



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

**DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA  
ALDEA EL JOCOTILLO Y DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE  
LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA**

**Nivia Jeannette Garzona García**

Asesorado por el Ing. Angel Roberto Sic García

Guatemala, noviembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA  
ALDEA EL JOCOTILLO Y DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE  
LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**NIVIA JEANNETTE GARZONA GARCÍA**  
ASESORADO POR EL ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Angel Roberto Sic García
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento 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 LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO Y DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 14 de mayo de 2014.



**Nivia Jeannette Garzona García**

Guatemala, 28 de mayo de 2015  
Ref.EPS.DOC.439.05.15

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Nivia Jeannette Garzona García** con carné No. **200722434**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO Y DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo  
ARSG/ra



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
29 de septiembre de 2015

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 LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO Y DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA**, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil **Nivia Jeannette Garzona García**, quien contó con la asesoría del Ing. Angel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila  
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
TRANSPORTES  
USAC

bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,  
16 de octubre de 2015

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 LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO Y DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Nivia Jeannette Garzona García, con Carnet No. 2007-22434, quien contó con la asesoría del Ing. Angel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

**ID Y ENSEÑADA TODOS**

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

**México, 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua**





Guatemala, 21 de octubre de 2015  
Ref.EPS.D.551.10.15

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 LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO Y DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Nivia Jeannette Garzona García, carné 200722434**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Angel Roberto Sic García.

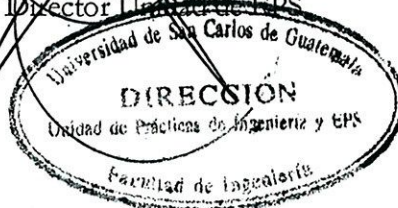
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor – Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Sylvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS

SJRS/ra







**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Angel Roberto Sic García y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación de la estudiante Nivia Jeannette Garzona García, titulado **DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO Y DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2015.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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 LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO Y DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES, GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria: **Nivia Jeannette Garzona García**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Rolando  
Decano



Guatemala, noviembre de 2015

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser mi guía y mi luz, por darme las fuerzas para continuar en este camino.
- Mis padres** Ricardo Garzona y Vilma García, no alcanzan las palabras para agradecer los sacrificios y el esfuerzo que han hecho para que yo pueda lograr esta meta.
- Mis hermanos** Irwin y Ara Garzona, por el apoyo, cariño y ayuda que siempre estuvieron dispuestos a darme incondicionalmente. Asimismo, a Emma Leticia Ixtabalán Garzona y su familia por su apoyo, confianza y cariño a lo largo de mi vida.
- Mis familiares** Por el ánimo que siempre me dieron y estar al pendiente de mi carrera.
- Mi abuela** Por su cariño y apoyo en todo momento.
- Mis amigos** Por su amistad y apoyo incondicional, por ser parte de mi vida y ser como hermanos a lo largo de mi carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida y la oportunidad de cumplir esta meta, y por ayudarme hasta el día de hoy.
<b>Mis padres</b>	Por darme lo mejor de ellos y brindarme su apoyo incondicional.
<b>Mis hermanos</b>	Por su amistad, ayuda y apoyo en todo momento.
<b>Mis amigos</b>	Por el cariño, el apoyo y la amistad, por ayudarme a ser mejor persona.
<b>Municipalidad de Villa Canales</b>	Por abrirme la puertas y por el apoyo desinteresado que me brindaron.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Angel Sic, por su valiosa asesoría y ayuda para la realización del presente trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del municipio de Villa Canales, Guatemala .....	1
1.1.1. Aspectos generales del municipio de Villa Canales .....	2
1.1.1.1. Ubicación geográfica .....	2
1.1.1.2. Extensión territorial .....	3
1.1.1.3. Colindancias .....	3
1.1.1.4. Topografía e hidrografía .....	4
1.1.1.5. Distancia relativa .....	5
1.1.1.6. Clima y bosques .....	6
1.1.1.7. Características de la población.....	8
1.1.2. Aspectos socioeconómicos.....	8
1.1.2.1. Demografía .....	8
1.1.2.2. Actividad económica .....	9
1.1.2.3. Organización de la comunidad .....	9
1.1.2.4. Educación y salud.....	10
1.1.2.5. Tipos de vivienda.....	11
1.1.3. Servicios de infraestructura .....	11

1.1.3.1.	Vías de acceso.....	11
1.1.3.2.	Agua potable .....	11
1.1.3.3.	Drenaje.....	12
1.1.3.4.	Edificaciones públicas .....	12
1.1.3.5.	Necesidades del municipio.....	12
1.1.3.5.1.	Priorización de las necesidades del municipio .....	13
1.1.3.6.	Otros servicios del municipio.....	13
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	15
2.1.	Pavimentación del tramo de la aldea Santa Rosita hacia la aldea El Jocotillo .....	15
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	15
2.1.2.	Descripción del área disponible.....	15
2.1.2.1.	Localización y ubicación del terreno.....	16
2.1.2.2.	Topografía del terreno.....	17
2.1.3.	Levantamiento topográfico preliminar .....	17
2.1.3.1.	Planimetría .....	17
2.1.3.2.	Altimetría .....	18
2.1.4.	Estudios de suelos .....	18
2.1.4.1.	Ensayo de límites de Atterberg .....	18
2.1.4.1.1.	Límite líquido.....	19
2.1.4.1.2.	Límite plástico .....	20
2.1.4.1.3.	Índice de plasticidad.....	20
2.1.4.2.	Ensayo de compactación Proctor.....	21
2.1.4.3.	Ensayo de capacidad soporte del suelo (CBR).....	22
2.1.4.4.	Ensayo de granulometría .....	24

2.1.4.5.	Resultados de ensayos de laboratorio.....	25
2.1.5.	Diseño geométrico.....	25
2.1.5.1.	Alineamiento horizontal .....	32
2.1.5.1.1.	Curvas .....	32
2.1.5.1.2.	Elementos de curva.....	32
2.1.5.1.3.	Curvas de transición.....	33
2.1.5.1.4.	Peralte .....	34
2.1.5.1.5.	Sobreancho .....	36
2.1.5.2.	Alineamiento vertical.....	38
2.1.5.2.1.	Subrasante .....	39
2.1.5.2.2.	Pendientes.....	39
2.1.5.2.3.	Curvas verticales .....	40
2.1.5.2.4.	Correcciones .....	43
2.1.5.3.	Movimiento de tierras .....	44
2.1.5.3.1.	Áreas secciones transversales .....	45
2.1.5.3.2.	Volúmenes y distancias de paso.....	46
2.1.5.3.3.	Balance y diagrama de masas.....	49
2.1.6.	Análisis estructural del pavimento .....	50
2.1.6.1.	Características generales .....	50
2.1.6.2.	Clasificación.....	50
2.1.6.3.	Elementos estructurales .....	50
2.1.6.4.	Materiales, equipo y herramienta.....	52
2.1.6.5.	Método de diseño para la carretera .....	56
2.1.6.5.1.	Método de capacidad de AASHTO.....	56

	2.1.6.5.2.	Método simplificado Portland Cement Association (PCA) .....	56
	2.1.6.6.	Diseño de juntas.....	63
	2.1.6.7.	Diseño de drenajes .....	65
	2.1.6.7.1.	Cuenca.....	65
	2.1.6.7.2.	Intensidad de lluvia .....	66
	2.1.6.7.3.	Caudal.....	69
	2.1.6.7.4.	Drenaje transversal .....	69
	2.1.6.7.5.	Drenaje longitudinal .....	71
	2.1.6.8.	Especificaciones técnicas de operación y mantenimiento .....	79
	2.1.6.9.	Presupuesto .....	80
	2.1.6.9.1.	Integración de costos ....	81
	2.1.6.9.2.	Cantidades estimadas de trabajo .....	81
	2.1.6.10.	Evaluación ambiental inicial .....	82
	2.1.6.11.	Cronograma de ejecución física y financiera.....	84
	2.1.6.12.	Planos .....	84
2.2.		Diseño del sistema de drenaje sanitario para la aldea El Porvenir.....	85
	2.2.1.	Descripción de proyecto.....	85
	2.2.2.	Sistema del drenaje sanitario .....	85
	2.2.3.	Localización de las líneas de drenaje.....	86
	2.2.4.	Levantamiento topográfico .....	86
	2.2.4.1.	Planimetría .....	87
	2.2.4.2.	Altimetría .....	87
	2.2.5.	Diseño del sistema .....	87



2.2.5.1.	Período de diseño.....	88
2.2.5.2.	Población de diseño .....	88
2.2.5.3.	Caudal sanitario.....	90
2.2.5.3.1.	Caudal domiciliar .....	90
2.2.5.3.2.	Caudal comercial.....	91
2.2.5.3.3.	Caudal industrial.....	91
2.2.5.3.4.	Caudal de conexiones ilícitas .....	92
2.2.5.4.	Factor de caudal medio (FQM) .....	93
2.2.5.5.	Caudal de diseño.....	94
2.2.5.6.	Tirante de flujo.....	95
2.2.6.	Especificaciones técnicas de diseño .....	95
2.2.6.1.	Secciones y pendientes.....	95
2.2.6.2.	Diámetro de tubería.....	96
2.2.6.3.	Velocidad de arrastre.....	96
2.2.6.4.	Cotas invert.....	97
2.2.6.5.	Pozos de visita.....	97
2.2.6.6.	Conexiones domiciliarias.....	99
2.2.6.7.	Ejemplo de diseño de un tramo .....	100
2.2.7.	Propuesta de tratamiento .....	104
2.2.7.1.	Diseño de fosas sépticas.....	104
2.2.8.	Evaluación socioeconómica.....	105
2.2.8.1.	Valor presente neto (VPN).....	105
2.2.8.2.	Tasa interna de retorno (TIR) .....	106
2.2.9.	Presupuesto.....	107
2.2.9.1.	Renglones de trabajo.....	108
2.2.10.	Estudio de impacto ambiental inicial.....	108
2.2.11.	Cronograma de ejecución.....	110

2.2.11.1.	Cronograma de ejecución física y financiera.....	110
2.2.12.	Planos .....	111
CONCLUSIONES.....		113
RECOMENDACIONES .....		115
BIBLIOGRAFÍA.....		117
APÉNDICES.....		119
ANEXOS.....		137

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de Villa Canales.....	3
2.	Colindancias del municipio de Villa Canales .....	4
3.	Gráfica temperatura máxima y mínima, humedad porcentual y precipitación anual de Villa Canales .....	7
4.	Localización y ubicación del proyecto .....	16
5.	Grado de curvatura .....	27
6.	Elementos de curva horizontal .....	33
7.	Componentes de curva vertical.....	41
8.	Tipos de secciones transversales .....	46
9.	Volumen entre secciones del mismo tipo.....	47
10.	Volúmenes entre secciones de diferente tipo.....	49
11.	Elementos estructurales del pavimento.....	52
12.	Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos .....	61
13.	Esquema de juntas transversales y longitudinales en pavimento rígido .....	65
14.	Mapa de la cuenca.....	66
15.	Predimensionamiento de la cuneta .....	72
16.	Detalle de cuneta .....	74
17.	Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcción.....	76
18.	Relación agua cemento según resistencia del concreto .....	76
19.	Localización de las líneas de drenaje .....	86
20.	Cotas invert .....	97
21.	Flujo de caja del valor presente neto .....	106

22.	Flujo de caja de la tasa interna de retorno.....	107
-----	--	-----

## TABLAS

I.	Límites de consistencia.....	19
II.	Clasificación y características de las carreteras .....	31
III.	Peralte y longitud de espiral recomendados .....	35
IV.	Especificaciones de sobreancho.....	37
V.	Resumen diseño de alineamiento horizontal .....	38
VI.	Clasificación de la subrasante según el valor soporte .....	39
VII.	Valores de k1 para curvas cóncavas y convexas .....	43
VIII.	Resumen diseño de alineamiento vertical.....	44
IX.	Cálculo de un área transversal por determinante .....	45
X.	Graduación de los agregados .....	53
XI.	Porcentaje por peso que pasa por tamiz.....	54
XII.	Composición del concreto de cemento hidráulico para pavimentos .....	55
XIII.	Categorías de tráfico en función de cargas por eje.....	58
XIV.	Clasificación funcional de las carreteras regionales.....	59
XV.	Tipos de suelo de apoyo y módulos de reacción .....	60
XVI.	Espesores de carga para categoría de carga por eje núm. 1, según el módulo de reacción (K) y módulo de ruptura optado.....	62
XVII.	Valores de coeficientes de escorrentía .....	67
XVIII.	Tiempo de concentración.....	68
XIX.	Integración de costos.....	81
XX.	Matriz de Leopold para evaluación del proyecto de pavimentación .....	83
XXI.	Cronograma físico-financiero .....	84
XXII.	Valores permitidos de factor de caudal medio .....	94
XXIII.	Velocidades máximas y mínimas de diseño .....	96
XXIV.	Renglones de trabajo.....	108

