserío El Bramadero; al este con el arroyo Machaquilá y el departamento de Poptún; y al oeste con el arroyo Santa Amelia y el parcelamiento Santa Amelia.

El caserío Caribe río Salinas pertenece al municipio de Sayaxché del departamento de Petén, se encuentra ubicado en la rivera del río Salinas. El área es de 2.45 Km<sup>2</sup>, la altura sobre el nivel del mar es de 115 metros, las coordenadas son las siguientes: latitud norte 16°10'32" y longitud oeste 90°26'29", y colinda al norte con los caseríos San Román y La Soledad; al sur con los caseríos Santa Elena río Salinas, Tezulutlán I y Tezulutlán II; al este con la aldea Tierra Blanca, y los caseríos Unión El Pozo, San Juan y San José Caribe; al oeste con el río Salinas y el país vecino México.

Figura 1. Sayaxché, Petén

## MAPA DE SAYAXCHÉ, PETÉN



## **Vías de acceso**

De la ciudad de Guatemala se recorren hasta el parcelamiento la Isla Machaquilá 460 Km. de la ciudad de Guatemala se recorren hasta el caserío Caribe río Salinas 385 Km. de la ciudad capital hacia la cabecera municipal de Sayaxché, Petén se recorren 565 Km por carretera asfaltada.

De la cabecera municipal hacia el parcelamiento La Isla Machaquilá se recorren 30 Km de carretera asfaltada y 30 Km de terracería. De la cabecera municipal hacia el caserío Caribe río Salinas se recorren 100 Km de carretera asfaltada y 30 Km de terracería.

### **1.2.3. Clima e hidrografía**

El clima del municipio es de tipo tropical cálido y húmedo, típico de estas latitudes. Se caracteriza como tropical variable – húmedo con época larga de lluvia y con época seca desarrollada pero de duración variable entre diciembre y mayo.

La temperatura media mensual varía entre 23 grados en los meses de diciembre y enero y 32 en el mes más seco (mayo). Las temperaturas máximas medias varían entre 30 y 45 grados y las mínimas entre 17 y 23 grados. Aunque no se han presentado heladas, en algunas ocasiones se han registrado las precipitaciones de granizo en ciertas partes del municipio.

Desafortunadamente el municipio de Sayaxché no cuenta con una estación meteorológica que proporcione los datos de precipitación. No obstante, se estima que la precipitación anual se encuentra entre los 1,200 y 3,000, al igual que otros municipios de Petén. La fuente de humedad más importante la constituye la relativa cercanía al mar Caribe, que da lugar a flujos de humedad asociados con ciclones y tormentas tropicales, que forman lluvias de origen ciclónico. La humedad relativa del aire es en la mayor parte del año muy alta, y baja solamente en el medio día de los 85-95 por ciento hasta 55-60 por ciento.

Los vientos predominantes son alisios que se desplazan del noroeste y sureste, con velocidades medias mensuales bajas. Durante la época lluviosa, debido a la influencia del Mar Caribe en el Golfo de México y el Océano Pacífico en las costas de Chiapas, aparecen lluvias torrenciales y vientos de hasta 75 Km/h, que repercuten en inundaciones por desbordamientos de los ríos La Pasión y Salinas, ya que en el municipio no existen obstáculos orográficos significativos.

Además de una estación seca principal relativamente bien definida, que dura de diciembre o enero hasta abril o mayo, ocurre regularmente una “canícula” (temporada seca de varias semanas) en el mes de agosto. Los meses con menos precipitación son los de febrero, marzo y abril y los de mayor precipitación pluvial son septiembre, octubre y noviembre.

### **1.3. Características económicas**

Las actividades económicas principales del municipio de Sayaxché se dividen en tres:

- Producción agrícola
- Producción pecuaria
- Producción forestal

#### **Producción agrícola**

El área de mayor potencial agrícola se encuentra a lo largo de la planicie aluvial de los ríos Salinas y La Pasión, y Laguna Petexbatún en donde se ha observado el rendimiento en la producción de maíz de 50 y 70 quintales por hectárea sin aplicar nutrientes al suelo; por el contrario en la parte central del municipio, donde se encuentran los suelos más pobres, se han registrado rendimientos de 20 hasta 30 quintales por hectárea, el arroz entre 15 y 35 quintales por hectárea y la pepitoria entre 15 y 25 quintales por hectárea.

La economía del municipio se basa principalmente en la agricultura. Como se mencionó anteriormente, los principales cultivos que se cosechan en el municipio son: maíz, frijol, arroz y pepitoria. En menor escala se cultiva chile jalapeño, plátano, naranja, cocos, limón, nance y otros frutales.

## **Producción pecuaria**

La crianza de ganado bovino es la segunda actividad económica más importante de Sayaxché. En los últimos años se ha observado un cambio ascendente de actividades agrícolas a la crianza de ganado a todo lo largo de los ríos La Pasión y Salinas, que facilitan el crecimiento de pasto y el acceso a las fuentes de agua.

Las especies bovinas que se manejan son las de engorde para carne. Los campesinos que se dedican a esta actividad lo hacen sin ningún control técnico del ganado y del pasto, lo cual resulta en bajos rendimientos. Por otro lado, existen fincas con un alto manejo técnico del hato y del pasto, y en algunas, inclusive, se crían búfalos en pequeña escala.

Gran parte del ganado producido se comercializa en México, también se traslada hacia otros departamentos de Guatemala, e inclusive se lleva hasta Honduras y El Salvador. El consumo local es muy poco, aproximadamente entre 200 y 300 animales que se destazan en las carnicerías locales anualmente.

## **Producción forestal**

La mayor parte del territorio del municipio es de vocación forestal, que desafortunadamente ha sufrido un cambio hacia las actividades agropecuarias.

La cobertura boscosa actual es de aproximadamente 130,000 hectáreas de bosques naturales, dentro de los cuales se encuentran especies latifoliadas y bosque secundario. Los suelos con mayor potencial para esta actividad están ubicados en la parte central, norte y este del municipio, que cuentan con pendientes mayores de 4% y una profundidad del suelo entre 15 y 20 cm, donde se podrían establecer plantaciones forestales.

#### **1.4. Características socioculturales**

##### **1.4.1. Población**

En la actualidad el parcelamiento La Isla Machaquilá lo conforman 35 familias, haciendo un total de 195 habitantes; y el caserío Caribe río Salinas lo conforman 95 familias, haciendo un total de 671 habitantes. El grupo étnico predominante es el indígena, por lo que en las comunidades se habla el Q'eqchí y el español.

En las comunidades existen comités debidamente organizados, los cuales se puede mencionar:

- Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE)
- Asociación de Desarrollo Pro Tierra
- Alcaldía Auxiliar



### **1.4.2. Educación**

En el parcelamiento La Isla Machaquilá existe un edificio formal con dos aulas para uso como escuela, se cuenta con dos maestros y se dan los niveles de pre-primaria y primaria. En el caserío Caribe río Salinas existe un edificio formal de dos aulas para uso como escuela; además se cuenta con dos maestros que imparten el nivel de primaria.

No obstante estas condiciones, en ambas comunidades predomina el analfabetismo entre la gente adulta. Sin embargo, los padres de familia apoyan a sus hijos para que asistan a la escuela, inclusive algunos padres han aceptado asistir también.

### **1.4.3. Servicios básicos existentes**

El municipio de Sayaxché es uno de los municipios con menos infraestructura social en Petén, iniciando por carreteras o caminos vecinales, escuelas, agua potable y saneamiento, infraestructura de salud, sistemas de producción, etc., los cuales obstaculizan el desarrollo integral de la población.

El parcelamiento La Isla Machaquilá cuenta con una escuela de dos aulas, templo para iglesia evangélica y tiendas. No cuenta con una carretera de ingreso, ni un camino vecinal formal; tampoco cuenta con energía eléctrica, agua potable, teléfono ni transporte.

El caserío Caribe río Salinas cuenta con un camino vecinal de terracería en buen estado en tiempo de verano; además cuenta con escuela de dos aulas, tiendas, iglesia evangélica, servicio telefónico comunitario y luz eléctrica, servicio prestado por la empresa Unión Fenosa, por medio de la Distribuidora de Electricidad de Oriente, S.A: (DEORSA) a la municipalidad, la cual se encarga del cobro, distribución y conexiones de la misma en todo el municipio.

## **2. DISEÑO DE TRAMO CARRETERO DE TERRACERÍA**

### **2.1. Descripción del proyecto**

#### **2.1.1. Alcances del proyecto**

El proyecto tiene como fin primordial comunicar el parcelamiento Santa Amelia con el parcelamiento La Isla Machaquilá, con la apertura de carretera que tendrá una longitud de 7,794.59 metros lineales, y se diseñó como una típica E, con una pendiente máxima de 21%, y bombeo de 3%, su ancho de calzada será de 5.50 m, con hombros de 0.75 m, cunetas de 0.60 m y de terracería con espesor mínimo de 10 centímetros.

#### **2.1.2. Levantamiento topográfico**

Se llama levantamiento topográfico al levantamiento de la línea preliminar seleccionada, siguiendo las señales indicadas en el reconocimiento; el levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos y tangentes donde se deberá establecer lo siguiente:

- Punto de partida
- Azimut o rumbo de salida
- Coordenadas de salida
- Cota de salida del terreno

Para este levantamiento se usó el método de conservación del azimut y el método taquimétrico con un teodolito digital con precisión de 5 segundos. Después de desarrollar la libreta de campo se obtuvieron resultados para dibujar el perfil del terreno y las secciones transversales.

### **2.1.3. Planimetría y altimetría**

#### **2.1.3.1. Planimetría**

La topografía condiciona los radios de curvatura y velocidad de diseño, lo cual hace que se considere la distancia de visibilidad, ya que ésta requiere de radios mayores que la velocidad en sí. Para la velocidad de diseño se evitó el uso de la curvatura máxima permisible, se utilizaron curvas suaves, dejando las curvas máximas en condiciones críticas. Se evitó pasar por ríos, ya que la colocación de estructuras mayores eleva el costo del proyecto.

Además de las consideraciones anteriores, también es recomendable lo siguiente:

- a) Evitar curvas de radios mínimos antes de entrar a un cruce de caminos o algún otro elemento que pueda originar condiciones desfavorables a la seguridad.
- b) Evitar curvas demasiado largas al emplear radios muy pequeños, especialmente cuando edificaciones, árboles o taludes de corte puedan reducir la visibilidad.

- c) Diseñar un alineamiento uniforme que no tenga quiebres bruscos en su desarrollo. En este caso se evitaron curvas de radios mínimos al final de tangentes demasiado largas; se evitaron estas curvas también al final de un alineamiento de curvas de radios grandes o en la parte de tramos de carretera con pendientes fuertes en el alineamiento vertical.
- d) En el diseño para terrenos ondulados es preferible un alineamiento con curvas amplias en lugar de tangentes largas.

Como no existen condiciones críticas en este proyecto, no fue necesario modificar gran parte de los elementos de la carretera.

Tomando en cuenta las condiciones anteriores, se prosiguió al diseño de la línea de localización; las curvas se adaptaron lo mejor posible a las características del terreno, moviendo constantemente las tangentes hasta que el proyecto tuviera lógica, obteniendo al final las elevaciones y el caminamiento de cada PI.

Se utilizó un modelo digital para la generación de curvas de nivel, ubicando en el plano los puntos obligados de paso; como lo son el inicio y final del camino, los cuales ya fueron ubicados y referenciados en el reconocimiento preliminar de campo. El trabajar con un modelo digital permite realizar varios intentos de trazo; permite, además, construir perfiles, secciones transversales, cálculo de cortes y rellenos, chequeo de taludes.

### **2.1.3.2. Altimetría**

Para deducir el perfil se marcaron estacionamientos a intervalos regulares, se determinó la elevación de cada estación, estas elevaciones se colocan en el perfil, uniendo las estaciones por medio de una línea discontinua, logrando tener el perfil del terreno. Tomando en cuenta los puntos obligados y las especificaciones se diseña la subrasante. Los diseños de los alineamientos horizontal y vertical no se deben considerar independientes uno del otro, debido a que ambos se complementan entre sí.

Se consideró en este diseño una combinación de ambos alineamientos ofreciendo la mayor seguridad, velocidad, facilidad y uniformidad en la operación, además de una apariencia agradable dentro de los límites prácticos del terreno y del área atravesada.

La subrasante se proyectó sobre el perfil longitudinal del terreno, tomando en cuenta las especificaciones de la Dirección General de Caminos (D.G.C.), anotando también los principios de curva, principios de tangente y los grados de curvatura para facilitar la combinación de ambos alineamientos.

Para el diseño de la subrasante también se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- Pendiente máxima
- Pendiente mínima
- Longitud de curvas mínimas
- Condiciones topográficas
- Chequeos por visibilidad, bombeo, seguridad y apariencia

## **2.2. Componentes de una carretera**

### **2.2.1. Curva circular**

El cálculo de los elementos de las curvas es un procedimiento matemático por medio del cual se definen totalmente las características geométricas y trigonométricas de la línea de localización.

Las curvas circulares son arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas. Las curvas circulares pueden ser simples y compuestas, según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio. La curva simple existe cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular, en el sentido del caminamiento, pudiendo ser hacia la izquierda o hacia la derecha. Las curvas compuestas son aquellas que están formadas por dos o más curvas circulares simples con un mismo sentido de tangencia; cuando son del mismo sentido se llaman compuestas directas y cuando son de sentido contrario se llaman compuestas inversas.

En caminos rurales deben evitarse estas últimas, porque producen cambios de curvatura peligrosos. Sin embargo, en intersecciones, pueden emplearse, siempre y cuando la relación entre los dos radios consecutivos no sobrepase de dos y se resuelva satisfactoriamente la tracción sobre la elevación.

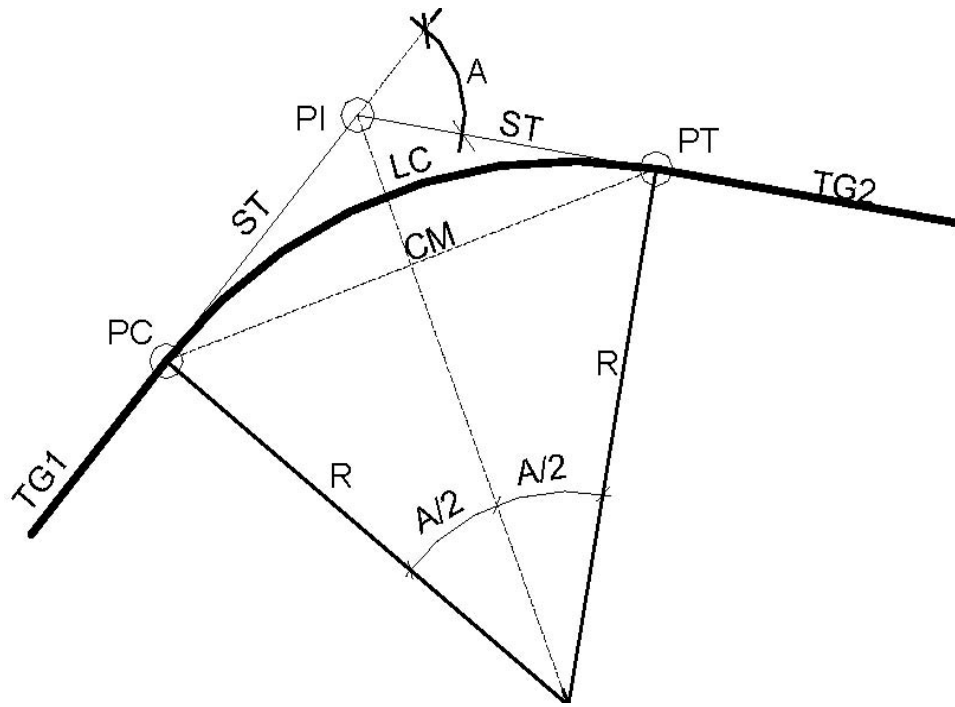
Antes de iniciar el cálculo se colocaron las coordenadas de los PI de la preliminar. El trazo de la línea de localización se fue basando en la línea preliminar, amarrando cada cierto kilometraje para que al calcular las coordenadas pudiera comprobarse por medio de geometría y trigonometría la exactitud de los datos.

### **2.2.2. Curva de transición**

Cuando un vehículo pasa por un tramo en tangente a otro en curva circular, requiere hacerlo en forma gradual, tanto por lo que se requiere al cambio de dirección como a la sobre elevación. Para lograrlo se usan estas curvas y su definición será la curva que une la tangente con una curva circular simple, teniendo como característica la variación continua en el valor del radio de curvatura a través de su longitud, desde infinito en la tangente al correspondiente para la curva circular.



Figura 2. Componentes de una curva horizontal



Donde:

$$R = \frac{1145.9456}{G}$$

$$LC = \frac{20 * A}{G}$$

$$ST = R * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$CM = 2 * R * \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

Donde:

- PC = Punto donde inicia la curva horizontal
- PT = Punto donde termina la curva horizontal
- PI = Punto de unión entre dos sub-tangentes
- ST = Sub-tangente (distancia de PI hasta PT, ó PC hasta PI)
- CM = Cuerda máxima
- R = Radio
- TG1 = Tangente de entrada a la curva
- TG2 = Tangente de salida a la curva
- LC = Longitud de curva horizontal
- A = Ángulo entre dos tangentes
- G = Grado de curvatura

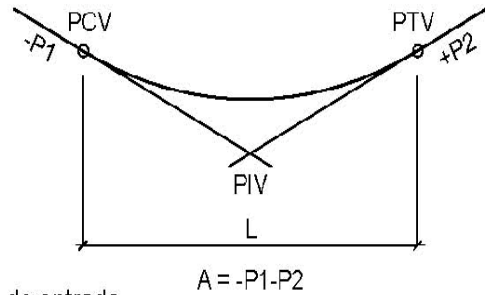
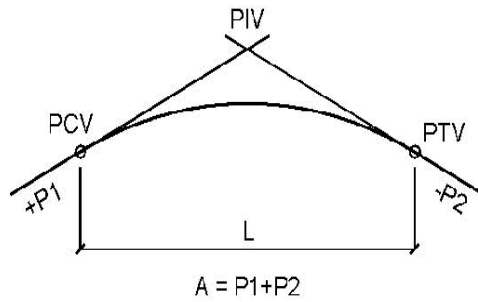
### **2.2.3. Curva vertical**

Las curvas verticales son las que enlazan tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, o sea que deben dar por resultado un camino seguro y confortable, de apariencia agradable y con características adecuadas de drenajes. Pueden ser de dos tipos de curvas cóncavas: hacia arriba o hacia abajo, llamándose, de acuerdo a su concavidad curva en columpio o en cresta, respectivamente.

Figura 3. Componentes de curva vertical

CURVA VERTICAL CONVEXA O EN CRESTA

CURVA VERTICAL CÓNCAVA O EN COLUMPIO



P1 = Pendiente de entrada  
 P2 = Pendiente de salida  
 L = Longitud de curva  
 A = Diferencia de pendientes

$$K = \frac{L}{A}$$

Donde:

$$Y = \frac{P * X^2}{8}$$

$$L_{MINIMA} = K * P$$

$$P = P_1 - P_2$$

Donde:

- PIV = Punto de intersección de las tangentes verticales
- PCV = Punto donde comienza la curva vertical
- PTV = Punto donde termina la curva vertical
- P1 = Pendiente de la tangente de entrada
- P2 = Pendiente de la tangente de salida
- P = Diferencia algebraica de pendientes
- L = Longitud de curva vertical
- Y = Ordenada media de la parábola
- X = Abscisas a contar de los extremos de la curva en metros
- K = Sirve para obtener L mínima

### **2.3. Especificaciones de construcción para carreteras**

Según el Libro Azul de la Dirección General de Caminos, se menciona un resumen de dichas especificaciones para carreteras.

#### **2.3.1. Limpia, chapeo y destronque**

Al efectuar la tala de árboles, éstos se deben botar hacia el centro del área que deba limpiarse, de tal manera que no se dañen las propiedades adyacentes o los árboles que deban permanecer en su lugar. En áreas pantanosas o cenagosas que estén dentro de los límites de construcción, los árboles se deben cortar a ras del nivel del terreno o del agua.

Con el objeto de evitar la erosión, el supervisor ordenará qué vegetación debe permanecer en su lugar, de la que esté dentro de los límites del derecho de vía, pero fuera del área de construcción, así mismo puede ordenar la preservación de árboles u otra vegetación que estén fuera del área de construcción.

Las ramas de los árboles que se extiendan sobre la carretera, se deben cortar o podar para dejar un claro de 6 metros a partir de la superficie de la misma. En áreas donde se deba efectuar la excavación no clasificada, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deben ser removidos hasta una profundidad no menor de 600 milímetros debajo de la superficie de la subrasante; y el área total debe ser limpiada de matorrales, troncos carcomidos, raíces y otras materias vegetales u orgánicas susceptibles de descomposición.

Las áreas que se deban cubrir con terraplenes, se deben desraizar a una profundidad no menor de 300 milímetros o a 600 milímetros en las áreas donde existan troncos. Todos los troncos que estén fuera del área de excavación o de terraplenes, deben ser desraizados a una profundidad no menor de 300 milímetros debajo de la superficie del terreno original.

### **2.3.2. Terraplenes**

Los terraplenes de suelo deben ser construidos en capas sucesivas, a todo lo ancho de la sección típica, y en longitudes tales, que sea posible el riego de agua y compactación por medio de los métodos establecidos. Los espesores de las capas a ser compactadas deben ser determinados por el Contratista, de conformidad con la capacidad de la maquinaria y equipo que se va a utilizar, debiendo efectuar, para tal efecto, pruebas para determinar el espesor máximo en cada caso, siempre y cuando se llenen los requisitos de compactación que se indican en los planos.

Como resultado de las pruebas, el supervisor aprobará el espesor de capa máxima a compactar. En ningún caso, el espesor podrá ser menor de 100 milímetros compactados ni mayor de 300 milímetros compactados. Las cantidades pequeñas de roca que se encuentren al construir un terraplén de suelo, deben de incorporarse a las capas del mismo o colocarse en los rellenos más profundos, dentro de los límites de acarreo mostrados en los planos, siempre que dicha colocación no sea inmediatamente adyacente a estructuras.

Cuando se empalmen capas de materiales diferentes, cada capa debe formar una cuña de por lo menos 35 metros de longitud o mezclar los materiales de tal manera que se eviten cambios bruscos en el terreno. Los materiales apilados o en camellones, deben ser removidos y esparcidos con motoniveladora u otros medios similares.

Los terrones y pedruscos se deben quebrar y mezclar con el material del terraplén, con el propósito de obtener un material de densidad uniforme en cada capa. Se debe aplicar el agua requerida, a efecto de que el material tenga su contenido de humedad necesario para lograr la máxima compactación. Será responsabilidad del Contratista, el asegurar un contenido de humedad uniforme en la totalidad de cada capa, por los medios que sean necesarios.

Cuando se construya un terraplén a media ladera, al llegar tanto el relleno como el corte a la elevación de la sub-rasante, la parte de la sub-rasante que quedó en corte se debe de escarificar a una profundidad uniforme de por lo menos 300 milímetros a partir de dicha elevación; el material debe ser mezclado y conformado con motoniveladora, aplicándole enseguida agua y compactándolo de acuerdo con los requisitos indicados anteriormente y a la misma densidad del terraplén adyacente.

### **2.3.3. Compactación de terraplenes**

Los terraplenes se deben compactar como mínimo al 90% de la densidad máxima, determinada por el método AASHTO T 180 y los últimos 300 milímetros se deben compactar como mínimo, al 95% de la densidad máxima determinada por el método citado.

En secciones de corte, la sub-rasante debe ser escarificada hasta una profundidad de 300 milímetros inmediatamente debajo del nivel de diseño de la sub-rasante; a continuación debe ser compactada hasta el 95% de la densidad máxima determinada como se indica en el párrafo anterior.

En ambos casos, la compactación se comprobará en el campo, de preferencia mediante el método AASHTO T 191 (ASTM D 1556). Con la aprobación escrita del supervisor, se pueden utilizar otros métodos técnicos, incluyendo los no destructivos.

#### **2.3.4. Cunetas**

Las cunetas que drenen el agua de los cortes a los terraplenes, se deben construir en tal forma, que se evite cualquier daño a dichos terraplenes, debido a la erosión y darles una pendiente adecuada, removiendo todas las raíces, rocas o materias similares salientes que obstruyan el libre corrimiento de las aguas, para evitar el rebalse de la misma sobre el terraplén. Todo el material excavado de las cunetas se debe depositar fuera de los límites de la carretera, salvo que se indique de otra manera en los planos o lo autorice por escrito el supervisor; y no se debe dejar apilado en montones que tengan mal aspecto, sino que se debe esparcir en capas uniformemente conformadas.

#### **2.3.5. Alcantarillas**

Para este proyecto se utilizará tubería de hierro galvanizado corrugado con diámetro de 30" (750 mm).



### **2.3.6. Mampostería de piedra y mortero para cabezales**

La piedra puede ser canto rodado o material de cantera labrado o no labrado. La piedra debe ser dura, sana, libre de grietas u otros defectos que tiendan a reducir su resistencia a la intemperie. Las superficies de las piedras deben estar exentas de tierra, arcilla o cualquier material extraño, que pueda obstaculizar la perfecta adherencia del mortero. Las piedras pueden ser de forma cualquiera y sus dimensiones pueden variar la menor de 50 mm - 75mm y la mayor de 150 - 175 mm. Las piedras deben ser de materiales que tengan un peso mínimo de 1,390 Kg/m<sup>3</sup>.

El mortero debe estar formado por una parte de cemento hidráulico y por dos partes de agregado fino, proporción en volumen. Las superficies de las piedras se deben humedecer antes de colocarlas, deben ser rechazadas las piedras cuyos defectos no se pueden remover por medio de agua y cepillo. Las piedras limpias se deben ir colocando cuidadosamente en su lugar de tal manera de formar en lo posible hiladas regulares. Las separaciones entre piedra y piedra no deben ser menores de 15 mm ni mayores de 30 mm. Se deben colocar las piedras de mayores dimensiones, en la base o parte inferior y una selección de ellas en las esquinas, de cualquier estructura.

Incluyendo la primera hilada, las piedras se deben colocar de tal manera que las caras de mayores dimensiones queden en un plano horizontal. Los lechos de cada hilada y la nivelación de sus uniones, se deben llenar y conformar totalmente con mortero.

Cuando las piedras sean de origen sedimentario, se deben colocar de manera que los planos de estratificación queden en lo posible normales a la dirección de los esfuerzos. Excepto en las superficies visibles, cada piedra debe ir completamente recubierta por el mortero.

Las piedras se deben manipular en tal forma, que no golpeen a las ya colocadas para que no alteren su posición. Se debe usar el equipo adecuado para la colocación de las piedras grandes que no puedan ser manejadas por medios manuales. No se debe permitir rodar o dar vuelta a las piedras sobre el muro, ni golpearlas o martillarlas una vez colocadas. Si una piedra se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, se debe remover la piedra y el mortero circulante y colocarla de nuevo.

### **2.3.7. Limpieza final**

Después de que hayan sido completamente terminados los trabajos de terracería, se deben limpiar las áreas comprendidas a ambos lados de la carretera, de toda madera de construcción, escombros, maleza, trozas, rocas sueltas, piedras grandes, material regado y demás residuos o deshechos; incluyendo una limpieza general de cunetas, alcantarillas y canales en una longitud de 10 metros a la entrada y salida de las alcantarillas, a efecto de que los lugares citados, queden despejados y acordes con el paisaje natural.

## **2.4. Movimiento de tierras**

Para llevar a cabo el cálculo del movimiento de tierra, el procedimiento a utilizar consiste inicialmente en hacer el listado de las estaciones de las que se poseen secciones transversales, las cuales fueron levantadas en el campo. Luego se procede a identificar los PC y los PT de cada curva, así como el grado de curvatura. A continuación se le coloca la velocidad a la que fue diseñada cada una, con éste dato se puede pasar al siguiente paso, que es el cálculo del peralta, sobreebancho y el corrimiento.

Luego se pasa al diseño y cálculo de la subrasante (pendientes y elevaciones de PIV), para después efectuar el cálculo de la elevación de la subrasante para todas las estaciones del listado, y las correcciones por curva vertical. Después se procede a dibujar la sección típica con los datos de elevación de subrasante ya corregida, el peralte, el sobreebancho y el corrimiento. Seguidamente se determina el área de corte o relleno de cada sección típica, tomando en cuenta la altura de limpia y chapeo que se debe remover, la que generalmente se toma de 30 cm.

Con el ploteo de las secciones transversales podemos determinar las coordenadas para cada punto referidas a la línea central de la misma y luego por el método de los determinantes encontramos el área de manera exacta.

Con el área de cada una de las secciones se integran los volúmenes por el método del promedio de áreas extremas, sumando dos áreas de sección contiguas, promediándolas y multiplicándolas por la mitad de la distancia entre ambas. Las secciones se calculan según la topografía del terreno a distancias no mayores de 30 m. El movimiento de tierra está fundamentado en los volúmenes a mover en relación a las distancias de acarreo, para ello interviene diferentes conceptos de los cuales dependerá la economía del proyecto.

### **Acarreo libre**

Es la distancia a la que se hace el movimiento de un volumen si se requieren trabajos elaborados o en el caso de contratos sin llegar a un pago adicional, y está fijado para una longitud no mayor de 500 metros.

### **Sobre acarreo**

Es el transporte de los materiales a una distancia mayor de quinientos metros, y se obtiene multiplicando el volumen a mover por la distancia que hay del centro de gravedad del corte al centro de gravedad del terraplén; de acuerdo a la distancia que se tenga que mover se puede hacer con camión o maquinaria.

### **Préstamo lateral**

La diferencia que se necesite para formar un terraplén al no compensarlo con un corte requerirá de un volumen adicional, denominado préstamo que se obtendrá de la parte lateral del camino.

### **Préstamo de banco**

Se presenta en las mismas condiciones que el anterior solo que por la calidad del material o por no encontrarlo sobre el camino se utilizara de un lugar especial según convenga, por lo general este acarreo se realiza con camiones.

### **Diagrama de masas**

La curva masa busca el equilibrio para la calidad y economía de los movimientos de tierras, además es un método que indica el sentido del movimiento de los volúmenes excavados, la cantidad y la localización de cada uno de ellos.

Las ordenadas de la curva resultan de sumar algebraicamente a una cota arbitraria inicial el valor del volumen de un corte con signo positivo y el valor del terraplén con signo negativo; como ábsidas se toma el mismo caminamiento utilizado en el perfil. Los volúmenes se corrigen aplicando un coeficiente de abundamiento a los cortes o aplicando un coeficiente de reducción para el terraplén.

### **El procedimiento para el proyecto de la curva masa**

- Se proyecta la sub-rasante sobre el dibujo del perfil del terreno.
- Se determina en cada estación, o en los puntos que lo ameriten, los espesores de corte o terraplén.
- Se dibujan las secciones transversales topográficas (secciones de construcción)
- Se dibuja la plantilla del corte o del terraplén con los taludes escogidos según el tipo de material, sobre la sección topográfica correspondiente, quedando así dibujadas las secciones transversales del camino.
- Se calculan las áreas de las secciones transversales del camino.
- Se calculan los volúmenes abundando los cortes o haciendo la reducción de los terraplenes, según el tipo de material y método promedio de áreas extremas.
- Se dibuja la curva con los valores anteriores.

## **Dibujo de la curva masa**

Se dibuja la curva masa con las ordenadas en el sentido vertical y las abscisas en el sentido horizontal utilizando el mismo dibujo del perfil. Cuando está dibujada la curva se traza la compensadora que es una línea horizontal que corta la curva en varios puntos.

Podrán dibujarse diferentes alternativas de línea compensadora para mejorar los movimientos, teniendo en cuenta que se compensan más los volúmenes cuando la misma línea compensadora corta más veces la curva, pero algunas veces el querer compensar demasiado los volúmenes, provoca acarreos muy largos que resultan más costosos que otras alternativas.

## **Determinación del desperdicio**

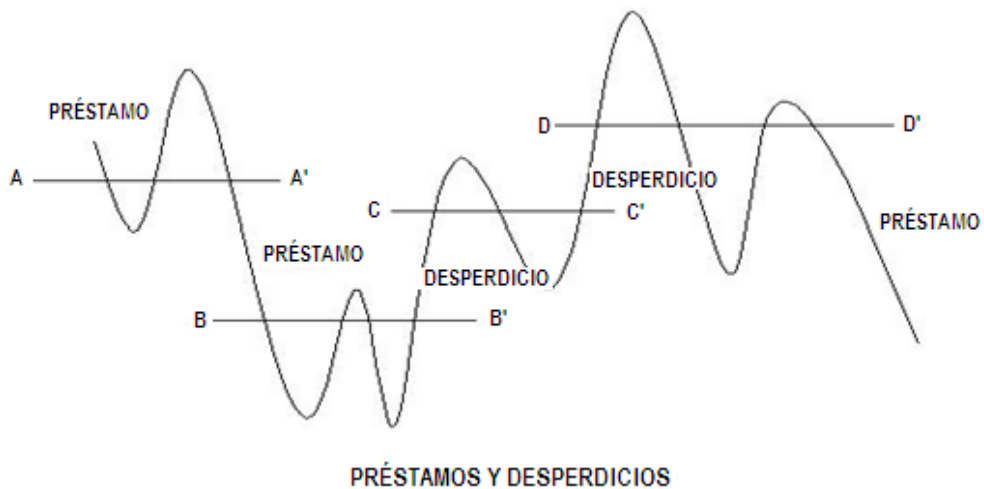
Cuando la línea compensadora no se puede continuar y existe la necesidad de iniciar otra, habrá una diferencia de ordenadas. Si la curva masa se presenta en el sentido del cadenamamiento en forma ascendente la diferencia indicará el volumen de material que tendrá que desperdiciarse lateralmente al momento de la construcción.

## Determinación de los préstamos

Se trata del mismo caso anterior solo que la curva masa se presentará en forma descendente, la decisión de considerarlo como préstamo de un banco cercano al camino o de un préstamo de la parte lateral del mismo, dependerá de la calidad de los materiales y del aspecto económico, ya que los acarrees largos por lo regular resultan muy costosos.

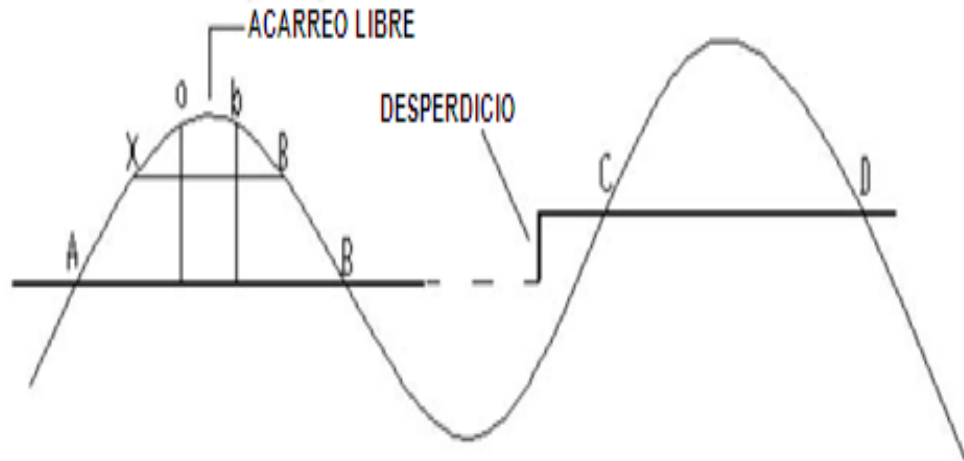
Figura 4. a) Curva de masa con material de préstamo y desperdicio  
b) Acarreo libre

a)





b)



### Determinación del acarreo libre

Se corre horizontalmente la distancia de acarreo libre 500 metros, de tal manera que toque dos puntos de la curva, la diferencia de la ordenada de la horizontal al punto más alto o más bajo de la curva, es el volumen.

### Determinación del sobre acarreo

Se traza una línea en la parte media de la línea horizontal compensadora y la línea horizontal de acarreo libre. La diferencia de abscisas X – B será la distancia a la que hay que restarle el acarreo libre para obtener la distancia media de sobre acarreo convertida en estaciones y aproximada al décimo.

El volumen se obtendrá restando la ordenada de la línea compensadora A – B a la de la línea de acarreo libre a-b.

## **Propiedades de la curva masa**

a) La curva crece en el sentido del cadenamamiento cuando se trata de cortes y decrece cuando predomina el terraplén.

b) En las estaciones donde se presenta un cambio de ascendente a descendente o viceversa se presentara un máximo y un mínimo respectivamente.

c) Cualquier línea horizontal que corta a la curva en dos extremos marcará dos puntos con la misma ordenada de corte y terraplén indicando así la compensación en este tramo por lo que serán iguales los volúmenes de corte y terraplén. Esta línea se denomina compensadora y es la distancia máxima para compensar un terraplén con un corte.

d) La diferencia de ordenada entre dos puntos indicará la diferencia de volumen entre ellos.

e) El área comprendida entre la curva y una horizontal cualquiera, representa el volumen por la longitud media de acarreo

f) Cuando la curva se encuentra arriba de la horizontal el sentido del acarreo de material es hacia delante, y cuando la curva se encuentra abajo el sentido es hacia atrás, teniendo cuidado que la pendiente del camino lo permita.

## **2.5. Maquinaria a utilizar**

### **Selección de equipo básico**

El tipo de material que se va a excavar puede determinar el equipo a utilizar, ahora bien se debe tener en cuenta la distancia y el tipo de acarreo.

Para las rocas es recomendable utilizar un cargador frontal o una pala, para excavar tierra, si se puede construir un camino para transporte, es preferible utilizar escrepas. Pero si hay que mover la tierra a varios kilómetros en calles o caminos existentes, la selección sería un cargador frontal, una pala mecánica, o una pala de arrastre o cuchara de arrastre para cargar camiones de volteo. Por lo tanto al seleccionar el equipo básico se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Tipo de material que se va a excavar
- Tipo y tamaño de equipo para transporte
- Volumen de material excavado que se va a mover
- Volumen que se va mover por unidad de tiempo
- Longitud de acarreo
- Tipo de camino para el acarreo
- Equipo básico para excavación

Una retroexcavadora es la maquina de mayor uso para excavaciones. Es una unidad motriz con ruedas, y también puede usarse para zanjeo Un tractor de oruga con una cuchilla frontal o “bulldozer” que se desplaza verticalmente, puede empujar la tierra de un lugar a otro y conformar la superficie. También puede usarse para derribar árboles y desarraigar troncos.

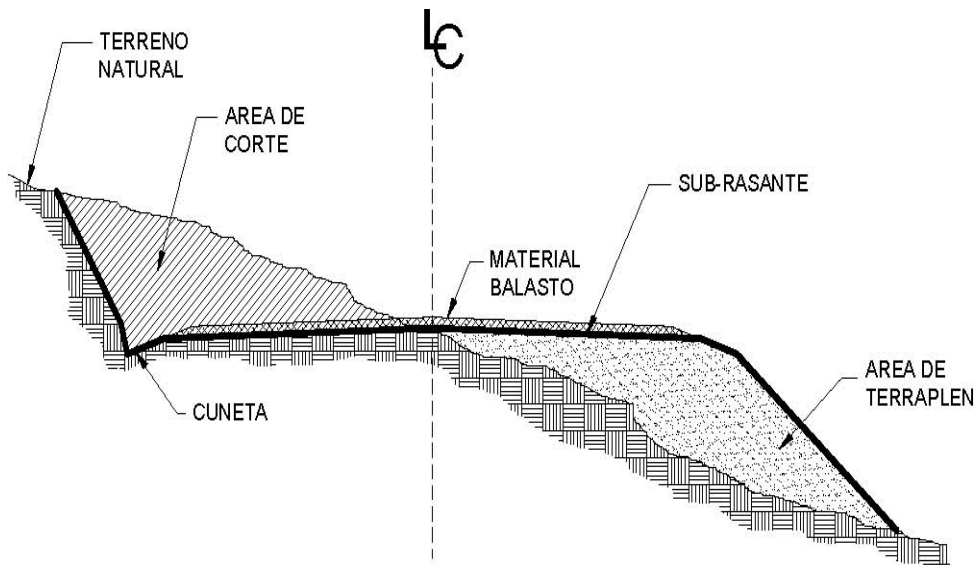
Para despirme los bulldozers están limitados por la distancia de empuje o de acarreo, pero son útiles en terrenos pantanosos o inundados. Las escrepas están limitadas por el tipo de terreno y la capacidad soporte del suelo.

## 2.6. Elementos de un tramo carretero

### 2.6.1. Secciones típicas

Es la representación gráfica transversal y acotada mostrada en los planos, que indica las partes componentes de una carretera. Los elementos de sección transversal de un camino incluyen la superficie de rodamiento (terracería), los acotamientos, la pendiente transversal (bombeo), los taludes, y donde son aplicables las fajas centrales, barreras, barras de protección y las cunetas; además el área de corte, área de terraplén, la sub-rasante.

Figura 5. Componentes de una sección típica



### 2.6.2. Pendientes

Las pendientes que se deben mantener son las siguientes: para terrenos llanos el 10 %, para terreno ondulado el 12 % y para terrenos montañosos el 14 %. La pendiente mínima recomendada es de 2.0 % para drenaje longitudinal.

### 2.6.3. Ancho de rodadura

El ancho de rodadura esta en función del tipo de carretera, llamada también ancho de calzada. A continuación se presentan los tipos de carretera más utilizados:

Tabla I. Anchos de rodadura para diferentes tipos de carretera

TIPO DE CARRETERA	T.P.D.	ANCHO DE CALZADA
Tipo A	3,000 a 5,000	2 x 7.20 m
Tipo B	1,500 a 3,000	7.20 m
Tipo C	900 a 1,500	6.50 m
Tipo D	500 a 900	6.00 m
Tipo E	100 a 500	5.50 m
Tipo F	10 a 100	5.50 m

Fuente: Secciones típicas. Departamento de carreteras. Dirección General de Caminos

#### **2.6.4. Tangentes**

##### **Tangente horizontal**

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas, así la tangente es la longitud comprendida entre el fin de una curva anterior (PT) y el principio de la siguiente (PC). A cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina: punto de observación en tangente (POT). Las tangentes horizontales estarán definidas por su longitud y su azimut; además tienen su longitud mínima y se debe tomar en cuenta las siguientes condiciones:

- a) Entre dos curvas circulares inversas con transición mixta deberá ser igual a la semi suma de las longitudes de dichas transiciones.
- b) Entre dos curvas circulares inversas con espirales de transición, podrá ser igual a cero.
- c) Entre dos curvas circulares inversas cuando una de ellas tiene espiral de transición y la otra tiene transición mixta, deberá ser igual a la mitad de la longitud de la transición mixta.
- d) Entre dos curvas circulares del mismo sentido, la longitud mínima de tangente no tiene valor especificado.

La longitud máxima de tangentes no tiene límite especificado y el azimut definirá la dirección.

## **Tangente vertical**

Se caracteriza por su longitud y su pendiente, la cual es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma. Existen pendientes mínimas, máximas y gobernadora. La pendiente máxima es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y queda determinada por el volumen y la composición del tránsito y la topografía del terreno. La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje, en los terraplenes pueden ser nulas (0 %), dado que en ese caso actúa el drenaje transversal, en los corte se recomienda el 2% como mínimo, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas. La pendiente gobernadora es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea de sub-rasante para dominar un desnivel determinado en función de las características del tránsito y de la topografía del terreno, y la pendiente máxima para terrenos montañosas se puede utilizar de 14 %.

### **2.6.5. Drenajes**

Las obras de drenaje son elementos estructurales que eliminan la inaccesibilidad de un camino, provocada por el agua o la humedad. Los objetivos primordiales de las obras de drenaje son:

- a) Dar salida al agua que se llegue a acumular en el camino.
- b) Reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia el camino.
- c) Evitar que el agua provoque daños estructurales.

De la construcción de las obras de drenaje, dependerá en gran parte la vida útil, facilidad de acceso y la vida útil del camino.

### **Tipos de drenaje**

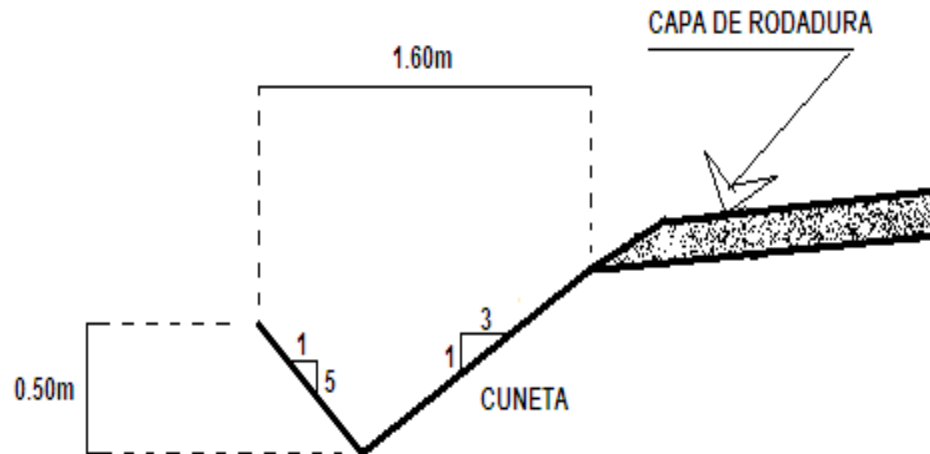
Para llevar a cabo lo anteriormente citado, se utiliza el drenaje superficial y el drenaje subterráneo. El drenaje superficial se construye sobre la superficie del camino o terreno, con funciones de captación, salida, defensa y cruce, algunas obras cumplen con varias funciones al mismo tiempo. En el drenaje superficial encontramos: cunetas, contra cunetas, bombeo, lavaderos, zampeados, y el drenaje transversal.

### **Cunetas**

Las cunetas son zanjas que se hacen en uno o ambos lados del camino, con el propósito de conducir las aguas provenientes de la corona y lugares adyacentes hacia un lugar determinado, donde no provoque daños, su diseño se basa en los principios de los canales abiertos. Existen diversas formas para construir las cunetas, en la actualidad las más comunes son las triangulares.



Figura 6. Detalles de cuneta



### Bombeo

Es la inclinación que se da ha ambos lados del camino, para drenar la superficie del mismo, evitando que el agua se encharque provocando reblandecimientos o que corra por el centro del camino causando daños debido a la erosión.

El bombeo depende del camino y tipo de superficie, se mide su inclinación en porcentaje y es usual un 2 a 4 por ciento en caminos revestidos.

## **Drenaje Transversal**

Su finalidad es permitir el paso transversal del agua sobre un camino, sin obstaculizar el paso. En este tipo de drenajes, algunas veces será necesario construir grandes obras u obras pequeñas denominadas obras de drenaje mayor y obras de drenaje menor, respectivamente.

El objetivo del drenaje transversal es dar paso rápido al agua que no pueda desviarse de otra forma y tenga que cruzar de un lado a otro del camino. En éstas obras de drenaje transversal están comprendidos los puentes y las alcantarillas. En cuanto a las alcantarillas es recomendable construirlas a cada 300 metros como máximo, y necesariamente en las curvas verticales cóncavas, utilizando tubería de 30" como mínimo. En el caso del proyecto del parcelamiento La Isla Machaquilá, se localizaron 23 drenajes transversales.

Como obras de protección pueden citarse: muros, revestimientos, desarenadores y disipadores de energía. A las tuberías se les construirán muros cabezales en la entrada y salida, y tragante en la entrada cuando se trate de alcantarillas que servirán para aliviar cunetas o de corrientes muy pequeñas. Cuando se trate de corrientes que su área de descarga no pase de 2 metros cuadrados se les hará muros cabezales y en lugar de tragante de entrada se instalarán aletones rectos a 45°, o en "L". El colchón mínimo para protección de los tubos deberá ser de 0.60 metros para que la carga viva se considere uniformemente distribuida.

## **Consideraciones hidráulicas**

Para determinar si una alcantarilla o drenaje transversal es adecuado, es importante los siguientes factores: el alineamiento, la pendiente y los métodos de instalación. Si una alcantarilla se obstruye, se disloca o se socava, es señal que no tiene capacidad adecuada, ni presta el servicio que se espera de ella. Se puede necesitar alguna protección contra la socavación y la erosión que siempre existe.

### **Corriente de agua**

Existen dos tipos diferentes de flujo laminar y turbulento; generalmente es éste último el que predomina. En el caso de flujo turbulento la resistencia del agua se drena a través del conductor y depende de la viscosidad, densidad y velocidad; además de la longitud, rugosidad y sección transversal de la alcantarilla.

La altura de presión necesaria para vencer esta resistencia se conoce como pérdida de carga por fricción. Esta pérdida de carga en canales, que es el caso de las alcantarillas, está dada por la diferencia de elevación de la superficie de agua entre los puntos considerados. En algunos casos es necesario considerar otras pérdidas llamadas menores, entre las cuales están las pérdidas a la entrada y salida de la alcantarilla.

## **Gradiente hidráulico**

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

## **Diseño hidráulico**

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

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

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

Al diseñar las estructuras de drenaje se busca saber, entre otras cosas, el tamaño de dichas estructuras, el diámetro de un tubo de alcantarilla y la distancia a que deben quedar las cunetas. Si se conoce el volumen del agua que pasará a través de una estructura se sabrá exactamente cómo calcular los parámetros anteriormente mencionados. Si una estructura no puede acomodar toda la descarga, entonces el agua se fuerza a ir sobre ella, alrededor de ella, o se acumula, dando como resultado el asolvamiento, socavación o daño de la misma.

La capacidad total para cualquier estructura deberá determinarse en base a una combinación de factores, además de la descarga calculada. Éstos incluyen aumentos posibles en la descarga, debido a cambios en el uso de la tierra de la cuenca, como desarrollo, deforestación o cambios en intensidades y modelos de precipitación. También se debe prever la capacidad extra para arrastrarse, particularmente río debajo de las áreas que han sido taladas o destinadas a la agricultura. Dependiendo del riesgo y costo de la estructura, puede hacerse una previsión para capacidad extra debido a la inexactitud en el proceso de diseño hidrológico. La descarga puede determinarse por varios métodos hidrológicos, como lo son por medio de fórmulas, por medio de observación y por medio de marcas de agua.

Por medio de fórmulas: todas las fórmulas toman en cuenta la cantidad de lluvia, el tamaño de la cuenta, la pendiente y condiciones de vegetación de la misma. Las fórmulas más conocidas son:

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

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

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

Por medio de marcas de agua o crecientes máximas: la descarga puede ser determinada por las marcas que deja el agua al haber una correntada. Cuando una corriente alcanza su máximo nivel, siempre deja señas de todo lo que arrastró a su paso. En este caso pueden tomarse medidas del cauce al cortar la línea central de la carretera. Se debe obtener el perfil transversal a dicho cause perpendicular a dicha línea, y anotar los datos de corriente máxima, creciente normal, la cual puede aumentarse en un 10% para tener un margen de seguridad aceptable, y también las corrientes extra máximas, información que por lo general es proporcionada por los vecinos del lugar.

Otra manera para calcular la descarga es por medio de registros históricos de correntadas, utilizando información tabulada de ríos y riachuelos específicos de la zona.

También puede utilizarse información general de la intensidad pluvial de la región, análisis regresivo de una región específica, para determinar las corrientes en función de la cuenta y sus características.

### **El método racional**

Es un método muy utilizado para medir descargas de pequeños drenajes, y consiste en una fórmula para calcular la esorrentía superficial de una cuenca hidrográfica. Se adapta muy bien para la determinación de la esorrentía para drenaje superficial de carreteras y descargas para alcantarillas o tuberías de pequeñas cuencas. Por lo general, se obtienen resultados con este método para cuentas menores de 120 hectáreas, pero puede utilizarse para estimar cuencas mucho mayores, aunque con menos precisión, siempre y cuando no pueda aplicarse algún otro método por falta de información o datos para llevar a cabo un cálculo exhaustivo. En el método racional se asume que la intensidad de lluvia sobre el área de drenaje es uniforme para un tiempo considerado.

La fórmula racional es la siguiente:

$$Q = CiA / 360$$

Donde:

Q = Caudal de esorrentía, en metro cúbicos por segundo ( $m^3/seg$ )

C = Coeficiente de esorrentía (adimensional)

i = Intensidad de lluvia, en milímetros por hora (mm/hr)

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

## Parámetros de la fórmula racional

**Coefficiente de escorrentía:** Es el porcentaje de agua total llovida tomada en consideración, puesto que no todo el volumen de precipitación pluvial drena por medio de alcantarilla natural o artificial. Esto se debe a la evaporación, infiltración, detención en el suelo, etc. Por lo que existirá diferente coeficiente para cada tipo de terreno, el cual será mayor cuanto más impermeable sea la superficie.

Los coeficientes de escorrentía más utilizados en carreteras se enumeran a continuación:

Tabla II. Coeficientes de escorrentía

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 proyecto de carretera hacia el parcelamiento La Isla Machaquilá se utilizará el coeficiente de escorrentía de 0.25, ya que se trata de suelo duro y bosque.



**Intensidad de lluvia (I):** Es uno de los factores más difíciles de obtener y está expresado como el promedio de intensidad de lluvia en milímetros por hora para una selección de frecuencia de recurrencia y una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca. Al inicio de la tormenta, la escorrentía parte desde la distancia más lejana de la cuenca, que no alcanza el punto de descarga, y cuando el agua alcanza el punto de descarga, se encuentra el tiempo de concentración, entonces, puede suceder un paso de corriente permanente. Este período inicial es el tiempo de concentración (t). Para cuencas pequeñas, un tiempo de concentración recomendado es de cinco minutos para encontrar la intensidad utilizando una determinada descarga de diseño.

La fórmula para calcular la Intensidad de lluvia es:

$$I = a / (t + B)$$

Donde a y B = constantes proporcionadas por el INSIVUMEH  
t = tiempo de concentración de lugar analizado, que generalmente se considera en 12 minutos.

### **2.6.6 Material balasto**

Es un material clasificado que se coloca sobre la sub-rasante terminada de una carretera, con el objeto de protegerla y de que sirva de superficie de rodadura. Debe ser de calidad uniforme y estar exento de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1,450 Kg/m<sup>3</sup> (90 lb/pie<sup>3</sup>) determinado por el método AASHTO T 19.

El tamaño máximo del agregado grueso del balasto no debe exceder de  $\frac{2}{3}$  del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros. El que sea mayor, debe ser separado ya sea por tamizado en el banco de material.

Conforme se vaya terminando de construir la sub-rasante, se debe colocar la capa de balasto. No se debe dejar sin cubrir la sub-rasante, en una longitud mayor de 2 kilómetros. El espesor total de la capa de balasto no debe ser menor de 100 milímetros ni mayor de 250 milímetros. Las capas de balasto se deben compactar como mínimo al 95% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180.

## **2.7. Descripción de diseño de carretera**

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 del criterio del diseño geométrico adoptado; estos criterios a su vez, dependen del tipo e intensidad del tráfico futuro, así como de la velocidad del proyecto.

Para el presente proyecto se tomó el criterio de diseño de la Dirección General de Caminos, la cual da especificaciones para diferentes tipos de carreteras, habiéndose utilizado para este caso las normas correspondientes a una carretera tipo E.

Los parámetros que caracterizan a este tipo de carretera son los siguientes:

- Tráfico Promedio Diario (t.p.d) de 100 a 500.
- Velocidad de diseño: la velocidad de diseño disminuye conforme el terreno cambia de plano a ondulado y montañoso. Entonces se ha seleccionado la velocidad de 30 kph.
- Ancho de calzada: 5.50 m.
- Pendiente: La pendiente máxima según las especificaciones es de 10%. Para el caso del presente proyecto, por ser un terreno montañoso y para evitar grandes cantidades de corte, disminuyendo así el desperdicio de material, en algunos tramos se obtuvo pendiente mayor que la máxima, sin embargo, se cuidó que fueran tramos cortos para mantener la seguridad.

#### **2.7.1. Ancho de corona**

Es la conformación final que se le da a la plataforma de la carretera y comprende la calzada y los hombros. Para este proyecto se diseño para un ancho de 5.50 m, debido al espacio disponible a todo lo largo del tramo.

#### **2.7.2. Rasante**

La rasante es la elevación de la línea central de una carretera, cuando ésta ya está construida, o sea, es el perfil que la carretera tendrá cuando esté terminada.

### **2.7.3. Ancho de carril**

Este se determina de acuerdo al tipo de carretera y al uso de la misma, se clasifican así:

- Rutas nacionales o de primer orden.
- Rutas departamentales o de segundo orden.
- Rutas municipales o de tercer orden.

Para el presente diseño es una Ruta municipal o de tercer orden, ya que únicamente comunica 2 poblados. El ancho de carril es de 2.75 m.

### **2.7.4. Hombros**

Son franjas que se construyen a ambos lados de la superficie de rodadura y tienen numerosas aplicaciones, como por ejemplo: estacionamiento de vehículos descompuestos. Los hombros también se conocen como paseos, arcenes o bermas. Debido al poco espacio disponible para el presente proyecto, no se dejaron hombros.

## **2.8. Cálculos numéricos para tramo carretero**

### **2.8.1. De diseño**

A continuación se muestra un detalle numérico de los resultados anotados en la libreta topográfica.

Tabla III. Detalle de libreta topográfica calculada

est	po	AZIMUT			ANGULO VERTICAL			LECTURA DE HILOS			DH	COTA
		°	'	"	°	'	"	hs	hm	hi		
0	E-0											100.0000
0	E-1	189	58	0	86	41	10	1.250	1.00	0.750	49.8329	103.4605
0	E-2	112	51	10	96	31	40	1.055	1.00	0.945	10.8578	102.7930
0	E-3	278	54	20	90	24	0	1.383	1.30	1.217	16.5992	102.9522
0	E-4	189	11	30	85	15	50	2.000	1.50	1.000	99.3183	111.2556
4	E-5	134	42	0	88	8	20	1.650	1.60	1.550	9.9895	111.5702
4	E-6	218	20	40	90	21	12	1.337	1.30	1.263	7.3997	111.8146
4	E-7	189	30	30	87	25	30	1.250	1.00	0.750	49.8991	114.6487
4	E-8	188	49	20	87	20	50	1.500	1.00	0.500	99.7858	119.8620
4	E-9	188	38	40	87	18	20	2.900	2.20	1.500	139.6906	125.8261
9	E-10	245	31	20	86	46	20	1.640	1.60	1.560	7.9746	126.1688
9	E-11	166	22	10	84	35	10	3.880	3.80	3.720	15.8576	125.3647
9	E-12	186	51	20	92	59	30	1.680	1.50	1.320	35.9019	123.4814
9	E-13	187	21	0	93	7	10	1.440	1.20	0.960	47.8579	121.1662
9	E-14	188	9	10	92	19	10	1.360	1.00	0.640	71.8821	118.7477
9	E-15	188	30	20	89	43	20	1.900	1.40	0.900	99.9976	119.3255
9	E-16	184	6	30	90	31	50	1.520	1.00	0.480	103.9911	118.8555
9	E-17	198	8	40	87	0	0	3.920	3.40	2.880	103.7151	122.3840
9	E-18	188	22	10	88	53	0	1.900	1.20	0.500	139.9468	125.4048
9	E-19	188	33	40	88	45	40	3.940	3.20	2.460	147.9308	126.8970
19	E-20	247	12	0	91	36	0	1.340	1.30	1.260	7.9938	126.7987
19	E-21	153	58	10	84	9	30	2.560	2.50	2.440	11.8757	126.9387
19	E-22	189	0	30	89	48	10	1.760	1.50	1.240	51.9994	127.0427
22	E-23	189	24	10	93	55	40	1.740	1.50	1.260	47.7748	123.6905
22	E-24	189	15	0	93	18	10	1.800	1.30	0.800	99.6681	118.0668
22	E-25	189	8	30	92	18	50	3.760	3.00	2.240	151.7522	110.3630
25	E-26	255	29	50	82	9	10	3.060	3.00	2.940	11.7763	110.4900
25	E-27	100	26	20	81	8	30	3.560	3.50	3.440	11.7154	110.3199
25	E-28	189	51	10	89	20	10	1.840	1.60	1.360	47.9936	110.7800
25	E-29	189	37	10	89	35	30	3.800	3.30	2.800	99.9949	109.6967
29	E-30	252	37	0	85	37	40	2.240	2.20	2.160	7.9535	109.4998
29	E-31	116	32	30	80	38	30	3.240	3.20	3.160	7.7885	108.9783
29	E-32	188	55	10	89	17	0	1.960	1.70	1.440	51.9919	109.3237
29	E-33	189	12	10	88	39	10	1.900	1.40	0.900	99.9447	111.6692
33	E-34	102	50	0	87	41	20	1.660	1.60	1.540	11.9805	112.0507
33	E-35	227	2	40	88	14	0	1.340	1.30	1.260	7.9924	112.4952
33	E-36	190	15	30	87	54	0	1.840	1.60	1.360	47.9355	114.1509

est	Po	AZIMUT			ANGULO VERTICAL			LECTURA DE HILOS			DH	COTA
		°	'	"	°	'	"	hs	hm	hi		
33	E-37	189	41	40	87	53	50	1.900	1.40	0.900	99.8654	117.9157
33	E-38	189	32	50	87	30	40	1.960	1.20	0.440	151.7134	124.8081
38	E-39	94	51	0	92	48	10	1.065	1.00	0.935	12.9689	124.6782
38	E-40	281	5	40	93	57	10	1.340	1.30	1.260	7.9620	124.3330
38	E-41	189	42	10	88	55	10	1.640	1.40	1.160	47.9829	125.3431
41	E-42	120	38	30	92	53	0	1.245	1.20	1.155	8.9772	125.1629
41	E-43	259	29	40	93	19	0	0.740	0.70	0.660	7.9732	125.4729
41	E-44	189	48	20	92	36	10	1.440	1.20	0.960	47.9010	123.5674
41	E-45	189	27	10	91	3	40	1.800	1.30	0.800	99.9657	121.8878

Tabla IV. Datos de curvas horizontales para tramo carretero

REPORTE DE ALINEAMIENTO DE CURVAS HORIZONTALES  
ALINEAMIENTO HACIA PARCELAMIENTO LA ISLA MACHAQUILÁ

-----  
Tangent Data  
Length: 790.54 Course: S 08-58-30 W

-----  
Tangent Data  
Length: 501.71 Course: S 09-33-10 W

-----  
Tangent Data  
Length: 593.48 Course: S 09-44-35 W

-----  
Tangent Data  
Length: 595.60 Course: S 09-45-21 W

-----  
Tangent Data  
Length: 386.28 Course: S 10-10-40 W

-----  
Circular Curve Data  
Delta: 44-01-08 Type: RIGHT  
Radius: 45.84 DOC: 124-59-27  
Length: 35.22 Tangent: 18.53  
Mid-Ord: 3.34 External: 3.60

Chord: 34.36 Course: S 32-11-13 W  
Es: 3.60

---

Tangent Data  
Length: 290.60 Course: S 54-11-47 W

---

Circular Curve Data  
Delta: 07-33-03 Type: LEFT  
Radius: 114.59 DOC: 50-00-02  
Length: 15.10 Tangent: 7.56  
Mid-Ord: 0.25 External: 0.25  
Chord: 15.09 Course: S 50-25-16 W  
Es: 0.25

---

Tangent Data  
Length: 519.39 Course: S 46-38-45 W

---

Circular Curve Data  
Delta: 46-38-45 Type: LEFT  
Radius: 38.20 DOC: 149-59-20  
Length: 31.10 Tangent: 16.47  
Mid-Ord: 3.12 External: 3.40  
Chord: 30.25 Course: S 23-19-22 W  
Es: 3.40

---

Tangent Data  
Length: 99.83 Course: S 00-00-00 W

---

Circular Curve Data  
Delta: 62-40-27 Type: RIGHT  
Radius: 38.20 DOC: 149-59-20  
Length: 41.79 Tangent: 23.26  
Mid-Ord: 5.57 External: 6.52  
Chord: 39.73 Course: S 31-20-13 W  
Es: 6.52

---

Tangent Data  
Length: 326.46 Course: S 62-40-27 W

---

Circular Curve Data  
Delta: 54-53-28 Type: LEFT  
Radius: 57.30 DOC: 99-59-33  
Length: 54.90 Tangent: 29.76

Mid-Ord: 6.45 External: 7.27  
Chord: 52.82 Course: S 35-13-43 W  
Es: 7.27

---

Tangent Data

Length: 1255.48 Course: S 07-46-59 W

---

Circular Curve Data

Delta: 33-15-49 Type: RIGHT  
Radius: 114.59 DOC: 50-00-02  
Length: 66.53 Tangent: 34.23  
Mid-Ord: 4.79 External: 5.00  
Chord: 65.60 Course: S 24-24-54 W  
Es: 5.00

---

Tangent Data

Length: 121.44 Course: S 41-02-48 W

---

Circular Curve Data

Delta: 30-21-18 Type: LEFT  
Radius: 76.39 DOC: 75-00-15  
Length: 40.47 Tangent: 20.72  
Mid-Ord: 2.66 External: 2.76  
Chord: 40.00 Course: S 25-52-09 W  
Es: 2.76

---

Tangent Data

Length: 104.72 Course: S 10-41-30 W

---

Circular Curve Data

Delta: 55-55-47 Type: LEFT  
Radius: 45.84 DOC: 124-59-27  
Length: 44.75 Tangent: 24.34  
Mid-Ord: 5.35 External: 6.06  
Chord: 42.99 Course: S 17-16-23 E  
Es: 6.06

---

Tangent Data

Length: 24.53 Course: S 45-14-17 E

---

Circular Curve Data

Delta: 52-32-25 Type: RIGHT  
Radius: 38.20 DOC: 149-59-20



Length: 35.03 Tangent: 18.85  
Mid-Ord: 3.95 External: 4.40  
Chord: 33.81 Course: S 18-58-04 E  
Es: 4.40

---

Tangent Data

Length: 573.19 Course: S 07-18-08 W

---

Circular Curve Data

Delta: 87-03-51 Type: RIGHT  
Radius: 38.20 DOC: 149-59-20  
Length: 58.05 Tangent: 36.29  
Mid-Ord: 10.51 External: 14.49  
Chord: 52.62 Course: S 50-50-04 W  
Es: 14.49

---

Tangent Data

Length: 148.58 Course: N 85-38-01 W

---

Circular Curve Data

Delta: 92-18-31 Type: RIGHT  
Radius: 38.20 DOC: 149-59-20  
Length: 61.54 Tangent: 39.77  
Mid-Ord: 11.74 External: 16.95  
Chord: 55.10 Course: N 39-28-45 W  
Es: 16.95

---

Tangent Data

Length: 96.88 Course: N 06-40-30 E

---

Circular Curve Data

Delta: 06-15-00 Type: LEFT  
Radius: 114.59 DOC: 50-00-02  
Length: 12.50 Tangent: 6.26  
Mid-Ord: 0.17 External: 0.17  
Chord: 12.49 Course: N 03-33-00 E  
Es: 0.17

---

Tangent Data

Length: 36.23 Course: N 00-25-30 E

---

Circular Curve Data

Delta: 12-43-27 Type: RIGHT

Radius:	76.39	DOC:	75-00-15
Length:	16.96	Tangent:	8.52
Mid-Ord:	0.47	External:	0.47
Chord:	16.93	Course:	N 06-47-14 E
Es:	0.47		

---

Tangent Data  
Length: 45.06 Course: N 13-08-57 E

### **2.8.2. Movimiento de tierra**

Cada una de las áreas calculadas con la tabla anterior constituye 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.

El cálculo de movimiento de tierras se obtuvo mediante resultados presentados por el programa "Land Civil".

### **2.8.3. Balance de masas**

Al igual que el movimiento de tierras, el cálculo de balance de masas se obtuvo mediante resultados presentados por el programa Land 2006.

## **2.9. Conceptos de estudios de suelos**

Los ensayos de laboratorio de suelos son de gran importancia para el inicio de cualquier tipo de construcción, tomando en cuenta la importancia y el valor de la misma. Por que dichos ensayos darán a conocer las características más importantes de la estructura del suelo en donde se apoyará la estructura.

### **2.9.1. Proctor**

El ensayo de compactación se entiende como el incremento artificial de su peso específico seco, por medios mecánicos. El ingeniero debe fijar los detalles del proceso de compactación para obtener la combinación óptima de propiedades ingenieriles deseables para el problema con el mínimo costo. Para hacer esta selección necesita conocer las relaciones entre el comportamiento del suelo y los detalles de puesta en obra del suelo que se trate. Esta información se deduce de los principios de la compactación, de pruebas de laboratorio y pruebas de campo.

Históricamente, el primer método, en el sentido de la técnica actual, es el debido a R. R. Proctor y es conocido hoy en día como la prueba de Proctor estándar. La prueba consiste en compactar el suelo en cuestión de tres capas, dentro de un molde de dimensiones y forma especificadas, por medio de golpes de un pisón, también especificado.

El pistón se deja caer libremente desde una altura prefijada, con lo cual se puede determinar la energía específica de la prueba, bajo condiciones dadas de humedad del suelo, y determinar así los pesos específicos secos, que graficados, proporcionarán las condiciones óptimas para la compactación del suelo. Debido al rápido desenvolvimiento del equipo de compactación de campo comercialmente disponible, la energía específica de compactación en la prueba de Proctor estándar empezó a no representar en forma adecuada las compactaciones mayores que podían lograrse con el equipo. Este condujo a una modificación de la prueba, aumentando la energía de compactación, conservando el número de golpes por capa, se elevó el número de éstas de 3 a 5, y modificando los pesos del pisón y de la altura de caída libre, llamando a esta nueva prueba Proctor modificado, normado por la A.A.S.H.T.O. T -180.

La densidad que se puede obtener en un suelo por medio de un método de compactación dado depende de su contenido de humedad. Al contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad) se le llama "Contenido óptimo de Humedad". En general, esta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación.

Antes de la realización de este ensayo, el material debe ser triturado, secado y pasado por el tamiz No. 4. Se entiende por triturado únicamente el espolvorear terrones, no así las gravas si las hubiere. La prueba de Proctor reproduce en el laboratorio el tipo de compactación uniforme de la parte inferior hacia la superficie de la capa compactada. En este ensayo se utilizó un pisón de 10 libras y una altura de caída de 18 pulgadas, compactando en 5 capas, usando para ello 25 golpes.

### **2.9.2. CBR**

Normado por la A.A.S.H.T.O. T-193. Este ensayo sirve para determinar el valor soporte del suelo compactado a la densidad máxima y humedad óptima, simulando las peores condiciones probables en el terreno, para lo cual las probetas obtenidas se sumergen completamente en una pila llena de agua. El C.B.R. se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, hasta la misma profundidad, de una muestra de suelo patrón de piedra triturada de propiedades conocidas.

Los valores de C.B.R. que se utilizan son:

0.1 pulgadas de penetración para un esfuerzo de 3,000 libras

0.2 pulgadas de penetración para un esfuerzo de 4,500 libras

### **2.9.3. Límites de Atterberg**

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

Los límites de atterberg son:

- Límite líquido
- Límite plástico
- Límite de retracción

Un suelo arcilloso con un alto contenido de humedad, posee una consistencia semilíquida; al perder agua por evaporación va aumentando su resistencia hasta alcanzar una consistencia plástica. Al continuar el secado llega a adquirir un estado semisólido y se agrieta o se deforma al ser deformado. Al intervalo de contenido de humedad en el cual un suelo posee consistencia plástica se le denomina intervalo plástico. El límite líquido es el contenido de humedad de un suelo en el límite inferior del intervalo plástico.

La transición de un estado a otro del suelo, en la realidad es gradual y por lo tanto resulta difícil fijarle límites al intervalo plástico, sin embargo a través de los trabajos de Atterberg se logró establecer procedimientos estandarizados que permiten estimar dichas fronteras del estado plástico del suelo.

El índice de plasticidad es la relación que existe al restar el límite plástico al límite líquido, y representa la variación de humedad que puede tener un suelo que se conserva en estado plástico. El índice de plasticidad, depende, generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo. Con los datos anteriores los suelos pueden ser clasificados mediante los sistemas: Unificado (SCU) y de la administración de carreteras estatales (PRA). No es más que la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Representa la variación de humedad que puede tener un suelo que se conserva en estado plástico. Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende, generalmente, de la cantidad de arcilla del suelo.

Según Atterberg:

I.P. = 0 suelo no plástico

I.P. = 7 suelo tiene baja plasticidad

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

#### **2.9.4. Granulometría**

El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso sirve para discernir sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad, en porcentaje, de los diversos tamaños de las partículas que constituye el suelo. Para el conocimiento de la composición granulométrica de un determinado suelo existen diferentes procedimientos. Para clasificar por tamaños las partículas, el procedimiento más expedito es el de tamizado. Sin embargo, al aumentar la finura de los granos, el tamizado se hace cada vez más difícil, teniéndose entonces que recurrir a procedimientos por sedimentación.

Conocida la composición granulométrica del material, se le representa gráficamente para formar la llamada curva granulométrica del mismo. Como tamaño de las partículas se puede considerar el diámetro de ellas, cuando es indivisible bajo la acción de una fuerza moderada, como la producida por un mazo de madera golpeando ligeramente.

Normado por la A.A.S.H.T.O. T-27. El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso sirve para discernir sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Los resultados de este análisis son luego representados en forma gráfica, obteniéndose con ello una curva de distribución granulométrica.

Con la curva obtenida, se calculan los siguientes coeficientes.

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

Donde:

$C_u$  = coeficiente de uniformidad

$D_{60}$  = tamaño correspondiente al 60%, obtenido de la curva

$D_{10}$  = tamaño correspondiente al 10%, obtenido de la curva

El coeficiente de uniformidad indica la variación del tamaño de los granos.

$$C_g = (D_{30})^2/D_{10} \cdot D_{60}$$



Donde:

Cg = coeficiente de graduación

D60 = tamaño correspondiente al 60%, obtenido de la curva

El coeficiente de graduación indica una medida de la forma de la curva entre D60 y D10.

Los valores del coeficiente de uniformidad y el de graduación indican si se tiene un suelo bien graduado para que las partículas pequeñas llenen los espacios vacíos entre los granos de mayor tamaño durante la compactación.

## **2.10. Resultados obtenidos de los estudios de suelos realizados**

Examen visual: arcilla ligeramente arenosa color café oscuro.

Densidad seca máxima: 1556 Kg/m<sup>3</sup>

Humedad óptima: 21.6%

% de grava: 0.00

% de arena: 48.40

% de finos: 51.60

Límite líquido: 44.1%

Límite plástico: 25.8%

Índice de plasticidad: 11.2%

Desgaste: 59%

Peso unitario seco: 98.0 lb/pie<sup>3</sup>

## 2.11. Elaboración de planos

Los planos finales que se realizaron contienen todos los detalles de la planta y del perfil del terreno y de la subrasante. En planta se colocaron todos los datos necesarios de las curvas horizontales, las longitudes de tangentes y también el caminamiento de cada principio de tangente y de curva; en el perfil se especifica la velocidad de diseño de la carretera, las diferentes elevaciones de cada punto, cambios de pendientes y los datos de las curvas verticales. Los planos elaborados para este proyecto son los siguientes:

1. Índice de planos y especificaciones.
2. Planta general.
3. Planta – perfil, tramo de 0+000 a 0+710.
4. Planta – perfil, tramo de 0+710 a 1+460.
5. Planta – perfil, tramo de 1+460 a 2+210.
6. Planta – perfil, tramo de 2+210 a 2+960.
7. Planta – perfil, tramo de 2+960 a 3+710.
8. Planta – perfil, tramo de 3+710 a 4+460.
9. Planta – perfil, tramo de 4+460 a 5+200.
10. Planta – perfil, tramo de 5+200 a 5+940.
11. Planta – perfil, tramo de 5+940 a 6+680.
12. Planta – perfil, tramos de 6+680 a 7+023.94 y de 6+758.40 a 7+020.
13. Planta – perfil, tramo de 7+020 a 7+514.88.
14. Secciones transversales tramo de 0+000 a 3+300.
15. Secciones transversales tramo de 3+320 a 6+360.
16. Secciones transversales tramos de 6+380 a 7+023.94 y de 6+754.76 a 7+500.
17. Detalles drenaje y sección típica.

## 2.12. Presupuesto

Para la realización de un presupuesto fiable se tomaron en cuenta términos que influyen directa e indirectamente en el manejo de un costo total para la ejecución del proyecto en mención, como por ejemplo:

- Distancia de fletes.
- Distintos precios en los lugares de distribución de materiales.
- Arrendamiento de maquinaria o si es propia, mantenimiento de la misma.
- Incrementar un porcentaje al costo si el proyecto no se va ejecutar a la mayor brevedad posible.

Tabla V. Presupuesto del proyecto tramo carretero

<b>CÁLCULO DE COSTOS PARA PROYECTO TRAMO CARRETERO</b>						
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>	
1	TRAZO Y NIVELACIÓN	7794.59	m <sup>2</sup>	Q 4.24	Q	33,049.06
2	MOVIMIENTO DE TIERRA	10014.64	m <sup>3</sup>	Q 162.51	Q	1,627,479.15
3	SUB-BASE (0.10 m DE ESPESOR)	4287.02	m <sup>2</sup>	Q 207.93	Q	891,400.07
4	CUNETAS	7794.02	ml	Q 48.76	Q	380,036.42
5	DRENAJES TRANSVERSALES	130.00	ml	Q 4,803.44	Q	624,447.20
6	TRANSPORTE DE MAQUINARIA	1.00	global	Q 23,925.00	Q	23,925.00
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>						<b>3,580,336.89</b>

### 2.13. Cronograma de ejecución

Tabla VI. Cronograma de ejecución de tramo carretero

Actividades	Mes 1			Mes 2				Mes 3				
	Semanas			Semanas				Semanas				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAZO Y NIVELACIÓN	■	■	■									
MOVIMIENTO DE TIERRA			■	■	■	■	■	■				
SUB-BASE (0.10m DE ESPESOR)					■	■	■	■	■	■	■	
CUNETA					■	■	■	■	■	■	■	
DRENAJES TRANSVERSALES						■	■	■	■	■	■	■
TRANSPORTE DE MAQUINARIA		■										

### **3. DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES**

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

El proyecto a diseñar en el caserío Caribe río Salinas, es el de un salón comunal con un área de construcción de 160 m<sup>2</sup>, el tipo de materiales que se utilizarán son paredes de mampostería reforzada y techo de estructura metálica con lámina de zinc.