XXV.	Matriz de Leopold para drenaje sanitario .....	109
XXVI.	Cronograma de ejecución .....	110



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A</b>	Área
<b>Qcom</b>	Caudal comercial
<b>Qind</b>	Caudal industrial
<b>QM</b>	Caudal medio
<b>cm</b>	Centímetro
<b>K<sub>1</sub></b>	Constante dependiente de las velocidades de diseño para carreteras.
<b>Cr</b>	Corrección
<b>Cm</b>	Cuerda máxima
<b>∅</b>	Diámetro
<b>D</b>	Distancia
<b>d</b>	Espesor de la losa de concreto del pavimento
<b>E</b>	External
<b>FQM</b>	Factor de caudal medio
<b>F</b>	Factor de fricción
<b>FR</b>	Factor de retorno
<b>G</b>	Grado de curvatura
<b>Ha</b>	Hectáreas
<b>Hop</b>	Humedad óptima
<b>IP</b>	Índice plástico
<b>I</b>	Intensidad de lluvia
<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramo por centímetro cuadrado
<b>Kg/cm<sup>3</sup></b>	Kilogramo por centímetro cúbico

<b>km</b>	Kilómetro
<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	Kilómetro por metro cúbico
<b>lb</b>	Libra
<b>lb/pie<sup>3</sup></b>	Libra por pie cúbico
<b>LL</b>	Límite líquido
<b>LP</b>	Límite plástico
<b>l/com/día</b>	Litros por comercio por día
<b>l/hab/día</b>	Litros por habitante por día
<b>l/m<sup>3</sup></b>	Litros por metro cúbico
<b>l/s</b>	Litro por segundo
<b>L</b>	Longitud de cauce
<b>Lc</b>	Longitud de curva
<b>LCV</b>	Longitud de curva vertical
<b>Ls</b>	Longitud de espiral
<b>1/2"</b>	Media pulgada
<b>m</b>	Metro
<b>m/s</b>	Metros por segundo
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metros cúbicos por segundo
<b>min</b>	Minutos
<b>K</b>	Módulo de ruptura del concreto
<b>Q</b>	Moneda quetzal de Guatemala
<b>No.Com</b>	Número de comercios
<b>No.Ind</b>	Número de industrias
<b>π</b>	Número PI, 3,141592654
<b>OM</b>	Ordenada media
<b>S</b>	Pendiente de diseño
<b>TPPD</b>	Tráfico promedio pesado diario
<b>PNH</b>	Peso neto húmedo



<b>PNS</b>	Peso neto seco
<b>PUH</b>	Peso unitario húmedo
<b>PUS</b>	Peso unitario seco
<b>Pie<sup>3</sup></b>	Pie cúbico
<b>psi</b>	<i>Pound per square inch</i> , libra por pulgada cuadrada.
<b>%</b>	Porcentaje
<b>%H</b>	Porcentaje de humedad
<b>R</b>	Radio hidráulico
<b>f'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>Sa</b>	Sobreancho
<b>St</b>	Subtangente
<b>T</b>	Tiempo
<b>¾"</b>	Tres cuartos de pulgada
<b>V</b>	Volumen



## GLOSARIO

<b>AASHTO</b>	American Association of Highways and Transportation Officials.
<b>Arena</b>	Partículas de suelo de diámetro entre 0,074 y 4,76 milímetros.
<b>Aforo vehicular</b>	Método estadístico que tiene como finalidad la determinación del número de vehículos que transitan en un lugar determinado durante un tiempo estimado.
<b>Agregado</b>	Materiales inertes de determinadas características que conforman el concreto, excluyendo el agua.
<b>Agregado fino</b>	Agregado del concreto cuyas partículas tienen un diámetro entre 0,074 y 4,76 milímetros (arena).
<b>Agregado grueso</b>	Agregado cuyas partículas tienen un diámetro que varía entre 4,77 y 19,10 milímetros. Normalmente es llamado pedrín o grava.
<b>Aguas negras</b>	El agua que se desecha, después de haber servido para un fin. Puede ser doméstica, comercial o industrial.

<b>Altimetría</b>	Rama de la topografía que estudia los métodos que tienen como finalidad la representación de las alturas de los puntos de un terreno.
<b>Arcilla</b>	Partículas de suelo de diámetro menor de 0,002 milímetros, tipo de suelo impermeable y plástico.
<b>Asentamiento</b>	Descenso de nivel que presenta una estructura debido al hundimiento del suelo.
<b>Base</b>	Capa de material seleccionado de granulometría específica que se construye sobre la subbase.
<b>Bombeo</b>	Pendiente transversal descendente de la corona o subcorona, a partir de su eje o línea central, hacia ambos lados en tangente horizontal.
<b>Candela</b>	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
<b>Caudal</b>	Volumen por unidad de tiempo.
<b>Cemento</b>	Aglomerante hidráulico que reacciona y fragua con agua utilizada en el concreto, su función es aglomerar o pegar los agregados del concreto.
<b>Cocode</b>	Consejo Comunitario de Desarrollo.

<b>Colector</b>	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalajo de aguas negras o aguas de lluvia.
<b>Cota invert</b>	Cota de la parte inferior interna de una tubería.
<b>Densidad</b>	Relación entre la masa de un material y el volumen.
<b>Ine</b>	Instituto Nacional de Estadística de Guatemala.
<b>Infom</b>	Instituto Nacional de Fomento Municipal.
<b>Losa</b>	Estructura plana de concreto con grosor específico, utilizada para soportar cargas verticales.
<b>Tirante</b>	Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.



## **RESUMEN**

Según el diagnóstico realizado en la Municipalidad de Villa Canales con respecto a los requerimientos del municipio, se hace evidente la necesidad de un drenaje sanitario para la aldea El Porvenir y la pavimentación de la carretera que comunica la aldea Santa Rosita con la aldea El Jocotillo, para reducir la contaminación y mejorar la calidad de vida de los pobladores del municipio de Villa Canales.

Este trabajo de graduación consta de dos capítulos compuestos de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se desarrolla la fase de investigación, conteniendo la monografía del municipio de Villa Canales, tomando en cuenta los aspectos culturales, sociales, localización, clima, geografía del lugar, entre otros.

El capítulo 2 contiene la fase del servicio técnico profesional conformado en dos secciones, la primera contiene el diseño de la pavimentación para la aldea Santa Rosita y la segunda contiene el diseño del drenaje sanitario para la zona tres de la aldea El Porvenir. Dichas secciones cuentan con una memoria descriptiva de la situación actual, proyecto, métodos y normas utilizadas para el diseño de ambos proyectos. En este capítulo también se describen los aspectos técnicos que influyen en el diseño y los criterios utilizados para el cálculo y elaboración del presupuesto de cada proyecto.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Mejorar la condición de vida de los pobladores de las aldeas El Porvenir y Santa Rosita, a través del diseño de obras de infraestructura que contribuyan a su desarrollo tanto económico como social.

### **Específicos**

1. Realizar un diagnóstico de las principales necesidades de los servicios de saneamiento e infraestructura en Villa Canales, Guatemala.
2. Aplicar los códigos y normas que rigen los diseños de drenajes sanitarios y de un pavimento rígido.
3. Capacitar al personal involucrado en el mantenimiento y ejecución de obras civiles, sobre los aspectos de operación y mantenimiento de los proyectos.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el municipio de Villa Canales, Guatemala, cuenta con varios servicios básicos; sin embargo, durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado se diagnosticaron varias necesidades que aún no han sido cubiertas y proyectos cuya necesidad es prioritaria para mejorar el nivel de vida de los pobladores de dicho municipio.

De acuerdo al diagnóstico realizado en la Municipalidad, los proyectos a realizar consisten en el diseño del drenaje sanitario para la zona 3 de la aldea El Porvenir y el diseño de la pavimentación para el tramo desde la aldea Santa Rosita hacia la aldea El Jocotillo.

Con el diseño de los proyectos ya mencionados se pretende contribuir a la pronta ejecución de los mismos, para así resolver los problemas de saneamiento y de transporte que existen en el municipio. Asimismo, contribuir al desarrollo, no solo de las comunidades beneficiadas, sino de todo el municipio.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del municipio de Villa Canales, Guatemala**

La actual Villa Canales, se llamó antiguamente Pueblo Viejo, pero esta es una denominación de la Época Colonial, los datos que se tienen de la Época Prehispánica no son suficientes para estructurar una forma de vida específica o el patrón de asentamiento. Sin embargo, se sabe que Pueblo Viejo era la comunidad formada por Santa Inés Petapa y San Miguel Petapa durante la Colonia.

Se cree que la actual Villa Canales se encuentra en el valle del mismo nombre, el cual pertenecía a la alcaldía mayor de Sacatepéquez. Al sur se encontraba el Valle de Petapa, donde se encontraban las comunidades de Santa Inés y San Miguel Petapa. La Real Audiencia de Guatemala de 1682 unió los dos pueblos y al resultado le llamaron Valle de las Mesas de Petapa.

Otro aspecto histórico de gran importancia es el famoso Batallón Canales, el cual tuvo gran protagonismo durante la época de la Reforma Liberal, cuando Justo Rufino Barrios trató de unir Centroamérica por la fuerza. Era tal la importancia del Batallón que se dice que Barrios, en agradecimiento a la labor cumplida por los soldados, les regaló terrenos en lo que es Boca del Monte y Cerro Pelado, hoy El Porvenir.

Como todo pueblo guatemalteco, el municipio de Villa Canales tiene costumbres. Las costumbres están ligadas a la religión, la familia y las

creencias, que se vienen realizando de generación en generación y se convierten en tradiciones.

Las principales celebraciones son las ferias titulares, cada aldea tiene su propia feria y estas se realizan en distintas fechas honrando a su patrón, haciendo actividades culturales, cívicas, sociales y religiosas.

### **1.1.1. Aspectos generales del municipio de Villa Canales**

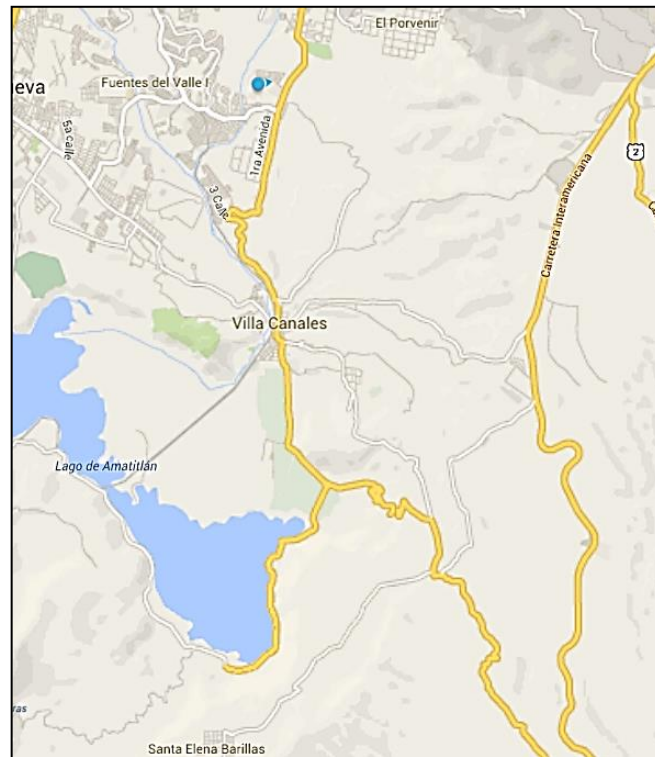
Para la realización de los diseños de los proyectos de drenaje sanitario y pavimentación, es importante conocer aspectos como ubicación del municipio, extensión territorial, colindancias, entre otros. Con esta información se complementa la información necesaria para un proyecto de infraestructura.

#### **1.1.1.1. Ubicación geográfica**

El municipio de Villa Canales se encuentra situado en la parte sur del departamento de Guatemala, pertenece a la Región Metropolitana.

El municipio de Villa Canales se encuentra a una altura de 1 220 metros sobre el nivel del mar. Las coordenadas de ubicación del municipio son 14° 29' 00" N 90° 32' 00".

Figura 1. **Ubicación del municipio de Villa Canales**



Fuente: Google Maps.

### **1.1.1.2. Extensión territorial**

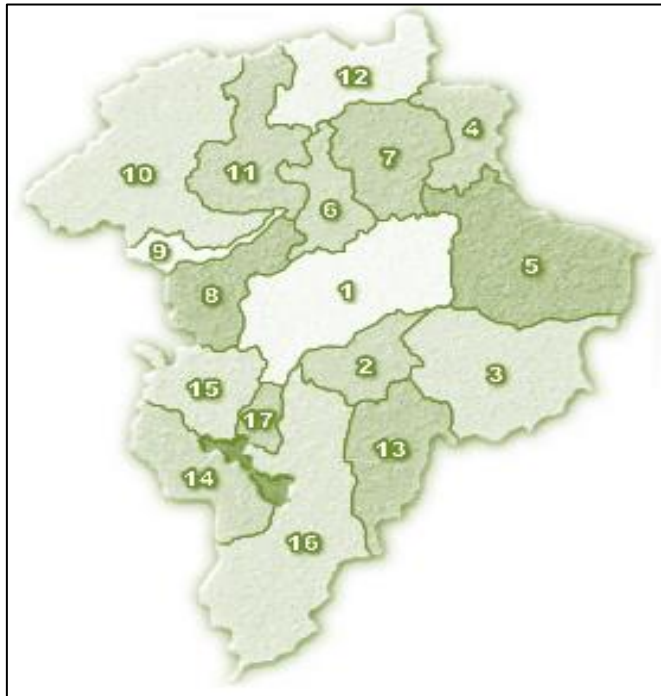
El municipio de Villa Canales tiene un área aproximada de 353 kilómetros cuadrados, estimación realizada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en el mes de abril de 1973.

### **1.1.1.3. Colindancias**

El municipio de Villa Canales limita al norte con la cabecera del departamento de Guatemala, al este con Santa Catarina Pinula, Fraijanes y

Barberena, al sur con San Vicente Pacaya y parte de Barberena y al oeste con San Miguel Petapa y Amatitlán.

Figura 2. **Colindancias del municipio de Villa Canales**



1. Guatemala
2. Santa Catarina Pinula
13. Fraijanes
14. Amatitlán
17. San Miguel Petapa

Fuente: Municipalidad de Villa Canales.

#### 1.1.1.4. **Topografía e hidrografía**

El municipio de Villa Canales tiene un relieve muy variado, el relieve es el conjunto de formas de la superficie terrestre. Villa Canales tiene áreas montañosas, colinas, lomas y llanuras.



El relieve tiene una gran influencia en la distribución de la población de la tierra. La mayoría de la población se concentra en las llanuras, en las montañas la población se reduce debido a la dificultad de comunicación.

A través de las curvas de nivel se ha determinado que el relieve del municipio de Villa Canales va aproximadamente desde los 900 metros hasta los 1,760 metros sobre el nivel del mar.

El municipio de Villa Canales cuenta con un número favorable de recursos hidrológicos, algunos de su jurisdicción y otros de jurisdicciones repartidas. Los ríos que se encuentran en jurisdicción únicamente de Villa Canales son los ríos Agua Blanca, Agua Santa, Aguacate, Blanco, Chamacal, Chiquilote, Chiquimula, El Bosque, El Jute, El Preciso, La Cumbre, Las Canoas, Los encuentros, entre otros.

Algunos municipios comparten la jurisdicción de algunos ríos, entre los más importantes están Las Minas, La Concha, La Puerta, El Chupadero, Aguacapa, Agua Tibia, entre otros. Dichos ríos pasan por dos o más municipios vecinos de Villa Canales.

El municipio de Villa Canales también cuenta con varios riachuelos, algunos de ellos aún circulan con agua limpia, mientras que otros han sido contaminados e incluso algunos se secan en tiempo de verano.

#### **1.1.1.5. Distancia relativa**

El municipio de Villa Canales se encuentra ubicado a 22 kilómetros de la cabecera departamental y está situado a una altura aproximada de 1 220 metros sobre el nivel del mar.

#### **1.1.1.6. Clima y bosques**

El clima que predomina en el municipio de Villa Canales es templado, con un alto grado de humedad. El clima de Villa Canales se caracteriza por las intensas lluvias de corta duración, lo cual es de beneficio para las actividades de agricultura que se practican dentro del municipio.

La estación meteorológica más cercana al municipio de Villa Canales, se localiza en la 7ª. avenida 14-57, zona 13, frente al Aeropuerto Internacional La Aurora.

En cuanto a la precipitación pluvial, es mínima de diciembre a febrero, de 4,00 a 7,00 milímetros; en marzo y abril, de 7,00 milímetros a 15,00 milímetros que son las primeras lluvias del año, y en el mes de mayo a octubre aumenta de 110,00 milímetros a 240,00 milímetros. Por la manifestación del invierno, las precipitaciones máximas en el año se registran en los meses de septiembre, y octubre; en noviembre inicia nuevamente la estación seca y desciende hasta los 3,00 milímetros.

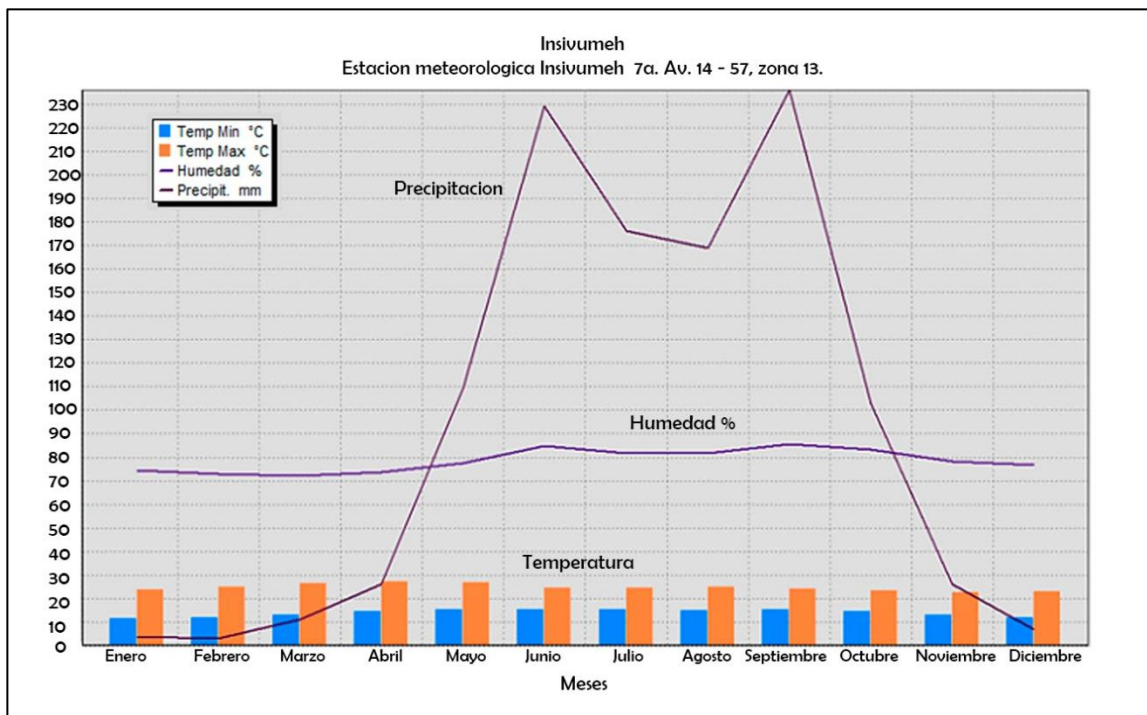
La humedad, que es la cantidad de vapor de agua en el ambiente, oscila entre el 75 al 86 %. Esta se determinó por medio datos obtenidos del Insivumeh, la cual aumenta en los meses de junio a octubre, por ser la época lluviosa y disminuye en los meses de noviembre a mayo, época seca.

El municipio de Villa Canales ha conservado muchas áreas boscosas y dentro del municipio se ubican varias fincas, algunas de cultivos y otras de ganado.

Una de las principales fuentes económicas para el municipio es la agricultura, debido a la fertilidad de sus tierras.

La Municipalidad de Villa Canales pretende conservar las áreas boscosas, fomentar la forestación y salvar las áreas que han sido deforestadas, a través de campañas verdes y el reciclaje.

Figura 3. **Gráfica temperatura máxima y mínima, humedad porcentual y precipitación anual de Villa Canales**



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

#### **1.1.1.7. Características de la población**

De acuerdo al censo de población realizado por el Instituto Nacional de Estadística (Ine) en 2002 y tomando en cuenta la tasa de crecimiento poblacional del 3 %, se proyecta que la población será de 399 907 habitantes para el 2015 en todo el municipio de Villa Canales.

#### **1.1.2. Aspectos socioeconómicos**

Los aspectos sociales y económicos de un municipio dan un indicio de la necesidad, la rentabilidad y la población que se verá beneficiada con la ejecución de proyectos de infraestructura.

##### **1.1.2.1. Demografía**

La migración y la disminución de la mortalidad en el municipio de Villa Canales generó un aumento de la población; algunas de las causas del crecimiento en la población son las fuentes de trabajo, la pobreza, la falta de educación, las familias numerosas, entre otras.

El índice de morbilidad en el municipio de Villa Canales es bajo y los casos mayormente registrados son las enfermedades gastrointestinales y problemas respiratorios.

Aunque el crecimiento poblacional es evidente, el equilibrio entre los servicios y los usuarios se ha mantenido, esto es porque Villa Canales es un municipio grande y cuenta con los servicios básicos necesarios para subsistir.

### **1.1.2.2. Actividad económica**

Las actividades económicas principales del municipio de Villa Canales son los cultivos de café, piña y azúcar; por tal razón, estos elementos aparecen en el escudo municipal.

Villa Canales ha pasado a ser uno de los principales municipios del departamento de Guatemala, debido a su acelerado crecimiento y desarrollo, ya que la industria dentro del municipio ha aumentado en los últimos años.

Las industrias que han generado más fuentes de trabajo en el municipio son Pegón, La Florestería, Granja Avícola Rancho K, entre otras.

El casco urbano de Villa Canales cuenta con varios edificios de importancia, como agencias bancarias, hospitales, centros comerciales, entre otros, además de una infraestructura aceptable para los pobladores del municipio.

### **1.1.2.3. Organización de la comunidad**

Actualmente, cada comunidad del municipio de Villa Canales cuenta con Consejos Comunitarios de Desarrollo (Cocodes). Con la conformación de estos consejos se pretende planificar y desarrollar, conjuntamente con la Municipalidad de Villa Canales y el Gobierno Central, proyectos de infraestructura, salud, educación, vivienda, entre otros. El objetivo principal de los Cocodes es priorizar las necesidades de las comunidades y trabajar por el bien común de las mismas.

#### **1.1.2.4. Educación y salud**

El índice de analfabetismo es de 60 % y el de escolaridad es de 40 %. Los posibles factores que influyen en este fenómeno son la superpoblación, la pobreza existente, la dificultad de acceso a los centros educativos públicos y privados, el poco interés del Ministerio de Educación por ampliar la red de establecimientos educativos gratuitos.

En este municipio funcionan 37 establecimientos públicos y 45 de carácter privado, entre los cuales están el Instituto Nacional de Educación Básica América, la Escuela Nacional de Ciencias Comerciales América, el Instituto Mixto Nocturno de Estudios Básicos Canaleño, la Escuela Urbana Mixta María Morales Orantes, así como varias academias de mecanografía y de corte y confección.

El municipio de Villa Canales tiene varios centros de salud, sin embargo, de acuerdo a la información obtenida, “el acceso a estos servicios no sobrepasa el 30 %, otras instituciones como el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) en Villa Canales, médicos privados, sanatorios, alcanzan una cobertura del 18 % lo cual indica que un 52 % de población no recibe este servicio”.<sup>1</sup>

De acuerdo con esta información, es necesario iniciar estrategias de ampliación de cobertura con la participación de los servicios de salud existentes, autoridades locales y de la comunidad directamente involucrados, para resolver esta problemática.

---

<sup>1</sup> *Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.*  
[http://www.igssgt.org/images/faq/unidades\\_medicas.pdf](http://www.igssgt.org/images/faq/unidades_medicas.pdf). Consulta: 30 de mayo de 2015.

#### **1.1.2.5. Tipos de vivienda**

Villa Canales es un municipio muy urbanizado, como en todo municipio hay zonas mejor organizadas que otras. La mayoría de viviendas en el municipio de Villa Canales están construidas de mampostería, es decir, *block* o ladrillo y en las zonas de menores recursos económicos, la mayoría de viviendas están construidas de lámina o madera.

#### **1.1.3. Servicios de infraestructura**

El municipio de Villa Canales cuenta con varios servicios de infraestructura, como calles pavimentadas, pozos, redes de distribución de agua potable y en algunos sectores existen sistemas de drenaje pluvial y sanitario.