#### **3.2. Diseño arquitectónico**

El diseño arquitectónico del salón comunal se refiere a la forma adecuada de distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el salón. Se hace así para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos. Los edificios se deben diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan; además, estarán limitados por el espacio disponible, los recursos materiales y las normas de diseño que existan. La tipología arquitectónica se elegirá basándose en el criterio del diseñador y/o propietario. En el caso del salón comunal de Caribe río Salinas utilizará un escenario desmontable y sólo se necesita el espacio techado para sillas, y un cuarto para taquilla.

### 3.2.1. Ubicación del edificio en el terreno

Para el diseño del salón comunal existe un área de 600 m<sup>2</sup>, de los cuales se tomaron 160 m<sup>2</sup>. y el resto para una buena circulación en el ingreso.

### 3.2.2. Distribución de ambientes

La forma de los ambientes y su distribución dentro del edificio se realizará del modo tradicional, el cual consiste en escenario con 26 m<sup>2</sup>, área de estar para el público de 130 m<sup>2</sup>, área de taquilla de 1 m<sup>2</sup>.

### 3.2.3. Altura del edificio

El salón de usos múltiples será de un nivel, y cumple con las normas de la sección de Diseño y Desarrollo de Edificios del INFOM.

Tabla VII. Alturas recomendadas de techos o entrepisos (en metros)

<b>Proyecto</b>	<b>Clima templado o frío</b>	<b>Clima cálido</b>
Edificio municipal	2.65	3.00
Mercado	4.50	4.80
Locales fijos	2.65	3.00
Rastro	4.50	4.80
Centro de uso comunal	4.50	4.80
Salón social	4.00	5.00
Salón social + deportivo	6.00	6.00

**Fuente:** Mario René Jordan. Propuesta de normas de diseño para edificios de uso público en la República de Guatemala. Pág. 49

La altura de las ventanas es de 1.00 metros y del nivel del suelo a las mismas es de 2.35 metros. Las alturas de las puertas en los ingresos es de 2.80 metros. Los muros tienen una altura de 4.00 metros.

### **3.3. Análisis estructural**

#### **3.3.1. Selección de tipo de estructura a usar**

En la selección del sistema estructural influyen los factores de resistencia, economía, estética, clima, recursos disponibles en la región y la calidad de la mano de obra. El resultado debe comprender el tipo estructural, formas y dimensiones, los materiales y el proceso de ejecución. Para este caso, se eligió mampostería reforzada con cubierta de lámina de zinc con estructura compuesta por costaneras y tendales de metal.

#### **3.3.2. Predimensionamiento de elementos estructurales**

Consiste en determinar las características de la edificación. La mampostería a utilizar será block de 0.19 x 0.19 x 0.39 metros; con un f'm de 35 Kg/cm<sup>2</sup>, el acero para el refuerzo tendrá un  $f_y = 40,000 \text{ lb/plg}^2$ ). El valor soporte para el suelo será 15 ton/m<sup>2</sup>. la cota de cimentación será de 1.00 metro. Las dimensiones de la costanera son 2" x 6" x 1/16". Se usará lámina galvanizada acanalada calibre 26 (peso = 0.86 lb/ pie<sup>2</sup>) de 2.74 pies de ancho y 9 pies de largo. Los tendales serán costaneras dobles "acuachadas" de 2"x6"x1/16".

### **3.3.3. Cargas de diseño**

#### **Cargas de viento**

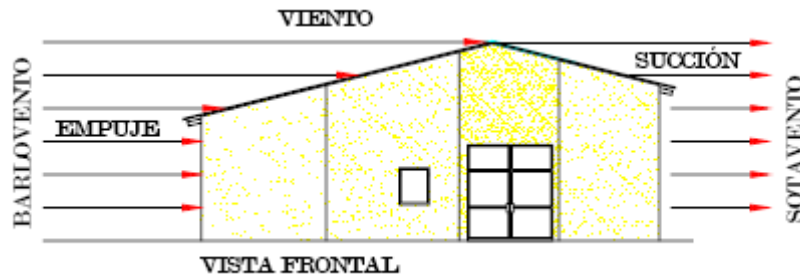
Las cargas por viento son las fuerzas máximas que puede aplicar el viento a una estructura en un intervalo de tiempo de recurrencia o un grupo de fuerzas que producirán esfuerzos equivalentes. Los intervalos medios de recurrencia (que representa el período medio que tarda en producirse un acontecimiento de una magnitud dada) utilizados en general, son 25 años para estructuras sin ocupantes o que presentan mínimo riesgo para la vida humana, 50 años para las estructuras permanentes normales y 100 años para estructuras permanentes con un alto grado de sensibilidad al viento y un grado muy alto de peligro para la vida y las propiedades en caso de falla.

Las fuerzas del viento se consideran, en general, como cargas móviles que pueden actuar en cualquier dirección. Éstas ejercen presión sobre las áreas expuestas de la estructura. En el desarrollo y análisis se utilizaron los datos de viento obtenidos en el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) en el período de 1990 a 2004 para toda la República. Tomando como viento más fuerte registrado el de 57.46 km/h, para la zona norte del país.

La unidad utilizada para medir la velocidad del viento es el nudo, que es equivalente a 1.852 km/h . Se llama BARLOVENTO al área o cara expuesta directamente al viento donde se ejerce empuje y SOTAVENTO a la cara opuesta donde se produce succión.



Figura 7. Acción del viento sobre la estructura



La presión del viento en un edificio puede estimarse con la siguiente expresión que está dada en el sistema internacional:

$$q = 0.004819 V_z^2$$

donde:

$q$  = carga del viento por unida de superficie, [kg/m<sup>2</sup>]

$V_z$  = velocidad de diseño del viento, [km/h]

La mayoría de los códigos de construcción especifican un valor básico, pero que varia en función de la altura y otras condiciones; por ejemplo: el Uniform Building Code (UBC) especifica 73 kg/m<sup>2</sup> para edificios menores de 20 metros de altura.

### Fuerzas sísmicas

Las fuerzas sísmicas tienen 3 tipos de origen, que son: el desplazamiento de las placas tectónicas, erupciones volcánicas y recientemente las provocadas por actividades humanas. En Guatemala un país de alto riesgo sísmico se diseñan y refuerzan las estructuras contra tales eventos, para lo cual es necesario calcular las fuerzas dinámicas horizontales y verticales que se generan, aproximándolas a fuerzas estáticas equivalentes.

## **Método SEAOC (Structural Engineers Association Of California)**

**Corte basal (V):** Es la fuerza sísmica que el suelo transmite a la estructura en su base, está dado por la fórmula:

$$V = Z I K C S W \quad \text{donde:}$$

Z = coeficiente de riesgo sísmico

I = coeficiente de importancia de la estructura

K = coeficiente que depende del tipo de estructura

C = coeficiente relacionado al periodo de vibración de la estructura

S = coeficiente que depende del suelo

W = peso propio de la estructura

Para estructuras de un nivel, la combinación de factores ZIKCS es igual a 0.1 por lo que el valor para el corte basal V será:  $V = 0.1 W$  donde W = peso propio de la estructura.

### **3.4. Diseño estructural**

Cuando se desea construir un techo sobre un edificio que no tiene soportes intermedios, es más económico un sistema estructural conformado de varios elementos. La configuración estructural que se usará para este propósito se denomina armadura de techo.

### 3.4.1. Diseño de cubierta

La cubierta será de lámina galvanizada acanalada calibre 26 ( su peso es de 0.82 lb/pie<sup>2</sup> y su ancho de 2.74 pies), estará apoyada sobre una armadura formada por costaneras y tendales. Para calcular la carga uniformemente distribuida (W) que actúa sobre cada costanera, es necesario determinar el área tributaria y las cargas por unidad de superficie del techo.

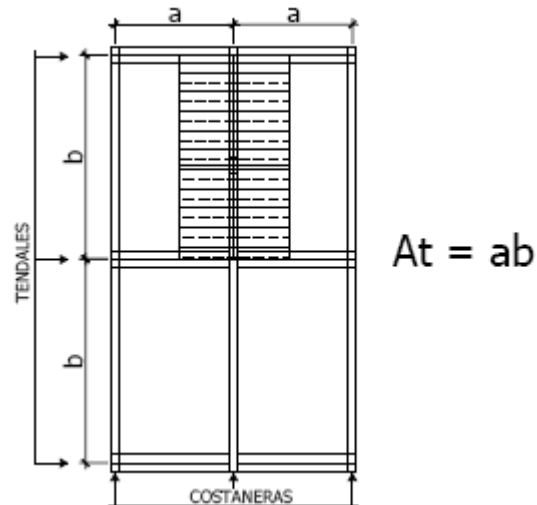
#### 3.4.1.1. Separación máxima entre costaneras

De acuerdo a la longitud de las láminas, tiene que existir un apoyo en el traslape de láminas, este traslape debe ser como mínimo de 15 cm. Se usará lámina de 9' = 2.74 m. menos el traslape de 0.15 m, entonces la separación máxima es de: (2.74-0.15)= 2.59 m. Se moduló la separación de la costaneras y se propone de 1.10 m, tomando en cuenta la seguridad de las personas que pudieran hacer reparaciones en la cubierta en un futuro. Los tendales tendrán una separación igual a la de las columnas, siendo la máxima separación entre ellos de 3.50 m.

**Cálculo de área tributaria (At).** La separación de los ejes longitudinales de las costaneras es: **a** = 1.10 m ≈ 3.61 pies y los tendales es **b** = 3.50 m ≈ 11.48 pies (ver figura 8), luego el área que actúa sobre la costanera se calcula así:

$$At = ( (a/2) + (a/2) )(b) = (ab) = (1.10m)(3.50m) = 3.85 \text{ m}^2 = 41.44 \text{ pies}^2$$

Figura 8. Detalle de cubierta en planta, para área tributaria de costanera



### Estimación de cargas por pie cuadrado de superficie:

Carga Muerta: lámina =  $0.82 \text{ lb/pie}^2$

Carga Viva: trabajador =  $8 \text{ lb/pie}^2$

Carga de Viento:  $q = 0.004819 V_z^2$  donde:

$q$  = carga del viento por unida de superficie,  $[\text{kg/m}^2]$

$V_z$  = velocidad de diseño del viento,  $[\text{km/h}]$

Carga de Viento:  $q = 0.004819 (56)^2 = 15.11 \text{ kg/m}^2 \approx 3.09 \text{ lb/pie}^2$

Carga Total =  $(0.82 + 8 + 3.09) = 11.91 \text{ lb/pie}^2$

Una vez estimada la carga total para el área tributaria de cubierta, se procede a calcular la carga uniformemente distribuida.

### Cálculo de carga uniformemente distribuida (W)

Datos:

Área tributaria:  $A_t = 41.44$  pies<sup>2</sup>

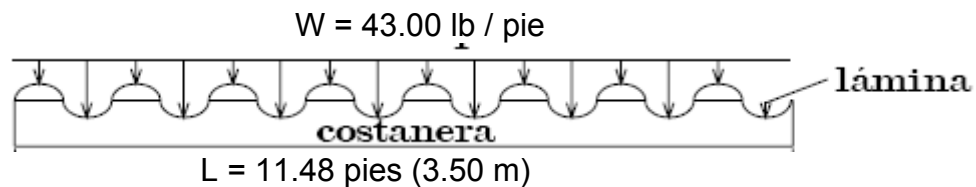
Carga total: = 11.91 lb/pie<sup>2</sup>

Longitud de costanera:  $b = 11.48$  pies

$W = (\text{Carga total}) (\text{área tributaria}) / \text{longitud de costanera}$

$W = (11.91) (41.44) / 11.48 = 43.00$  lb/pie

Figura 9. Carga uniformemente distribuida sobre costanera



**Cálculo de momento (M).** Se asume que la costanera se comporta como una viga simplemente apoyada en sus extremos, por lo que el momento se encuentra así:

$$M = Wl^2 / 8 \quad \text{donde:}$$

$M$  = momento

$W$  = carga uniformemente distribuida sobre la costanera

$l$  = longitud de costanera

$$M = Wl^2 / 8 = (43.00)(11.48)^2 / 8 = 708.37 \text{ lb - pie} = 8500.00 \text{ lb - plg}$$

### 3.4.1.2. Diseño de la costanera

La costanera se debe diseñar para soportar flexión, esfuerzo cortante y deflexión sin deformarse, por lo que se chequea si cumple estos requisitos.

**Verificación por flexión.** La flexión se refiere a la deformación que sufre el eje neutro de la costanera debido a la carga que soporta. La costanera será apropiada para soportar la flexión si el módulo de sección de la costanera (**S<sub>x</sub>**) es igual o mayor que el módulo de sección calculado (**S**).

**Cálculo de módulo de la sección (S).** El módulo de la sección, se encuentra dividiendo el momento entre el esfuerzo permisible del acero:

$$S = M/f \quad \text{donde:}$$

**S** = módulo de sección calculado

**M** = momento actuante

**f** = esfuerzo permisible del acero de costanera = 20000 lb/plg<sup>2</sup>

o también  $f = (0.6)f_y$ , (según AISC)  $f_y = 40,000$  psi

A modo de prueba  $f = (0.6) (40000 \text{ lb/plg}^2) = 24000 \text{ lb/plg}^2$

$$S = M/f = (8500.00) \text{ lb.plg} / (20000) \text{ lb/plg}^2 = 0.425 \text{ plg}^3$$

#### Datos de costaneras comerciales:

Con la tabla VIII se presentan los datos para el análisis de la costanera a utilizar, para optimizar y garantizar que las cargas que se tendrán que soportar estarán bajo control. Es necesario conocer algunas propiedades importantes de las costaneras, como lo son: inercia, módulo de sección (en ambos sentidos) y sus áreas.

Tabla VIII. Datos de costaneras comerciales

Costanera Tipo C	Altura "A+B+2C" Pulgadas	Espesor "t"	Área Plg <sup>2</sup>	Ix Plg <sup>4</sup>	Iy Plg <sup>4</sup>	Sx Plg <sup>3</sup>	Sy Plg <sup>3</sup>
A=4" B=2" C=½" t=1/16"	7.00	0.0625	0.44	1.79	0.0001	0.51	0.00
A=5" B=2" C=½" t=1/16"	8.00	0.0625	0.50	2.67	0.0002	0.67	0.01
A=6" B=2" C=½" t=1/16"	9.00	0.0625	0.56	3.80	0.0002	0.84	0.01
A=7" B=2" C=½" t=1/16"	10.00	0.0625	0.63	5.21	0.0002	1.04	0.01
A=8" B=2" C=½" t=1/16"	11.00	0.0625	0.69	6.93	0.0002	1.26	0.01
A=9" B=2" C=½" t=1/16"	12.00	0.0625	0.75	9.00	0.0002	1.50	0.01
A=10" B=2" C=½" t=1/16"	13.00	0.0625	0.81	11.44	0.0003	1.76	0.01

Comparando el módulo de sección calculado (**S**) con los valores que aparecen en la columna (**Sx**) de la tabla VIII, se observa a que sección de costanera se puede adecuar, para este caso **S** = 0.425 plg<sup>3</sup> y con el valor de **Sx**=0.84 plg<sup>3</sup> que pertenece a una costanera de 2 x6 x 1/16 de pulgadas.

**Chequeo por cortante.** Corte es la intensidad de la fuerza que actúa tangencial o paralelamente a la superficie de la viga (conocido también como esfuerzo cortante). Normalmente si es una carga uniformemente distribuida, las reacciones serán:

$$R_1 = R_2 = Wl / 2 \quad \text{donde:}$$

$R_1$  = reacción 1,  $R_2$ = reacción 2

W = carga uniformemente distribuida

l = longitud de la costanera

Si W = 43.00 lb/pie y l = 11.48 pies, entonces:

$$R_1 = R_2 = (43.00) (11.48) / 2 = 246.82 \text{ lb}$$

**Cálculo de cortante ( $\tau$ ).** Existe la condición de que el cortante promedio no debe exceder a 14500 lb/plg<sup>2</sup>, para acero A36.

$$\tau = R_1 / \text{Área de la sección} = 246.82 \text{ lb} / 0.56 \text{ plg}^2 = 440.75 \text{ lb/plg}^2$$

Se logra apreciar que el valor del cortante calculado es menor a 14,500 lb/plg<sup>2</sup>.

**Verificación por deflexión.** La distancia perpendicular del eje neutro de la costanera hasta el punto más lejano de la elástica (ver figura 10) se conoce como deflexión. La deflexión real debe ser menor que la deflexión permisible,  $\delta_r < \delta_p$ . Los valores de cada una de éstas se encuentran como se describe a continuación:

#### **Deflexión real ( $\delta_r$ )**

$$\delta_r = 5Wl^3 / 384EI \quad \text{donde:}$$

$\delta_r$  = deflexión real

W = carga uniformemente distribuida

l = longitud de costanera

E = módulo de elasticidad del acero ( 29000000 lb/plg<sup>2</sup> )

I = inercia de la costanera (ver tabla VIII)

Se necesita hacer algunas conversiones:

$$W = 43.00 \text{ lb/pie} = 3.58 \text{ lb/plg}$$

$$L = 11.48 \text{ pies} = 137.76 \text{ plg}$$

$$E = 29000000 \text{ lb/plg}^2$$

I = 3.80 plg<sup>4</sup> (ver tabla VIII), entonces:

$$\delta_r = 5 (3.58) (137.76)^3 / 384 (29,000,000) (3.80) = 0.001106 \text{ plg}$$



### Deflexión permisible ( $\delta_p$ )

$$\delta_p = L / 360 \quad \text{donde:}$$

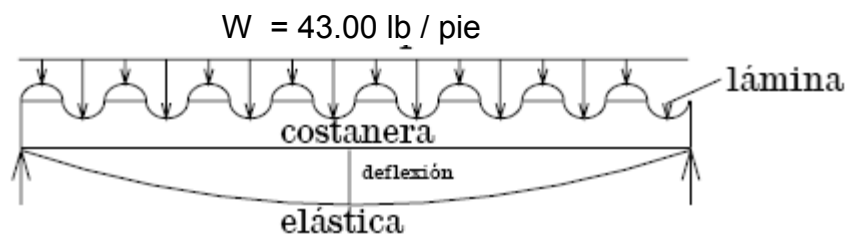
L = longitud de costanera

$$\text{Convirtiendo: } L = 11.48 \text{ pies} = 137.76 \text{ plg}$$

$$\delta_p = 137.76 / 360 = 0.38 \text{ plg}$$

Se concluye que la sección escogida es apropiada, ya que la deflexión real es menor que la deflexión permisible:  $\delta_r < \delta_p = 0.001106 \text{ plg} < 0.38 \text{ plg}$ .

Figura 10. Deflexión en costanera



### 3.4.1.3. Diseño de tendales

Los tendales para el presente caso son vigas simplemente apoyadas con una sección cerrada ( costaneras "C" dobles).

#### Cálculo de áreas tributarias ( $A_t$ )

El área tributaria que actúa sobre cada nudo de un tendal se calcula así:

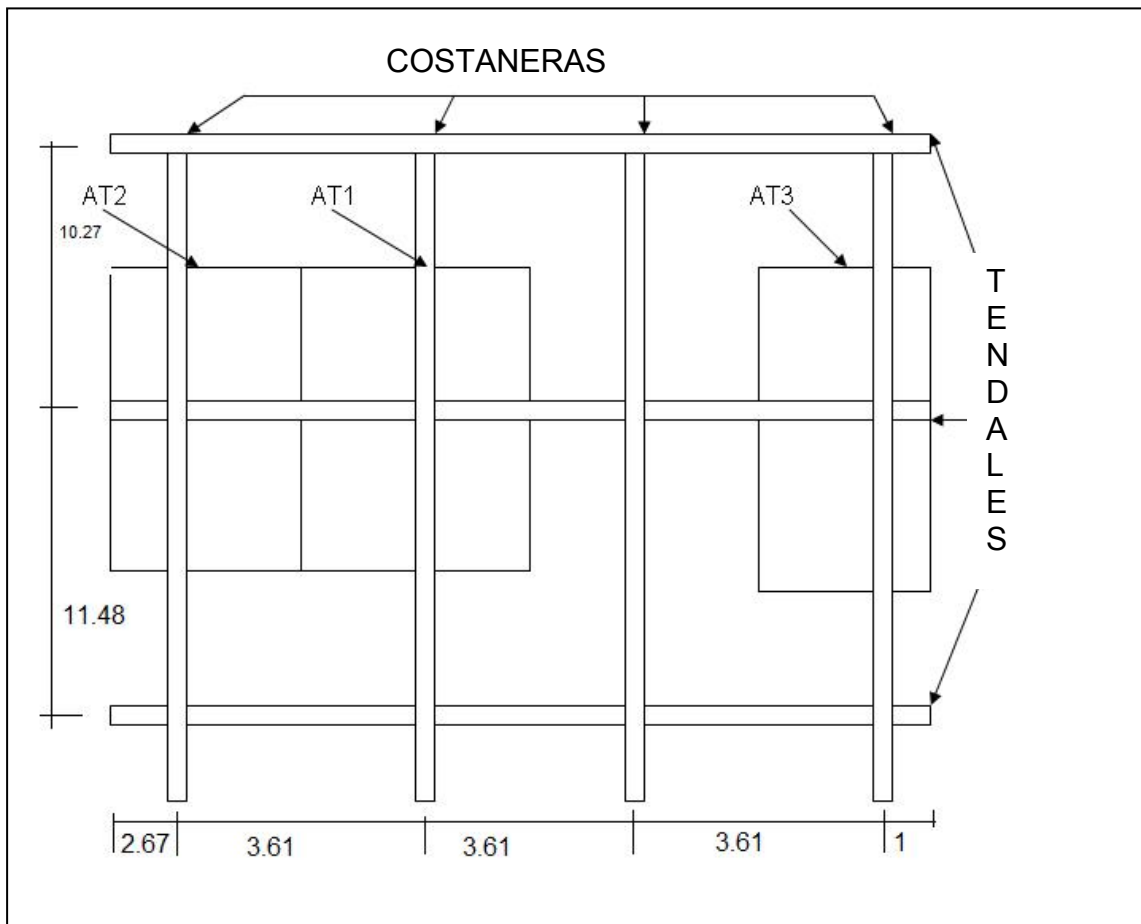
$$A_t = (a/2 + a/2) (b/2 + b/2)$$

$$At1 = ((10.27)/2 + (11.48)/2)((3.61)/2) + (3.61)/2 = 39.26 \text{ pies}^2$$

$$At2 = ((10.27)/2 + (11.48)/2)((2.67) + (3.61)/2) = 48.67 \text{ pies}^2$$

$$At3 = ((10.27)/2 + (11.48)/2)((3.61)/2 + (1)/2) = 25.07 \text{ pies}^2$$

Figura 11. Detalle de cubierta en planta, para áreas tributarias de tendal

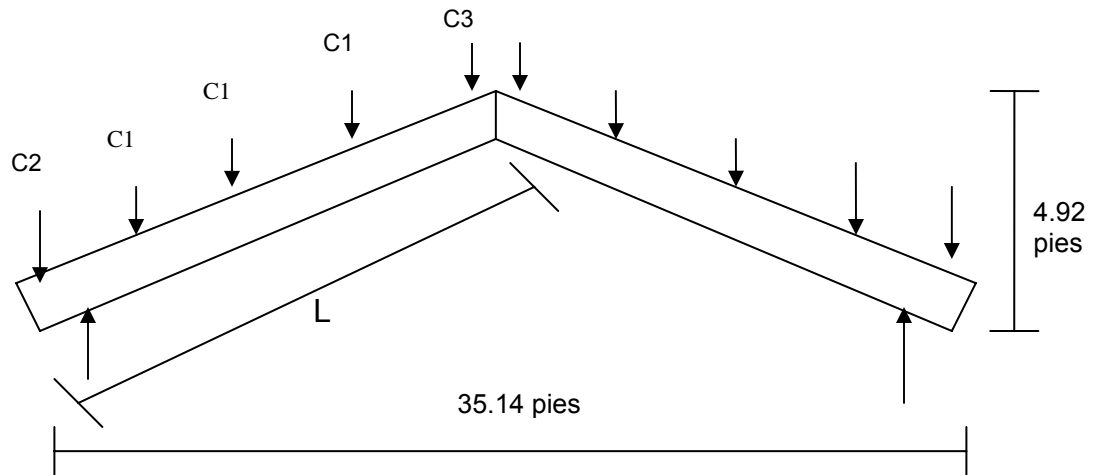


\*Medidas en pies

En este caso el área tributaria por la carga total sobre la estructura se transformará en una fuerza puntual aplicada en cada nudo, que se llamarán C1, C2 y C3, además se debe considerar la longitud total de un tendal (L), que se calcula a continuación.

Para entender mejor el cálculo de L, se observa la figura 12.

Figura 12. Perfil de armadura de techo



$$L = \sqrt{((35.14/2)^2 + (4.92)^2)} = 18.25 \text{ pies, que es la longitud total del tendal.}$$

Las distancias a las que actúan cada costanera sobre el tendal se encuentran de la misma forma que se encontró la longitud del tendal (teorema de pitágoras).

**Estimación de cargas por pie cuadrado de superficie.** Para el diseño de la armadura con tendales, se tomarán en cuenta las siguientes cargas: peso de la estructura y carga de viento.

Se hace la salvedad que se utilizará como medida de precaución y seguridad la carga de viento dado por el Uniform Building Code (UBC), que especifica  $73 \text{ kg/m}^2$  ( $123.08 \text{ km/h}$ ) para edificios menores de 20 metros de altura.

**Carga muerta:**

Peso de lámina =	0.82 lb/pie <sup>2</sup>
Peso propio de la armadura =	2.00 lb/pie <sup>2</sup>

**Carga viva:**

Carga vertical equivalente para viento = 73 kg/m <sup>2</sup> =	14.96 lb/pie <sup>2</sup>
Carga de trabajador =	8 lb / pie <sup>2</sup>

**Carga total: CT = 25.78 lb/pie<sup>2</sup>**

**Carga en cada nudo:**

La carga en cada nudo es igual al área tributaria por la carga total.

$$C1 = (At1)(CT) = (39.26 \text{ pies}^2)(25.78 \text{ lb/pie}^2) = 1012.12 \text{ lb}$$

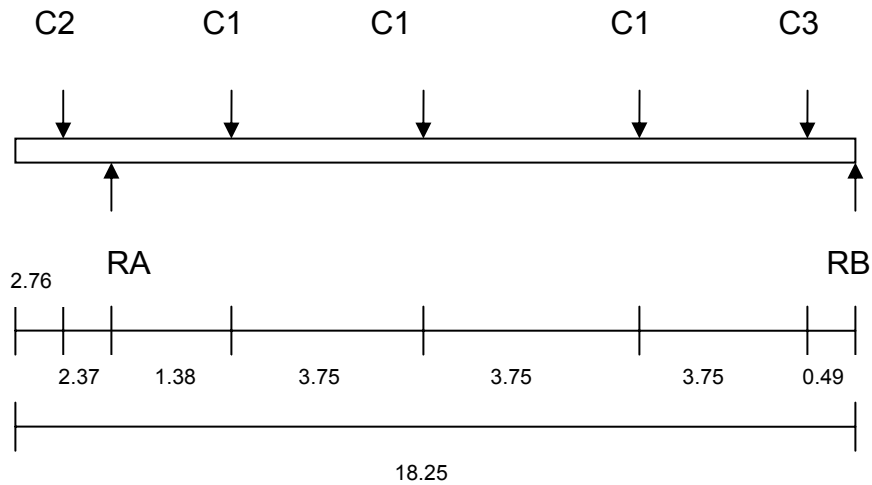
$$C2 = (At2)(CT) = (48.67 \text{ pies}^2)(25.78 \text{ lb/pie}^2) = 1254.71 \text{ lb}$$

$$C3 = (At3)(CT) = (25.07 \text{ pies}^2)(25.78 \text{ lb/pie}^2) = 646.30 \text{ lb}$$

Cada uno de los tendales de la armadura de techo se analizará como una viga simplemente apoyada en sus extremos. Para su diseño, es necesario conocer el momento actuante, generado por las cargas puntuales y el momento máximo.

Conociendo el momento (M), el módulo de sección (S) y el esfuerzo permisible del acero (f) se chequea si  $S \geq M/f$ . Si  $S < M/f$  se propone una mayor sección de tendal hasta que  $S \geq M/f$ .

Figura 13. Diagrama de cuerpo libre del tendal



\*Medidas en pies

$$\underline{+\downarrow \sum M_A = 0}$$

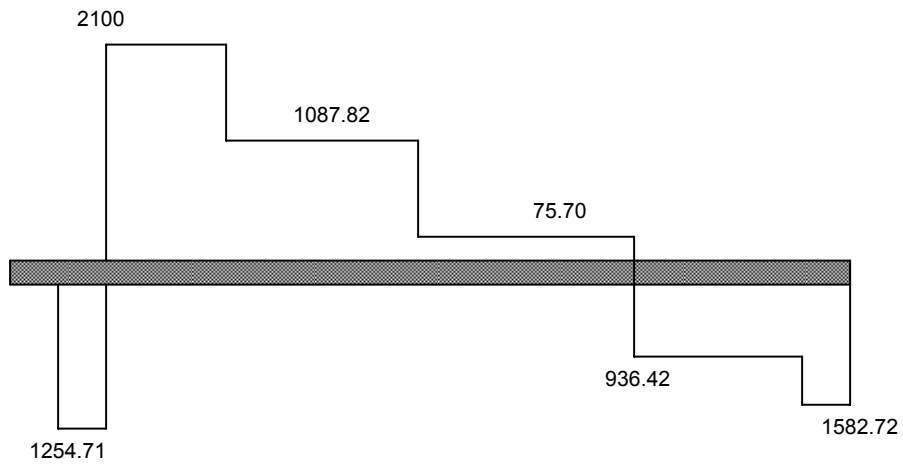
$$-(1254.71)(2.37) + (1012.12)(1.38) + (1012.12)(5.13) + (1012.12)(8.88) + (646.30)(12.63) - R_B(13.12) = 0 \blacktriangleright$$

$$R_B = 1582.75 \text{ lb}$$

$$\underline{+\uparrow \sum F_V = 0}$$

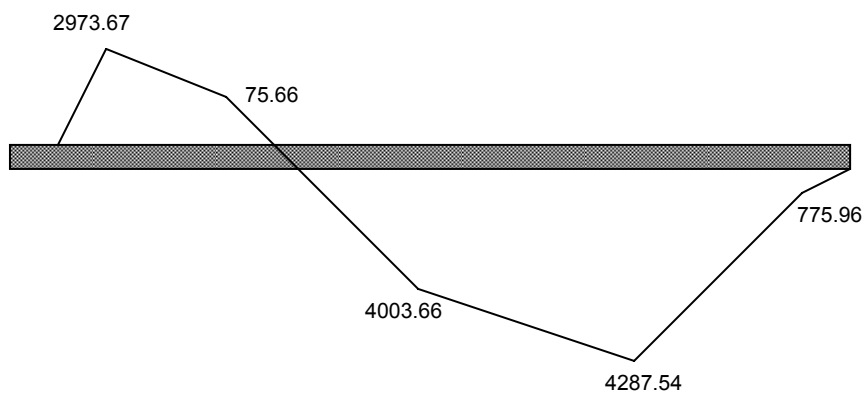
$$R_A - 1254.71 - (3)(1012.12) - 646.30 + 1582.75 = 0 \blacktriangleright R_A = 3354.65 \text{ lb}$$

Figura 14. Diagrama de corte del tendal



\*Medidas en lb

Figura 15. Diagrama de momento flexionante del tendal



\*Medidas en lb – plg

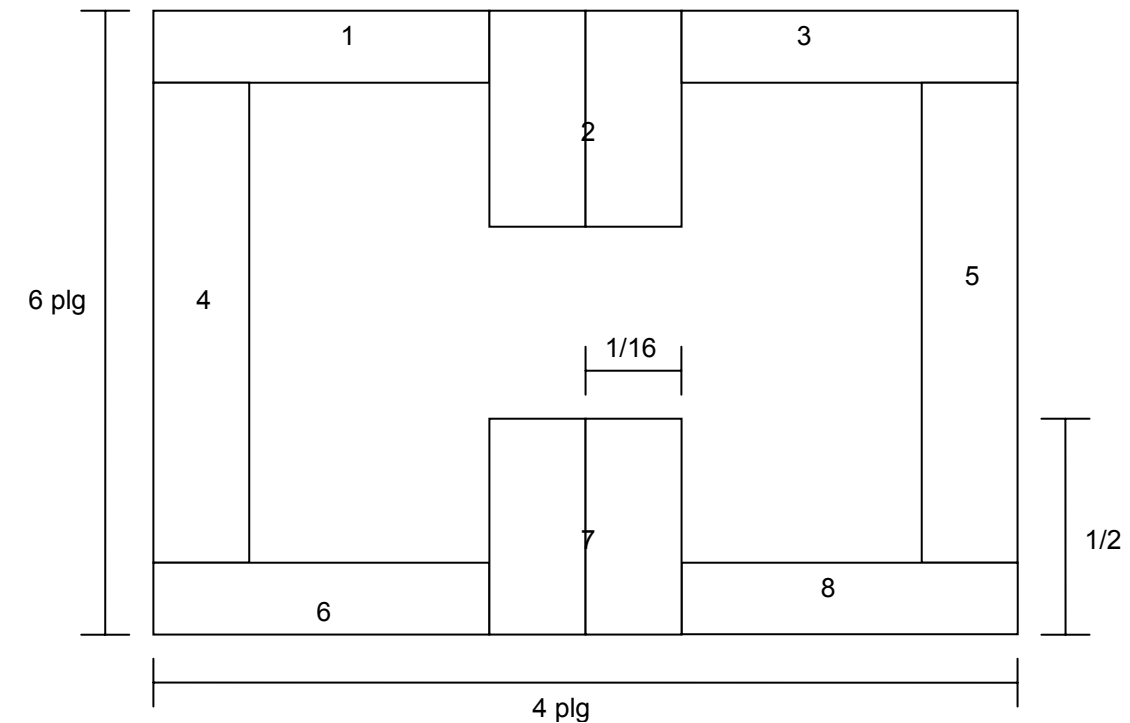
Para calcular y dibujar el diagrama de momento flexionante se utilizó el método de sumatoria de áreas de corte, quedando el momento flexionante máximo en el punto donde el diagrama de corte pasa de área positiva a área negativa. El valor del momento flexionante máximo será entonces la sumatoria de las áreas anteriores a ese punto.

$$M_{MAX} = (1254.71)(2.37) - (2100)(1.38) - (1087.82)(3.75) - (75.70)(3.75)$$

$$M_{MAX} = 4287.54 \text{ lb pie} \approx 51450.48 \text{ lb.plg}$$

**Módulo de sección.** La sección propuesta para el tendal es la costanera de perfil “C” de 4” x 6” x 1/16” soldada, dicha sección se forma al utilizar dos costaneras.

Figura 16. Sección cerrada del tendal



\*Medidas en plg

El momento de inercia del tendal se calcula dividiendo la sección de tendal en figuras geométricas de área conocida, en este caso rectángulos, y luego encontrar la distancia del eje x al centroide de cada figura para luego utilizar el teorema de ejes paralelos.

Tabla IX. Propiedades geométricas del tendal

Figura	Área (plg <sup>2</sup> )	Yc	Yc <sup>2</sup>	AYc <sup>2</sup>	Io	Io + AYc <sup>2</sup>
1	0.121	2.969	8.815	1.067	0.0000394	1.0670
2	0.063	2.750	7.562	0.476	0.001302	0.4773
3	0.121	2.969	8.815	1.067	0.0000394	1.0670
4	0.367	0	0	0	1.056	1.0560
5	0.367	0	0	0	1.056	1.0560
6	0.121	-2.969	8.815	1.067	0.0000394	1.0670
7	0.063	-2.750	7.562	0.476	0.001302	0.4773
8	0.121	-2.969	8.815	1.067	0.0000394	1.0670
					<b>INERCIA</b>	<b>7.3346</b>

Con el momento de inercia  $I = 7.3346 \text{ plg}^4$  se procede a calcular el módulo de sección con la siguiente ecuación:

$$S = I / C \quad \text{donde}$$

S = módulo de sección

I = momento de inercia

C = distancia del centro al extremo

$$S = 7.3346 \text{ plg}^4 / 3 \text{ plg}$$

$$S = 2.44 \text{ plg}^3$$



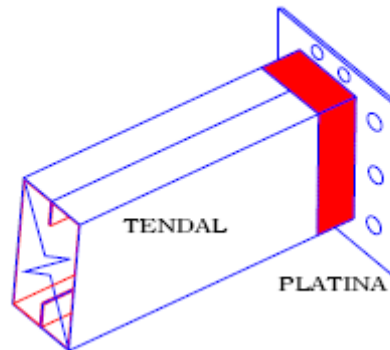
El momento que soporta dicha sección es:

$$M = Sx(F) = (2.44 \text{ plg}^3)(0.6) (40000 \text{ lb/plg}^2) = 58560 \text{ lb-plg}$$

El momento aplicado al tendal es 51450.48 lb-plg

De lo anterior se deduce que para el tendal, la sección propuesta es correcta. Los tendales irán unidos en la línea divisoria de aguas por medio de platinas, como se ve en la figura siguiente:

Figura 17. Platina de tendal



### 3.4.2. Diseño del muro

La mampostería reforzada es un sistema estructural que ha evolucionado debido a la necesidad que hay en cuanto a que la mampostería resista mayores fuerzas que los que la mampostería sin reforzar resiste, en forma segura y confiable. Los elementos de la mampostería reforzada a utilizar en el diseño son: block, acero de refuerzo y mortero para el levantado.

La mampostería reforzada ha utilizado los principios generales, del concreto reforzado. Los supuestos para el diseño de tensión elástica de trabajo del concreto reforzado se aplican a la mampostería reforzada, ya que ambos materiales utilizan acero para resistir las fuerzas tensionales y concreto o mampostería para resistir las fuerzas de compresión.

Para el diseño de los muros se procedió a utilizar el método simplificado de diseño en muros de mampostería. Este asume que sólo los muros paralelos a la dirección del sismo contribuyen a la resistencia, desprecia la contribución de los muros transversales a la dirección de la fuerza aplicada. Es necesario calcular lo siguiente:

- a) La rigidez de cada muro en la dirección del sismo.
- b) El centro de corte de muros.
- c) El centro de masa.
- d) La carga lateral y su distribución.
- e) La distribución del momento de volteo.

#### **3.4.2.1. Rigidez de cada muro**

En el cálculo de rigideces es necesario tomar en cuenta el tipo de techo, pues existen diferentes fórmulas para hacerlo. Para calcular las rigideces en un techo de losa se consideran las paredes doblemente empotradas, y para un techo con estructura metálica y lámina, se consideran en voladizo. Además, las rigideces se calculan en forma diferente cuando el muro tiene puertas y/o ventanas y siempre que el área de éstas sea igual o mayor al área del muro.

La forma de calcular la rigidez en este caso es la siguiente:

1) Se calculan las rigideces totales del muro por medio de la fórmula:

$$R = t_m / (4 * a^3 + 3 * a)$$

2) Se encuentra la rigidez equivalente como si se tratara de resistencias eléctricas, por medio de la fórmula:

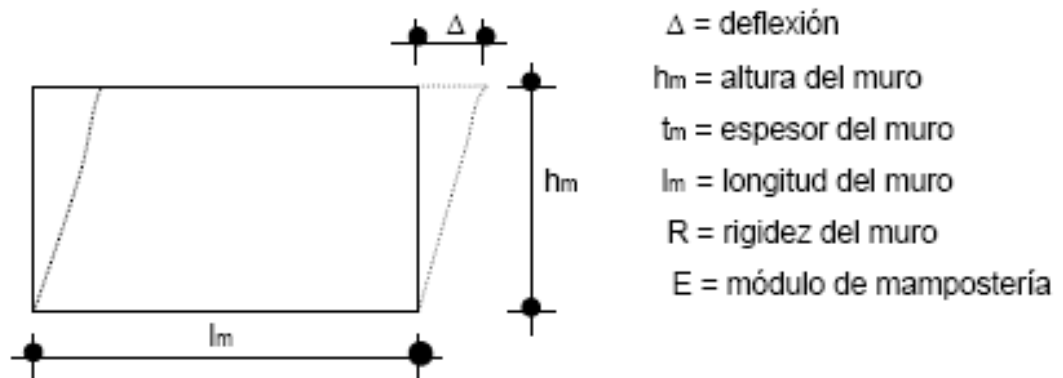
$$R_{SERIE} = R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots R_n$$

$$R_{PARALELO} = R_{eq} = 1 / (1/R_1 + 1/R_2 + \dots 1/R_n)$$

Donde:  $R_1, R_2, \dots R_n$  tienen un valor igual a la rigidez total calculada.

Debido a que la cubierta está formada por estructura metálica y lámina de zinc, los muros se consideran en voladizo.

Figura 18. Elevación típica de mampostería



Fórmulas:

$$\Delta = (P * (4 * a^3 + 3 * a)) / E * t_m$$

$$R = t_m / (4 * a^3 + 3 * a)$$

$$a = h_m / l_m$$

Donde:  $P$  = carga lateral

$a$  = relación altura / longitud

Figura 19. Ubicación de los muros de mampostería

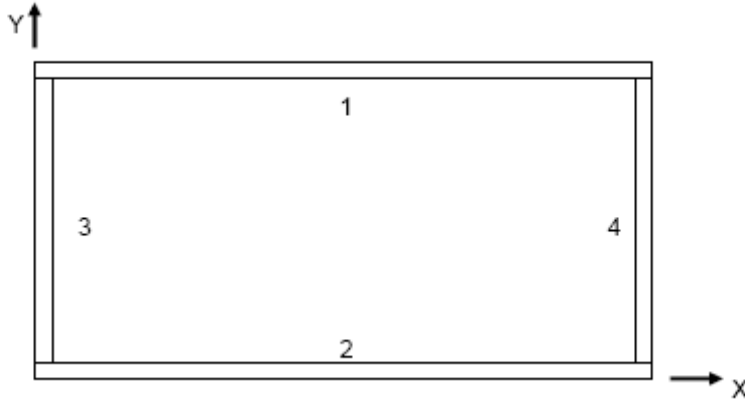


Tabla X. Rigideces en muros

Muro	$l_m$ (m)	$h_m$ (m)	$a$	$t_m$ (m)	$R * E$
1	20.00	4.00	0.20	0.19	0.300E
2	20.00	4.00	0.20	0.19	0.300E
3	8.00	4.00	0.50	0.19	0.095E
4	8.00	4.00	0.50	0.19	0.095E

Para trabajar con valores pequeños el módulo de elasticidad (E), se obvia en el cálculo de la rigidez, pues no afecta el presente análisis.

### 3.4.2.2. Centro de corte de muros

Obtenido el valor de la rigidez de cada uno de los muros se procede a calcular el centro de corte de muros, tomando como referencia un eje de coordenadas cartesianas previamente establecido. Las fórmulas para calcularlo son las siguientes:

$$X_{cc} = (\sum X_i * R) / R * E$$

$$Y_{cc} = (\sum Y_i * R) / R * E$$

Tabla XI. Centro de corte en muros sentido Y

Muro	R * E	Y <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub> * R
1	0.300	8.00	2.4
2	0.300	0.00	0.00
	Σ =0.600		Σ =2.40

$$Y_{cc} = (\sum Y_i * R) / (R * E) = 2.40/0.60 = 4.00 \text{ m.}$$

Tabla XII. Centro de corte en muros sentido X

Muro	R * E	X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub> * R
3	0.095	0.00	0.00
4	0.095	20.00	1.90
	Σ = 0.19		Σ =1.90

$$X_{cc} = (\sum X_i * R) / (R * E) = 1.90/0.19 = 10.00 \text{ m.}$$

Nota: Las sumatorias se efectúan tomando en cuenta los muros correspondientes a cada sentido.

### 3.4.2.3. Centro de masa

Se calcula para todos los muros y sirve para calcular la excentricidad de las fuerzas que actúan en la estructura.

Tabla XIII. Centro de masa en muros

Muro	Im (m)	Xi	Yi	Xi * Im	Yi * Im
1	20.00	10.00	8.00	200.00	160.00
2	20.00	10.00	0.00	200.00	0.00
3	8.00	0.00	4.00	0.00	32.00
4	8.00	20.00	4.00	160.00	32.00
	$\Sigma = 56.00$			$\Sigma=560.00$	$\Sigma = 224.00$

$$Y_{cc} = (\Sigma Y_i * I_m) / \Sigma I_m = 224.00/56.00 = 4.00 \text{ m}$$

$$X_{cc} = (\Sigma X_i * I_m) / \Sigma I_m = 560.00/56.00 = 10.00 \text{ m}$$

### Centro de masa de techos

Se asume el centro geométrico igual al centro de masa:

$$Y_{cct} = 4.00 \text{ m}$$

$$X_{cct} = 10.00 \text{ m}$$

### Peso de techo (WTT).

Costaneras:  $PTc = \text{Peso} \times \text{longitud} \times \text{No. Costaneras}$

$$PTc = 2.69 \text{ kg/m} \times 21 \times 10 = 564.90 \text{ kg}$$

Láminas:  $PTI = \text{Peso} \times \text{área} \times \text{No. Laminas}$

$$PTI = 0.000398 \text{ kg/m}^2 \times 22909.89 \text{ cm}^2 \times 100 = 911.81 \text{ Kg}$$

Sobrecarga:  $25 \text{ Kg/m}^2 \times 160 \text{ m}^2 = 4000 \text{ kg}$

$$\text{Peso total de techo} = \text{WTT} = 564.90 + 911.81 + 4000 = \mathbf{5476.71 \text{ kg}}$$

**Peso de muros (WTM).** Al utilizar las longitudes, tomadas en el cálculo de rigidez con un módulo de mampostería para block = 300kg/m<sup>2</sup> se procede a calcular el peso de los muros con la siguiente fórmula:

$$P_m = \left(300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) * h_m * L_m$$

Tabla XIV. Peso de muros

Muro	Block (Kg/m <sup>2</sup> )	h <sub>m</sub> (m)	L <sub>m</sub> (m)	P <sub>m</sub> (Kg)
1	300	4.00	20	24000
2	300	4.00	20	24000
3	300	4.00	8	9600
4	300	4.00	8	9600
				<b>Σ=67200</b>

$$\text{Peso total} = \text{WT} = \text{WTT} + \text{WTM} = 5476.71 + 67200 = \mathbf{72676.71 \text{ kg}}$$

$$X_{CM} = \frac{X_{CC} * \text{WTT} + X_{CC} * \text{WTM}}{\text{WT}} = \frac{(10 * 5476.71) + (10 * 67200)}{72676.71} = 10.00 \text{ m}$$

$$Y_{CM} = \frac{Y_{CC} * \text{WTT} + Y_{CC} * \text{WTM}}{\text{WT}} = \frac{(4 * 5476.71) + (4 * 67200)}{72676.71} = 4.00 \text{ m}$$

Esto se hace para tener un solo centro de masa y compararlo con el centro de corte.

**Carga lateral:** por SEAOC para estructuras de un nivel, el corte basal es  $V_b = 0.1 * \text{WT}$

$$\mathbf{WT = Peso\ total = WTT + WTM + 0.25CV}$$

$$\mathbf{WTT = 5476.71\ kg}$$

$$\mathbf{CV = 0.25(160\ m^2)(50\ kg/ m^2) = 2000\ kg}$$

$$\mathbf{WTM =\ peso\ total\ de\ los\ muros = 67200\ kg}$$

$$\mathbf{WT = 74676.71\ kg}$$

$$\mathbf{V_b = 0.1WT = 0.1(74676.71) = 7467.67\ kg}$$

**Período fundamental de la estructura.** El período natural fundamental de una estructura, es el tiempo necesario para que una estructura vibre, durante un ciclo completo de respuesta, cuando se libera desde una posición correspondiente al modo fundamental, el período obtenido depende de la rigidez de los elementos estructurales y la masa de la estructura. Para simplificar el proceso se usará la expresión:

$$T = \frac{0.12h_m}{\sqrt{L_m}}$$

Los períodos naturales de vibración de la estructura, se calculan para los muros en las direcciones X y Y.

**Fuerza por nivel.** Si la estructura es de un nivel, la magnitud de la fuerza por nivel será igual a la fuerza total lateral  $V_b$ .

La fuerza concentrada en la cúspide, se determina como se verá a continuación y debe cumplir con las condiciones dadas en la sección I (E) del código SEAOOC:



1. Si  $T < 0.25$  segundos:  $F_t = 0$
2. Si  $T \geq 0.25$  segundos:  $F_t = 0.07(T)(V_b)$

$$T_x = \frac{(0.12)(4.0)}{\sqrt{20}} = 0.11 < 0.25 \rightarrow F_t = 0$$

$$T_y = \frac{(0.12)(4.0)}{\sqrt{8}} = 0.17 < 0.25 \rightarrow F_t = 0$$

### **Cálculo del momento de volteo cuando $F_t = 0$**

$$P_x = P_y = V_b = 7467.67 \text{ kg}$$

\* Se toma la pared más alta para el momento de volteo

$$M_v = \text{Momento de volteo} = V_b (h_m) = 7467.67 \text{ kg} (4.00\text{m}) = 29870.68 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

### **Excentricidades de la carga lateral**

Con sismo en X:

$$e_y = Y_{cm} - Y_{cc} = 4.00 \text{ m} - 4.00 \text{ m} = 0$$

$$e_{\min} = 0.05 * 8.00 = 0.40 \text{ m}$$

$$T_{px} = 7467.67 \text{ kg} * 0.40 \text{ m} = 2987.07 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Con sismo en Y:

$$e_x = X_{cm} - X_{cc} = 10.00 \text{ m} - 10.00 \text{ m} = 0$$

$$e_{\min} = 0.05 * 20.00 = 1.00 \text{ m}$$

$$T_{py} = 7467.67 \text{ kg} * 1.00 \text{ m} = 7467.67 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

### Distribución de carga lateral

$$J_{p1} = \sum R_X Y_{cc}^2 + \sum R_Y X_{cc}^2$$

$$J_{p2} = \sum R_X Y_{cc}^2 + \sum R_Y X_{cc}^2$$

$$F_X = \frac{P_X R_X}{\sum R_X} + \frac{T_{PX} R_X Y_{cc}}{J_P} \quad y \quad F_Y = \frac{P_Y R_Y}{\sum R_Y} + \frac{T_{PY} R_Y X_{cc}}{J_P}$$

Tabla XV. Distribución de carga lateral sentido Y

Muro	P <sub>x</sub>	R <sub>x</sub>	Y <sub>cc</sub>	R <sub>x</sub> * Y <sub>cc</sub> <sup>2</sup>	T <sub>Px</sub>	(Y * R <sub>x</sub> / J <sub>p</sub> ) * T <sub>Px</sub>	F <sub>i</sub> (kg)
1	7467.67	0.30	4	4.8	2987.07	125.33	3859.17
2	7467.67	0.30	-4	4.8	2987.07	-125.33	3608.51
		Σ=0.60		Σ=9.6			

Tabla XVI. Distribución de carga lateral sentido X

Muro	P <sub>y</sub>	R <sub>y</sub>	X <sub>cc</sub>	R <sub>y</sub> * X <sub>cc</sub> <sup>2</sup>	T <sub>Py</sub>	(X * R <sub>y</sub> / J <sub>p</sub> ) * T <sub>Py</sub>	F <sub>i</sub> (kg)
3	7467.67	0.095	-10	9.5	7467.67	-248.05	3485.79
4	7467.67	0.095	10	9.5	7467.67	248.05	3981.89
		Σ=0.19		Σ=19.00			

### 3.4.2.4. Distribución del momento de volteo

Con el valor de la carga total de la estructura y su altura (o una altura promedio) se calcula el momento de volteo total ( $M_v$ ), luego se distribuye este momento en cada muro.

$$M_v = 29870.68 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$M_{vi} = (R_i / \Sigma R) * M_v; \text{ para cada sentido}$$

$$\text{Sentido Y: } M_{vi} = (0.300 / 0.600) * 29870.68 = 14935.34 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

$$\text{Sentido X: } M_{vi} = (0.095 / 0.190) * 29870.68 = 14935.34 \text{ kg}\cdot\text{m}$$

Tabla XVII. Distribución del momento de volteo sentido Y

Sentido	Muro	$R_y$	$M_{vi}$ (kg-m)
Y	1	0.300	14935.34
Y	2	0.300	14935.34
		$\Sigma=0.600$	

Tabla XVIII. Distribución del momento de volteo sentido X

Sentido	Muro	$R_x$	$M_{vi}$ (kg-m)
X	3	0.095	14935.34
X	4	0.095	14935.34
		$\Sigma=0.19$	

### 3.4.2.5. Diseño a flexión

Para el diseño de los muros a flexión se sigue el procedimiento siguiente:

Calcular:

$$F_m = 0.33 * f'_m$$

$$f_m = M / S_m$$

Donde:

$F_m$  = esfuerzo permisible de la mampostería a flexión

$f_m$  = esfuerzo producido por las cargas

$f'_m$  = resistencia a la compresión de la mampostería

$$f'_m = 35 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_m = (1 / 6) * t_m * l_m^2 = (1 / 6) * (19) * (2000)^2 = 12,666,666.67$$

$$= (1 / 6) * (19) * (800)^2 = 2,026,666.67$$

$$F_m = 0.33 * 35 = 11.55 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla XIX. Diseño a flexión de los muros

Muro	Momento Kg-cm	Largo ( $l_m$ ) cm	Ancho ( $t_m$ ) Cm	$f_m$ Kg/cm <sup>2</sup>	$F_m$ Kg/cm <sup>2</sup>
1	1,493,534.00	2,000	19	0.118	11.55
2	1,493,534.00	2,000	19	0.118	11.55
3	1,493,534.00	800	19	0.737	11.55
4	1,493,534.00	800	19	0.737	11.55

Como se puede observar en la tabla anterior, los esfuerzos producidos por las cargas ( $f_m$ ) son menores que los esfuerzos permisibles de la mampostería a flexión ( $F_m$ ), por lo tanto se diseñarán los muros con el refuerzo mínimo.

### 3.4.2.6. Diseño a corte

El refuerzo a corte lo constituyen las soleras o refuerzo horizontal.

Si  $f_v < F_v \rightarrow$  se utiliza refuerzo mínimo

Si  $f_v > F_v \rightarrow$  se calcula el refuerzo.

A continuación se muestra el procedimiento de análisis para el muro 1.

Se inicia por calcular el esfuerzo de corte actuante  $f_v$ , en donde la fuerza de cortante debe incrementarse un 50% si corresponde al análisis de fuerza de sismo.

$$f_v = 1.5 * \frac{V}{L_m * t_m} = 1.5 * \frac{3859.17}{2000 * 19} = 0.152 \text{ kg/cm}^2$$

Ahora se calcula el esfuerzo de corte admisible  $F_v$

$$F_v = k\sqrt{f_m} = 0.3 * \sqrt{35} = 1.77 \text{ kg/cm}^2$$

Se observa que:  $f_v < F_v \rightarrow$  se utiliza refuerzo mínimo.

Tabla XX. Resultados del diseño a corte de los muros en ambos sentidos

Muro	Sentido	Corte(Vs)	Largo $L_m$ cm	Ancho cmmt	$F_v$	$f_v$
1	X	3859.17	2000	19	1.77	0.152
2	X	3608.51	2000	19	1.77	0.142
3	Y	3485.79	800	19	1.77	0.344
4	Y	3981.89	800	19	1.77	0.393

Como se puede observar, todos los valores de  $f_v$  son mucho menores que  $F_v$ , por lo que se diseñan los muros con refuerzo mínimo.

### 3.4.2.7. Refuerzos mínimos

**Según FHA:**            **ASminv = 0.0008**  $t_m L_m$   
                                 **ASminh = 0.0015**  $t_m h_m$

**Según ACI 531:**      **ASminv = 0.0007**  $t_m L_m$   
                                 **ASminh = 0.0013**  $t_m h_m$

Se utilizará el criterio de ACI 531, con  $t_m = 19$  cm. En la siguiente tabla se presentan los resultados de los refuerzos mínimos horizontal y vertical.

Tabla XXI. Resultados de refuerzo horizontal y vertical de los muros

<b>Muro</b>	<b>Espesor <math>t_m</math></b> cm	<b>Altura <math>h_m</math></b> cm	<b>Largo <math>L_m</math></b> cm	<b>Refuerzo</b> <b>Horizontal <math>cm^2</math></b>	<b>Refuerzo</b> <b>Vertical <math>cm^2</math></b>
1	19	400	2000	9.88	26.60
2	19	400	2000	9.88	26.60
3	19	400	800	9.88	10.64
4	19	400	800	9.88	10.64

Previo a colocar el refuerzo en las columnas, es necesaria la revisión del momento de volteo en el sentido X o sea en los muros 3 y 4, así como también en el sentido Y de los muros 1 y 2.

Seguidamente se toma la base de las columnas y se multiplica a lo largo de todo el muro (para este caso se analizará el muro crítico 2, el cual tiene 7 columnas), de la siguiente manera:

$M_v = 14935.34 \text{ kg-m.}$  (tomado de las Tablas XVII y XVIII)

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$b = 20 \text{ cm} * 7 \text{ col} = 140 \text{ cm}$  (se proponen columnas de 20 x 20 cms).

$f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$

$d = 17 \text{ cm}$

$A_{s \text{ req}} = ((b*d) - ((bd)^2 - (M * b / 0.003825f'_c))^{1/2} (0.85 f'_c / f_y)$

$A_{s \text{ req}} = ((140*17) - ((140*17)^2 - ((14935.34)(140)/0.003825(210))^{1/2} (0.85)(210) / 2810$

$A_{s \text{ req}} = 40.04 \text{ cm}^2$

$A_{s \text{ min}} = 26.60 \text{ cm}^2$  (tomado de la Tabla XXII)

Se propone un refuerzo de 4 no. 5. A lo largo del muro hay 7 columnas, es decir 7 x 4 varillas = 28 varillas.

Entonces, se tiene  $28 \times 1.98$  (área acero varilla No. 5) =  $55.44 \text{ cm}^2$

Se comprueba que 4 No. 5 cubren el área de acero, y se tendrán estribos No. 3 @ 20 cm.

Para el refuerzo horizontal (como se comprobó en la Tabla XX, este refuerzo será mínimo) se procede de la siguiente forma:

$A_{s \text{ min}} = 9.88 \text{ cm}^2$

Se propone un refuerzo de 4 No. 3. A lo largo del muro hay 4 soleras, es decir 4 x 4 varillas = 16 varillas.

Entonces, se tiene  $16 \times 0.71$  (área acero varilla No. 3) =  $11.36 \text{ cm}^2$

Se comprueba que 4 No. 3 cubren el área de acero, y se tendrán estribos No. 2 @ 20 cm.

La distribución del refuerzo horizontal y vertical para los muros se muestra en los planos de cimientos, columnas, zapatas y techos. Ver apéndice.

### 3.4.3. Diseño de cimentación

Los cimientos son elementos de la estructura destinados a recibir las cargas propias y las aplicadas exteriormente a la misma; éstos, a su vez, transmiten la acción de las cargas sobre el suelo. Para el proyecto de salón comunal se realiza la revisión de la cimentación propuesta, con los datos:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ tonelada} = 1000 \text{ kg}$$

$$Vs = \text{Valor soporte del suelo} = 15000 \text{ kg/m}^2 = 15 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma_s = \text{Peso específico del suelo} = 1500 \text{ kg/m}^3 = 1.5 \text{ ton/ m}^3$$

$$\gamma_c = \text{Peso específico del concreto} = 2400 \text{ kg/m}^3 = 2.4 \text{ ton/ m}^3$$

$$Fcu = \text{Factor de carga última} = 1.5$$

$$Pu = \text{peso último aproximado de techo} \approx 2.0 \text{ ton}$$

Se propone un área de zapata de  $1 \text{ m}^2$

#### 3.4.3.1. Análisis de suelos

##### Verificación de presión sobre el suelo

Chequeo de la presión sobre el suelo:

Integración de cargas

$P_{TOT} = P_{MURO} + P_{SUELO} + P_{CIMIENTO} + W'$ , calculado para una longitud unitaria de:

$$Au = 1.00 \text{ metro.}$$

$$P_{MURO} = \text{Peso del muro} = h * t * Au * \gamma_{conc.} = 4.40 * 0.19 * 1.00 * 2.4 = 2.00 \text{ ton}$$

$$P_{SUELO} = \text{Peso del suelo} = Az * \gamma_s = 1.00 * 1.00 * 1.4 = 1.4 \text{ ton}$$

$$P_{CIMIENTO} = \text{Peso del cimiento} = A_{cim} * t * \gamma_{conc.} = 0.40 * 0.20 * 2.4 = 0.19 \text{ ton}$$

$$W' = \text{Carga de trabajo} = W' * Au = 1.5 * 1.00 = 1.5 \text{ ton}$$

$$PTOT = 5.09 \text{ ton}$$



La presión sobre el suelo será:

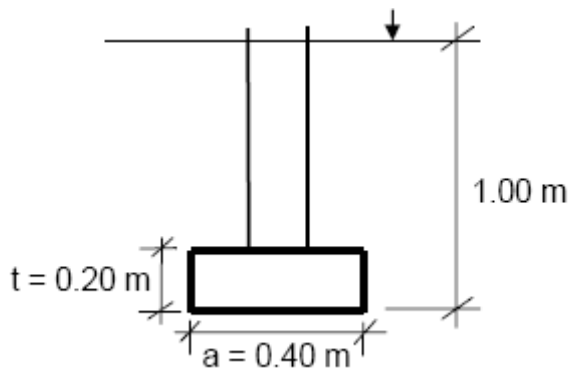
$$q_{MÁX} = 5.09 / 0.4 = 12.73 \text{ ton/m}^2, q_{MÁX} < V_s = 12.73 \text{ ton/m}^2 < 15 \text{ T/m}^2$$

La distribución de presión es uniforme, no existen presiones de tensión en el suelo. Y como ésta es constante entonces:  $q_{DIS}=q_{MÁX}$ , obteniendo:

$$q_{DIS,MÁX} = q_{DIS} * F_{cu} = q_{MÁX} * F_{cu} = 12.73 * 1.50 = 19.00 \text{ ton/m}^2$$

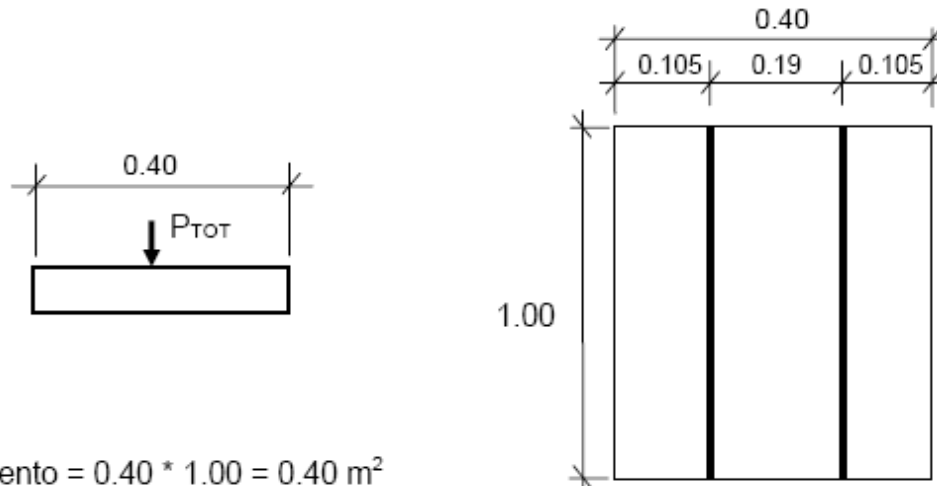
### 3.4.3.2. Diseño de cimiento corrido

Figura 20. Cimiento corrido



Se tomará como base para el chequeo 1.00 m de cimiento como una longitud unitaria, con una carga de trabajo de  $1.50 \text{ ton/m} = W'$ .

Figura 21. Planta de cimiento corrido



$$\text{Área de cimiento} = 0.40 * 1.00 = 0.40 \text{ m}^2$$

### Chequeo por corte simple del cimiento corrido

Datos:

$$t = 20 \text{ cm}$$

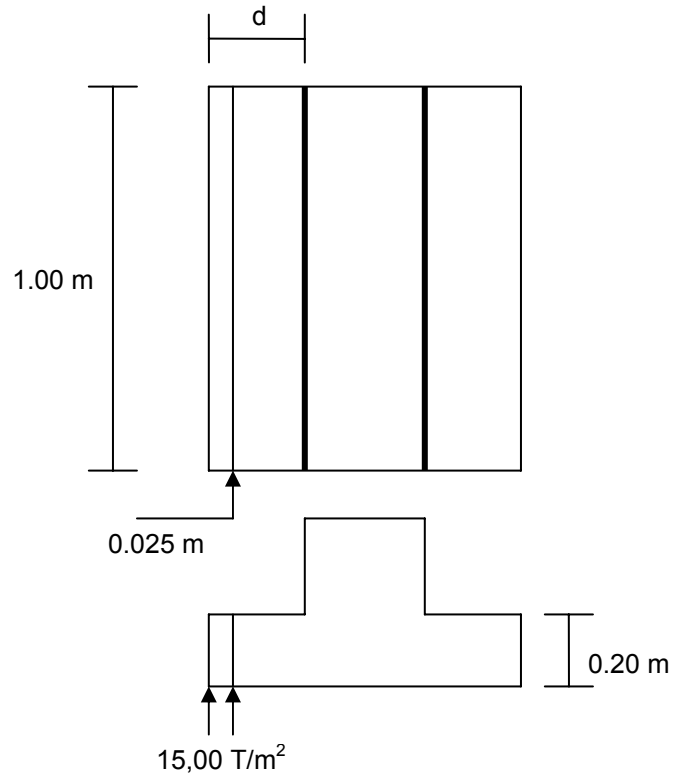
Varillas de diámetro = No. 3

Recubrimiento = 7.5 cm

$$d = t - \text{Recubrimiento} - \Phi/2$$

$$d = 20 - 7.5 - 0.95 / 2 = 12.02 \text{ cm} \approx 12 \text{ cm}$$

Figura 22. Planta y elevación de cimiento corrido



Calculando  $V_{act}$  = corte actuante

$$V_{act} = 0.025 \text{ m} * 1.00 \text{ m} * q_{DIS,MÁX} \rightarrow V_{act} = 0.025 \text{ m}^2 * 19.00 = 0.475 \text{ ton}$$

Calculando  $V_R$  = corte resistente

$$R = 0.85 * 0.53(f'c)^{1/2} bd$$

$$V_R = 0.85 * 0.53(210)^{1/2} (100 * 12) / 1,000 = 7.83 \text{ ton} > 0.475 \text{ ton}$$

### Chequeo por flexión

La sección crítica por flexión para cimientos corridos en muros, se da como se muestra en la figura 21. El momento último será:

$$M_u = q_{DIS,MÁX} * L^2 * A_u / 2 = 19.00 * (0.105)^2 * 1 / 2 = 0.10474 \text{ Ton-m} = 104.74 \text{ kg-m}$$

El área de acero se calcula de la siguiente forma:

$$A_s = (B * d - ((B*d)^2 - (M * b / 0.003825f_c))^{1/2} (0.85 f_c / F_y) = 0.35 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{MÍN}}} = (14.1 / 2,810) * 40 * 12 = 2.41 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se colocará  $A_{s_{\text{MÍN}}}$  con 3 var. No. 4 corridos.

Para el espaciamiento de los eslabones se usará la fórmula  $S = A_v / A_s$ ; donde:  $S < 0.45 \text{ m}$ . Usando varilla No. 2 se tiene  $S = 0.32 / 2.41 = 0.15 \text{ m}$ .

### **3.4.3.3. Diseño de zapata**

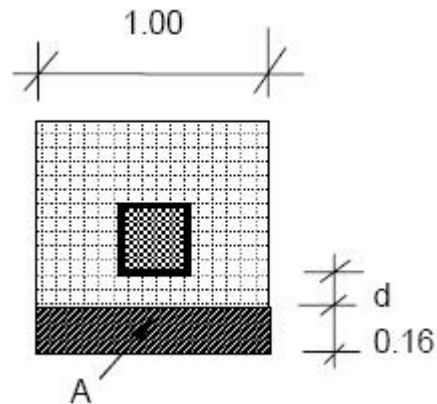
Dimensionada el área se procede a dimensionar el espesor de la zapata, basados en que el recubrimiento del refuerzo no sea menor que 0.075 m. y que el peralte efectivo sea mayor que 0.15 m.

Considerando lo anterior, se asume  $t = 0.30 \text{ m}$ . donde  $t$  es el espesor. Luego se hacen los chequeos de corte simple y punzonamiento causado por la columna y las cargas actuantes.

### **Chequeo por corte simple**

La falla de la zapata por esfuerzo cortante ocurre a una distancia igual a  $d$  (peralte efectivo) del borde de la columna, por tal razón se debe comparar en ese límite si el corte resistente es mayor que el actuante, esto se hace de la forma indicada a continuación:

Figura 23. Planta de zapata



$$d = t - \text{Recubrimiento} - (\varphi / 2)$$

$$d = 30 - 7.5 - (1.59 / 2) = 21.7 \text{ cm}$$

Vact = Corte actuante:

$$Vact = \text{Área ashurada} * q_u$$

$$Vact = (1.00 * 0.16) * 19 = 3.04 \text{ Ton}$$

VR = Corte simple resistente:

$$VR = 0.85 * 0.53 * (f_c)^{1/2} * b * d$$

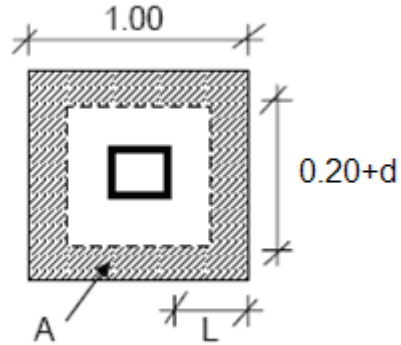
$$VR = 0.85 * 0.53 * (210)^{1/2} * 100 * 21.7$$

$$VR = 14.17 \text{ Ton.} > Vact \rightarrow \text{sí chequea}$$

### Chequeo por corte punzonante

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna; el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia igual a **d/2** del perímetro de la columna.

Figura 24. Planta de chequeo por punzonamiento



Área ashurada = Área de punzonamiento

$$V_{act} = (A_z - A_{ashurada}) * q_u$$

$$V_{act} = (1.00^2 - 0.47^2) * 19 = 14.80 \text{ Ton}$$

$$V_R = 0.85 * 1.06 * (f'_c)^{1/2} * b_o * d$$

$$b_o = 4 * (25 + d) = 4 * (25 + 21.7) = 186.8 \text{ cm}$$

$$V_R = 0.85 * 1.06 * (210)^{1/2} * 186.8 * 21.7 / 1000$$

$$V_R = 52.93 \text{ Ton} > V_{act} \rightarrow \text{sí chequea}$$

### Diseño de refuerzo

El empuje hacia arriba del suelo produce momento flector en la zapata, por tal razón, es necesario reforzarla con acero para soportar los esfuerzos inducidos. Esto se hace de la manera siguiente:

El momento último se define tomando la losa en voladizo con la fórmula:  
 $M_u = q_u * L^2 / 2 = 19.0 * (0.375)^2 / 2 = 1.34 \text{ Ton-m}$ , donde **L** es la distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata.

El área de acero se define por la fórmula:

$$A_s = (B * d - ((B * d)^2 - (M_u * b / 0.003825 f_c))^{1/2} * (0.85 * f_c / F_y)$$

Datos:

$$M_u = 1.34 \text{ Ton-m} = 1215 \text{ Kg-m}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 21.7 \text{ cm}$$

$$f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$$

$$F_y = 2,810 \text{ kg / cm}^2$$

Se obtiene:

$$A_s = (100 * 21.7 - ((100 * 21.7)^2 - (1215 * 100 / 0.003825 * 210))^{1/2} * (0.85 * 210 / 2,810)$$

$$A_s = 2.23 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{MÍN}} = (14.1 / f_y) * b * d$$

$$A_{s\text{MÍN}} = (14.1 / 2,810) * 100 * 21.7 = 10.89 \text{ cm}^2$$

Como  $A_s < A_{s\text{MÍN}}$ , entonces se colocará acero mínimo que es  $10.89 \text{ cm}^2$

El espaciamiento entre varillas de refuerzo está definido por:  $S = A_v / A_s$ ; donde  $S < 0.45 \text{ m}$ . Usando varilla No. 5 se tiene  $S = 1.98 / 10.89 = 0.18 \text{ m}$ . Por seguridad se usará un  $S = 0.15 \text{ m}$ .

El armado será de 6 varillas No. 5 @ 0.15 m. en ambos sentidos.

### **3.5. Instalaciones eléctricas**

La instalación eléctrica consistirá en dos circuitos de iluminación con ocho unidades, de lámparas fluorescentes; y dos circuitos de fuerza con diez unidades que constan de tomacorrientes dobles. La cantidad de estas unidades se distribuyeron según el espacio del salón, ver planos en apéndice.

### **3.6. Elaboración de planos de construcción**

Después de realizar los procedimientos descritos en la secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados en planos. Estos son representaciones gráficas que detallan todas las partes y los trabajos a realizar en el proyecto. Sirven para presupuestar, contratar y construir los diferentes elementos del mismo. Los planos elaborados para el Salón Comunal del caserío Caribe río Salinas, municipio de Sayaxché, Petén; son los siguientes:

1. Índice de planos y planta de localización.
2. Planta acotada y elevación frontal y posterior.
3. Elevaciones laterales derecha e izquierda.
4. Planta amoblada y secciones.
5. Planta de cimentación y detalles.
6. Corte de muros.
7. Corte de muros.
8. Planta de techo.
9. Detalles de estructura de techos.
10. Planta de electricidad.



### **3.7. Presupuesto**

El presupuesto es un documento que debe incluirse en el diseño de todo proyecto de ingeniería, ya que da a conocer al propietario si el mismo es rentable, posible y conveniente en su ejecución. En este caso se integró por precios unitarios cada renglón de trabajo, aplicando el criterio de precios de materiales que se cotizan en la región.

En la integración de costos del salón comunal del caserío Caribe río Salinas se consideraron los siguientes aspectos:

1. Costos directos: la mano de obra calificada, no calificada, las prestaciones laborales aplicando un promedio de salarios que se pagan en la región.
2. Costos indirectos: la supervisión técnica, costos de administración y la utilidad.
3. Materiales: para el efecto se cotizaron de acuerdo al lugar y la fecha en la que se realizó el estudio.

Tabla XXII. Presupuesto integrado de salón comunal

PROYECTO: SALÓN COMUNAL  
 UBICACIÓN: CASERÍO CARIBE RÍO SALINAS, SAYAXCHÉ  
 DEPARTAMENTO: PETÉN  
 FECHA: ENERO 2010

**RESUMEN DE INTEGRACIÓN**

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	1.00	global	Q 6,913.80	Q 6,913.80
2	CIMENTACIÓN	57.00	ml	Q 443.38	Q25,272.66
3	LEVANTADO DE MUROS	170.90	m <sup>2</sup>	Q 317.18	Q54,206.06
4	COLUMNAS	96.00	ml	Q 281.74	Q27,047.04
5	TECHO	1.00	global	Q55,231.80	Q55,231.80
6	INSTALACIONES Y ACABADOS	1.00	global	Q24,861.00	Q24,861.00

**COSTO TOTAL DEL PROYECTO 193,532.36**

EL PRESENTE PRESUPUESTO ASCIENDE A LA CANTIDAD DE:  
 CIENTO NOVENTA Y TRES MIL QUINIENTOS TREINTA Y DOS CON 36/100  
 QUETZALES.

SAYAXCHÉ, PETÉN, GUATEMALA. C.A.

### 3.8. Cronograma de ejecución

Tabla XXIII. Cronograma de ejecución de salón comunal

Actividades	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4		Mes 5		Mes 6		Mes 7		Mes 8																				
	Semanas		Semanas		Semanas		Semanas		Semanas		Semanas		Semanas		Semanas																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32			
Trabajos preliminares	■	■	■																																
Cimentación				■	■	■	■																												
Solera hidrófuga								■	■																										
Levantado de muros									■	■	■	■	■	■																					
Solera intermedia										■	■																								
Columnas														■	■	■	■																		
Solera de corona															■	■	■																		
Techo																	■	■	■	■	■	■													
Instalaciones eléctricas																							■	■	■	■									
Acabados																																			



## CONCLUSIONES

1. El diseño de tramo carretero de terracería que conduce del parcelamiento Santa Amelia hacia el parcelamiento La Isla Machaquilá tiene una longitud de 7,794.59 metros lineales, está diseñado como una sección típica "E", según la clasificación de la Dirección General de Caminos, la velocidad de diseño es de 30 km/h, ancho de calzada de 5.50 m, bombeo de 3%, tendrá una capa de material balasto de 0.20 m mínimo, y el costo directo será de Q.3,580,336.89.
2. El salón de usos múltiples diseñado para el caserío Caribe río Salinas , tiene un área de construcción de 160 m<sup>2</sup>, tendrá muros de mampostería reforzada confinada, con un espesor de muro de 0.20 m, con techo conformado por estructura metálica y cubierta de lámina de zinc, y tendrá un costo directo de Q. 193,532.36.
3. La construcción del proyecto de tramo carretero del parcelamiento Santa Amelia hacia el parcelamiento La Isla Machaquilá beneficiará directamente a un total de 250 habitantes de ambos parcelamientos, e indirectamente beneficiará a las comunidades de la micro región de La Reinita, las cuales la conforman unos 700 habitantes, en diferentes comunidades.
4. El salón de usos múltiples del caserío río Salinas, beneficiará directamente a la mayoría de los habitantes de dicha comunidad, la cual la conforman 95 familias, haciendo un total de 671 habitantes.