##### **1.1.3.1. Vías de acceso**

Existen varias vías de acceso, las principales son la ruta desde la avenida Hincapié, que pasa por Boca del Monte, ruta a Colmenas, ruta hacia Santa Elena Barillas y la ruta hacia San Miguel Petapa (Villa Hermosa), las cuales están pavimentadas.

##### **1.1.3.2. Agua potable**

En la aldea Santa Rosita se ha implementado un sistema de distribución de agua potable, el cual se extiende a un 85 % de la aldea, brindando así el servicio de agua potable a la mayor parte de familias y beneficiando a gran parte de la población.

En la aldea El Porvenir, el 54 % de la población es considerada área rural, es por esto que gran parte de la población no cuenta con el servicio de agua potable. Además, dicha aldea no cuenta con un sistema de drenaje sanitario, por lo que utilizan otros medios para desechar excretas y aguas negras. La Municipalidad de Villa Canales tiene como proyecto la implementación de un sistema que pueda beneficiar a toda la población de la aldea.

#### **1.1.3.3. Drenaje**

En el municipio de Villa Canales, el 80 % de viviendas cuentan con algún tipo de servicio sanitario, sin embargo, solo un 30 % tienen acceso a servicios de saneamiento mejorado que estén conectados a una red de drenajes, fosa séptica o excusado lavable.

Una de las metas más importantes del municipio es dar un tratamiento a las aguas negras, a través de sistemas adecuados y así prevenir enfermedades provocadas por la contaminación.

#### **1.1.3.4. Edificaciones públicas**

El municipio de Villa Canales cuenta con algunos edificios públicos, como el Edificio Municipal, el Auditorio Municipal, varios centros de salud distribuidos en las aldeas municipales, salones comunales en las distintas aldeas y escuelas públicas.

#### **1.1.3.5. Necesidades del municipio**

Todos los sectores de un municipio tienen necesidades, sin embargo, algunas comunidades tienen acceso limitado a algunos servicios que son



necesarios. Es por esta razón que se realizó un estudio de las necesidades en las aldeas, tomando en cuenta las de mayor impacto, como, saneamiento adecuado, vías de comunicación entre aldeas, infraestructura adecuada y energía eléctrica.

#### **1.1.3.5.1. Priorización de las necesidades del municipio**

A través de un estudio realizado por la Municipalidad de Villa Canales, se determinó que las principales necesidades que tiene actualmente el municipio son el saneamiento adecuado y tratamiento de aguas residuales por un sistema de drenaje sanitario, ya que se reduciría el foco de contaminación y desorden urbano.

También se determinó que una de las vías de comunicación, la carretera que conecta a la aldea Santa Rosita con la aldea El Jocotillo, se encuentra en mal estado, lo cual dificulta el comercio y la locomoción dentro del municipio, por lo que se hace necesario pavimentar las vías principales y alternas de comunicación.

#### **1.1.3.6. Otros servicios del municipio**

El municipio de Villa Canales cuenta con servicio de energía eléctrica en todo su territorio, servicio brindado por la EEGSA, el cual se sostiene a través de tarifas por vivienda.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Pavimentación del tramo de la aldea Santa Rosita hacia la aldea El Jocotillo**

Esta carretera comunicará a la aldea Santa Rosita y la aldea El Jocotillo, es una ruta existente que actualmente es de terracería. Es una vía que puede usarse como un atajo para acortar la distancia de una aldea a otra.

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en el diseño del pavimento rígido de concreto para la ruta que viene desde la aldea Santa Rosita y va hacia la aldea El Jocotillo, en el municipio de Villa Canales. Se pavimentarán cinco punto cuarenta y ocho kilómetros de longitud, con un ancho promedio de cinco punto cinco metros. La topografía del terreno es ondulada, característica que ayuda a determinar el tipo carretera.

#### **2.1.2. Descripción del área disponible**

El área total aproximada de la carretera será de 43 871,52 metros cuadrados, ya que el tramo tiene una longitud de 5 483,94 metros lineales, el ancho de los hombros es de 0,50 metros cada uno y en ambos lados. El ancho total de la cuneta es de 0,75 metros en ambos lados a lo largo de la carretera.

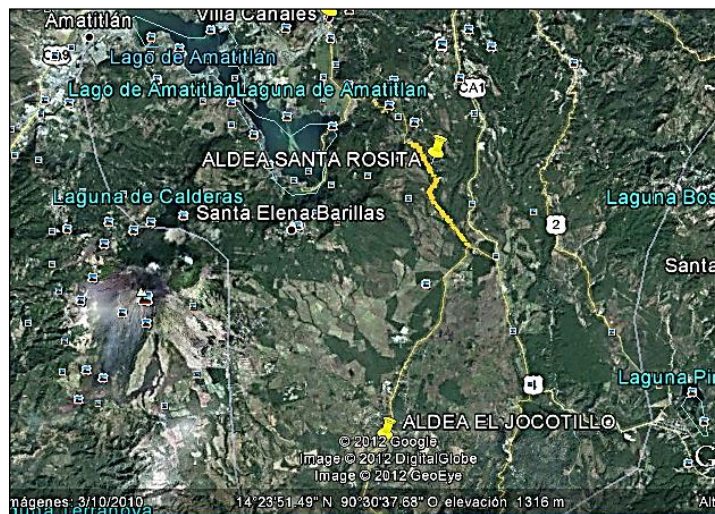
### 2.1.2.1. Localización y ubicación del terreno

La aldea Santa Rosita se encuentra a 15 kilómetros de distancia desde la cabecera municipal, sus coordenadas son 14°25'52" latitud sur y 90°29'40" longitud oeste, dicha aldea se encuentra a 1 560 metros sobre el nivel del mar; cuenta con una población de 3 700 habitantes.

La aldea El Jocotillo se ubica a 30 kilómetros de la cabecera municipal, sus coordenadas son 14°21'05" latitud sur y 90°30'32" longitud oeste, con una elevación de 1 081 msnm y cuenta con una población de 10 400 habitantes.

El diseño de la pavimentación se deriva de la necesidad de mejorar la vía que comunica a las aldeas antes mencionadas, ya que es de longitud considerable y representa una ruta corta entre ambas aldeas.

Figura 4. Localización y ubicación del proyecto



Fuente: Google Earth.

### **2.1.2.2. Topografía del terreno**

El tramo que conecta a la aldea Santa Rosita con la aldea El Jocotillo, tiene una topografía variada, es por esto que se clasifica como una carretera tipo F ondulada. Para el diseño geométrico, se tomaron en cuenta las curvas horizontales y verticales, esperando con esto que el diseño cumpla y satisfaga los parámetros y necesidades de infraestructura vial de las aldeas.

### **2.1.3. Levantamiento topográfico preliminar**

Este levantamiento se realiza previo al diseño de la pavimentación, a través de él se determinan curvas de nivel, alturas, elevaciones y distancias de una estación a otra, para realizar un diseño que no afecte a la población cercana a esta carretera.

El levantamiento se clasifica como de segundo orden, debido a que la distancia de estación a estación es la adecuada para tener mejor precisión en la toma de datos.

#### **2.1.3.1. Planimetría**

El método de planimetría utilizado para el diseño de la pavimentación fue el de radiación, las estaciones se fijaron a cada 20 metros.

A través de los métodos correspondientes, se proyectaron sobre un plano horizontal las curvas de nivel, curvas y superficies, sin considerar su diferencia de elevación.

### **2.1.3.2. Altimetría**

La altimetría es sumamente importante dentro del levantamiento topográfico, ya que a través de ella se determinan y se representan las alturas o cotas de cada punto con respecto de un plano de referencia.

### **2.1.4. Estudios de suelos**

Para todo proyecto de infraestructura, se deben realizar los estudios de suelos que correspondan según sea el tipo. Para el diseño de este proyecto, los ensayos que deben realizarse son límites de Atterberg, compactación Proctor, CBR y granulometría. Estos se describen a continuación.

#### **2.1.4.1. Ensayo de límites de Atterberg**

Para este proyecto, se realiza el ensayo de límites de Atterberg. Estos son los límites de consistencia que se basan en el concepto de que los suelos finos pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo de su contenido de agua. Un suelo puede encontrarse en estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, cambiando gradualmente al agregarle agua. De acuerdo con lo mencionado, se consideran tres límites o estados de consistencia: el límite de contracción (LC), que es la frontera convencional entre los estados sólido y semisólido; el límite plástico (LP), que es la frontera entre los estados semisólido y plástico, y el límite líquido que se refiere a la frontera entre los estados plástico y semilíquido.

Las normas que rigen este ensayo son AASHTO T-146, ASTM D-4318, AASHTO T-89 y T-90.

Tabla I. **Límites de consistencia**

Sólido	Semi-Sólido	Plástico	Semi-Líquido	Líquido
LC		LP	LL	

Fuente: HERNÁNDEZ CANALES, Juan Carlos. *Características físicas y propiedades mecánicas de los suelos y sus métodos de medición*. p. 89.

#### **2.1.4.1.1. Límite líquido**

Es el contenido de agua o porcentaje de humedad que fija la división entre el estado casi líquido y el estado plástico.

Es el contenido de agua de un suelo (expresado en porcentaje de peso seco) que posee una consistencia tal que una muestra a la que se le ha practicado una ranura, al sujetarse al impacto de varios golpes fuertes, se cierra sin que el suelo resbale sobre su apoyo.

Este límite sirve para determinar la máxima densidad en la compactación, estimación de asentamientos en problemas de consolidación. Puede ser representado como la resistencia al corte del suelo en un estado húmedo. El ensayo con el cual se determina este límite está regido por la Norma AASHTO T 89.

A través del ensayo, se determinó que, debido a que se trata de una arena limosa que será utilizada como estabilizador y posteriormente será la base del pavimento, no presenta límite líquido.

#### **2.1.4.1.2. Límite plástico**

Está definido como el contenido de agua (expresado en porcentaje del peso seco) con el cual se agrieta un cilindro de material de 1/8" de diámetro, al rodarse con la palma de la mano sobre una superficie lisa. El ensayo con el cual se determina este límite, está regido por la Norma AASHTO T 90.

#### **2.1.4.1.3. Índice de plasticidad**

El índice plástico (IP) está determinado como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP$$

El índice plástico representa la variación de humedad que puede presentar un suelo que se mantiene en estado plástico. Tanto el límite líquido como el límite plástico están en función de la calidad y del tipo de arcilla. El índice plástico depende, generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.

Clasificación de la plasticidad de un suelo:

IP = 0, suelo no plástico

IP = entre 0 y 7, suelo con baja plasticidad

IP = entre 7 y 17, suelo con plasticidad media

IP = mayor de 17, suelo altamente plástico

Según el resultado del ensayo de límites de Atterberg, el suelo no tiene un índice plástico ya que es una arena y se clasifica como ML, dicha clasificación



indica que es un suelo inorgánico, adecuado para usarse como base de pavimento.

#### **2.1.4.2. Ensayo de compactación Proctor**

Este ensayo se rige bajo la norma AASHTO T-180. Para realizar el ensayo de compactación Proctor, el ensayo de valor soporte (CBR) y los límites de consistencia, es necesario determinar el contenido de humedad.

El ensayo de Proctor modificado consiste en la compactación de una muestra de suelo en un cilindro metálico de 1/30 pies cúbicos de volumen. La compactación se realiza por medio de 5 capas compactadas a 25 golpes con un martillo de 10 libras, a una caída libre de 18 pulgadas. Posteriormente se pesa la muestra y el peso unitario húmedo se encuentra de la siguiente forma:

$$PUH = \frac{PNH}{V}$$

Donde

PUH = peso unitario húmedo en libras por pie cúbico

PNH = peso neto húmedo en libras

V = volumen del cilindro en pie cúbico

Luego, para encontrar el peso unitario seco primero se calcula el porcentaje de humedad.

$$\%H = \left( \frac{PNH - PNS}{PNS} \right) 100$$

Donde

PNS = peso neto seco en libras

PNH = peso neto húmedo en libras

% H = porcentaje de humedad

El peso unitario seco se determina de la siguiente forma:

$$PUS = \left( \frac{PUH}{100 + \%H} \right) 100$$

Donde

PUS = peso unitario seco en libras

PUH = peso unitario húmedo en libras

% H = porcentaje de humedad

El ensayo consiste en repetir este procedimiento con humedades distintas hasta encontrar la densidad máxima. La humedad que la muestra de densidad máxima posea será la humedad óptima.

Según el resultado del ensayo Proctor modificado, la densidad seca máxima del suelo es de 1 709,33 kg/m<sup>3</sup>, siendo su humedad óptima 15,80 %.

#### **2.1.4.3. Ensayo de capacidad soporte del suelo (CBR)**

Este ensayo se rige bajo la norma AASHTO T-193.