## RECOMENDACIONES

1. En la medida de lo posible, ejecutar los proyectos lo antes posible, ya que el cálculo de los presupuestos de ambos fueron calculados con los precios establecidos al momento de hacer los diseños, los cuales están sujetos a las variaciones de la economía.
2. Al momento de la ejecución del proyecto de tramo carretero se deben establecer medidas de supervisión y control de cada una de las fases, las cuales deben incluir supervisión de tala de árboles, seguir las especificaciones establecidas en los planos para los elementos de las curvas horizontales y verticales, velar por que se respeten mojones y niveles en topografía, realizar según los planos los drenajes transversales en cada paso de agua especificados.
3. Al momento de la ejecución del proyecto de salón comunal se debe supervisar cada fase para asegurar la funcionalidad de dicho proyecto. En dicha supervisión se debe velar por que se respeten los trazos, la calidad del material debe ser la adecuada y especificada en los planos, los armados de cimentaciones, columnas y soleras deben ser revisados antes de cualquier fundición. No se deberá realizar ningún cambio en los planos sin antes consultarlo con las autoridades encargadas.
4. Al momento de la ejecución de los proyectos se recomienda utilizar mano de obra que sean habitantes de las comunidades directamente beneficiadas, esto presenta las ventajas de disponibilidad de horarios, mejores precios a destajo y un mejor rendimiento por el hecho que el trabajo será para los mismos habitantes.

5. Una vez ejecutados los proyectos, es preciso hacer inspecciones periódicas de mantenimiento, para evitar deterioros considerables en su estructura. Para el tramo carretero se aconseja realizar limpieza de drenajes al inicio y final del proyecto, chapeo en toda la longitud del tramo. Para el salón comunal se aconseja inspeccionar el estado de las láminas, lamparas, ventanas, y demás accesorios, así como los muros y la estructura metálica del techo, para realizar mantenimiento preventivo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of State Highways and Transportation Officials (AASHTO). **Standard Specifications for highways and bridges**, 16a edición, Estados Unidos 1,996.
2. Cabrera Seis, Jadenon Vinicio. Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1. Tesis Ing. Civil: Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. 178 pp.
3. Crespo Villalaz, Carlos. **Mecánica de suelos y cimentaciones**. 4a edición, México: Editorial Limusa, 1999. 640 pp
4. Dirección General de Caminos. **Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes**. Litografía Guatemalteca, 2001.
5. Fernández Motta Rodolfo Arturo, Diseño de carretera aldea el Rodeo-Plan Redondo, municipio San José la Arada, departamento Chiquimula. Trabajo de graduación Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, USAC, Guatemala. 2006.
6. Frederick. Merritt. **Manual del Ingeniero Civil**, Editorial McGRAW-HILL, primera edición en español, México, 1983.
7. Nilson, Arthur H. **Diseño de estructuras de concreto**. 12ª edición, Colombia: McGraw-Hill Interamericana S.A., 2,001. 722 pp.
8. Ortiz Mendoza, Jorge Luis. Diseño de un edificio de mampostería reforzada. Tesis Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998. 162 pp.

9. Vides Tobar, **Armando. Análisis y control de costos de ingeniería. 2°**  
ed. Tomo I. Guatemala: Editorial Piedra Santa, 1978. 595 pp.

## **APÉNDICES**



## **1. RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO DE SUELOS**





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



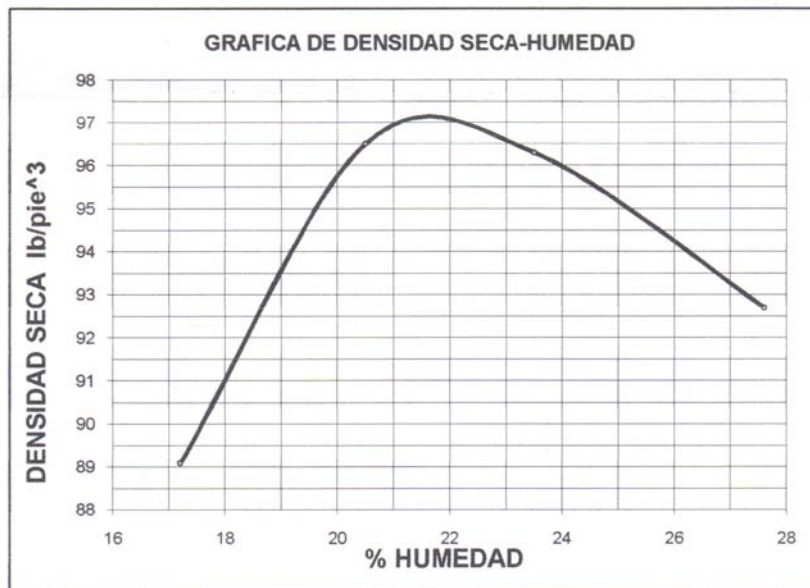
INFORME No. 084 S.S. O.T.: 22,763

Interesado: Luis Rodolfo Guzmán Girón  
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

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

Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Ubicación: Sayaxché, Petén  
Fecha: 27 de marzo de 2008



Descripción del suelo: Arcilla ligeramente arenosa color café oscuro  
Densidad seca máxima  $\gamma_d$ : 1556 Kg/m<sup>3</sup> 97.1 lb/ft<sup>3</sup>  
Humedad óptima Hop.: 21.6 %  
Observaciones: Muestra tomada por el interesado.



Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
DIRECTOR CII/USAC



*Omar E. Medrano Mendez*  
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos







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

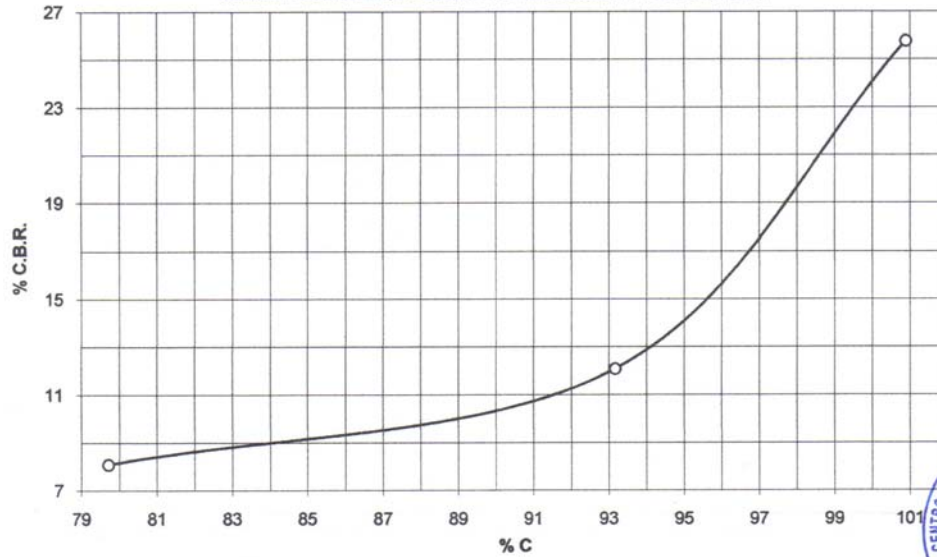


INFORME No.: 085 S.S. O.T.: 22763

Interesado: Luis Rodolfo Guzmán Girón  
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193  
 Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS  
 Ubicación: Sayaxché, Petén  
 Descripción del suelo: Arcilla ligeramente arenosa color café oscuro  
 Fecha: 27 de marzo de 2008

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	$\gamma_d$ (Lb/pie <sup>3</sup> )			
1	10	21.50	77.4	79.7	4.0	8.1
2	30	21.50	90.5	93.2	5.7	12.1
3	65	21.50	98.0	100.9	3.7	25.8

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



Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
DIRECTOR CII/USAC

*Omar E. Medrano Mendez*  
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



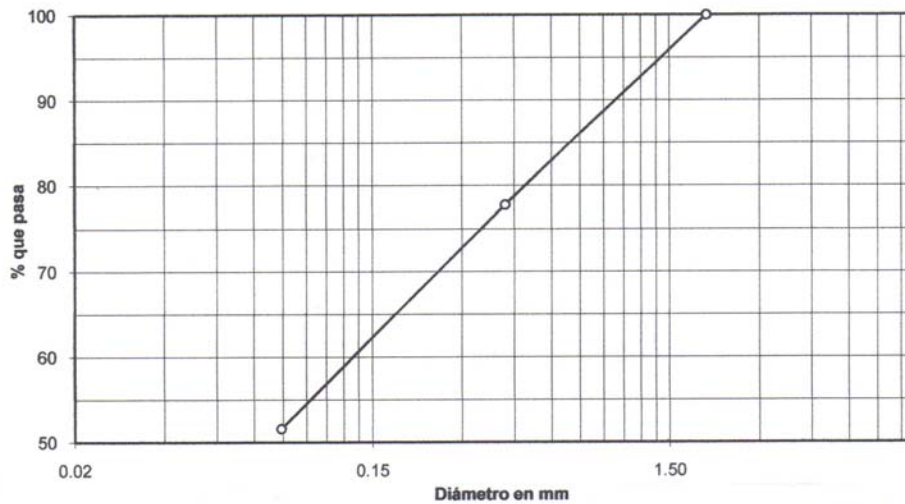
INFORME No. 086 S.S. O.T.: 22763

Interesado: Luis Rodolfo Guzmán Girón  
Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.  
Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11  
Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

Procedencia: Sayaxché, Petén  
Fecha: 27 de marzo de 2008

Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.8	100.00
3/4"	19.00	100.00
4	4.76	100.00
10	2.00	100.00
40	0.42	77.78
200	0.074	51.60

% de Grava: 0.00  
% de Arena: 48.40  
% de Finos: 51.60



Descripción del suelo: Arcilla ligeramente arenosa color café oscuro  
Clasificación: S.C.U.: CL P.R.A.: A-7-6  
Observaciones Muestra tomada por el Personal del Laboratorio

Atentamente,

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



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos





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



INFORME No. 087 S. S. O.T.: 22763

Interesado: Luis Rodolfo Guzmán Girón  
Proyecto: Trabajo de Graduación - EPS

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

Ubicación: Sayaxché, Petén

FECHA: 27 de marzo de 2008

**RESULTADOS:**

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	2	44.1	11.2	CL	Arcilla ligeramente arenosa color café oscuro

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

Observaciones: Muestra tomada por el interesado



Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez  
DIRECTOR CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



## **APÉNDICE**

### **2. PLANOS TRAMO CARRETERO**





# ESPECIFICACIONES (\*)

- LIMEZA, CURBA Y DESTRIEGUE**
- ANTES DE EFECTUAR LA TALA DE ARBOLES, EL CONTRATISTA DEBERA CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DEL INM y DEL CONAR O DE LA ENTIDAD CORRESPONDIENTE CUANDO DENTRO DE ESTOS REQUISITOS SE ESTABLEZCA LA NECESIDAD DE REFORZAR EL CONTRATISTA DEBE EFECTUAR ESTOS TRABAJOS DE AJUSTE CON LO INDICADO EN LA SECCION 304 PARA HACER UN RELLENO SE DEBERA LAMPAR Y CHAFAR EL AREA, ASI COMO TAMBIEN RETIRAR LA MATERIA ORGANICA COMO LO ESTIPULA LA SECCION 302 DEL LIBRO 201 DE CANALES.
  - LAS RAMAS DE LOS ARBOLES QUE SE EXTENDAN SOBRE LA CARRETERA SE DEBEN CORTAR O PODAR PARA DEJAR UN CARGO DE 6 METROS A PARTIR DE LA SUPERFICIE DE LA MESA.
  - EN AREAS DONDE SE DEBA EFECTUAR LA EXCAVACION NO CLASIFICADA TODOS LOS TRONCOS, RAICES Y OTROS MATERIALES INCONVENIENTES, DEBEN SER REMOVIDOS HASTA UNA PROFUNDIDAD NO MENOR DE 400 MILIMETROS DEBAJO DE LA SUPERFICIE DE LA SUPERFACIETE Y EL AREA TOTAL DEBE SER LIMPIADA DE MATORESIALES, TRONCOS CARGADOS, RAICES Y OTROS MATERIAS VEGETALES O ORGANICAS SUSCEPTIBLES DE DESCOMPOSICION.
  - LAS AREAS QUE SE DEBAN CURAR CON TERRAJENES SE DEBEN DESRAIZAR A UNA PROFUNDIDAD NO MENOR DE 300 MILIMETROS O A 400 MILIMETROS EN AREAS DONDE EXISTAN TRONCOS.
  - TODOS LOS TRONCOS QUE ESTEN FUERA DEL AREA DE EXCAVACION O DE TERRAJENES, DEBEN SER DESRAIZADOS A UNA PROFUNDIDAD NO MENOR DE 300 MILIMETROS DEBAJO DE LA SUPERFICIE DEL TERRENO ORIGINAL.

- DISEÑO**
- CARRETERA TIPO "E", CON UN ANCHO DE CALZADA DE 550 METROS.
  - VELOCIDAD DE DISEÑO DE 30 KM/H.
  - PAVIMENTO DE 3%
  - PENDIENTE MAXIMA DE 21%
  - SE RECOMIENDA PARA PREVIENE LONGITUDINAL UNA PENDIENTE NO MENOR DE 1% A 3%
  - EL GRADO DE CURVATURA ESTARA EN UN RANGO DE 10° A 30°.

- EXCAVACION Y TERRAJENES**
- TODOS LOS TALUDES DE CORTE DEBEN DE QUEDAR CON SUPERFICIES ASERIAS UNIFORMES, SIN QUEBRAS NOTORIAS VISIBLES DESDE LA CARRETERA EXCEPTO EN BOCA SOLIDA SE DEBE REDONDEAR LA CORONA Y EL PIE DE TODOS LOS TALUDES, SE DEBE REDONDEAR EL MATERIAL EXISTENTE SOBRE BOCA SOLIDA HASTA DONDE SEA PRACTICO.
  - SE DEBE REMOVER TODO EL MATERIAL MAYOR DE 150 MILIMETROS DE LOS 80 MILIMETROS SUPERFICIES DEL LECHO DE LA CARRETERA.
  - LOS TERRAJENES DEBEN DE SER CONSOLIDADOS EN CAPAS SUSECUAS, A TODO LO ANCHO DE LA SECCION TIPICA Y EN LONGITUDES TALES QUE SEA POSIBLE EL REBO DE AGUA Y LA COMPACTACION POR MEDIO DE LOS METODOS ESTABLECIDOS.
  - LOS TERRAJENES SE DEBEN COMPACTAR COMO MINIMO AL 90% DE LA DENSIDAD MAXIMA DETERMINADA POR EL METODO AGASTO T 80 Y LOS ULTIMOS 300 MILIMETROS SE DEBEN COMPACTAR COMO MINIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA DETERMINADA POR EL METODO CITADO.

- PLASTO**
- EL PLASTO DEBE DE SER DE CALIDAD UNIFORME Y ESTAR EXENTO DE RESIDUOS DE MADERA, RAICES O CUALQUIER MATERIAL FERROVICIAL O EXTRAÑO.
  - EL MATERIAL DE PLASTO DEBE DE TENER UN PESO UNIFORME SIEMPRE, NO MENOR DE 1450 KG/M<sup>3</sup> (90 LB/PIE<sup>3</sup>), DETERMINADO POR EL METODO AGASTO T 19.
  - EL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRISES NO DEBE DE EXCEDER DE 1/4 DEL ESPESOR DE LA CAPA Y EN NINGUN CASO DEBE DE SER MAYOR DE 120 MILIMETROS.
  - LA PORCION DEL PLASTO RETENIDA EN EL TAMIZ 4.75 MM (No. 4) DEBE ESTAR COMPROMETIDA ENTRE EL 40% Y EL 40% EN PESO Y DEBE TENER UN PORCENTAJE DE ABRASION NO MAYOR DE 60, DETERMINADO POR EL METODO AGASTO T 3%. LA PORCION QUE PASE EL TAMIZ 0.075 MM (No. 40) DEBE TENER UN LIMITE LIQUIDO NO MAYOR DE 3%, DETERMINADO POR EL METODO AGASTO T 89 Y UN INDICE DE PLASTICIDAD ENTRE 5 Y 11, DETERMINADO POR EL METODO AGASTO T 30. LA PORCION QUE PASE EL TAMIZ 0.075 MM (No. 200) NO DEBE EXCEDER DE 1% EN PESO, DETERMINADO POR EL METODO AGASTO T 11.
  - EL ESPESOR TOTAL DE LA CAPA DE PLASTO SERA DE 020 METROS.
  - LAS CAPAS DE PLASTO SE DEBEN COMPACTAR COMO MINIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA DETERMINADA POR EL METODO AGASTO T 180.

- CUNETAS Y CONTRACUNETAS**
- LAS CONTRACUNETAS SE HIRAN DE SECCION TRAPEZOIDAL, CON MEDIDAS INDICADAS EN LOS DETALLES.
  - SE COLGARAN CONTRACUNETAS EN LOS TALUDES DE CORTE MAYORES DE 100 CENTIMETROS Y EN LOS TALUDES DE TERRAJEN MAYORES DE 50 CENTIMETROS, CON PENDIENTES LONGITUDINALES DE LA CUNETA NO MENORES DE 2%.
  - EL REFORZAMIENTO EN LAS PAREDES DE LAS CONTRACUNETAS SERA DE TERRENO NATURAL.
  - LAS CUNETAS SE CONSTRUIRAN DE FORMA TRIANGULAR CON LAS DIMENSIONES QUE SE INDICAN EN LOS PLANOS.
  - EL REFORZAMIENTO DE LAS CUNETAS SE HIRAN CON TERRENO NATURAL.

- DESAGÜES**
- ANTES DE COLGAR LA TUBERIA DEBE HACERSE UNA CALZAVANETA DE PLASTO.
  - EL RELLENO MINIMO SOBRE TUBERIA SERA DE 120 METROS.
  - SE USARA TUBERIA DE HIERRO CORRUPTO CLASE 30 DE AJUSTE CON ANCHO DE 120 METROS.
  - LA TUBERIA DEBE TENER UNA PENDIENTE DE 4% MINIMO PARA PODER PREVENIR EL AGUA.
  - SECCION LA PRECCION DE LA CORRIENTE DE AGUA DEBE TENER ESPALDE PARA CANCELAR EL AGUA.
  - LAS CAVAS Y CABEZALES DE ALCANTRILLAS SERAN DE CONCRETO CALOFO.
  - EL CONCRETO CALOFO SERA UNA COMBINACION DE CONCRETO CLASE T15 (25000 PSI) Y DE PIEDRA GRANDE NO MAYOR DE 300 MILIMETROS. EL VOLUMEN DE PIEDRA ADICIONADA NO DEBE EXCEDER DE UN TERCIO DEL VOLUMEN TOTAL DEL CONCRETO CALOFO. CADA PIEDRA DEBE ESTAR ROPEADA DE POR LO MENOS 80 MILIMETROS DE CONCRETO Y NO DEBE COLGARSE NINGUNA, A MENOS DE 250 MILIMETROS DE CUALQUIER SUPERFICIE SUPERIOR A N MENOS DE 80 MILIMETROS DE CUALQUIER OTRA SUPERFICIE DE LA ESTRUCTURA QUE SE ESTA CONSTRUYENDO.
  - EL MATERIAL DE RELLENO SE DEBE COMPACTAR EN CAPAS QUE NO EXCEDAN DE 150 MILIMETROS DE ESPESOR, DEBANDO SER CALZAVANES SIMULTANEAMENTE A AMBOS LADOS DE LA ALCANTRILLA PARA QUE NO SE PRODUZCAN PRESIONES DESIGUALES.
  - LAS CAVAS Y CABEZALES TENDRAN UN ACABADO FINAL QUE DEBE LA FORMALETA.

# INDICE DE PLANOS

NO. DE HOJA	CONTENIDO
1 / 17	INDICE DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES
2 / 17	PLANTA GENERAL
3 / 17	PLANTA - PERFL TRAMO DE 0+000 A 0+710
4 / 17	PLANTA - PERFL TRAMO DE 0+710 A 1+460
5 / 17	PLANTA - PERFL TRAMO DE 1+460 A 2+210
6 / 17	PLANTA - PERFL TRAMO DE 2+210 A 2+960
7 / 17	PLANTA - PERFL TRAMO DE 2+960 A 3+710
8 / 17	PLANTA - PERFL TRAMO DE 3+710 A 4+460
9 / 17	PLANTA - PERFL TRAMO DE 4+460 A 5+200
10 / 17	PLANTA - PERFL TRAMO DE 5+200 A 5+940
11 / 17	PLANTA - PERFL TRAMO DE 5+940 A 6+680
12 / 17	PLANTA - PERFL TRAMO DE 6+680 A 7+029.94 Y TRAMO DE 6+786.40 A 7+010
13 / 17	PLANTA - PERFL TRAMO DE 7+010 A 7+544.88
14 / 17	SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO DE 0+000 A 3+900
15 / 17	SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO DE 3+900 A 6+960
16 / 17	SECCIONES TRANSVERSALES TRAMOS DE 6+960 A 7+029.94 Y DE 6+786.40 A 7+500
17 / 17	DETALLES PREVIENE Y SECCION TIPICA

(\*) FUENTE: ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES, DEL MINISTERIO DE COMUNICACIONES, INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA, DICIEMBRE 2002  
NOTA: PARA OTRAS ESPECIFICACIONES NO MENCIONADAS EN ESTE PLANO, CONSULTAR LA MISMA FUENTE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 MANIPULADO DE SANGRE, DEPARTAMENTO DE FIEN

PROFESOR: DR. JUAN CARLOS DE LA CRUZ  
 ASISTENTE: DR. JUAN CARLOS DE LA CRUZ  
 ALUMNO: JUAN CARLOS DE LA CRUZ

PRIMER SEMESTRE  
 LRB66

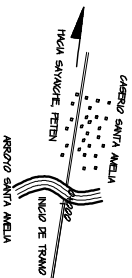
CONTENIDO  
 INDICE DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES

FECHA DE ENTREGA: 07/11/21

FECHA DE CALIFICACION: 07/11/21

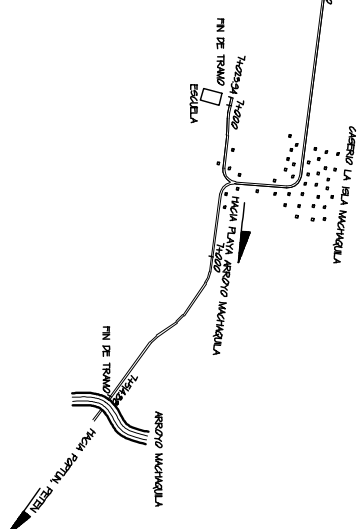
NOTA: LAS FIRMAS DEBEN ESTAR EN UN MISMO LUGAR

FECHA: 1/1



# PLANTA GENERAL

ESCALA 1:10000



LINEA TOROENTUCA					
EST.	P.O.	AZMUT.	PH.	CANNAMENTO	COTA
0	0			0+000	10200
1	1	89° 11' 30"	9932	0+09932	11124
2	2	88° 39' 40"	1210	0+12910	10589
3	3	88° 39' 40"	1179	0+14089	12430
4	4	89° 00' 30"	5200	0+14609	17104
5	5	89° 08' 30"	1515	0+15124	10734
6	6	89° 31' 0"	3229	0+15446	10730
7	7	89° 12' 0"	3934	0+15839	11181
8	8	89° 32' 50"	1511	0+16094	12481
9	9	89° 42' 0"	4728	0+16562	10534
10	10	89° 21' 0"	3297	1+02029	11289
11	11	89° 17' 40"	10156	1+02126	10948
12	12	89° 16' 20"	5930	1+02126	12002
13	13	89° 41' 50"	4731	1+02155	11111
14	14	89° 41' 50"	4731	1+02146	10730
15	15	89° 43' 50"	1507	1+02034	10730
16	16	89° 57' 40"	10800	1+02038	10746
17	17	89° 44' 40"	5151	1+02024	10730
18	18	89° 41' 50"	3229	1+02029	10730
19	19	89° 41' 50"	3217	1+020376	10741
20	20	89° 08' 40"	3812	1+02038	30719
21	21	89° 07' 50"	8159	1+02031	30730
22	22	89° 24' 50"	12936	1+02037	31281
23	23	89° 24' 50"	12936	1+02037	31281
24	24	89° 29' 00"	11187	1+02034	31281
25	25	89° 44' 40"	10200	1+02034	31281
26	26	89° 57' 40"	3229	1+02032	30741
27	27	89° 54' 00"	4387	1+02032	30741
28	28	89° 40' 30"	12025	1+02034	31281
29	29	89° 40' 30"	12025	1+02034	31281
30	30	89° 30' 0"	4144	1+02038	10730
31	31	89° 30' 0"	4144	1+02038	10730
32	32	89° 22' 00"	4197	1+02048	10485
33	33	89° 09' 40"	3710	1+02032	10730
34	34	89° 09' 40"	3710	1+02032	10730
35	35	89° 10' 40"	3949	1+02038	10730

LINEA TOROENTUCA					
EST.	P.O.	AZMUT.	PH.	CANNAMENTO	COTA
36	36	89° 13' 30"	4197	1+02034	10406
37	37	89° 13' 30"	4197	1+02034	10406
38	38	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
39	39	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
40	40	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
41	41	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
42	42	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
43	43	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
44	44	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
45	45	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
46	46	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
47	47	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
48	48	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
49	49	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
50	50	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
51	51	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
52	52	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
53	53	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
54	54	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
55	55	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
56	56	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
57	57	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
58	58	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
59	59	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
60	60	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
61	61	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
62	62	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
63	63	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
64	64	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
65	65	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
66	66	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
67	67	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
68	68	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
69	69	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
70	70	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
71	71	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
72	72	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479
73	73	89° 22' 10"	3934	1+02048	10479

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN FERROVIARIAS

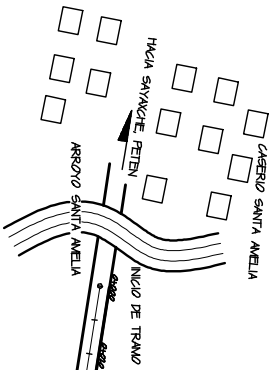
MANUAL DE SAN VICENTE, DEPARTAMENTO DE PERU

PROFESOR: **ING. CARLOS RAMIREZ**

PRESENTE: **ING. CARLOS RAMIREZ**

ALUMNO: **ING. CARLOS RAMIREZ**

FECHA: **27/11**

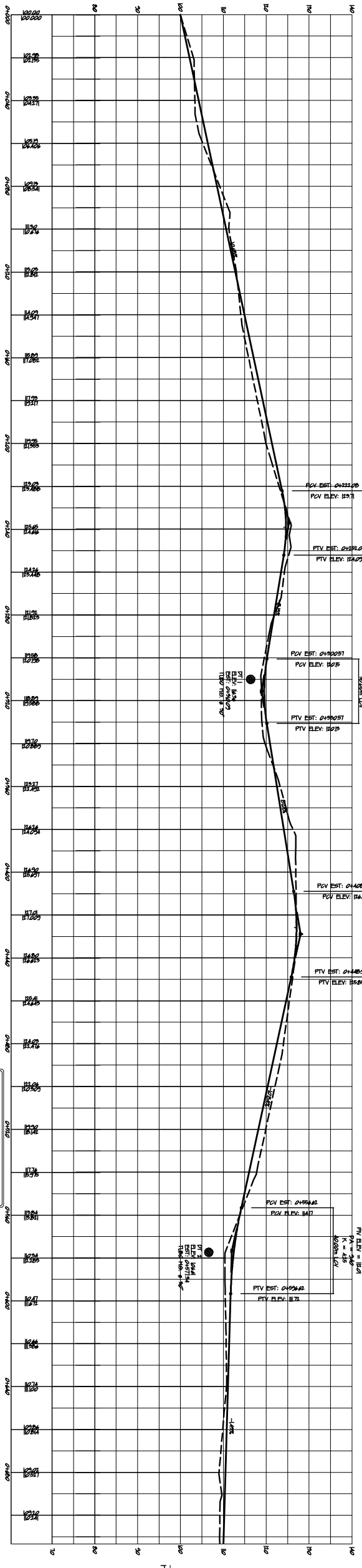


# PLANTA

Esc. 1:2000

CONTINUA EN  
HOJA 4/77

SIMBOLOGIA EN PLANTA	
	Rd = RADIO DE CURVA HORIZONTAL
	PT = PUNTO DE TANGENTE HORIZONTAL
	TL = LONGITUD DE TANGENTE
	Lc = LONGITUD DE CURVA
	Sl = LONGITUD DE SPIRAL
	Rd = RADIO DE CURVA
	Sl = LONGITUD DE SPIRAL
	E = ESTACION
	— = LINEA CENTRAL



# PERFIL LONGITUDINAL

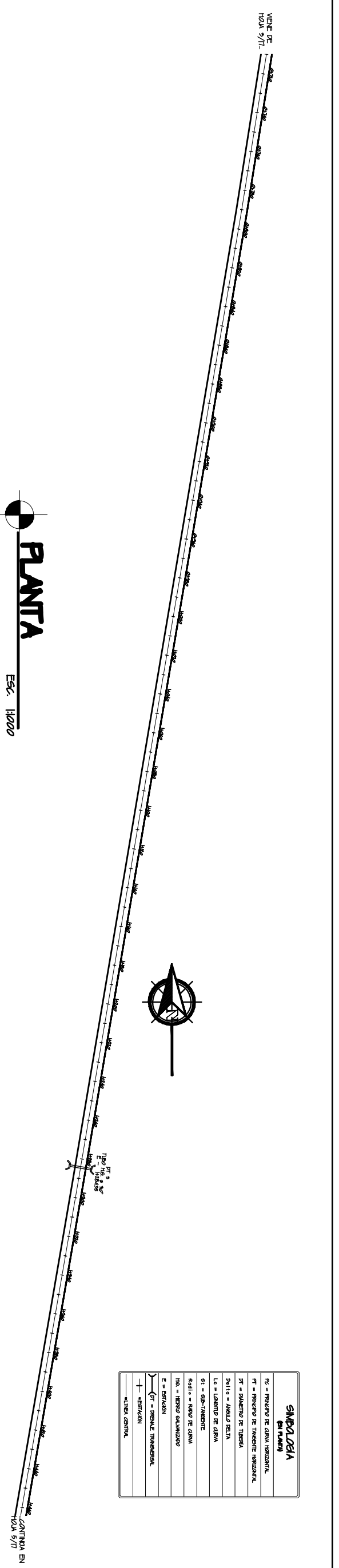
Esc. HOR. 1:2000  
Esc. VER. 1:5000

SIMBOLOGIA EN PERFIL	
	PVI = PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
	PV = PUNTO DE CURVA VERTICAL
	PTV = PUNTO DE TANGENTE VERTICAL
	ELEV = ELEVACION
	EST = ESTACION
	LcV = LONGITUD DE CURVA VERTICAL (EN M)
	K = CAMBIANTE DE PENDIENTE PROMEDIO
	PA = PUNTO ALTO
	PA = PUNTO BAJO
	TL = LONGITUD DE TANGENTE
	Sl = LONGITUD DE SPIRAL
	RdV = RADIO DE CURVA VERTICAL
	Sl = LONGITUD DE SPIRAL
	— = LINEA DE TIENSO
	— = LINEA DE PUNEO

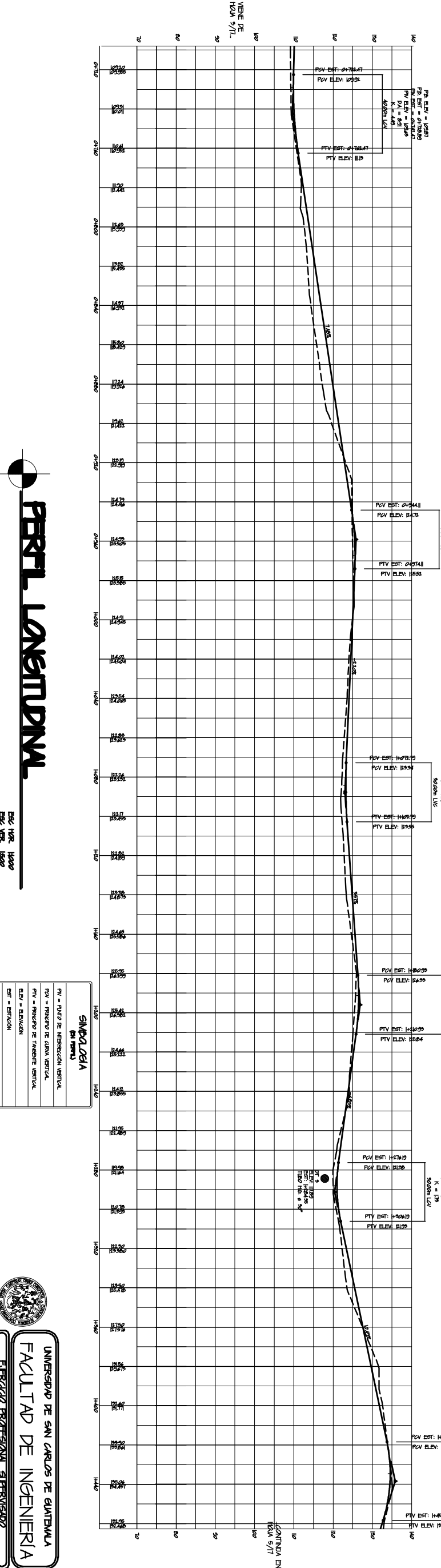
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISOR**  
**MUNICIPALIDAD DE SAVINCHÉ, DEPARTAMENTO DE PEÑEN**

PROYECTO: TRAMO CARRETERO DE CANTON DE PARAJE SANTA ANELLA PARA EL PUNTO ALTO LA BATA SANTA ANELLA	CONTENIDO: PLANTA - PERFIL	ESCALA: 1:2000	FECHA: 27/04/17
PRELADO: LR66	ESTADO: TRAZADO PRELIMINAR	FECHA: 27/04/17	FECHA: 27/04/17
REVISOR: LR66	ESTADO: TRAZADO PRELIMINAR	FECHA: 27/04/17	FECHA: 27/04/17
APROBADO: LR66	ESTADO: TRAZADO PRELIMINAR	FECHA: 27/04/17	FECHA: 27/04/17

CONTINUA EN  
HOJA 4/77



SINBOLOGIA	
EN PLANTA	
	PZ = PUNTO DE CURVA HORIZONTAL
	PT = PUNTO DE TANGENTE HORIZONTAL
	PI = PUNTO DE INTERSECCION
	Delta = ANGULO DELTA
	Le = LONGITUD DE CURVA
	si = SP-TANGENTE
	Radii = RADIO DE CURVA
	Hs = HERRIDO GALVANIZADO
	E = ESTACION
	PI = PUNTO DE INTERSECCION
	PT = PUNTO DE TANGENTE HORIZONTAL
	PI = PUNTO DE INTERSECCION



SINBOLOGIA	
EN PERFIL	
	PV = PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
	PCV = PUNTO DE CURVA VERTICAL
	PTV = PUNTO DE TANGENTE VERTICAL
	EL = ELEVACION
	EST = ESTACION
	LEV = LONGITUD DE CURVA VERTICAL EN M
	K = CONSTANT DE VARIACION PAVEN
	PA = PUNTO ADO
	PT = DIAMETRO DE TUBERIA
	HA = HERRIDO GALVANIZADO
	DA = DISTANCIA DE VISION
	*PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
	*CURVA DE TANGENTE
	*LIMBA DE PUNTO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**FAULTAD DE INGENIERIA**  
 ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISOR

MUNICIPALIDAD DE SAN JACINTO, DEPARTAMENTO DE PETEN

PROYECTO: TRAMO CARRETERO DE CAMBIO DE PARALELISMO SANTA ANITA  
 HORA 5/77

PRESENTE: **PLANTA - PERFIL**  
 TRAMO DE 0+110 A 1+000

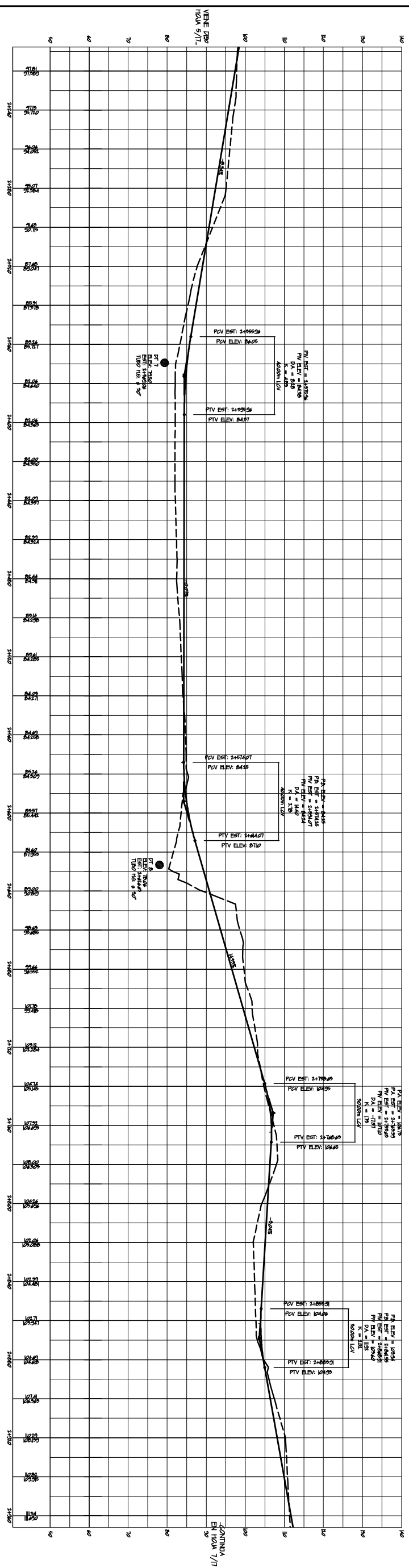
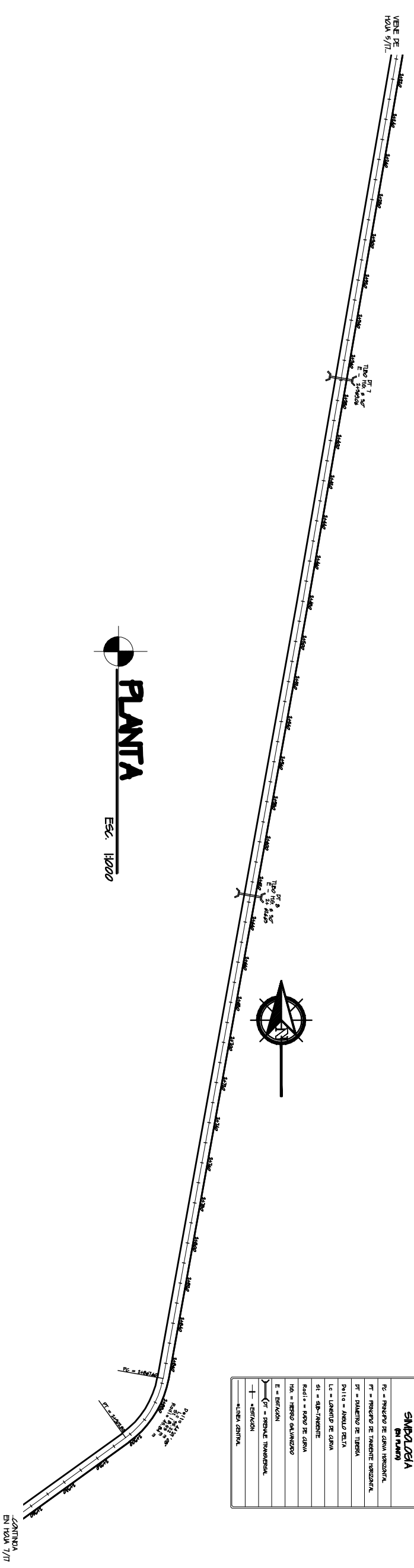
PROYECTANTE: **LR66**  
 VERIFICADOR: **LR66**

FECHA: **27/04/17**  
 ESCALA: **1:200**

PROYECTO: **TRAMO CARRETERO DE CAMBIO DE PARALELISMO SANTA ANITA HORA 5/77**

FECHA: **27/04/17**  
 ESCALA: **1:200**





# PERFIL LONGITUDINAL

Esc. HOR. 1:1000  
Esc. VER. 1:1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISOR  
MUNICIPALIDAD DE SAYACHÉ, DEPARTAMENTO DE PETEN

TITULO: TRAZADO DE CARRETERA DE PARALELELO EN LA ZONA DE HOVA EN EL MUNICIPIO DE SAYACHÉ, DEPARTAMENTO DE PETEN

PROFESOR: LRB6  
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL  
TRAMO DE 2+800 A 2+900

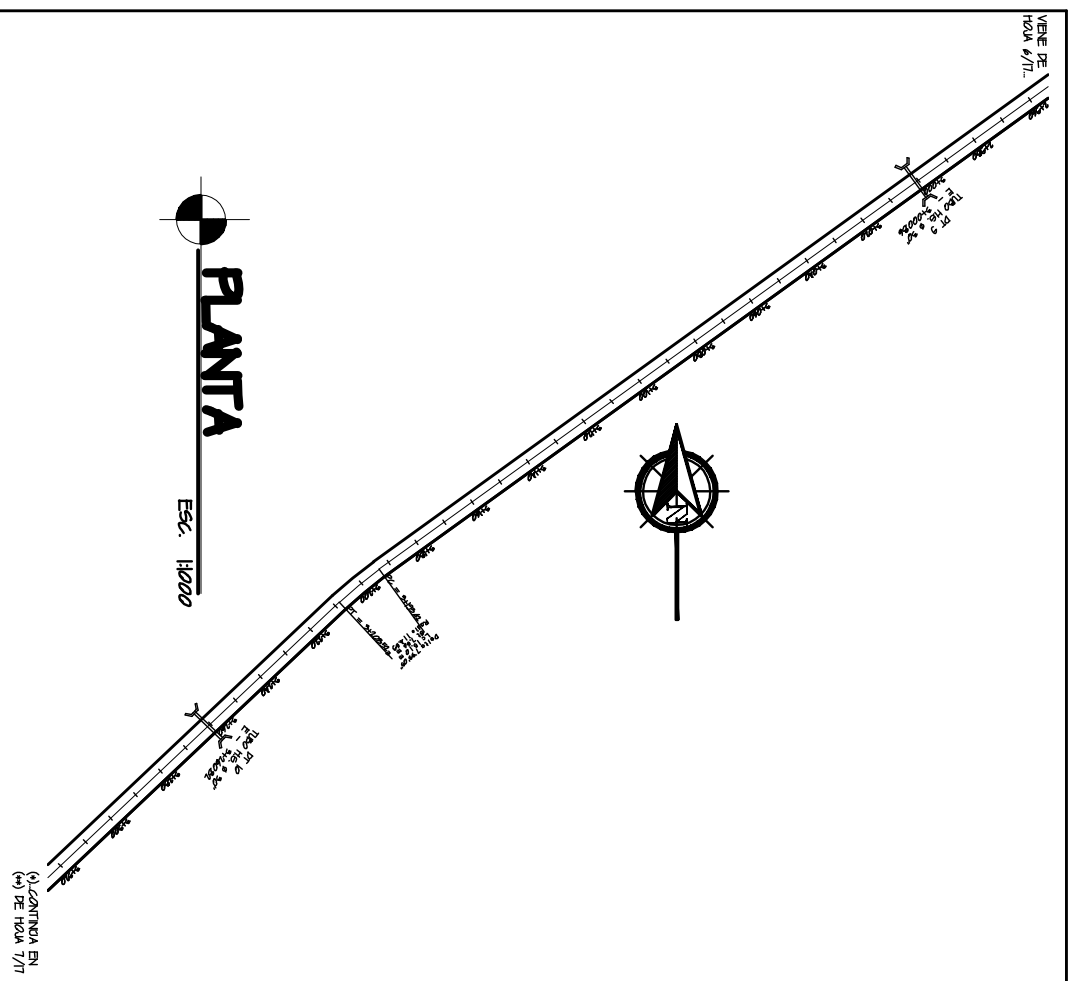
ESTUDIANTE: LRB6  
FECHA: NOVIEMBRE DE 2009  
CALIFICACION: LRB6  
FECHA: 7/11

VENE DE  
HOJA 6/11



**PLANTA**  
Esc. 1:1000

SIMBOLOGIA EN PLANOS	
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	FIN DE CURVA HORIZONTAL
DT	DIAMETRO DE TIRADA
DELTA	ÁNGULO DELTA
LC	LARGURAS DE CURVA
SL	SUPERFICIE
Rad R	RADIO DE CURVA
HA	TIPO DE CALZADO
E	ESTACION
OT	RESUME TRANSVERSAL
+	ESTACION
—	LÍNEA CENTRAL



P.V. ELEV = 136.25  
 P.V. ELEV = 136.46  
 P.V. ELEV = 136.54  
 D.A. = 3.0%  
 D.A. = 3.0%  
 D.A. = 3.0%  
 Adición LCV

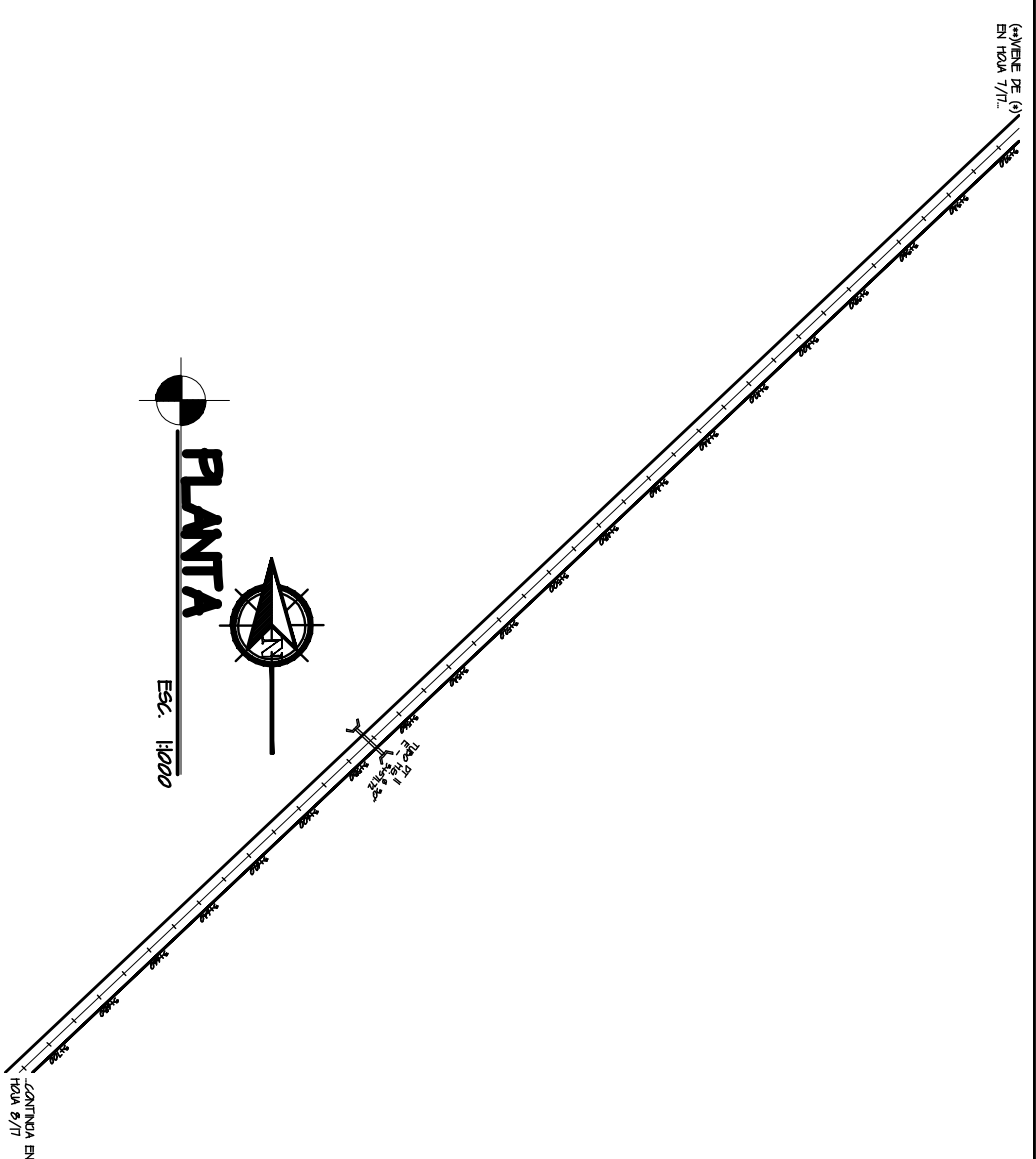
CONTINUA EN  
HOJA 7/11

VENE DE  
HOJA 7/11



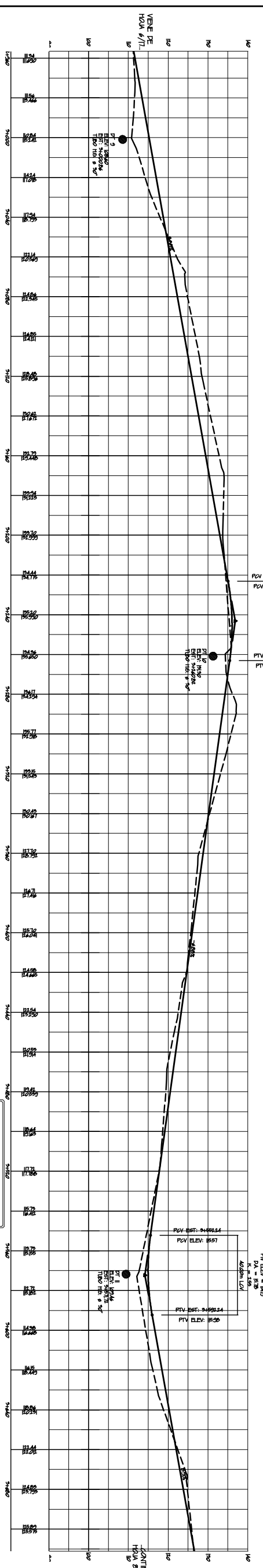
**PLANTA**  
Esc. 1:1000

SIMBOLOGIA EN PLANOS	
PC	PRINCIPIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	FIN DE CURVA HORIZONTAL
DT	DIAMETRO DE TIRADA
DELTA	ÁNGULO DELTA
LC	LARGURAS DE CURVA
SL	SUPERFICIE
Rad R	RADIO DE CURVA
HA	TIPO DE CALZADO
E	ESTACION
OT	RESUME TRANSVERSAL
+	ESTACION
—	LÍNEA CENTRAL



P.V. ELEV = 136.25  
 P.V. ELEV = 136.46  
 P.V. ELEV = 136.54  
 D.A. = 3.0%  
 D.A. = 3.0%  
 D.A. = 3.0%  
 Adición LCV

CONTINUA EN  
HOJA 8/11



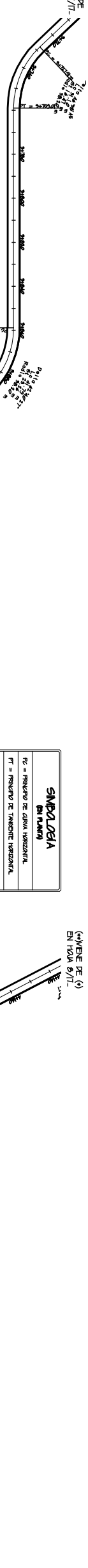
**PERFIL LONGITUDINAL**  
Esc. HOR. 1:1000  
Esc. VER. 1:500

SIMBOLOGIA EN PLANOS	
PV	PIVOT DE INCLINACIÓN VERTICAL
PVU	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PVF	FIN DE CURVA VERTICAL
DELTA	ÁNGULO DELTA
DT	DIAMETRO
LC	LARGURAS DE CURVA
K	CORRIENTE DE VARIACIÓN PIVOT
PA	PUNTO ALTO
PA	PUNTO BAJO
DT	DIAMETRO DE TIRADA
HA	TIPO DE CALZADO
DA	ESPESOR DE VARIACIÓN
OT	RESUME TRANSVERSAL
△	PIVOT DE INCLINACIÓN VERTICAL
—	CURVA DE TENDIDO
—	LÍNEA DE PAVIMENTO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE FIEEN  
 MUNICIPIO DE SAN VICENTE, DEPARTAMENTO DE FIEEN  
 TRAMO CARRETERO DE CALZADO EN EL CANTÓN DE SAN VICENTE  
 PARA EL PERÍODO 2014-2015  
 PLAN DE 24+300 A 3+100  
 PREPAREDADO POR: [Nombre] [Fecha] [Firma]  
 REVISADO POR: [Nombre] [Fecha] [Firma]  
 APROBADO POR: [Nombre] [Fecha] [Firma]

VERE DE HOJA 7/11

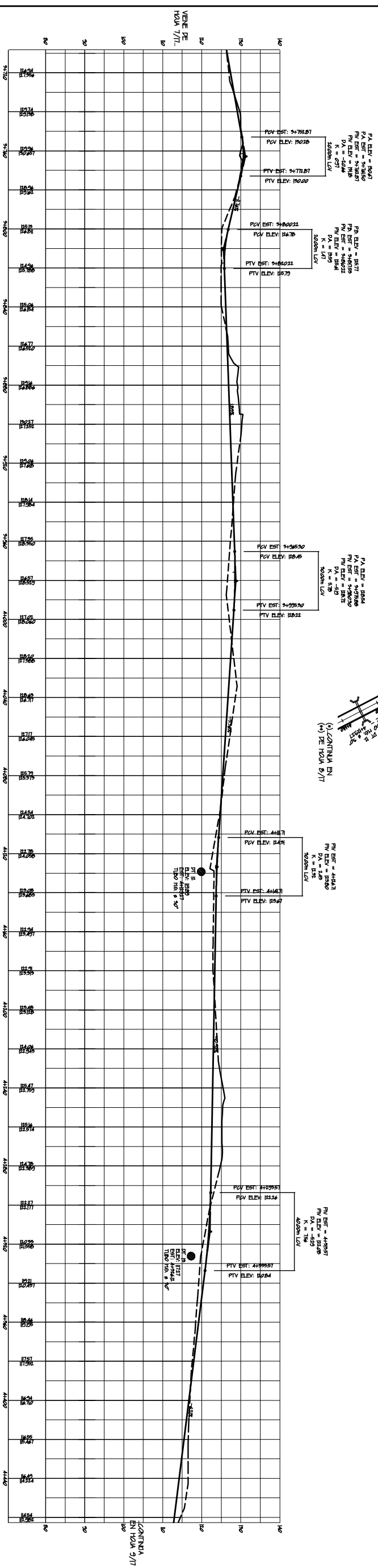
(\*)DEBE DE (\*) EN HOJA 6/11



SMPALOBIA EN TRAMO	
PC	= PUNTO DE CURVA VERTICAL
PT	= PUNTO DE TANGENTE VERTICAL
PA	= PUNTO DE TANGENCIA
LC	= LONGITUD DE CURVA
SI	= SI-TANGENTE
RA	= RADIO DE CURVA
HE	= TIPO DE CALZADO
E	= ESTACION
—	= RESERVA TRANSEVERAL
+	= ESTACION
—	= ALIENA CENTRAL

**PLANTA**  
Esc. 1:1000

**PLANTA**  
Esc. 1:1000



**PERFIL LONGITUDINAL**  
Esc. HOR. 1:1000  
Esc. VER. 1:500

SMPALOBIA EN TRAMO	
PV	= PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PCV	= PUNTO DE CURVA VERTICAL
PTV	= PUNTO DE TANGENTE VERTICAL
ELEV	= ELEVACION
EST	= ESTACION
LCV	= LONGITUD DE CURVA VERTICAL EN M
K	= COEFICIENTE DE VARIACION PROVA
PA	= PUNTO ALTO
PA	= PUNTO BAJO
PT	= PUNTO DE TANGENCIA
HE	= TIPO DE CALZADO
DA	= DISTANCIA DE VISUALIZACION
△	= PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
—	= ALIENA DE TERRENO
—	= ALIENA DE PAVIMENTO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA

PROYECTO: TRAMO CARRETERO DE LA ZONA DE LA SIERRA DE SAN CARLOS EN LA SIERRA DE SAN CARLOS EN LA SIERRA DE SAN CARLOS

PRESENTE: **PLANTA - PERFIL**

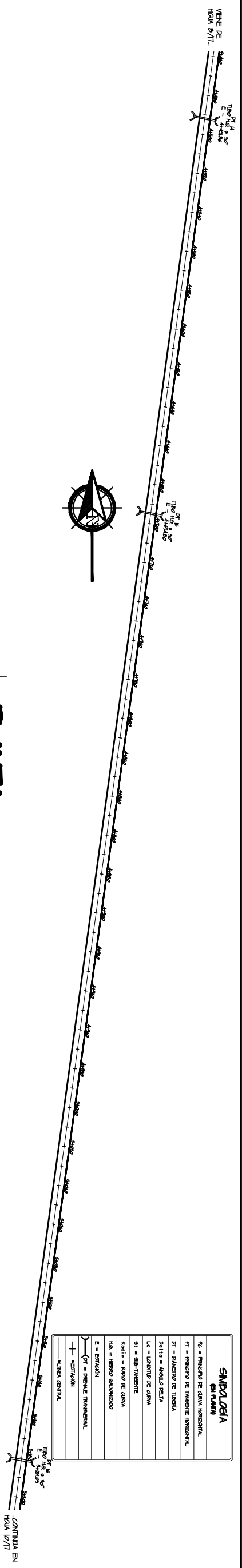
PROFESOR: **DR. JUAN CARLOS GONZALEZ**

ALUMNO: **ANDREA MARCELA GONZALEZ**

FECHA: **27/04/17**

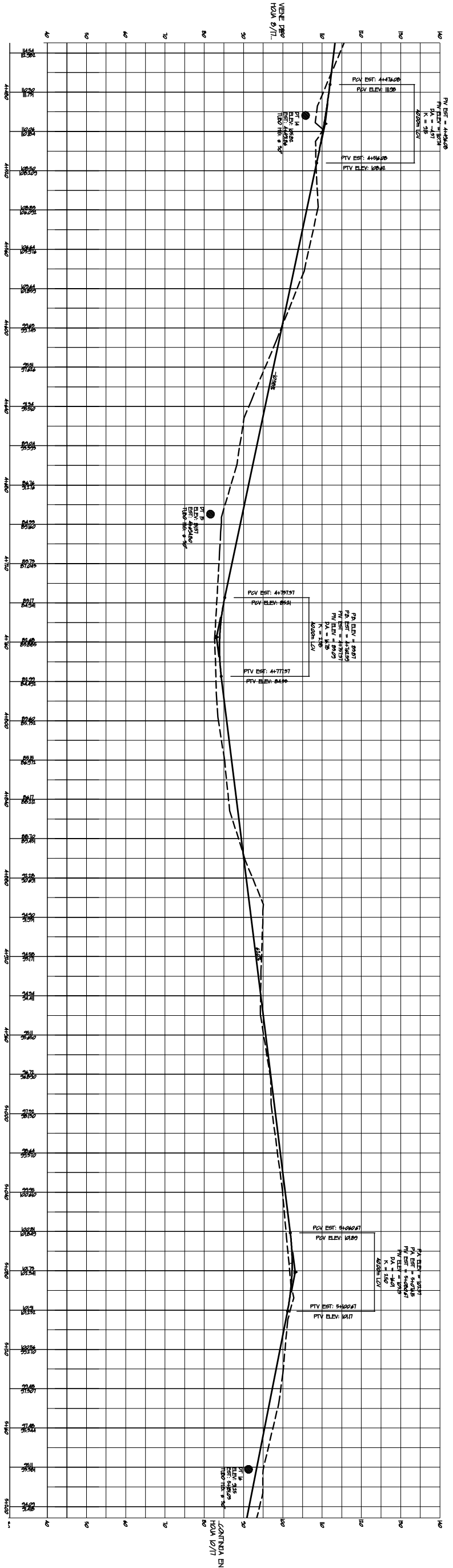
NUMERO DE HOJA: **8/11**





# PLANTA

Esc. 1:1000



# PERFIL LONGITUDINAL

Esc. HORIZ. 1:1000  
Esc. VERT. 1:500

SIMBOLOGIA EN PERFILES	
	PVI = PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
	PTV = PUNTO DE TANGENTE VERTICAL
	ELEV = ELEVACION
	EST = ESTACION
	LCV = LONGITUD DE CURVA VERTICAL EN M
	K = COEFICIENTE DE VISUALIDAD PREVIA
	PA = PUNTO ALTO
	PB = PUNTO BAJO
	PT = PUNTO DE TANGENTE
	HA = TIENRO SALVANZO
	HA = DISTANCIA DE VISUALIDAD
	HA = PUNTO TRANSVERSAL
	HA = PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
	HA = LINEA DE TANGENTE
	HA = LINEA DE PUNTO

SIMBOLOGIA EN PLANOS	
	RZ = RAYADO DE CURVA HORIZONTAL
	RT = RAYADO DE TANGENTE HORIZONTAL
	ST = SALTADO DE TIERRA
	PA110 = ANCHO DELTA
	LA = LONGITUD DE CURVA
	SA = SLO-TANGENTE
	RA110 = RAYO DE CURVA
	HA = TIENRO SALVANZO
	E = ESTACION
	E = PUNTO TRANSVERSAL
	E = ESTACION
	E = LINEA CENTRAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL

MANIFIESTO DE SANCION DEPARTAMENTO DE FEJEN

PROYECTO: TRAMO 44+00 A 54+00

PRESENTE: LRB66

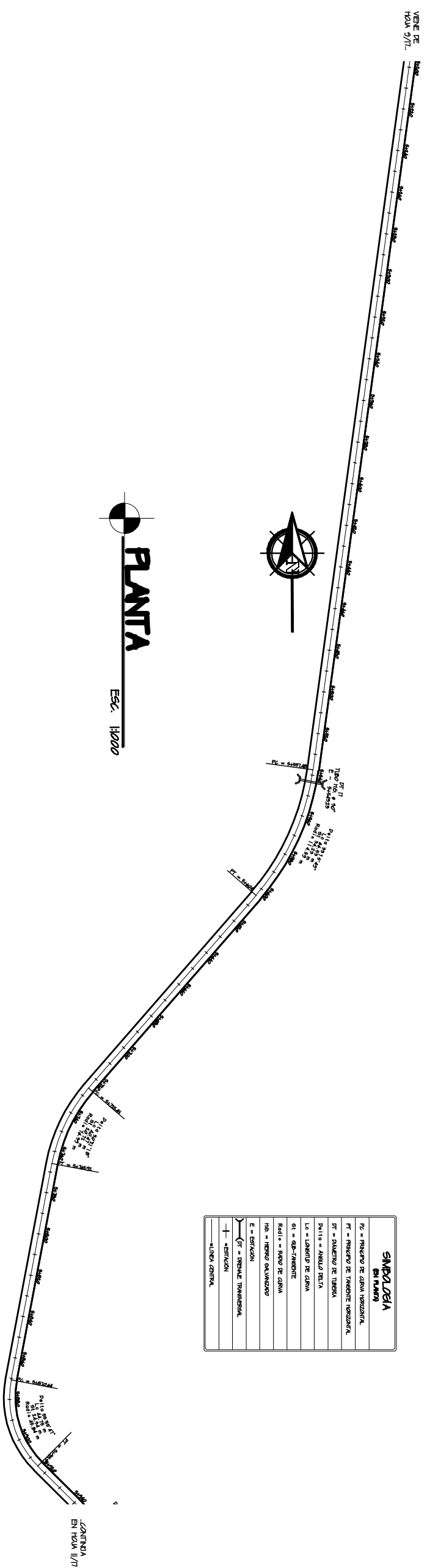
PLANTA: TRAMO DE 44+00 A 54+00

FECHA: 07/04/17

PROFESOR: MANIFIESTO DE SANCION

ALUMNO: LRB66

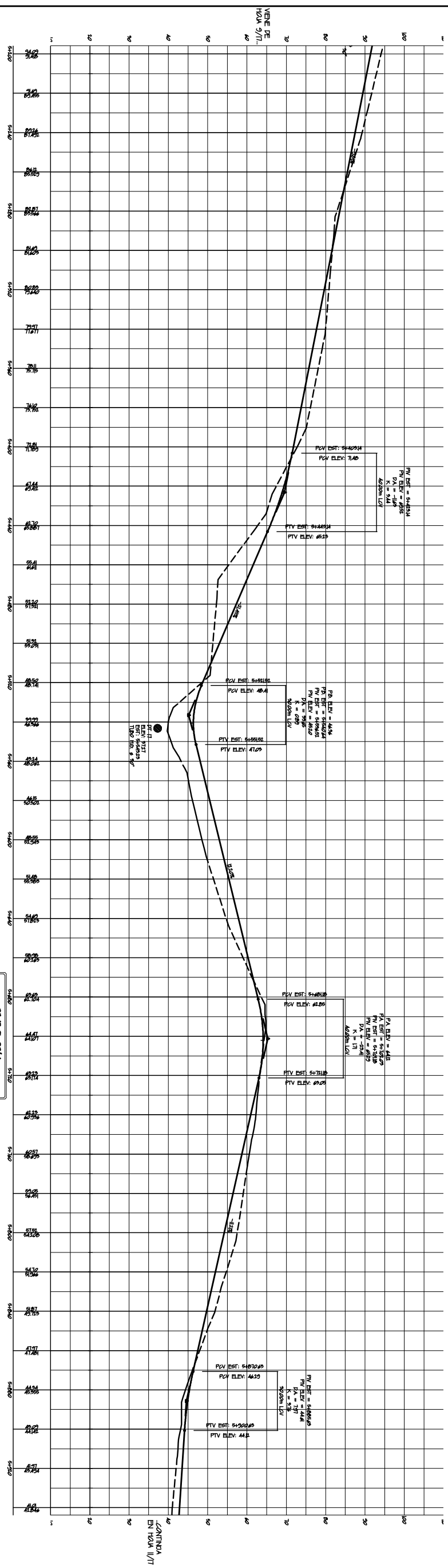
FECHA: 9/7



**SMIPALOGIA EN PLANTA**

PA	=	RAJON DE GIRO PASADIZO
PT	=	RAJON DE TANGENTE PASADIZO
DT	=	DIAMETRO DE TUBERIA
DA	=	ANCHO DE TUBIA
LC	=	LARGITUD DE CURVA
SI	=	SUB-TANGENTE
RA	=	RAJON DE GIRO
RA	=	RESPO BALANZADO
E	=	ESPESOR
OT	=	ROJON DE TANGENTE
+	=	ESPESOR
-	=	ALINEA CENTRAL

**PLANTA**  
Esc. 1:1000



**PERFIL LONGITUDINAL**  
Esc. HOR. 1:1000  
Esc. VER. 1:500

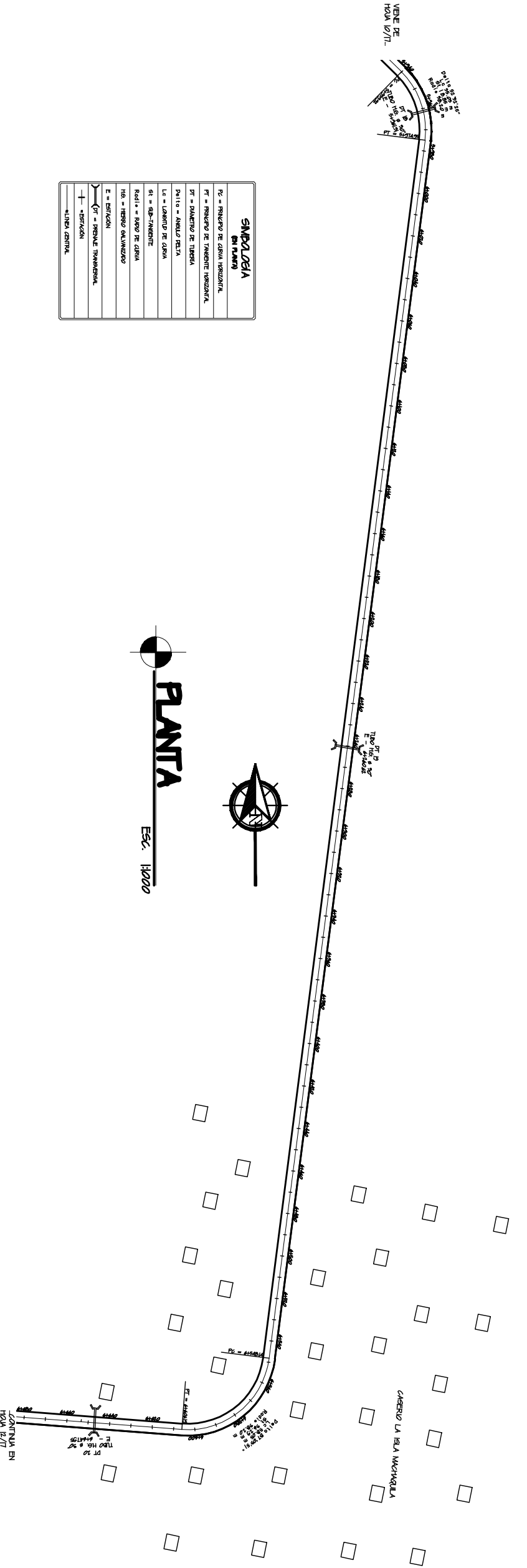
**SMIPALOGIA EN PERFIL**

PVI	=	RAJON DE INTERSECCION VERTICAL
PV	=	RAJON DE GIRO PASADIZO VERTICAL
PT	=	RAJON DE TANGENTE PASADIZO VERTICAL
DA	=	ANCHO DE TUBERIA
LC	=	LARGITUD DE CURVA
SI	=	SUB-TANGENTE
RA	=	RAJON DE GIRO
RA	=	RESPO BALANZADO
E	=	ESPESOR
OT	=	ROJON DE TANGENTE
+	=	ESPESOR
-	=	ALINEA CENTRAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE SAN VICENTE, DEPARTAMENTO DE TEGUCIGALPA

PROYECTO: TRAMO DE 5+400 A 5+500  
 PRELIMINAR  
 FECHA: 1/1/17

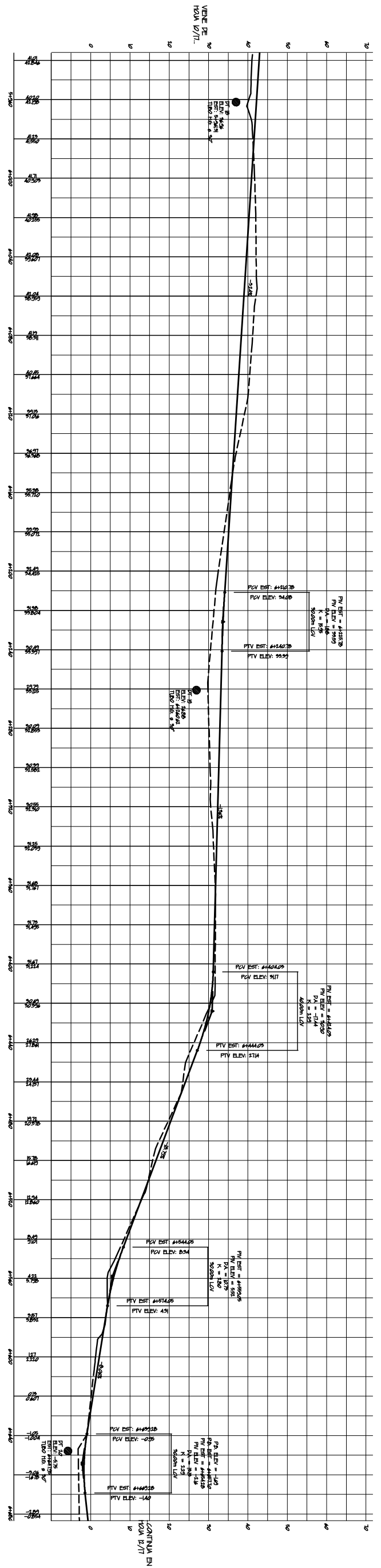
PROFESOR: [Nombre] / [Firma]



**SMPLAZOIA EN PLANO**

PC	= PUNTO DE CURVA VERTICAL
PT	= PUNTO DE TANGENTE VERTICAL
DT	= DIAMETRO DE TUBERIA
PA	= ANCHURA DE CALZA
LA	= LARGITUD DE CALZA
RA	= RADIO DE TUBERIA
RA	= RADIO DE CURVA
HA	= MARGEN SALIENDO
E	= ESTACION
—	= LINEA TRANSVERSAL
+	= ESTACION
—	= LINEA CENTRAL

**PLANTA**  
ESC. 1:1000



**SMPLAZOIA EN PERFIL**

PC	= PUNTO DE CURVA VERTICAL
PT	= PUNTO DE TANGENTE VERTICAL
DT	= DIAMETRO DE TUBERIA
PA	= ANCHURA DE CALZA
LA	= LARGITUD DE CALZA
RA	= RADIO DE TUBERIA
RA	= RADIO DE CURVA
HA	= MARGEN SALIENDO
E	= ESTACION
—	= LINEA TRANSVERSAL
+	= ESTACION
—	= LINEA CENTRAL

**PERFIL LONGITUDINAL**  
ESC. HOR. 1:1000  
ESC. VER. 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN CIVIL  
 DEPARTAMENTO DE FIEEN  
 MUNICIPALIDAD DE SAN VICENTE, DEPARTAMENTO DE FIEEN

PROYECTO: TRAMO CARRETERO DE CONEXION DE LA PASEADORA SANTA ANITA HACIA LA BELLA MACHOBELLA EN LA VIALIDAD

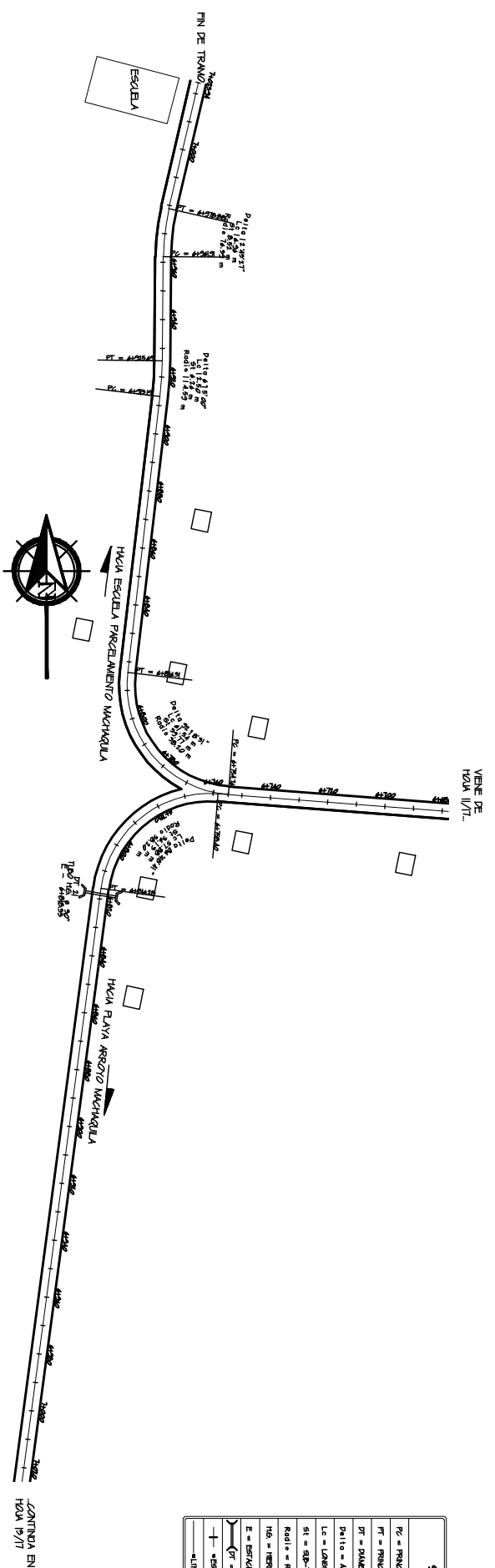
PRELIMINAR: PLANTA - PERFIL  
 TRAMO DE 5+300 A 4+400

FECHA: MARZO DE 2020  
 ESCALA: 1/1000

PROYECTISTA: [Logo]  
 DISEÑADOR: [Logo]  
 VERIFICADOR: [Logo]