El ensayo de CBR tiene como función la determinación de la resistencia de un suelo ante un esfuerzo cortante en condiciones de compactación y humedad.

Este ensayo consiste en preparar la muestra del suelo con la humedad óptima encontrada en el ensayo de Proctor modificado. Dicha muestra se compacta en 5 capas, en un cilindro metálico de 0,075 pies cúbicos de volumen, la compactación se realiza con un martillo de 10 libras a una caída libre de 18 pulgadas.

El material debe estar compactado a diferentes porcentajes, esto se logra compactando 3 muestras en 3 cilindros por separado. Las muestras deben ser compactadas a 10, 30 y 65 golpes con el martillo anteriormente descrito. Esto tiene como fin la obtención de distintos grados de compactación.

Posteriormente, se procede a sumergir en agua las muestras compactadas en los cilindros por un período de 72 horas, tomando medidas de hinchamiento a cada 24 horas.

Una vez transcurridas las 72 horas, se procede a someter a la muestra a una carga (a velocidad constante) producida por un pistón de 3 pulgadas cuadradas de área, se calculan los esfuerzos para las penetraciones de 0,1 y 0,2 pulgadas.

El CBR es expresado como un porcentaje del esfuerzo determinado para hacer penetrar el pistón a 0,1 y 0,2 pulgadas en una muestra de piedra triturada.

Según el resultado del ensayo, el suelo posee un valor soporte de 19,18 % a un grado de compactación de 95 %, por lo tanto, el suelo es apto para una base.

#### **2.1.4.4. Ensayo de granulometría**

Este procedimiento está regido por la Norma AASHTO T-27.

Este ensayo tiene como finalidad determinar la distribución de tamaños de las partículas del suelo en toda su totalidad. En ingeniería, es recomendable hacer un análisis granulométrico para determinar una aceptación del suelo con el que se está trabajando.

El ensayo consiste en colocar una serie de tamices con diferentes diámetros que son ensamblados uno encima de otro, formando una columna. En la parte superior se encuentra el tamiz de mayor diámetro, donde se agrega el material original y la columna de tamices se somete a vibración y movimientos rotatorios intensos en una máquina especial. Luego de algunos minutos, se retiran los tamices y se desensamblan, tomando por separado los pesos de material retenido en cada uno de ellos y que, en su suma, deben corresponder al peso total del material que inicialmente se colocó en la columna de tamices.

Tomando en cuenta el peso total y los pesos retenidos, se procede a realizar la curva granulométrica, con los valores de porcentaje retenido que cada diámetro ha obtenido. La curva granulométrica permite visualizar la tendencia homogénea o heterogénea que tienen los tamaños de grano (diámetros) de las partículas.

Según los resultados obtenidos del ensayo de granulometría, el suelo posee 1,01 % de grava, 51,40 % de arena y 47,59 % de finos. El suelo se clasificó como limo arcilloso con arena color marrón.

- Clasificación CSU: SM
- Clasificación PRA: A-2-4

#### **2.1.4.5. Resultados de ensayos de laboratorio**

- Clasificación PRA: A-2-4
- Clasificación CSU: SM
- Descripción del suelo: arena limosa con pómez color gris
- Límite líquido: no presenta
- Índice plástico: no presenta
- Descripción del suelo con respecto a los límites: suelo no plástico
- Densidad seca máxima: 1 709,33 kg/m<sup>3</sup> o 106,70 lb/pie<sup>3</sup>
- Humedad óptima (Hop): 15,80 %
- CBR al 96,8 % de compactación: 19,18 %
- CBR crítico: 14,96 %

Como se puede observar, el suelo cumple con las condiciones para una base, ya que su CBR es mayor al 5 %.

#### **2.1.5. Diseño geométrico**

Para el diseño, es necesario establecer un radio de curva en función de las deflexiones, después se procede al cálculo de las curvas horizontales. Con la ayuda de la tabla II, se determina el tipo de carretera y el tipo de terreno, obteniendo de esa manera la velocidad de diseño.

Las normas geométricas de las carreteras varían según las características topográficas del terreno que atraviesen. Se considerarán los siguientes tipos de terreno:

- Plano o llano
- Ondulado
- Montañoso

Para el diseño de la carretera de la aldea Santa Rosita hacia la aldea El Jocotillo, se obtuvo una clasificación de carretera tipo F y una clasificación de terreno ondulado, por lo que la velocidad de diseño que corresponde es de 30 kilómetros por hora.

En la tabla II se encuentran los radios que deben tener las curvas horizontales, según el grado de curvatura escogido, además de otros elementos como peralte, sobreebanco y longitud de espiral. Se debe tomar en cuenta que la carretera será tipo F, por lo que el radio mínimo utilizado deberá ser de 30 metros. Existen dos excepciones en las cuales, por criterio de visibilidad y seguridad, se redujeron los radios, provocando que se fuerce el peralte, pero sigue siendo seguro para el conductor.

El diseño geométrico de carreteras es un proceso de tanteos hasta que se consigue el óptimo. En los siguientes incisos se calculará cada elemento de la curva 1, a manera de ejemplo.

- Datos

Deflexión ( $\Delta$ ) =  $60^{\circ}00'00''$

Radio elegido (R) = 65 m (en función de la deflexión)

Estación de inicio = 0+000

Las fórmulas utilizadas para calcular los distintos componentes de una curva horizontal están definidas por el grado de una curva (G).

- Grado de curvatura (G)

En Guatemala se define como el ángulo central que define un arco de 20 metros de longitud sobre una circunferencia. En otras palabras, es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros.

$$G = \frac{1\,145,9156}{R} = 17^{\circ}37'09''$$

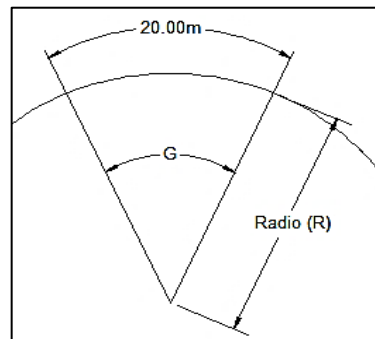
Donde

G = grado de curvatura

R = radio de la curva

También es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección (PI) de localización y el azimuth. De acuerdo a  $\Delta$  (diferencia entre el azimuth 1 y azimuth 2 que convergen en un PI) y la velocidad de diseño, se escogerá el grado de curvatura (G) para cada curva, utilizando las tablas de especificaciones de la Dirección General de Caminos.

Figura 5. **Grado de curvatura**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project.

- Longitud de curva (Lc)

Es la distancia, siguiendo la curva, desde el PC hasta el PT.

$$L_c = \frac{20\Delta}{G} = \frac{20(60)}{17^\circ 37' 46,09''} = 68,06 \text{ m}$$

Donde

Lc = longitud de curva

G = grado de curvatura

$\Delta$  = azimut de entrada menos azimut de salida

Los radios fueron tomados a partir de la lectura de las deflexiones.

- Subtangente (St)

Es la distancia entre el PC y el PI o entre el PI y el PT, en curvas circulares simples forman un ángulo de 90 grados con el radio.

$$St = R \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 90 \tan\left(\frac{60}{2}\right) = 37,53 \text{ m}$$

Donde

St = subtangente

R = radio de la curva

$\Delta$  = azimut de entrada menos azimut de salida

- Cuerda máxima (Cm)

Es la distancia en línea recta desde el principio de curva PC al principio de tangencia PT.



$$C_m = 2 R \operatorname{sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 130 \operatorname{sen}\left(\frac{60}{2}\right) = 65 \text{ m}$$

Donde

$C_m$  = cuerda máxima

$R$  = radio de la curva

$\Delta$  = azimut de entrada menos azimut de salida

- External (E)

Es la distancia desde el punto de intersección PI al punto medio de la curva.

$$E = \frac{R}{\cos \frac{\Delta}{2} - R} = \frac{65}{\cos \frac{60}{2} - 65} = 1,01 \text{ m}$$

Donde

$E$  = external

$R$  = radio de la curva

$\Delta$  = azimut de entrada menos azimut de salida

- Ordenada media ( $O_m$ )

Es la distancia entre punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

$$O_m = R \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2}\right) = 65 \left(1 - \cos \frac{60}{2}\right) = 8,71 \text{ m}$$

Donde

$O_m$  = ordenada media

$R$  = radio de la curva

$\Delta$  = azimut de entrada menos azimut de salida

- Bombeo

Es la pendiente que se le da al camino para evitar que el agua de lluvia se estanque en la superficie y ocasione problemas de infiltración en las capas de subbase y subrasante.

El bombeo sirve para evacuar el agua hacia las cunetas, para que no corra longitudinalmente sobre la superficie.

El bombeo utilizado en caminos pavimentados varía desde  $\frac{1}{2}$  a 3 %, en este proyecto se utilizó un bombeo de 3 %.

Tabla II. Clasificación y características de las carreteras

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS											
VALORES LÍMITES RECOMENDADOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA EN ESTADO FINAL											
T.P.D. DE	VELOCIDAD DE DISEÑO (K.P.H.)	ANCHO DE CARRETERA (MTS.)	ANCHO DE TERRACERA		DERECHO DIVIA (ft/bs.)	RADIO MÍNIMO (ft/bs.)	PENDIENTE MÁXIMA (Ms.)	DISTANCIA VISIBILIDAD PARADA RECOMENDADA (MTS.)		DISTANCIA VISIBILIDAD PASO RECOMENDADA (MTS.)	
			CORTE (MTS.)	RELLENO (MTS.)				MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA
3,000 A 5,000	TIPO "A"	2 X 17.20	25	24	50						
	REGIONES LLANAS					375	3	160	200	700	750
	ONDULADAS MONTAÑOSAS					225	4	110	150	520	550
1,500 A 3,000	TIPO "B"	7.20	13	12	25						
	REGIONES LLANAS					225	6	110	150	520	550
	ONDULADAS MONTAÑOSAS					110	7	70	100	350	400
800 A 1,500	TIPO "C"	6.80	12	11	25						
	REGIONES LLANAS					225	6	110	150	520	550
	ONDULADAS MONTAÑOSAS					110	7	70	100	350	400
500 A 900	TIPO "D"	6.00	11	10	25						
	REGIONES LLANAS					225	6	110	150	520	550
	ONDULADAS MONTAÑOSAS					110	7	70	100	350	400
100 A 500	TIPO "E"	5.80	9.50	8.50	25						
	REGIONES LLANAS					75	8	55	70	260	300
	ONDULADAS MONTAÑOSAS					47	9	40	50	180	200
10 A 100	TIPO "F"	5.20	9.50	8.50	15						
	REGIONES LLANAS					47	10	40	50	180	200
	ONDULADAS MONTAÑOSAS					30	12	30	35	110	150

ESTRUCTURAS:	NOTAS
CARGA..... HS-15, HS-20, HS-25 Y VEHICULO DE DISEÑO T3-S2-R4	1.- T.P.D. Promedio de Trafico Diario
ALTURA LIBRE..... 5.90 mts.	2.- La Sección típica para Carreteras Tipo "A", incluyen isla central de 1.50 mts. De Ancho.
ANCHO DE RODADURA..... 7.90 mts.	3.- Las Características de las estructuras son generales para todos los tipos de la carretera, con excepción de la Típica "A", en donde el ancho es Doble.
ESFUERZOS UNITARIOS	4.- La calidad de la Capa de recubrimiento de la Carretera podrá ser para Carreteras Tipo "A", Hormigón, Concreto Asfáltico (Frio o Caliente) o Tratamiento superficial Multiple; para tipo "B", "C", Concreto Asfáltico (Frio o Caliente) o Tratamiento Superficial Doble; para Tipo "D", Tratamiento Superficial Doble; para Tipo "E", Recubrimiento de material Suelto Doble; para Tipo "F", Recubrimiento de material Suelto Doble.
CONCRETO CALSE "A":	Los Recubrimientos para las Carreteras, desde el Tipo "A" al "E", dependerán de las características Mecánicas del sustrato y de las propiedades de los materiales de Construcción de la zona.
ACERO DE ESFUERZO:	
ACERO ESTRUCTURAL:	

Fuente: Dirección General de Caminos.

### **2.1.5.1. Alineamiento horizontal**

Consiste en diseñar la carretera de modo que se cumpla con los criterios que se describirán más adelante y con los radios y velocidades de diseño establecidas por la Dirección de Caminos.