CALIDAD: LR66

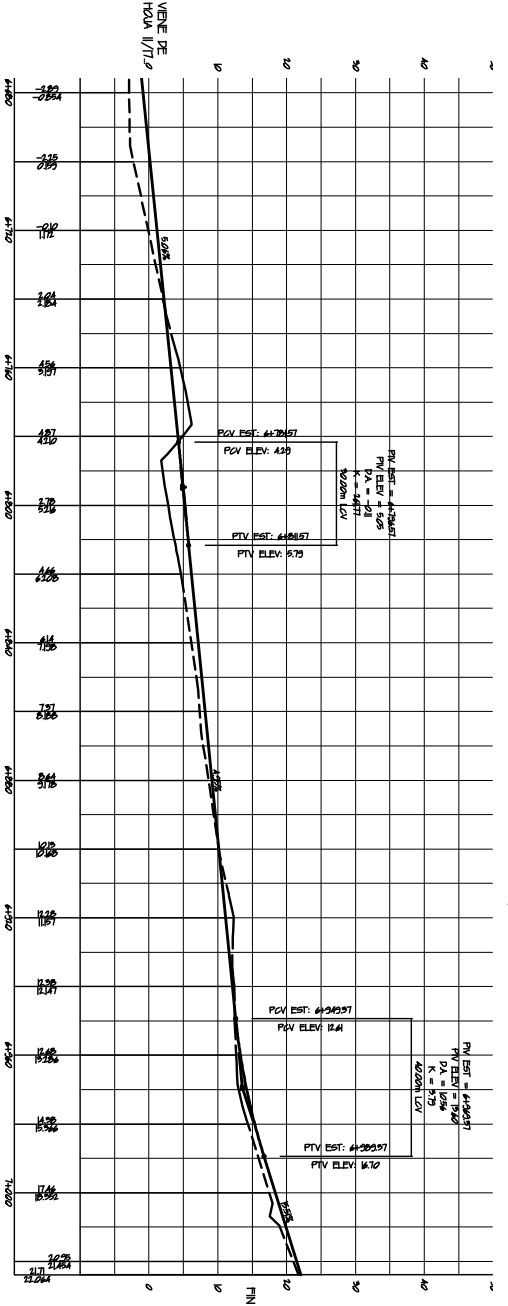
FECHA: 11/7



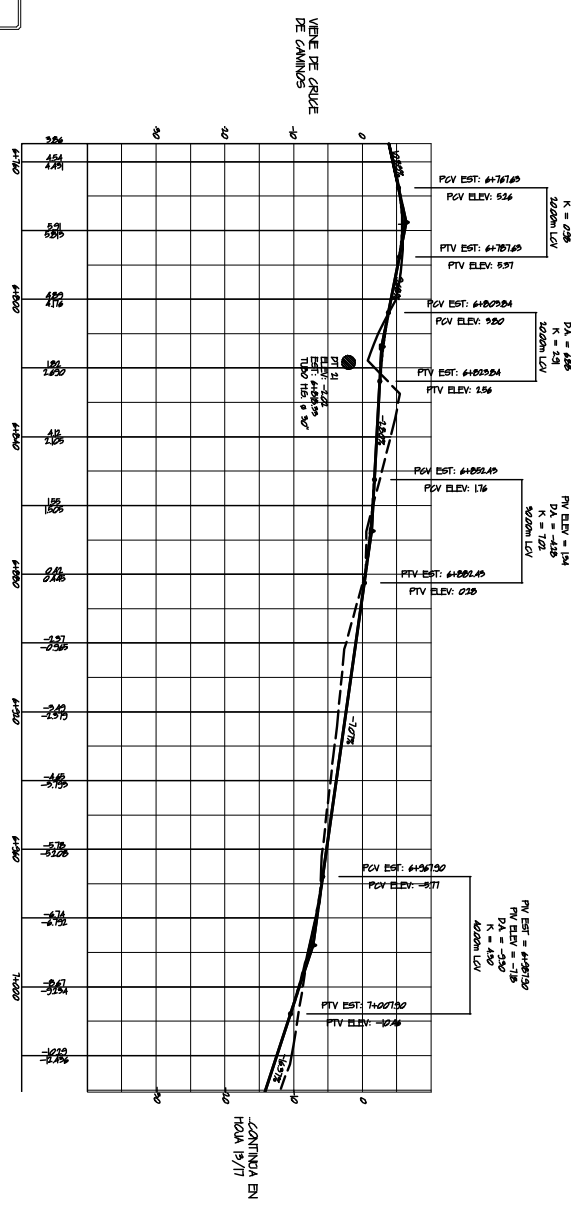
**SIMBOLOGIA EN PLANTA**

PC	= PUNTO DE CURVA HORIZONTAL
PT	= PUNTO DE TANGENTE HORIZONTAL
PI	= PUNTO DE TANGENCIA
PI+10	= ANCHO DE CALZA
LC	= LONGITUD DE CURVA
SI	= SUB-TANGENTE
Radi	= RAYO DE CURVA
HIS	= HERRERA CALZADO
E	= ERIKACION
—	= IMPERMEABILIZACION
+	= DRENAJON
—	= LINEA CENTRAL

**PLANTA**  
ESC. 1:1000



**PERFIL LONGITUDINAL**  
ESC. HOR. 1:1000  
ESC. VER. 1:500



**PERFIL LONGITUDINAL**  
ESC. HOR. 1:1000  
ESC. VER. 1:500

**SIMBOLOGIA EN PERFIL**

PV	= PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PVI	= PUNTO DE CURVA VERTICAL
PTV	= PUNTO DE TANGENTE VERTICAL
EVI	= ERIKACION
EST	= DRENAJON
LCV	= LONGITUD DE CURVA VERTICAL EN M
K	= CONSTANTE DE VARIACION PRIMA
PA	= PUNTO ALTO
PB	= PUNTO BAJO
IT	= TANGENTE DE TANGENCIA
HIS	= HERRERA CALZADO
DA	= DISTANCIA DE VISTADO
⊙	= IMPERMEABILIZACION
△	= PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
—	= CURVA DE TANGENCIA
—	= LINEA DE PASEO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
 MUNICIPALIDAD DE SAN VICENTE, DEPARTAMENTO DE TETEN

PROYECTO: TRAMO CASERIO DE CASERIO DE PRECABLEMIENTO SANTA ANITA HACIA EL PUNTO DE PRECABLEMIENTO LA BELA MACHQUILLA

PRESENTE: **LR66** PLANIA - PERFIL LONGITUDINAL HACIA LA BELA MACHQUILLA Y TRAMO DE ARROYO A HOLA

PROFESOR: **LR66** EST. CIVIL

ALUMNO: **LR66** EST. CIVIL

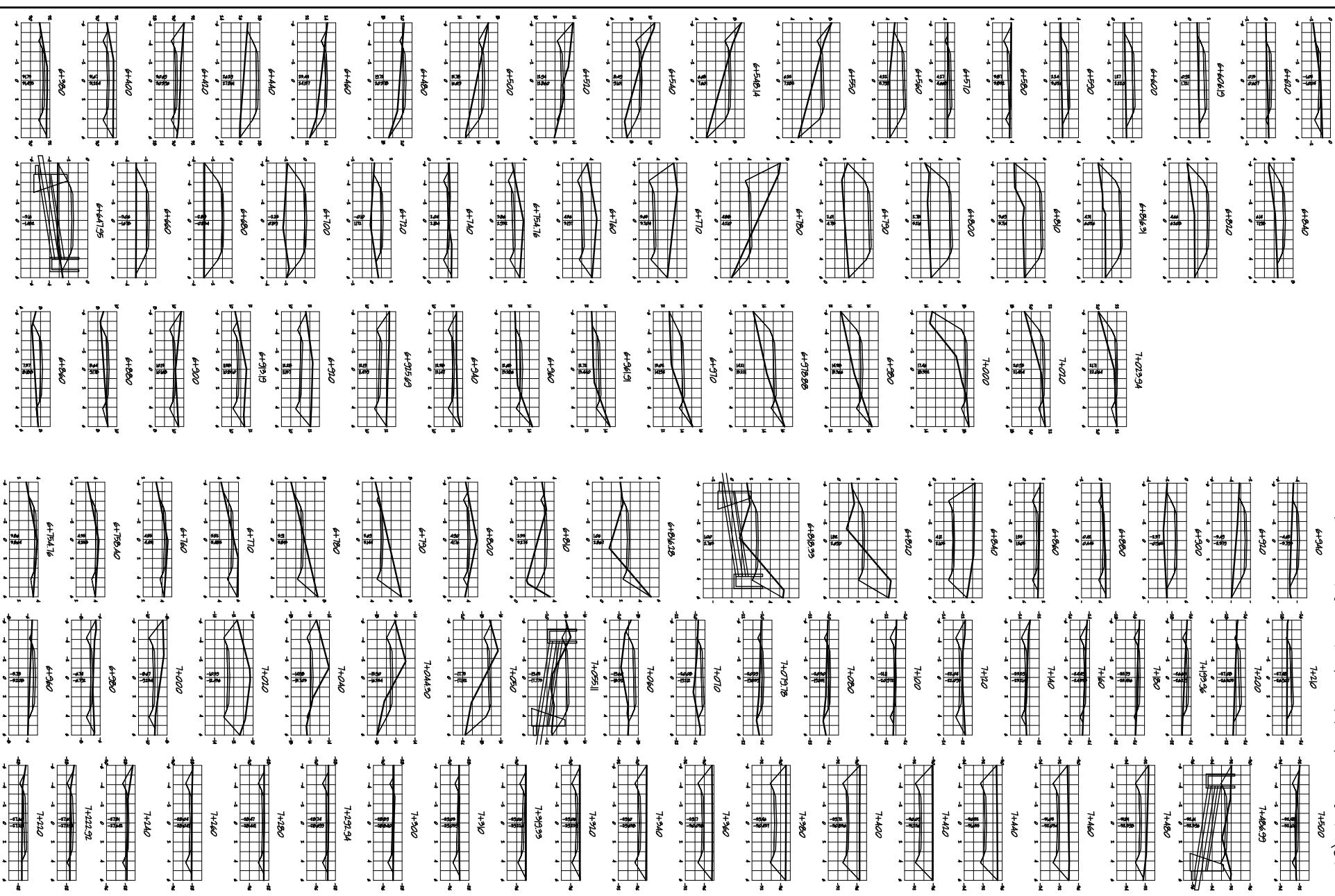
FECHA: **12/7**







TRAMO HACIA PLAYA ARROYO MACHAQUILA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN JAVIER, DEPARTAMENTO DE PETEN

PROYECTO: TRAMO CASERIO DE CASERIO DE PARACAMUNO SANTA ANITA

PRELIMINAR: L.R.66

CONTENIDO: ESCALAS TRANSVERSALES TRAZADO DE ALIBO A TRONCO Y DE ALIBO A TRONCO

FECHA: 27/04/17

FECHA: 14/7



PROYECTO:	TRAMO CASERIO DE CASERIO DE PARACAMUNO SANTA ANITA
PRELIMINAR:	L.R.66
CONTENIDO:	ESCALAS TRANSVERSALES TRAZADO DE ALIBO A TRONCO Y DE ALIBO A TRONCO
FECHA:	27/04/17
FECHA:	14/7





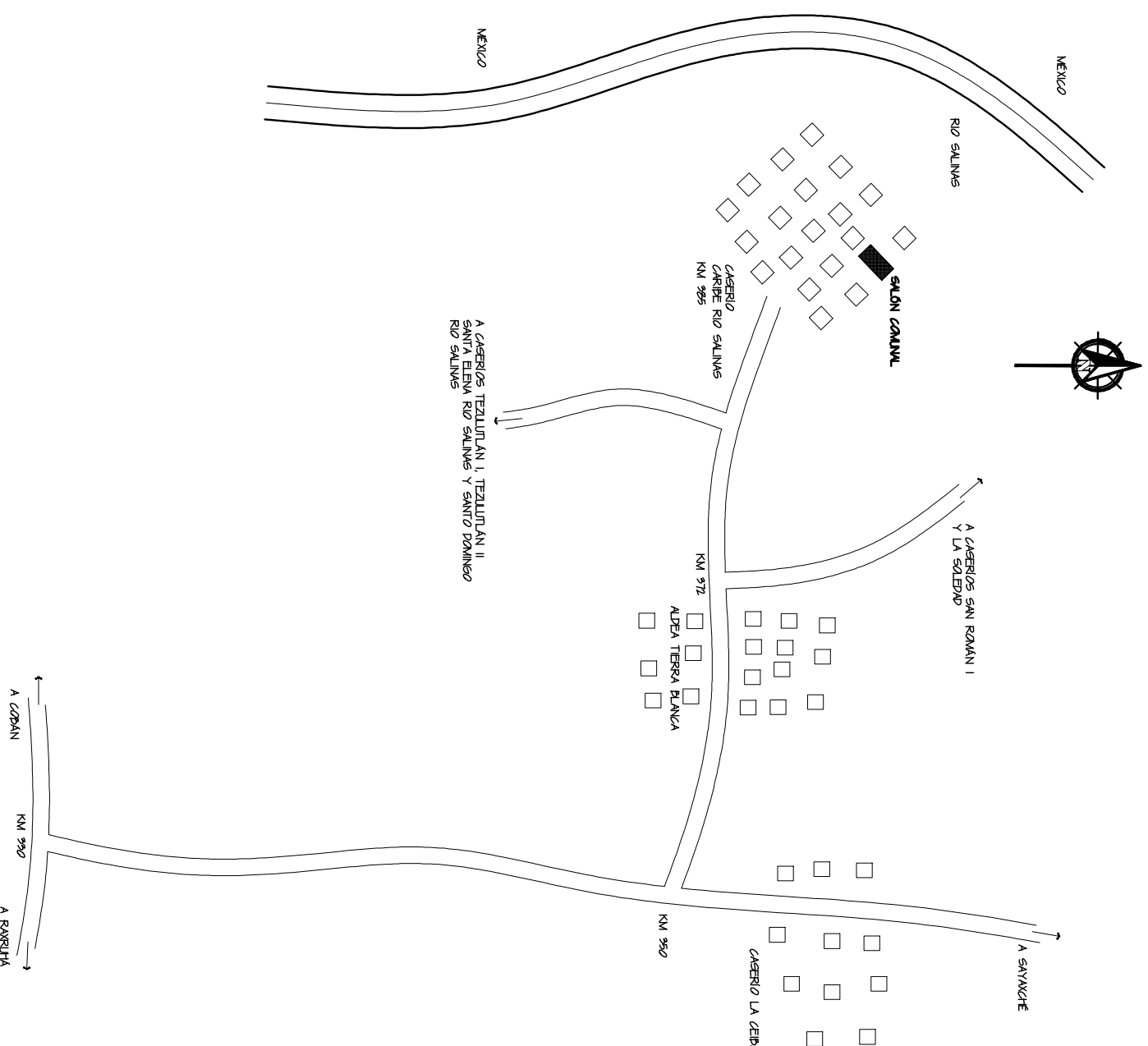
## **APÉNDICE**

### **3. PLANOS SALÓN COMUNAL**



# INDICE DE PLANOS

NO. DE HOJA	CONTENIDO
1 / 10	INDICE DE PLANOS Y PLANTA DE LOCALIZACION
2 / 10	PLANTA ACOTADA Y ELEVACIONES FRONTAL Y POSTERIOR
3 / 10	ELEVACIONES LATERALES DERECHA E IZQUIERDA
4 / 10	PLANTA AMPLIADA Y SECCIONES
5 / 10	PLANTA DE CIMENTACION Y DETALLES
6 / 10	CORTE DE MUROS
7 / 10	CORTE DE MUROS
8 / 10	PLANTA DE TECHO
9 / 10	DETALLES ESTRUCTURA DE TECHO
10 / 10	PLANTA DE ELECTRICIDAD



## PLANTA DE LOCALIZACION

SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

ESQUEJO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ  
DEPARTAMENTO DE PETEN

PROYECTO:  
SALÓN DE USOS MÚLTIPLES

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:  
CABERIO CARIBE RIO SALINAS  
MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, PETEN

CONTENIDO:  
INDICE DE PLANOS Y  
PLANTA DE LOCALIZACION

HOJA:  
1 / 10

CLASIFICACION:  
-

ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
DICIEMBRE 2009

DISEÑO:  
LUIS RODOLFO GUZMAN ERKON

CALZADO:  
LUIS RODOLFO GUZMAN ERKON

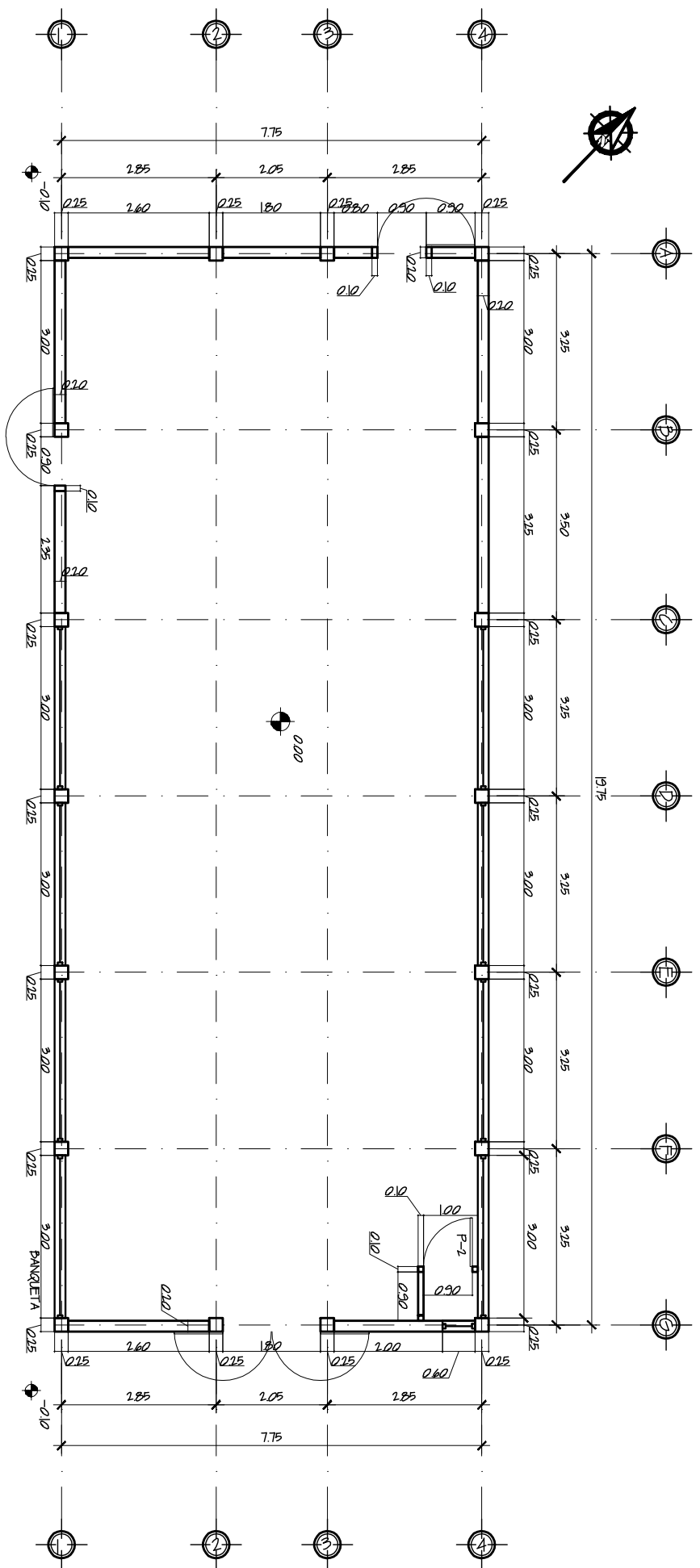
DIBUJO:  
LUIS RODOLFO GUZMAN ERKON

REVISÓ:  
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELTZ

CARNE:  
91-1221

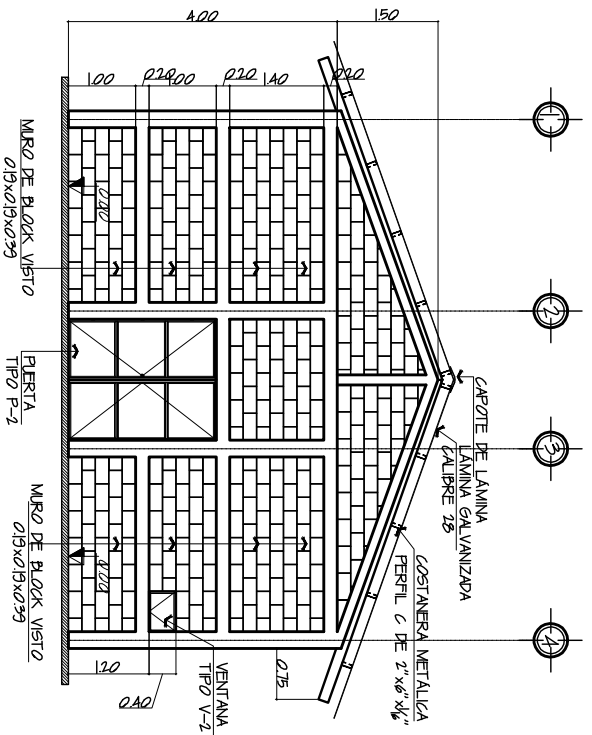
Vobo. ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELTZ  
AGENCIAR DE EPS

Vobo. ANI MAGN ZIENTES  
ALCALDE MUNICIPAL



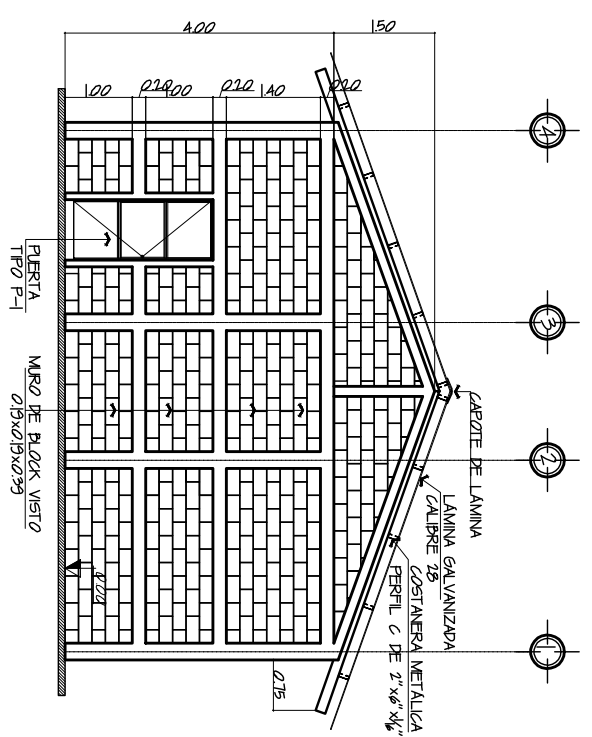
# PLANTA ACOTADA

ESC. 1:75



# ELEVACIÓN FRONTAL

ESC. 1:75



# ELEVACIÓN POSTERIOR

ESC. 1:75

PLANILLA DE PUERTAS Y VENTANAS

TPO	UNIDADES	SILLAR (M)	DINTEL (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)	MATERIAL
P-1	3	—	2.20	0.90	2.10	DE METAL
P-2	1	—	2.20	1.80	2.10	DE METAL DE DOS HOJAS
V-1	8	2.80	3.80	3.00	1.00	ELECTROMALLA DE 6/6 - 9/5
V-2	1	1.20	1.60	0.60	0.40	DE METAL



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

MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHE  
DEPARTAMENTO DE PETEN

PROYECTO:  
SALÓN DE USOS MÚLTIPLES

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:  
CASERIO CARIBE RIO SALINAS  
MUNICIPIO DE SAYAXCHE, PETEN

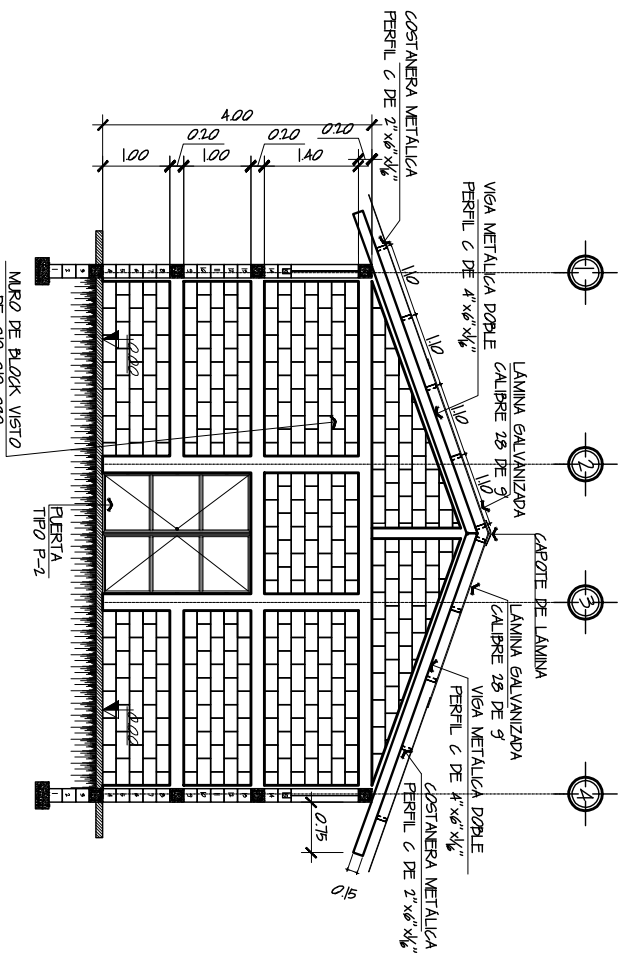
CONTENIDO:  
PLANTA ACOTADA Y  
ELEVACIÓN FRONTAL Y POSTERIOR

FOJA:	2 / 10
CLASIFICACIÓN:	ARQUITECTURA
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	DICIEMBRE 2009
DISEÑO:	LUIS RODOLFO GUZMAN ERKON
CALZADO:	LUIS RODOLFO GUZMAN ERKON
DIBUJO:	LUIS RODOLFO GUZMAN ERKON
REVISÓ:	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELTZ
CARNE:	51-13467

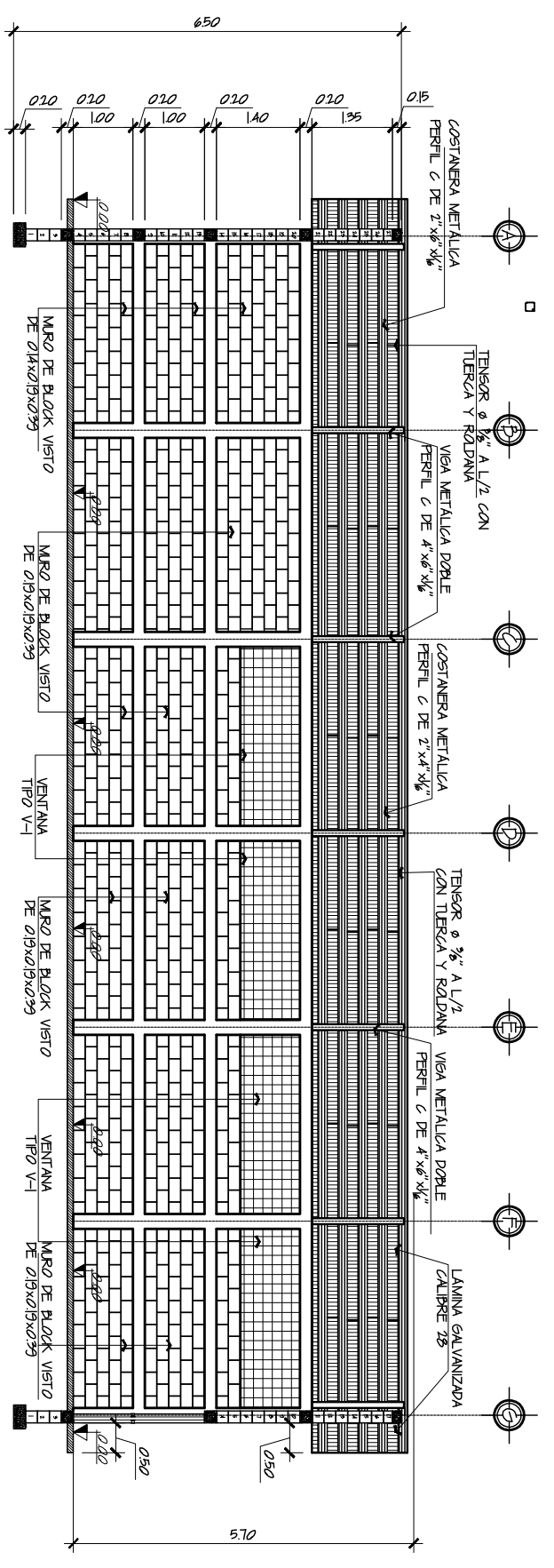
Vobo. ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELTZ  
ASESOR EN EPS

Vobo. ANI MAGNIFERENTES  
ALCALDE MUNICIPAL

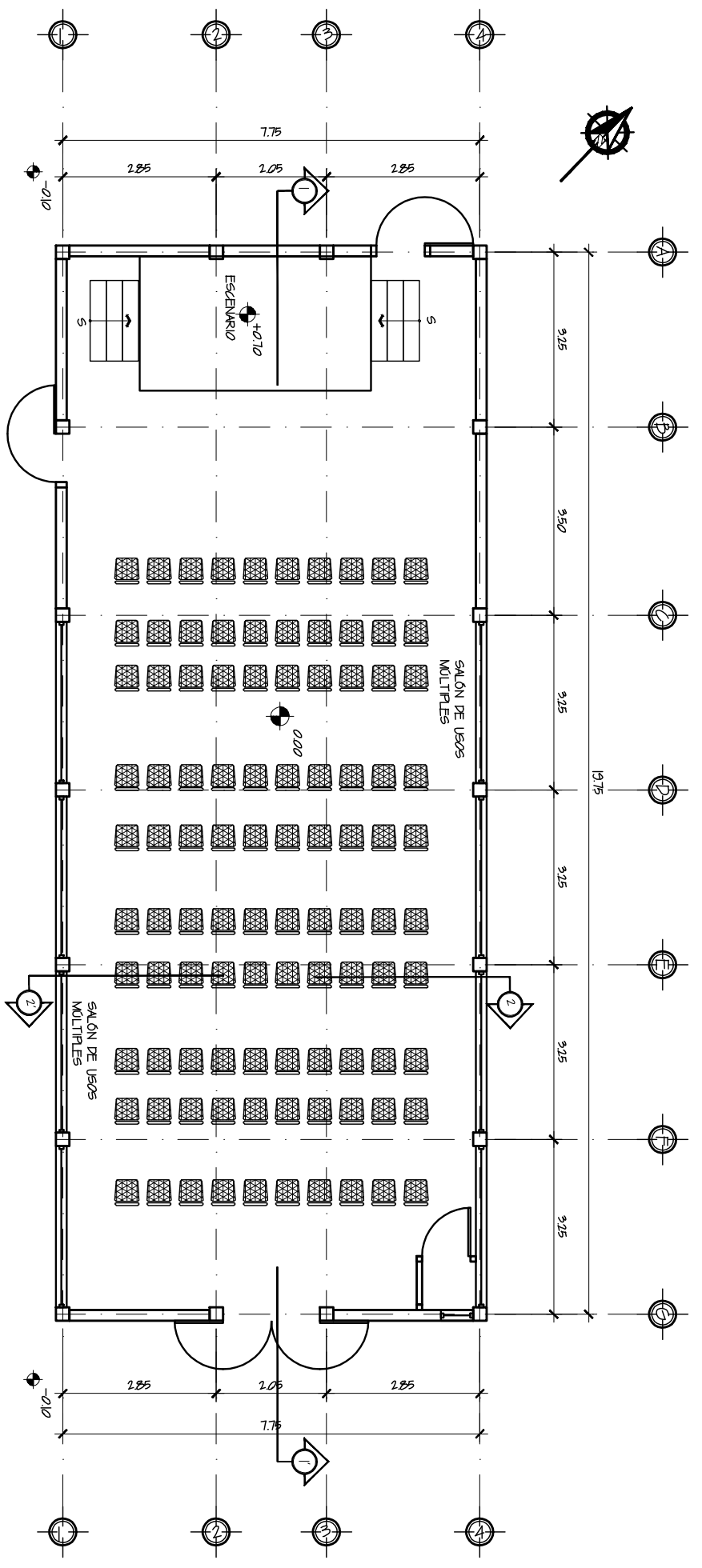




**SECCION 2 - 2'**  
ESQ. 1:75



**SECCION 1 - 1'**  
ESQ. 1:75



**PLANTA AMOBLADA**  
ESQ. 1:75

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

MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHE  
DEPARTAMENTO DE PETEN

PROYECTO:  
SALÓN DE USOS MULTIPLES

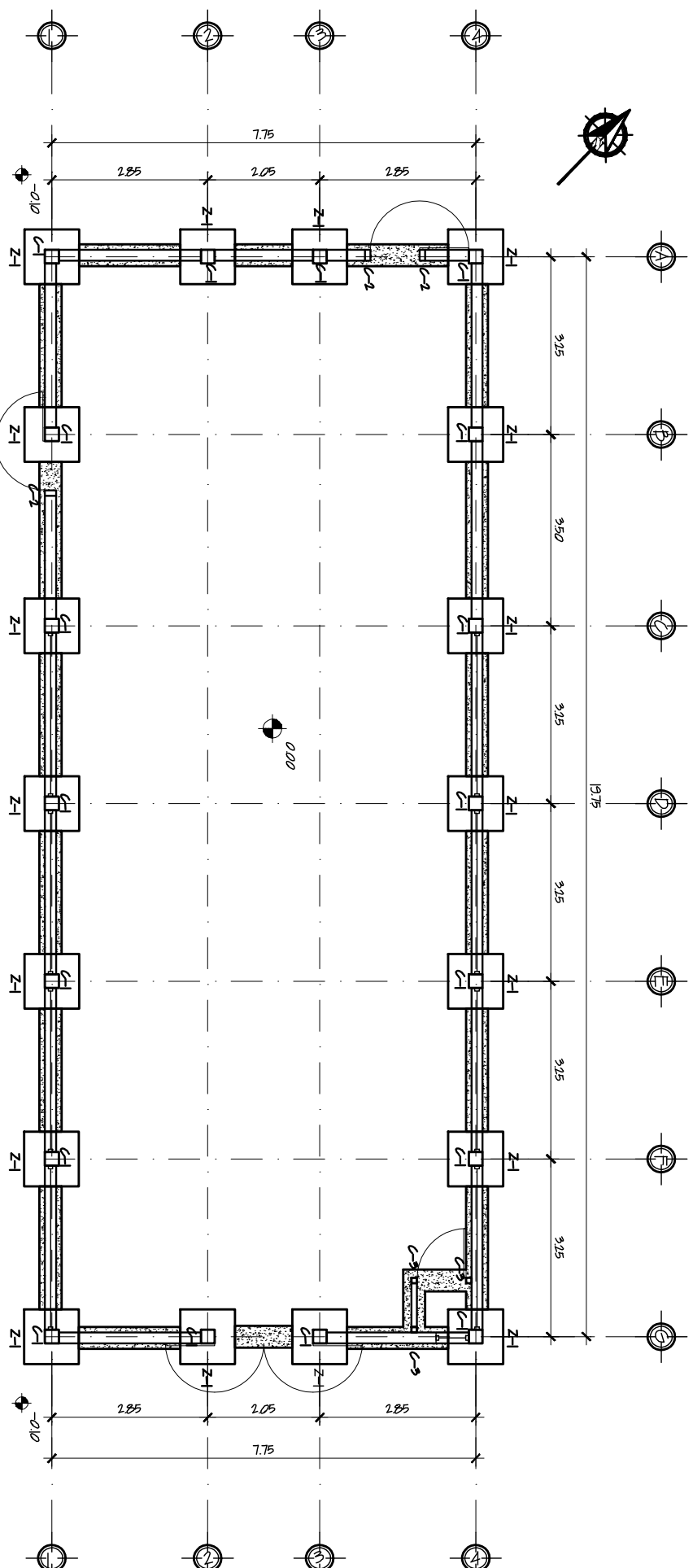
DIRECCION DEL PROYECTO:  
CABERIO CARIBE RIO SALINAS  
MUNICIPIO DE SAYAXCHE, PETEN

CONTENIDO:  
PLANTA AMOBLADA  
Y SECCIONES

FOUR:	4 / 10
CLASIFICACION:	ARQUITECTURA
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	DICIEMBRE 2009
DIENSO:	LUIS RODOLFO GUZMAN ERKON
CALZULLO:	LUIS RODOLFO GUZMAN ERKON
DIPLOSO:	LUIS RODOLFO GUZMAN ERKON
REVISOR:	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELTZ
CARNE:	91-8267

Vobo. ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELTZ  
ASESOR EN EPS

Vobo. ANI MAGNIFIENTES  
ALCALDE MUNICIPAL



## PLANTA DE CIMENTACION

ESC. 1:75

NOVENATURA DE CIMENTACION	DESCRIPCION
	MURO DE BLOK DE 0.19X0.19X0.39M
	CIMIENTO CORRIDO (0.4X0.2X0.2M)
	COLUMNA TPO C-1 (0.25X0.25M)
	COLUMNA TPO C-2 (0.22X0.22M)
	COLUMNA TPO C-3 (0.19X0.19M)
	ZAPATA TPO Z-1 (1.00X0.20X0.30M)

### ESPECIFICACIONES:

#### CONCRETO:

- EL CONCRETO DEBERA TENER UN  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>
- LA RELACION AGUA / CEMENTO MAXIMA PERMISIBLE: 23% 1t/SACO DE CEMENTO
- EL AREGADO GRESO (PIEDRIN) DEBERA TENER UN DIAMETRO MINIMO DE 1/2" Y MAXIMO DE 1 1/4"
- RECURRIMIENTOS MINIMOS:  
CIMENTOS= 5 cm  
COLUMNAS= 2.5 cm

#### ACERO:

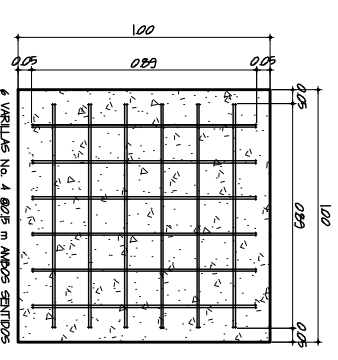
- EL ACERO DEBERA TENER UN  $f'y = 2810$  Kg/cm<sup>2</sup>

#### MUROS:

- LOS MUROS SE LEVANTARAN CON BLOK DE 0.19X0.19X0.39 CIZADO AMBOS LADOS, CON UNA RESISTENCIA DE 35 Kg/cm<sup>2</sup>, UNIDOS CON SABIETA EN PROPORCION VOLUMETRICA: 1:3 (CEMENTO + ARENA DE RIO)
- PESO DE LOS MUROS: 200 Kg/cm<sup>2</sup>

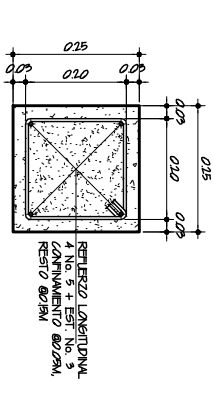
#### COLUMNAS, SOLERAS Y SILLAR:

- SERAN TALLADAS Y ALISADAS, Y TENDRAN UN ACABADO FINAL COLOR CEMENTO



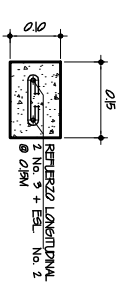
### PLANTA ZAPATA TPO Z-1

ESC. 1:20



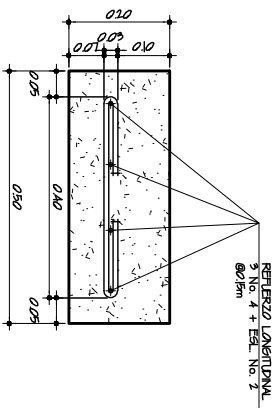
### DETALLE COLUMNA TPO C-1

ESC. 1:10



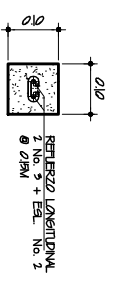
### DETALLE COLUMNA TPO C-2

ESC. 1:10



### DETALLE CIMIENTO CORRIDO

ESC. 1:10



### DETALLE COLUMNA TPO C-3

ESC. 1:10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESPECIALIDAD SUPERIOR

MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHE  
DEPARTAMENTO DE PETEN

PROYECTO:  
SALÓN DE USOS MULTIPLES

DIRECCION DEL PROYECTO:  
CASERIO CARRE RIO SALINAS  
MUNICIPIO DE SAYAXCHE, PETEN

CONTENIDO:  
PLANTA DE CIMENTACION  
Y DETALLES

FOLIO:  
5 / 10

CLASIFICACION:  
ESTRUCTURAS

ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
DICIEMBRE 2009

DIENSO:  
LUIS ROBALTO GUZMAN ERKON

CAZULLO:  
LUIS ROBALTO GUZMAN ERKON

DIPLO:  
LUIS ROBALTO GUZMAN ERKON

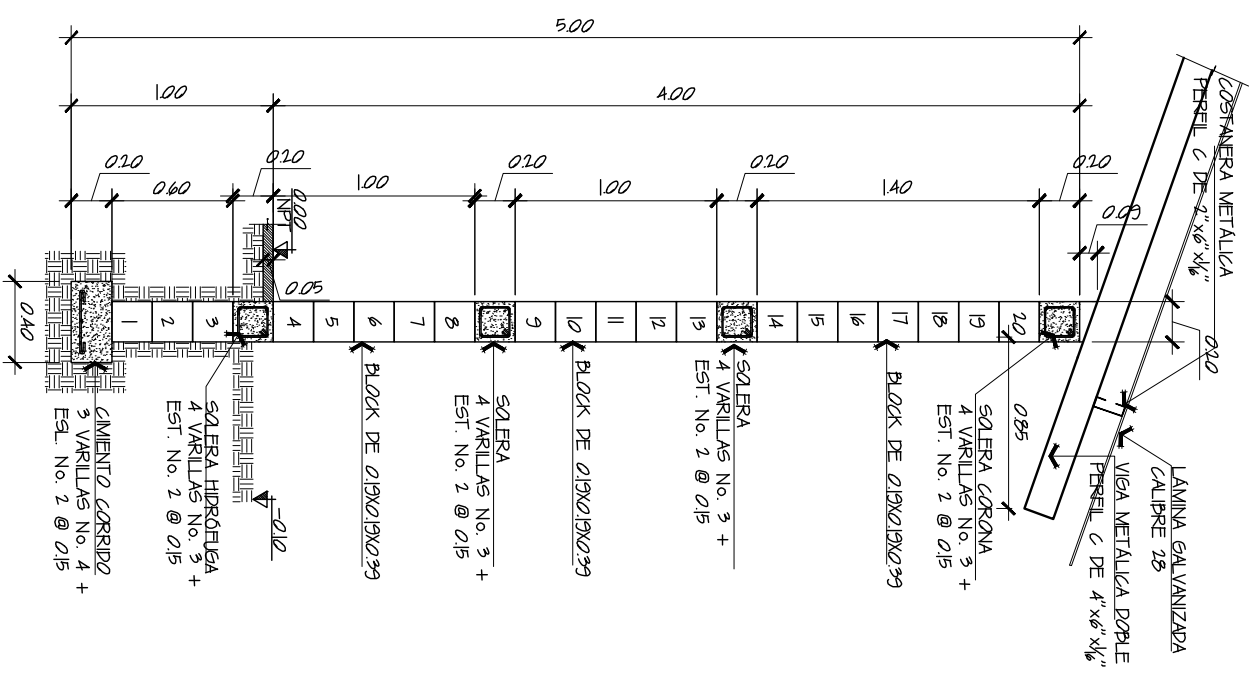
REVISOR:  
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ

CARNE:  
91-1247

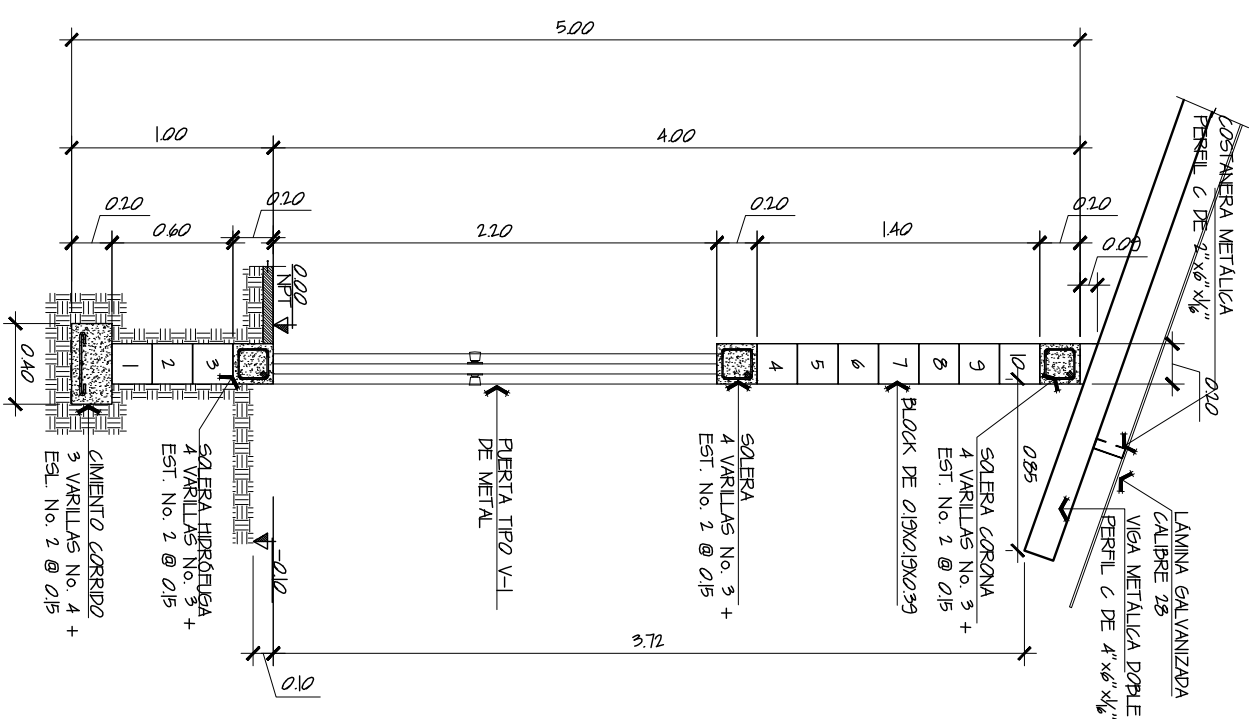
Vobo. ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ  
ALCALDE MUNICIPAL

Vobo. AN. MAGN. GONZALEZ  
ALCALDE MUNICIPAL

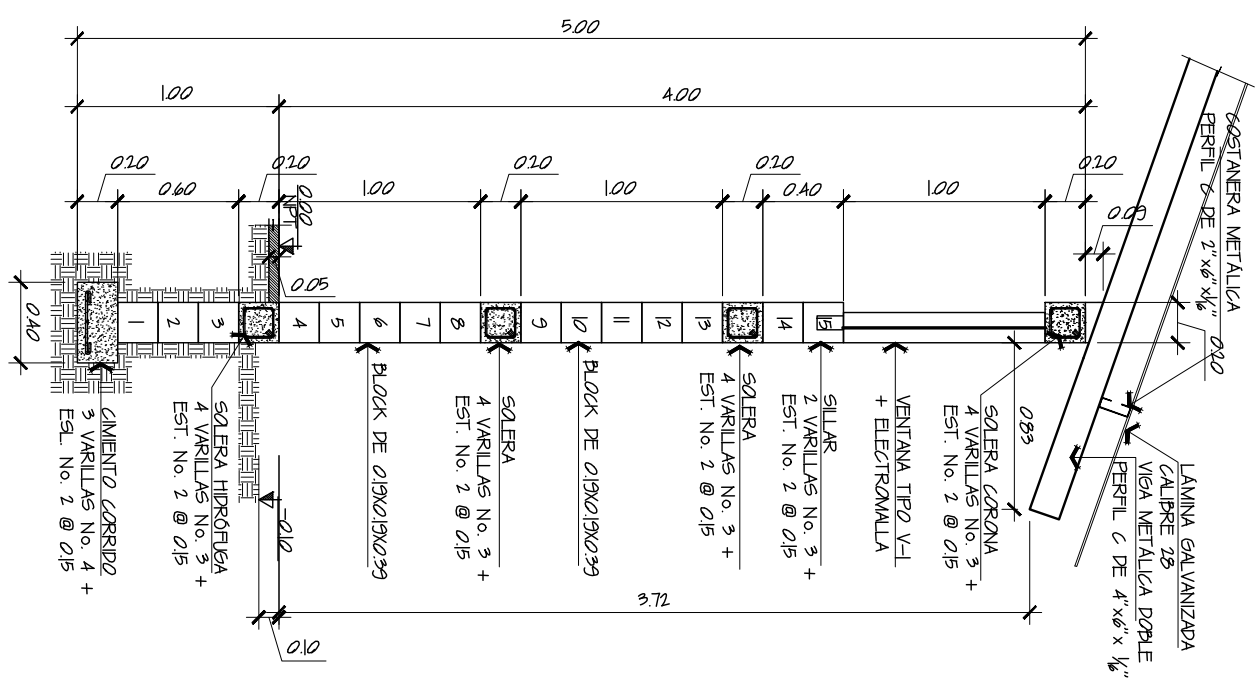




**CORTE 1**  
Esc. 1/25



**CORTE 2**  
Esc. 1/25



**CORTE 3**  
Esc. 1/25



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

MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ  
DEPARTAMENTO DE PETEN

PROYECTO:  
SALÓN DE USOS MÚLTIPLES

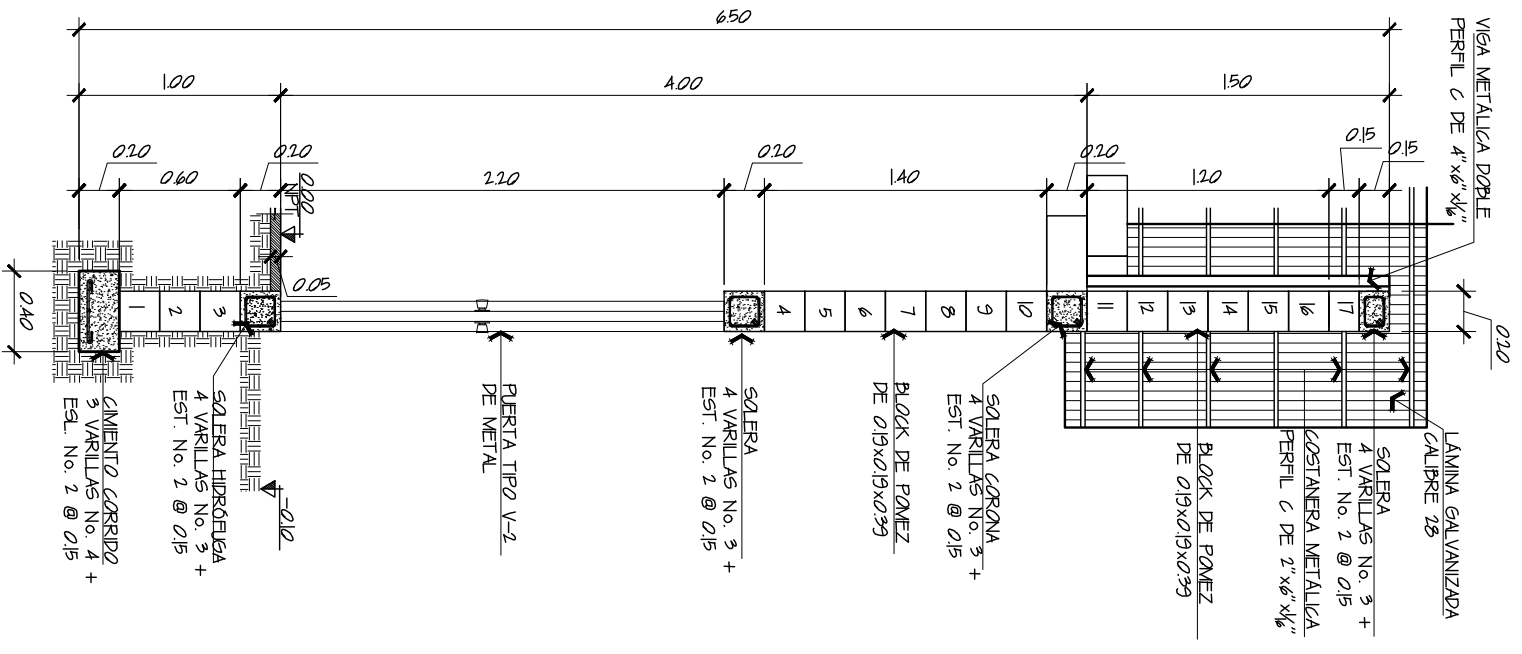
DIRECCIÓN DEL PROYECTO:  
CASERIO CARRER RÍO SALINAS  
MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, PETEN

CONTENIDO:  
CORTE DE MUROS

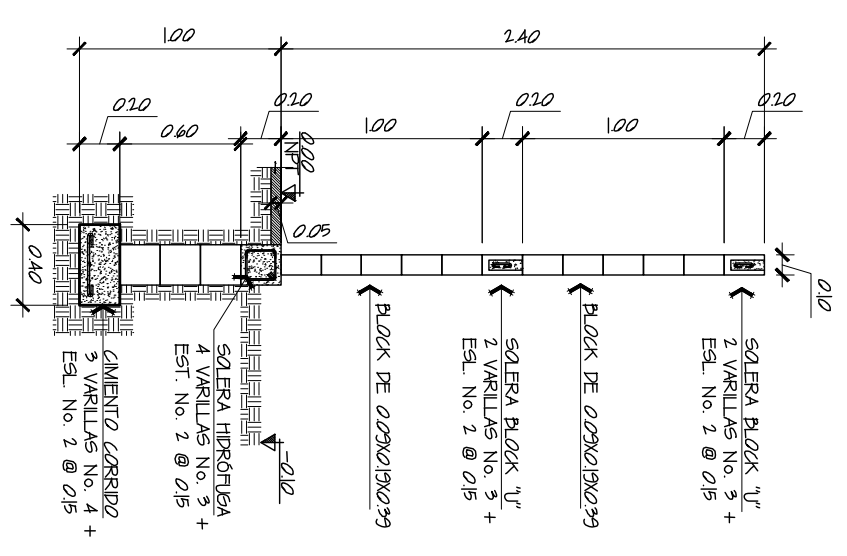
FOUR:	6 / 10
CLASIFICACION:	ESTRUCTURAS
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	DICIEMBRE 2009
DISEÑO:	LUIS RODRIGO GUZMAN ERKON
CALZADO:	LUIS RODRIGO GUZMAN ERKON
DIBUJO:	LUIS RODRIGO GUZMAN ERKON
REVISOR:	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
CARNE:	91-1247

Vobo. ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ  
ASESOR EN EPS

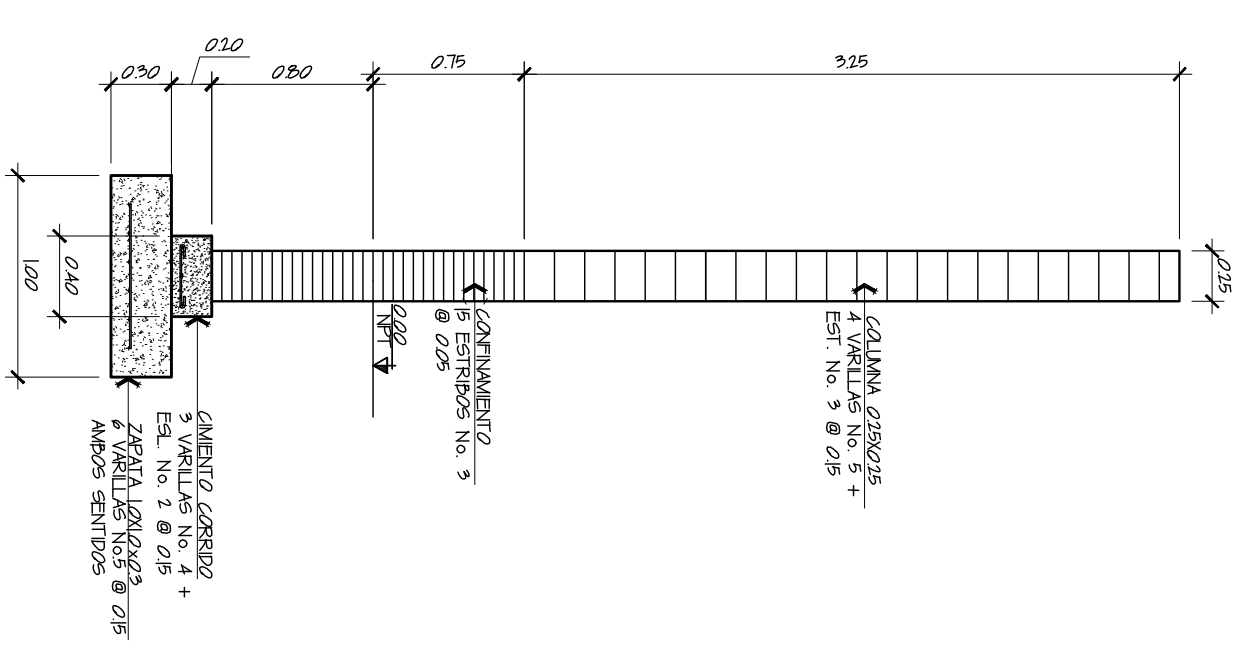
Vobo. ANI MAGN ZIENTES  
ALCALDE MUNICIPAL



**CORTE 4**  
Esc. 1/25



**CORTE 5**  
Esc. 1/25



**ELEVACION DE COLUMNA C4**  
Esc. 1/25



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

MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHE  
DEPARTAMENTO DE PETEN

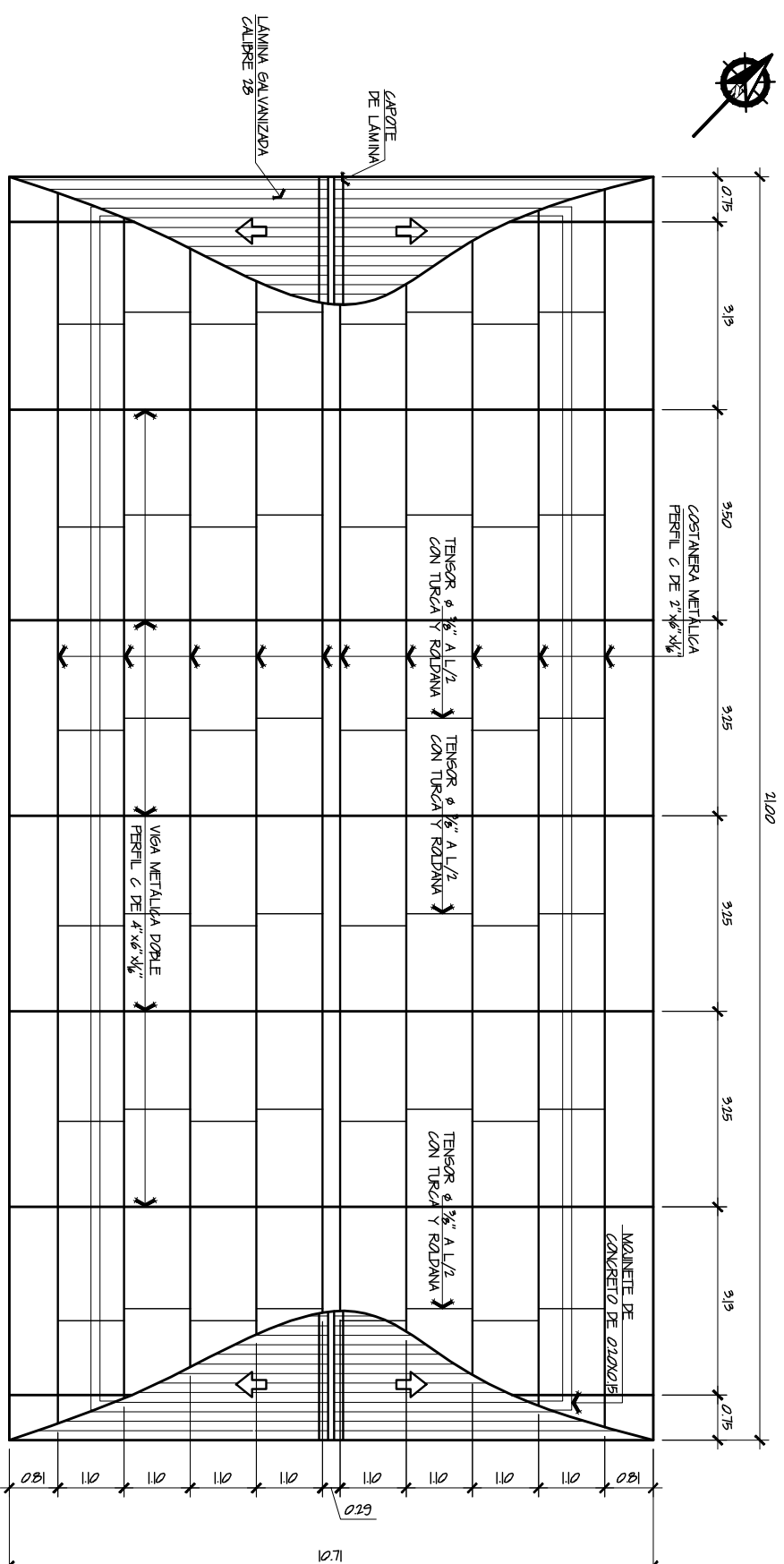
PROYECTO:  
SALÓN DE USOS MÚLTIPLES

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:  
CASERIO CARRE RÍO SALINAS  
MUNICIPIO DE SAYAXCHE, PETEN

CONTENIDO:  
CORTE DE Muros

FOUR: 1 / 10  
CLASIFICACIÓN: ESTRUCTURAS  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: DICIEMBRE 2009  
DISEÑO: LUIS RODOLFO GUZMÁN ERKON  
CALZADO: LUIS RODOLFO GUZMÁN ERKON  
DIPLO: LUIS RODOLFO GUZMÁN ERKON  
REVISÓ: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELTZ  
CARNE: 91-1247

Vobo. ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELTZ  
ASESOR EN EPS  
Vobo. ANI MAGN ZIENTES  
ALCALDE MUNICIPAL



# PLANTA DE TECHOS

Esc. 1:75

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR

MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ  
DEPARTAMENTO DE PETEN

PROYECTO:  
SALÓN DE USOS MÚLTIPLES

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:  
CASERIO CARIBE RIO SALINAS  
MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, PETEN

CONTENIDO:  
PLANTA DE TECHO

FOLIO:  
5 / 10

CLASIFICACIÓN:  
ESTRUCTURAS

ESCALA:  
INDICADA

FECHA:  
DICIEMBRE 2009

DISEÑO:  
LUIS RODOLFO GUZMÁN ERKÓN

CALZADO:  
LUIS RODOLFO GUZMÁN ERKÓN

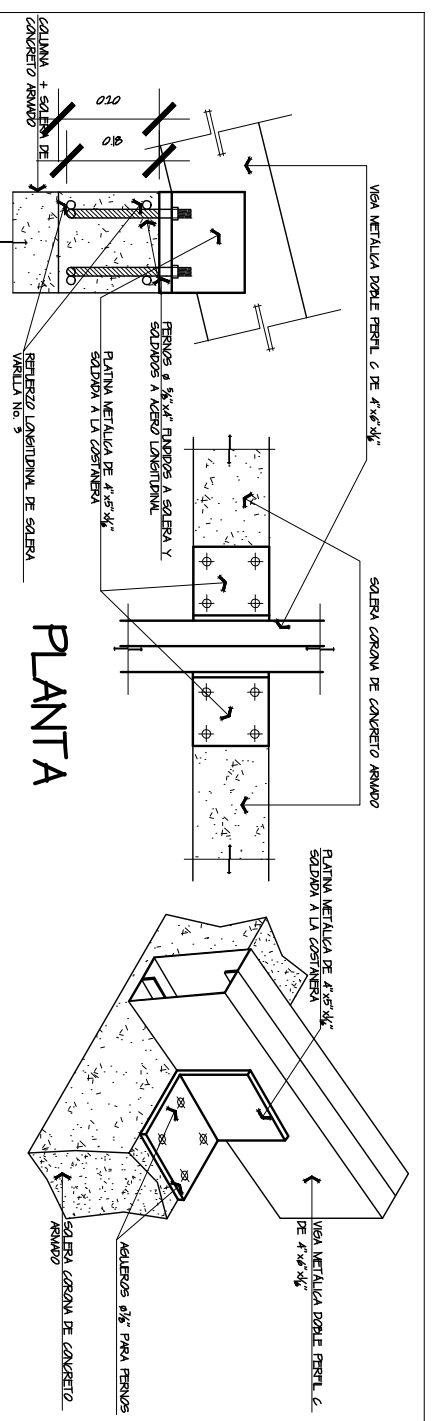
DPLUS:  
LUIS RODOLFO GUZMÁN ERKÓN

REVISÓ:  
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ

CARNE:  
91-12451

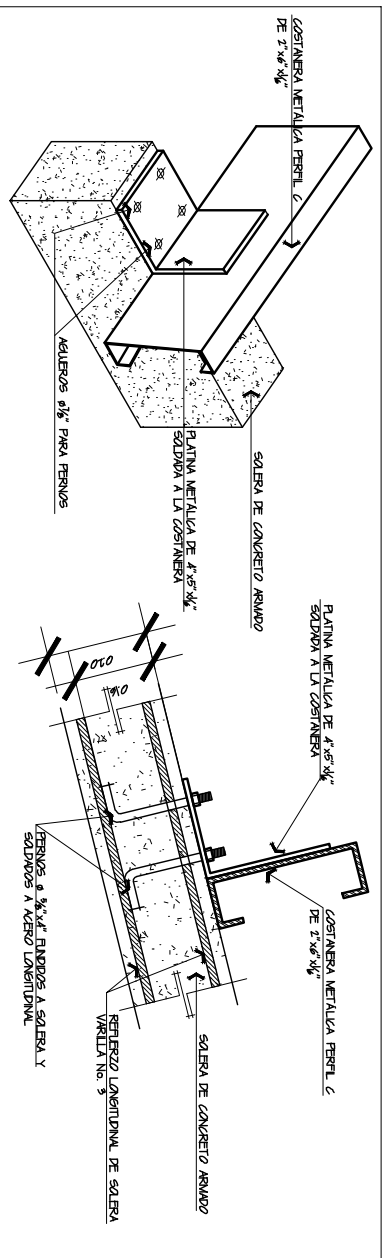
Vobo. ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ  
ASESOR EN EPD

Vobo. ANI MAGN ZIENTES  
ALCALDE MUNICIPAL



ELEVACIÓN LATERAL

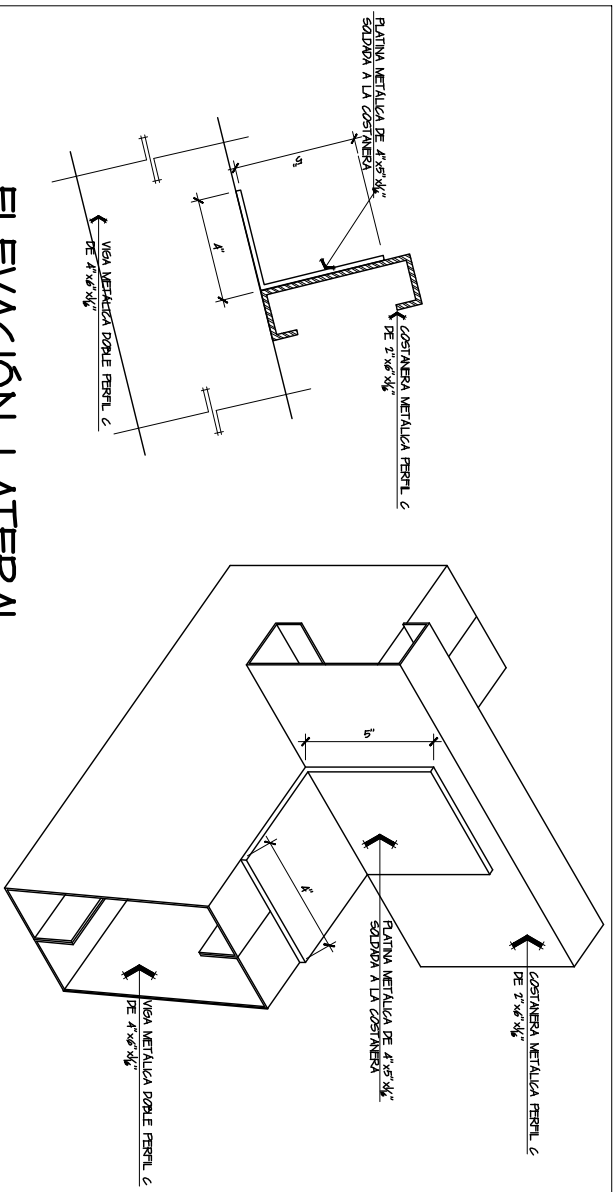
DETALLE DE UNIÓN DE VIGA METALICA A SOLERA DE CORONA SIN ESCALA



ISOMÉTRICO

ELEVACIÓN LATERAL

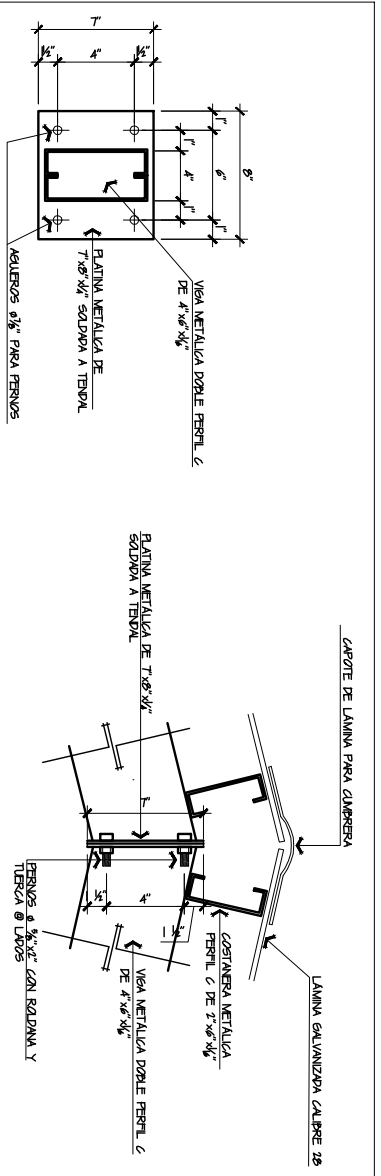
DETALLE DE UNIÓN DE COSTANERA A VIGA MOJINETE SIN ESCALA



ELEVACIÓN LATERAL

ISOMÉTRICO

DETALLE DE UNIÓN DE COSTANERA A VIGA METALICA SIN ESCALA

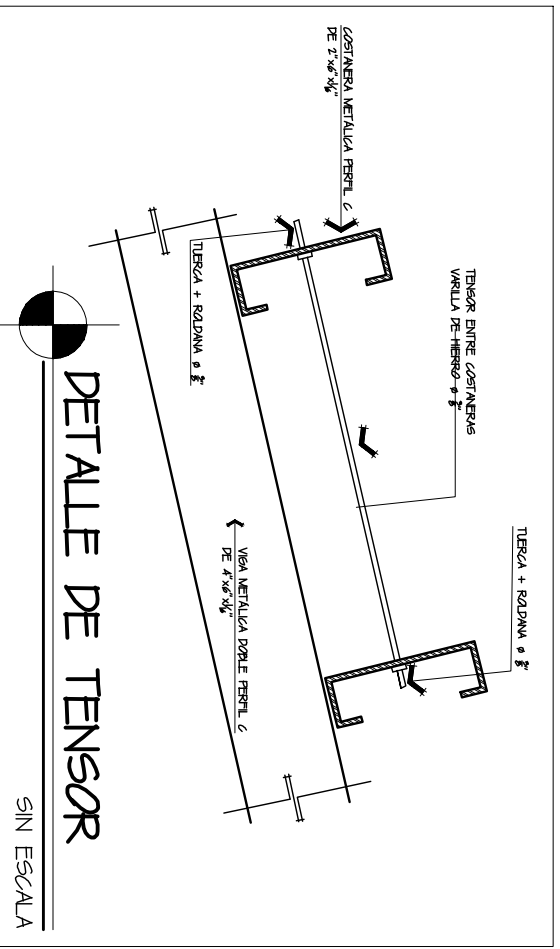


ELEVACIÓN FRONTAL

ELEVACIÓN LATERAL

DETALLE DE UNIÓN DE CUMBRERA PARA VIGA DE METAL SIN ESCALA

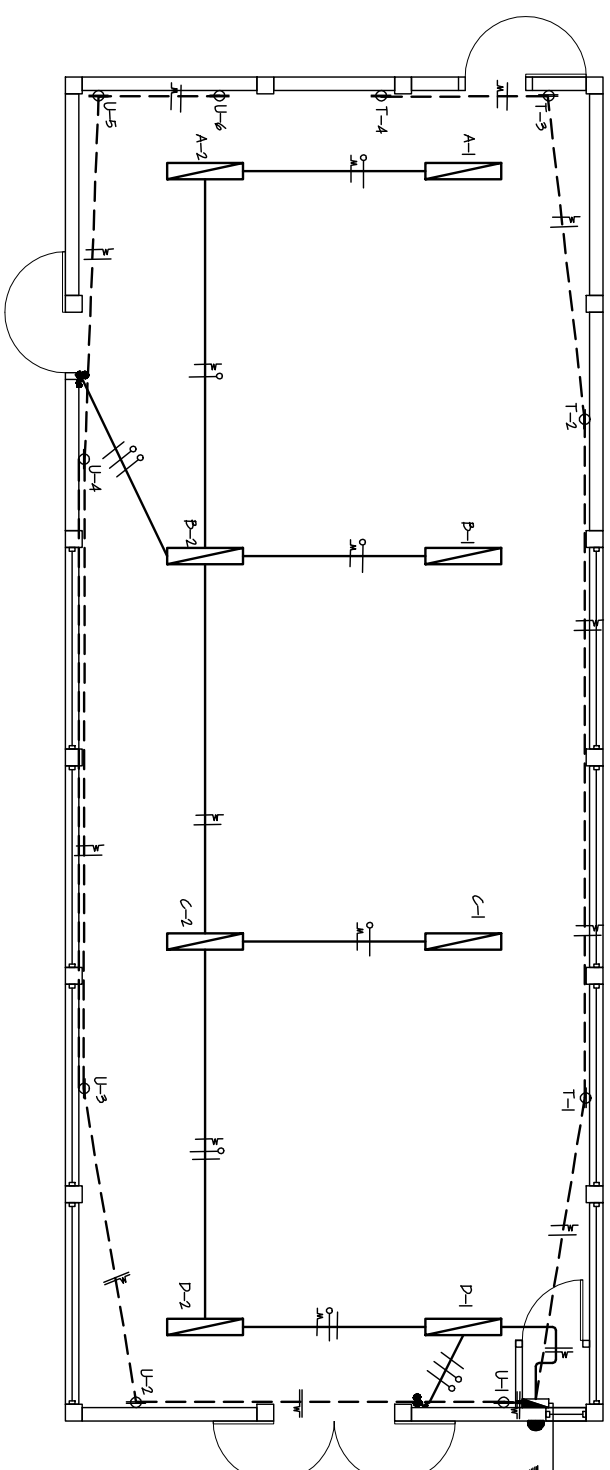
- ESPECIFICACIONES:
- EL ACERO DEBERÁ TENER UN  $f'_{y} = 2,810 \text{ kg/cm}^2$
  - LA ESTRUCTURA METALICA SE HARÁ CON COSTANERA TIPO "C"
  - SE UTILIZARA LÁMINA DE ZINC CALIBRE 28 LEGÍTIMO DE 9'



DETALLE DE TENSOR

SIN ESCALA

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EGERIAD PROFESIONAL SUPERIOR</p>	
<p>MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ DEPARTAMENTO DE PETEN</p>	
<p>PROYECTO: SALÓN DE USOS MÚLTIPLES</p>	
<p>DIRECCIÓN DEL PROYECTO: CASERIO CARRIBE RIO SALINAS MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, PETEN</p>	
<p>CONTENIDO: DETALLES ESTRUCTURA DE TECHO</p>	
FOJA:	9 / 10
CLASIFICACIÓN:	ESTRUCTURAS
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	DICIEMBRE 2009
DISEÑO:	LUIS RODOLFO GUZMAN ERKON
CALZADO:	LUIS RODOLFO GUZMAN ERKON
DIBUJO:	LUIS RODOLFO GUZMAN ERKON
REVISÓ:	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ
CARNE:	91-12251
<p>Vobo. ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ AGENCIADOR DE EPS</p>	
<p>Vobo. ANI MAGN GONZALEZ ALCALDE MUNICIPAL</p>	



## PLANTA DE ELECTRICIDAD

Escala: 1:75

### ESPECIFICACIONES

- PARA LOS CIRCUITOS DE ILUMINACION SE UTILIZARA CABLE CALIBRE 12 AWG.
- PARA EL CIRCUITO DE FUERZA SE UTILIZARA CABLE CALIBRE 12 AWG.
- PARA LA LINEA DE RETORNO SE UTILIZARA CABLE CALIBRE 12 AWG.
- TODOS LOS ACCESORIOS A UTILIZAR SERAN DE LA LINEA "BTGINO".
- EL TABLERO DE DISTRIBUCION SERA SITUADO A 180 M SNPT.
- LA ALTURA DE INTERRUPTORES SERA DE 130 M SNPT.
- LA ALTURA DE TOMACORRIENTES SERA DE 030 M SNPT.
- SE UTILIZARAN TUBERIAS INDEPENDIENTES PARA LOS CIRCUITOS.

SIMBOLO	DESCRIPCION
	CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	PALDUCO INSTALADO POR EL PISO $\phi \frac{1}{2}$ "
	PALDUCO ELECTRICO EN CIELO $\phi \frac{1}{2}$ "
	LAMPARA FLUORESCENTE 2X40
	INDICA LINEA POSITIVA
	INDICA LINEA NEGATIVA
	INDICA LINEA DE RETORNO
	INDICA INTERRUPTOR DOBLE
	TOMACORRIENTE DOBLE 110V
	INDICA NUMERO DE CIRCUITO Y UNIDAD
	PUESTA A TIERRA PARA DE COBRE $\frac{5}{8}$ " X 8'

### TABLERO DE DISTRIBUCION

MARCA: GENERAL ELECTRIC

DESCRIPCION	CIRCUITOS	FLIPÓN
TOMACORRIENTES	T	1 X 20
TOMACORRIENTES	U	1 X 20
LAMPARAS (ILUMINACION)	ABCD	1 X 20



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

MUNICIPALIDAD DE SAYAXCHÉ  
DEPARTAMENTO DE PETEN

PROYECTO:

SALÓN DE USOS MÚLTIPLES

DIRECCION DEL PROYECTO:

CASERIO CARIBE RIO SALINAS  
MUNICIPIO DE SAYAXCHÉ, PETEN

CONTENIDO:

PLANTA DE ELECTRICIDAD

FOUR:

0 / 0

CLASIFICACION:

INSTALACIONES

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

DICIEMBRE 2009

DISEÑO: LUIS ROBALTO GUZMAN ERKON

CALZADO: LUIS ROBALTO GUZMAN ERKON

DIBUJO: LUIS ROBALTO GUZMAN ERKON

REVISO: ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ

CARNE: 91-1247

Vobo. ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ  
AGENCIAS DE EPS

Vobo. ANI MAGNIFICENTES  
ALCALDE MUNICIPAL