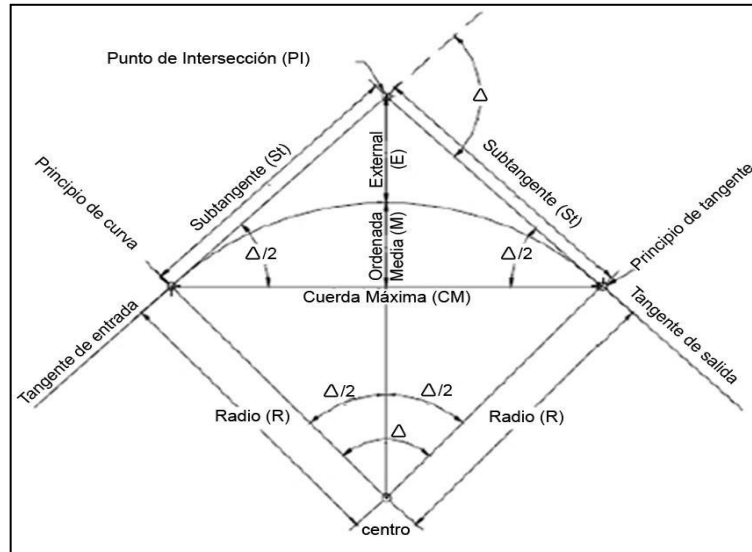
#### **2.1.5.1.1. Curvas**

Las curvas horizontales definirán la ruta a seguir, en el proceso de diseño y cálculo se deben considerar varios aspectos técnicos. Las curvas horizontales son arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; pueden ser simples (solo una curva circular) o compuestas (formadas por dos o más curvas circulares simples, de diferente radio y sentidos opuestos o no).

#### **2.1.5.1.2. Elementos de curva**

Una curva horizontal se compone de varios elementos de los cuales depende el diseño correcto de una carretera. Algunos de estos elementos tienen valores mínimos y máximos, mientras que otros dependen totalmente del levantamiento topográfico.

Figura 6. **Elementos de curva horizontal**



Fuente: ILLESCAS PONCE, Álvaro Danilo. *Diseño del tramo carretero comprendido desde el entronque del kilómetro 171+400 carretera Interamericana (CA-1), hacia el caserío Nuevo Xetnamit, del municipio de Nahualá, departamento de Sololá.* p. 24.

### 2.1.5.1.3. **Curvas de transición**

La curva de transición es aquella que va variando de radio según se avanza la longitud. Surge debido a la necesidad de interponer un elemento que garantice una continuidad dinámica y geométrica.

La continuidad dinámica apunta al hecho de que la fuerza centrífuga ocasionada al modificar la trayectoria se haga de manera gradual, de forma que el conductor pueda efectuar el giro suavemente con una velocidad angular constante para adecuarse a este cambio.

Las curvas de transición se intercalan entre las alineaciones rectas y las alineaciones curvas, para permitir una transición gradual de curvatura.

La continuidad geométrica va ligada a la anterior y se refiere a la inexistencia de discontinuidades entre los elementos geométricos de dos alineaciones consecutivas, como pueden ser la curvatura o el peralte.

#### **2.1.5.1.4. Peralte**

Es la inclinación transversal de la calzada en las curvas horizontales que sirve para contrarrestar la fuerza centrífuga que tiende a desviar radialmente a los vehículos hacia afuera de su trayecto. Esta inclinación, generalmente, gira alrededor del eje de la carretera, ya que de esta forma los cambios de elevación de los bordes producen menos distorsión, por ende, mejor transición.

En la tabla III se encuentra la medida de la longitud de espiral que debe aplicarse para los distintos grados de curvatura, teniendo en cuenta la velocidad de diseño para un G de 13° y una velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora, corresponde una longitud de espiral (Ls) de 20 metros.

Tabla III. Peralte y longitud de espiral recomendados

G	30 K.P.H.		40 K.P.H.		50 K.P.H.		60 K.P.H.		70 K.P.H.		80 K.P.H.		90 K.P.H.		100 K.P.H.		110 K.P.H.		120 K.P.H.												
	Ds=27	1:125	Ds=30	1:140	Ds=33	1:155	Ds=37	1:170	Ds=40	1:185	Ds=43	1:200	Ds=46	1:215	Ds=50	1:230	Ds=53	1:245	Ds=55	1:250											
	e%	Δ	e%	Δ	e%	Δ	e%	Δ	e%	Δ	e%	Δ	e%	Δ	e%	Δ	e%	Δ	e%	Δ											
1'	1145.92	BN 17	0.51'	BN 23	1.09'	BN 28	1.24'	1.4	34	1.42'	1.9	39	1.57'	2.5	45	2.15'	3.1	50	2.30'	3.8	56	2.48'	4.7	62	3.06'	5.5	57	3.21'			
2'	572.96	BN 17	1.42'	BN 23	2.18'	1.9	28	2.48'	2.8	34	3.24'	3.8	39	3.54'	4.9	45	4.30'	6.2	51	5.06'	7.7	64	6.24'	9	79	7.54'	9.9	94	9.24'		
3'	381.97	BN 17	2.33'	BN 23	3.27'	2.9	28	4.12'	4.1	34	5.06'	5.5	40	6.00'	7.3	53	7.57'	8.9	69	10.21'	9.9	83	12.27'								
4'	286.48	1.4	17	3.24'	2.6	23	4.36'	3.8	28	5.36'	5.5	35	7.00'	7.4	49	9.48'	9.1	55	13.00'	10.0	71	15.24'									
5'	229.19	1.7	17	4.15'	3.1	23	5.45'	4.8	28	7.00'	6.8	42	10.30'	8.7	56	14.30'	9.9	71	17.45'												
6'	180.99	2.1	17	5.08'	3.7	23	5.54'	5.8	32	9.36'	7.9	48	14.24'	9.6	64	19.12'															
7'	163.70	2.4	17	5.57'	4.3	24	6.24'	6.6	37	12.57'	8.8	54	18.54'	10.0	67	23.27'															
8'	143.24	2.8	17	6.48'	4.9	25	10.00'	7.4	41	16.24'	9.4	48	23.12'																		
9'	127.32	3.1	17	7.39'	5.5	28	12.36'	6.1	45	20.15'	9.8	60	27.00'																		
10'	114.59	3.5	17	8.30'	6.1	31	15.30'	8.7	49	24.30'	10.0	61	30.30'																		
11'	104.17	3.8	17	9.21'	6.5	33	18.09'	9.1	51	28.03'																					
12'	95.49	4.2	19	11.24'	7.1	36	21.36'	9.5	53	31.48'																					
13'	89.15	4.5	20	13.00'	7.5	38	24.42'	9.8	55	38.45'																					
14'	81.85	4.8	22	15.24'	8.0	40	28.00'	9.9	55	39.12'																					
15'	75.39	5.2	23	17.15'	8.4	42	31.30'	10.0	55	42.00'																					
16'	71.62	5.5	25	20.00'	8.7	44	35.12'																								
17'	67.41	5.8	26	22.06'	9.0	45	38.15'																								
18'	63.66	6.1	27	24.18'	9.3	47	42.18'																								
19'	50.31	6.4	29	27.33'	9.5	48	45.35'																								
20'	57.30	6.7	30	30.00'	9.7	49	49.00'																								
21'	54.57	7.0	32	33.36'	9.8	49	51.27'																								
22'	52.09	7.2	32	35.12'	9.9	50	55.00'																								
23'	49.32	7.5	34	39.06'	10.0	50	57.30'																								
24'	47.75	7.8	35	42.00'	10.0	50	60.00'																								
25'	45.84	7.9	36	45.00'																											
26'	44.07	8.1	37	48.05'																											
27'	42.44	8.3	37	48.57'																											
28'	40.53	8.5	38	53.12'																											
29'	39.51	8.7	39	56.33'																											
30'	38.20	8.9	40	60.00'																											
31'	36.97	9.0	41	63.33'																											
32'	35.81	9.2	41	66.36'																											
33'	34.73	9.3	42	69.18'																											
34'	33.70	9.4	42	71.24'																											
35'	32.74	9.5	43	75.15'																											
36'	31.83	9.6	43	77.24'																											
37'	30.97	9.7	44	81.24'																											
38'	30.15	9.8	44	83.36'																											

PERALTE RECOMENDADO, MINIMAS LONGITUDES DE TRANSICION Y DELTAS MINIMOS

- 1) EL PERALTE FUE CALCULADO SEGUN EL METODO "A" RECOMENDADO POR LA AASHTO.
- 2) EL PERALTE SE REPARTIRA PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPIRAL DEBIENDO SER EL PC, Y EL PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA CURVA.
- 3) EN LAS CURVAS CON PERALTE CALCULADO MENOR QUE EL PERALTE DE BOMBEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DE BOMBEO.
- 4) LAS LONGITUDES DE ESPIRAL FUERON CALCULADAS SEGUN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DEL PERALTE INDICADAS ARRIBA Y RECOMENDADAS POR LA AASHTO.
- 5) LOS MINIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL SON LOS CORRESPONDIENTES A LAS DISTANCIAS RECORRIDAS EN 2 SEGUNDOS A LA VELOCIDAD DE DISEÑO.

Fuente: Dirección General de Caminos.

#### **2.1.5.1.5. Sobreancho**

Es el área que se incrementa al ancho normal promedio de la plataforma o corona en una carretera; se recomienda aplicar en el área interna de la curva.

En la tabla IV se encuentra la medida del sobreancho que debe aplicarse para los distintos grados de curvatura, teniendo en cuenta el tipo de carretera, así como la velocidad de diseño.

Para un G de 13° y una velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora, corresponde un sobre ancho (Sa) de 1,10 metros.

El valor del sobreancho en un punto específico de la curva se calcula mediante una relación de triángulos semejantes, sabiendo que al inicio de la curva, el valor del sobreancho es igual a cero y, al término de la longitud de espiral, el valor del sobreancho es el máximo obtenido de la tabla IV. Por lo tanto, multiplicando el valor de la distancia a la cual se quiere conocer la medida por el sobreancho máximo y dividiéndolo entre la distancia de la longitud de espiral, se obtendrá el sobreancho de cualquier punto requerido.



Tabla IV. Especificaciones de sobrancho

VALORES DE DISEÑO PARA SOBRE ANCHOS DE PAVIMENTO EN CURVAS PARA CARRETERAS DE DOS VIAS SOBRE ANCHOS EN METROS PARA ANCHOS DE CALZADA EN METROS Y VELOCIDADES EN K.P.H		6.00 TÍPICA "D"												6.50 TÍPICA "C"												7.20 TÍPICA "B"							
		5.50 TÍPICA "E"						30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	40	50	60	70	80	90	100	110	120	40	50	60	70			
ANCHO CALZADA		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	40	50	60	70	80	90	100	110	120	40	50	60	70	80	90	100	110	120	40	50	60	70
VELOCIDADES		0.60	0.50	0.60	AN	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
1"		0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
2"		0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
3"		0.60	0.60	0.70	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
4"		0.60	0.70	0.70	0.60	0.60	0.60	0.70	0.70	0.80																							
5"		0.70	0.70	0.80	0.60	0.60	0.60	0.70	0.80	0.90																							
6"		0.80	0.80	0.90	0.60	0.60	0.70	0.80	0.80	0.90																							
7"		0.80	0.90	1.00	0.70	0.80	0.80	0.90																									
8"		0.90	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.90																									
9"		0.90	1.00	1.10	0.80	0.90	1.00																										
10"		1.00	1.10	1.20	0.90	1.00	1.10																										
11"		1.00	1.10	1.20	0.90	1.00																											
12"		1.10	1.20	1.30	1.00	1.10																											
13"		1.10	1.20	1.30	1.00	1.10																											
14"		1.20	1.30	1.40	1.10	1.20																											
15"		1.20	1.40	1.50	1.20	1.30																											
16"		1.30	1.40		1.20																												
17"		1.30	1.50		1.30																												
18"		1.40	1.50		1.30																												
19"		1.40	1.50		1.40																												
20"		1.50	1.60		1.40																												
21"		1.50	1.70		1.50																												
22"		1.50	1.70		1.50																												
23"		1.60	1.80		1.60																												
24"		1.70	1.80		1.60																												
25"		1.70			1.60																												
26"		1.80			1.60																												
27"		1.80			1.60																												
28"		1.90			1.60																												
29"		1.90			1.60																												
30"		2.00			1.60																												
31"		2.00			1.60																												
32"		2.10			1.60																												
33"		2.10			1.60																												
34"		2.20			1.70																												
35"		2.20			1.70																												
36"		2.30			1.80																												
37"		2.30			1.80																												
38"		2.40			1.90																												

1) LOS SOBRE ANCHOS FUERON CALCULADOS DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES DE LA AAASHTO  
 2) EL SOBRE ANCHO SE REPARTIRA PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE LA ESPIRAL CALCULADA DEBIENDO SER EN EL PC O PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL.

Fuente: Dirección General de Caminos.

Tabla V. Resumen diseño de alineamiento horizontal

Núm. De curva	EST PIV	EST elevación	Pendiente	Diferencia	K de visibilidad	LCV de diseño	(LCV/A	Criterio de drenaje	OM	EST PIV	D
0	0,00	14,98	3,57	conv	4	35	2,75	Es menor	0,1561875	3,57	306,25
1	75,31	18,55	23,56	conv	4	50	0,09	Es menor	1,4725	23,56	625
2	144,16	-5,01	8,62	conv	4	40	0,54	Es menor	0,431	8,62	400
3	238,20	-13,63	6,13	conv	4	40	1,04	Es menor	0,3095	6,13	400
4	306,08	-7,44	1,33	conv	4	70	2,75	Es menor	0,116375	1,33	1 225
5	440,19	14,98	2,76	conv	4	100	0,09	Es menor	0,64758	2,76	900
6	583,84	18,55	3,57	conv	4	70	0,54	Es menor	0,22925	3,57	3 600
7	840,11	-5,01	23,56	conv	4	110	1,04	Es menor	0,1561875	23,56	2 500
8	1 086,40	-13,63	8,62	conv	4	35	2,75	Es menor	1,4725	8,62	1 225
9	1 260,05	-7,44	6,13	conv	4	50	0,09	Es menor	0,431	6,13	306,25
10	1 449,12	14,98	1,33	conv	4	40	0,54	Es menor	0,3095	1,33	625
11	0,00	18,55	2,76	conv	4	40	1,04	Es menor	0,116375	2,76	400
12	75,31	-5,01	3,57	conv	4	70	2,75	Es menor	0,64758	3,57	400
13	144,16	-13,63	23,56	conv	4	100	0,09	Es menor	0,22925	23,56	1 225
14	238,20	-7,44	8,62	conv	4	70	0,54	Es menor	0,1561875	8,62	900
15	306,08	14,98	6,13	conv	4	110	1,04	Es menor	1,4725	6,13	3 600
16	440,19	18,55	1,33	conv	4	35	2,75	Es menor	0,431	1,33	2 500
17	583,84	-5,01	2,76	conv	4	50	0,09	Es menor	0,3095	2,76	1 225
18	840,11	-13,63	3,57	conv	4	40	0,54	Es menor	0,116375	3,57	306,25
19	1 086,40	-7,44	23,56	conv	4	40	1,04	Es menor	0,64758	23,56	625
20	1 260,05	14,98	8,62	conv	4	70	2,75	Es menor	0,22925	8,62	400
21	1 449,12	18,55	6,13	conv	4	100	0,09	Es menor	0,1561875	6,13	400
22	0,00	-5,01	1,33	conv	4	70	0,54	Es menor	1,4725	1,33	1 225
23	75,31	-13,63	2,76	conv	4	110	1,04	Es menor	0,431	2,76	900
24	144,16	-7,44	3,57	conv	4	35	2,75	Es menor	0,3095	3,57	3 600
25	238,20	14,98	23,56	conv	4	50	0,09	Es menor	0,116375	23,56	2 500
26	306,08	18,55	8,62	conv	4	40	0,54	Es menor	0,64758	8,62	1 225
27	440,19	-5,01	6,13	conv	4	40	1,04	Es menor	0,22925	6,13	306,25
28	583,84	-13,63	1,33	conv	4	70	2,75	Es menor	0,1561875	1,33	625
29	840,11	-7,44	2,76	conv	4	100	0,09	Es menor	1,4725	2,76	400
30	1 086,40	14,98	3,57	conv	4	70	0,54	Es menor	0,431	3,57	400
31	1 260,05	18,55	23,56	conv	4	110	1,04	Es menor	0,3095	23,56	1 225
32	1 449,12		8,62	conv	4	35	2,75	Es menor	0,116375	8,62	900

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.5.2. Alineamiento vertical

Consiste en alinear la carretera verticalmente, de modo que las curvas verticales resulten cómodas a los usuarios y que las pendientes sean adecuadas según el tipo de carretera en el que se clasificó.

### 2.1.5.2.1. Subrasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño correspondiente a la estructura prevista. La función de la subrasante, es de servir de soporte para el pavimento, después de ser estabilizada, homogenizada y compactada. Según sus características, puede soportar directamente la capa de rodadura de un pavimento rígido.

La subrasante debe compactarse a un 95 % como mínimo de la densidad máxima obtenida en el laboratorio.

Tabla VI. **Clasificación de la subrasante según el valor soporte**

<b>Valor soporte (C.B.R)</b>	<b>Clasificación</b>
0 – 5 %	Muy mala
5 – 10%	Mala
10 – 20%	Regular a buena
20 – 30%	Muy buena

Fuente: CRESPO, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p. 113.

### 2.1.5.2.2. Pendientes

Las pendientes pueden variar de acuerdo a las condiciones del terreno y, en lo posible, a condiciones del terreno. Además, estas deben cumplir con los parámetros utilizados en Guatemala para el diseño y construcción de carreteras.

La pendiente mínima es la menor pendiente permitida. La inclinación de la línea de rasante en cualquier punto de la carretera no deberá ser menor que el 0,5 %.

La pendiente máxima es la mayor pendiente permitida, esta se empleará cuando sea conveniente desde el punto de vista económico, para evitar longitudes críticas.

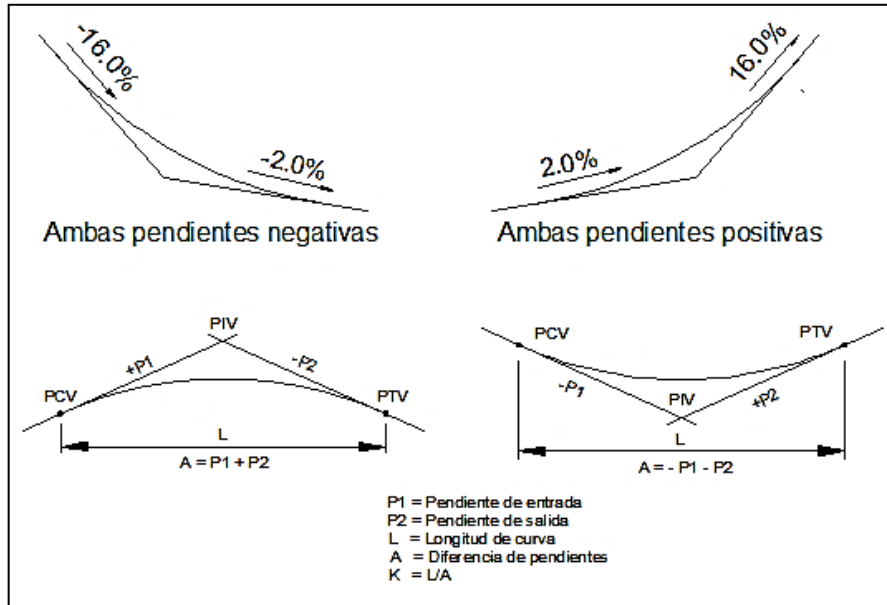
### **2.1.5.2.3. Curvas verticales**

Son los elementos del diseño en perfil, que enlazan dos 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 de la tangente de salida. Cabe mencionar que las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas.

La finalidad de las curvas verticales es proporcionar suavidad al cambio de pendiente, estas curvas pueden ser circulares o parabólicas, aunque la más usada en el país por la Dirección General de Caminos es la parabólica, simple, debido a la facilidad de cálculo y a su gran adaptación a las condiciones de terreno.

Las especificaciones para curvas verticales dadas por la Dirección General de Caminos están en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño.

Figura 7. Componentes de curva vertical



LCV = longitud de curva vertical

$k_1$  = constante que depende de las velocidades de diseño

$\Delta\%$  = diferencia algebraica de pendientes

Fuente: CASANOVA, Leonardo. *Elementos de Geometría*. p. 1-24.

Además, existen 4 criterios que ayudan a determinar la longitud de las curvas verticales, estos son:

- Criterio de apariencia: para curvas verticales con visibilidad completa, cóncavas, sirve para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

$$k_1 = \frac{LCV}{\Delta} \geq 30, \quad \Delta = P_s - P_e$$

Donde

Ps = pendiente de salida

Pe = pendiente de entrada

LCV = longitud de curva vertical

$\Delta$  = diferencia algebraica de pendientes

- Criterio de comodidad: para curvas verticales cóncavas, en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo, al cambiar de dirección, se suma al peso propio del vehículo.

$$k_1 = \frac{LCV}{\Delta} \geq \frac{V^2}{395}$$

- Criterio de drenaje: para curvas verticales convexas y cóncavas, alojadas en corte. Se utiliza para que la pendiente en cualquier punto de la curva sea la adecuada para que el agua pueda escurrir fácilmente.

$$k_1 = \frac{LCV}{\Delta} \leq 43$$

- Criterio de seguridad: que es la visibilidad de parada, la longitud de curva debe permitir que, a lo largo de ella, la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada. Se aplica a curvas cóncavas y convexas.

$$LCV = k_1 \Delta$$

En la tabla VII se muestran los diferentes valores de  $k_1$  para visibilidad de parada, según la Dirección General de Caminos.

Tabla VII. **Valores de  $k_1$  para curvas cóncavas y convexas**

Velocidad de diseño (KPH)	Valores de K según tipo de curva	
	Cóncava	Convexa
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: FELIX, Jorge. *Guía teórica práctica del curso de Vías Terrestres 1*. p. 31.

#### 2.1.5.2.4. Correcciones

Corresponden a las distancias desde la línea de la subrasante hacia la curva de diseño, la cual tiene un valor cero en el principio y en el final de la curva geométrica, y su valor máximo en el punto de intersección vertical. Las correcciones se realizan en las estaciones de cada curva mediante la siguiente ecuación, los resultados se encuentran en la tabla VIII.

$$Y_{est} = \left[ \frac{OM}{\left(\frac{LCV}{2}\right)^2} \right] D$$

Donde

$Y_{est}$  = corrección en estación

$O_m$  = ordenada media

LCV = longitud de curva vertical

D = distancia entre secciones

Tabla VIII. Resumen diseño de alineamiento vertical

Núm. De curva	EST PIV	EST elevación	Pendiente	Diferencia	K de visibilidad	LCV de diseño	(LCV/Δ)	Criterio de drenaje	OM	EST PIV	D
0	0,00	14,98	3,57	conv	4	35	2,75	Es menor	0,1561875	3,57	306,25
1	75,31	18,55	23,56	conv	4	50	0,09	Es menor	1,4725	23,56	625
2	144,16	-5,01	8,62	conv	4	40	0,54	Es menor	0,431	8,62	400
3	238,20	-13,63	6,13	conv	4	40	1,04	Es menor	0,3095	6,13	400
4	306,08	-7,44	1,33	conv	4	70	2,75	Es menor	0,116375	1,33	1 225
5	440,19	14,98	2,76	conv	4	100	0,09	Es menor	0,64758	2,76	900
6	583,84	18,55	3,57	conv	4	70	0,54	Es menor	0,22925	3,57	3 600
7	840,11	-5,01	23,56	conv	4	110	1,04	Es menor	0,1561875	23,56	2 500
8	1 086,40	-13,63	8,62	conv	4	35	2,75	Es menor	1,4725	8,62	1 225
9	1 260,05	-7,44	6,13	conv	4	50	0,09	Es menor	0,431	6,13	306,25
10	1 449,12	14,98	1,33	conv	4	40	0,54	Es menor	0,3095	1,33	625
11	0,00	18,55	2,76	conv	4	40	1,04	Es menor	0,116375	2,76	400
12	75,31	-5,01	3,57	conv	4	70	2,75	Es menor	0,64758	3,57	400
13	144,16	-13,63	23,56	conv	4	100	0,09	Es menor	0,22925	23,56	1 225
14	238,20	-7,44	8,62	conv	4	70	0,54	Es menor	0,1561875	8,62	900
15	306,08	14,98	6,13	conv	4	110	1,04	Es menor	1,4725	6,13	3 600
16	440,19	18,55	1,33	conv	4	35	2,75	Es menor	0,431	1,33	2 500
17	583,84	-5,01	2,76	conv	4	50	0,09	Es menor	0,3095	2,76	1 225
18	840,11	-13,63	3,57	conv	4	40	0,54	Es menor	0,116375	3,57	306,25
19	1 086,40	-7,44	23,56	conv	4	40	1,04	Es menor	0,64758	23,56	625
20	1 260,05	14,98	8,62	conv	4	70	2,75	Es menor	0,22925	8,62	400
21	1 449,12	18,55	6,13	conv	4	100	0,09	Es menor	0,1561875	6,13	400
22	0,00	-5,01	1,33	conv	4	70	0,54	Es menor	1,4725	1,33	1 225
23	75,31	-13,63	2,76	conv	4	110	1,04	Es menor	0,431	2,76	900
24	144,16	-7,44	3,57	conv	4	35	2,75	Es menor	0,3095	3,57	3 600
25	238,20	14,98	23,56	conv	4	50	0,09	Es menor	0,116375	23,56	2 500
26	306,08	18,55	8,62	conv	4	40	0,54	Es menor	0,64758	8,62	1 225
27	440,19	-5,01	6,13	conv	4	40	1,04	Es menor	0,22925	6,13	306,25
28	583,84	-13,63	1,33	conv	4	70	2,75	Es menor	0,1561875	1,33	625
29	840,11	-7,44	2,76	conv	4	100	0,09	Es menor	1,4725	2,76	400
30	1 086,40	14,98	3,57	conv	4	70	0,54	Es menor	0,431	3,57	400
31	1 260,05	18,55	23,56	conv	4	110	1,04	Es menor	0,3095	23,56	1 225
32	1 449,12		8,62	conv	4	35	2,75	Es menor	0,116375	8,62	900

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.5.3. Movimiento de tierras

En la construcción de carreteras, esta es una de las actividades de mayor importancia, ya que afecta considerablemente al costo de la misma. Por esta razón, el movimiento de tierras debe ser lo menor posible, según los requerimientos que el tipo de camino especifique.



### 2.1.5.3.1. Áreas secciones transversales

Para el cálculo de las áreas de las secciones transversales de la línea de localización, primero se dibujan estas a cada 20 metros, con la sección típica de la carretera tipo F para regiones onduladas. Para esta sección se tienen establecidos los taludes de corte y relleno según su altura.

Se puede utilizar el método gráfico, el cual permite medir las áreas por medio de un planímetro graduado, para la realización de la medida de las secciones que deben estar dibujadas en papel milimetrado.

Otro método utilizado para el cálculo de área, es el de determinantes, en el que se calcula el área con las coordenadas de los puntos que delimitan las áreas de corte y relleno.

Tabla IX. **Cálculo de un área transversal por determinante**

X	Y
X0	Y0
X1	Y1
X2	Y2
X3	Y3
X4	Y4
X5	Y5
X0	Y0

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Área} = \sum \left[ \frac{\sum(X_t * Y_{t+1}) - \sum(Y_t * X_{t+1})}{2} \right]$$

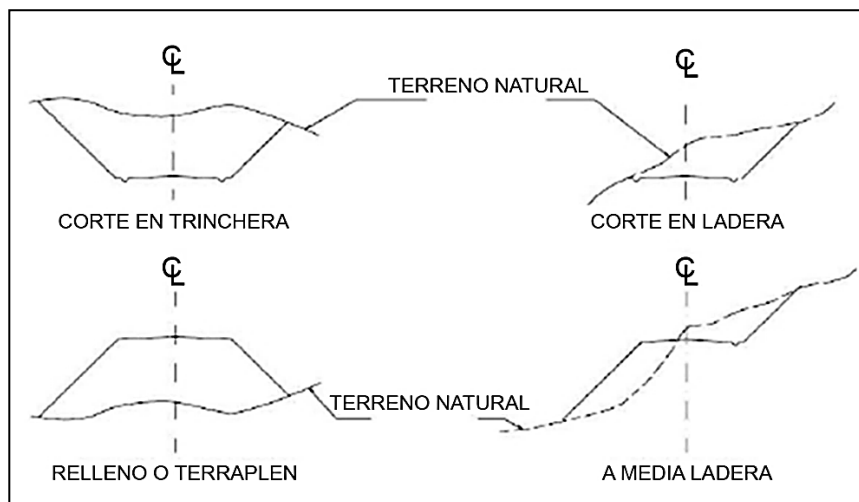
$$a = \sum (X*Y), b = \sum (Y*X)$$

$$\text{Área} = \frac{|a - b|}{2}$$

### 2.1.5.3.2. Volúmenes y distancias de paso

El cálculo de volúmenes de movimientos de tierra se realiza a partir de secciones transversales tomadas perpendicularmente a lo largo del eje central a cada 20 metros. Las secciones transversales pueden ser: corte en trinchera, corte en ladera, en relleno o terraplén y a media ladera, como se muestra en la figura 8.

Figura 8. Tipos de secciones transversales



Fuente: CASANOVA, Leonardo. *Elementos de geometría*. p. 1-24.

Cada una de las áreas calculadas anteriormente 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, se obtiene así los volúmenes de corte y relleno en ese tramo.

Los métodos más utilizados para el cálculo de los volúmenes correspondientes al movimiento de tierra son el método de las áreas medias y el método del prismoide. Se utilizó, en este caso, el método de las áreas medias, en donde el volumen entre dos secciones consecutivas del mismo tipo, en corte o en relleno (ver figura 9), está dado por:

$$V = \left( \frac{A1 + A2}{2} \right) D$$

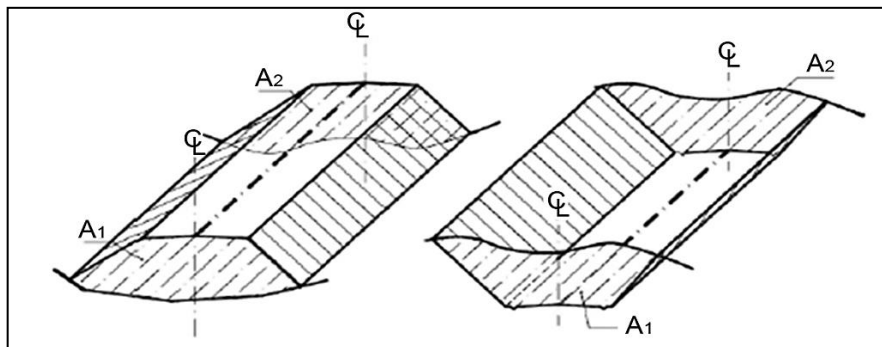
Donde

V = volumen entre ambas secciones en metros cúbicos

A1, A2 = áreas de secciones consecutivas en metros cuadrados

D= distancia entre secciones (en este caso a cada 20) en metros

Figura 9. **Volumen entre secciones del mismo tipo**



Fuente: CASANOVA, Leonardo. *Elementos de geometría*. p. 1-25.

Cuando existen dos secciones consecutivas de diferente tipo, se genera una línea de paso a lo largo de la cual la cota del terreno coincide con la cota de la superficie de subrasante. En este caso, se generará un volumen de corte y uno de relleno entre ambas secciones (ver figura 9).

Se asume que la línea de paso es perpendicular al eje. El volumen de corte entre el área de corte A y el área de la línea de paso, que es cero, y el volumen de relleno entre el área de relleno AR y el área de la línea de paso, se calculan de la siguiente manera:

$$V_c = \left( \frac{A_c + A_o}{2} \right) d_c, \quad V_r = \left( \frac{A_r + A_o}{2} \right) d_r$$

Donde

$V_C, V_R$  = volumen de corte y de relleno en metros cúbicos

$A_r, A_c$  = áreas de las secciones en corte en metros cuadrados

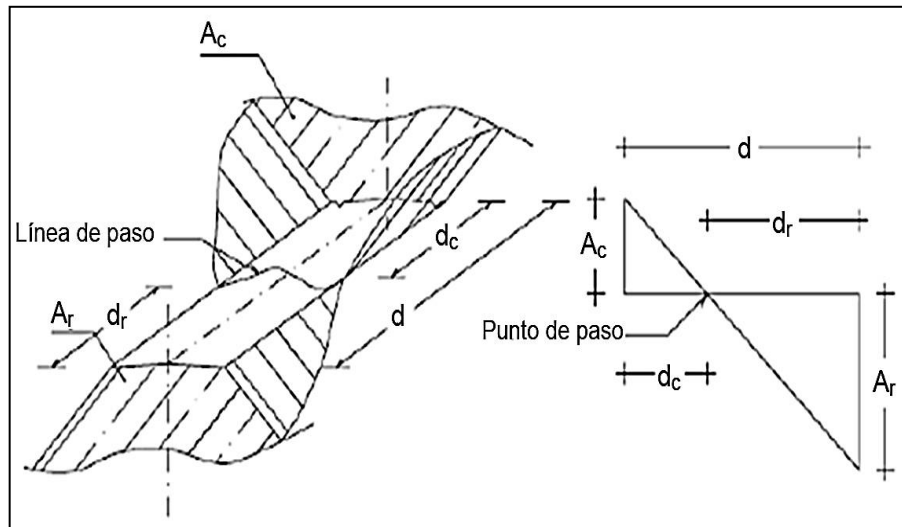
$A_o$  = área de la sección en la línea de paso = 0

$d_c, d_r$  = distancias de corte y relleno en metros

Por medio de relación de triángulos se determinan los valores de  $d_c$  y  $d_r$  de la siguiente manera (ver figura 10).

$$d_c = \left( \frac{A_c}{A_c + A_r} \right) d \quad d_r = \left( \frac{A_r}{A_c + A_r} \right) d$$

Figura 10. **Volúmenes entre secciones de diferente tipo**



Fuente: CASANOVA, Leonardo. *Elementos de geometría*. p. 1-25.

Para observar la tabla de volúmenes y secciones transversales, ver plano 8 de áreas transversales, en el apéndice.

### 2.1.5.3.3. Balance y diagrama de masas

Después de calcular los volúmenes de corte y relleno, y con el coeficiente de contracción e hinchamiento, se procedió a determinar los valores de balance, multiplicando los volúmenes de corte acumulado por el factor de contracción y restándole el volumen de relleno. Estos servirán para formar una curva que, combinada con el diseño de las líneas de balance, permitirá calcular las cantidades finales de movimiento de tierras.

## **2.1.6. Análisis estructural del pavimento**

Consiste en calcular los espesores de la subrasante y de la losa que será la carpeta de rodadura, según las condiciones del suelo y las cargas que tendrá que soportar este pavimento. Este procedimiento se describe más adelante dando como ejemplo el cálculo de un tramo.

### **2.1.6.1. Características generales**

La pavimentación de la aldea Santa Rosita consiste en una losa de concreto apoyada sobre la subbase. El diseño geométrico de la pavimentación se ajustará al máximo al alineamiento existente para no afectar construcciones aledañas.

### **2.1.6.2. Clasificación**

Se utilizará la sección típica F propuesta por la Dirección General de Caminos, debido a que este tipo carretera se ajusta a las condiciones actuales del camino.

### **2.1.6.3. Elementos estructurales**

Un pavimento rígido se compone de tres elementos estructurales principales que son subrasante, subbase y base.

- Subrasante: es la que soporta directamente la estructura del pavimento, la cual se extiende hasta una profundidad que no afecta la carga de diseño, correspondiente al tráfico previsto.

El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, razón por la cual, esta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad y resistencia a la expansión y contracción causada por efectos de humedad.

- Subbase: es la capa de la estructura del pavimento destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal forma que la subrasante pueda soportarlas sin afectar la capa de subbase.

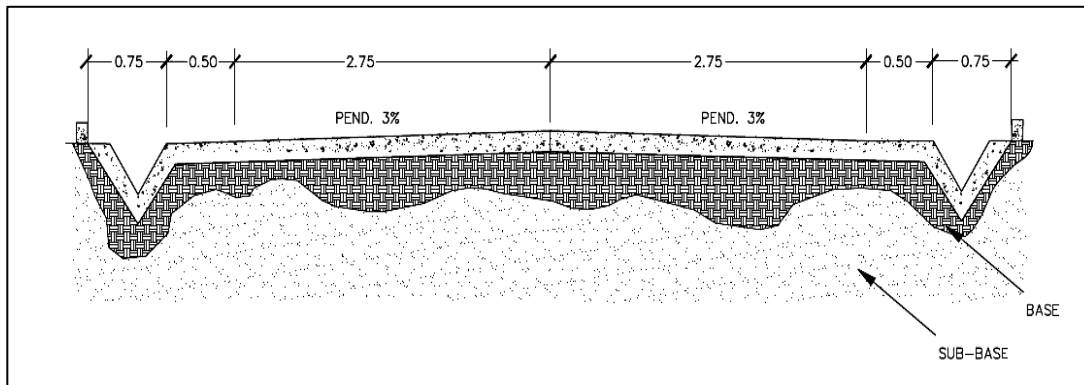
La subbase también se utiliza como controlador de la ascensión capilar de agua, protegiendo la estructura de pavimento.

El espesor de la subbase puede variar de acuerdo con las condiciones y características de los suelos existentes en la subrasante, pero en ningún caso debe ser menor de 100 mm ni mayor de 700 mm. Puede ser común o granular. Para el pavimento deben controlarse los cambios de volumen y la elasticidad que pueden ser perjudiciales para el mismo.

- Base: es la capa del pavimento cuya función principal es distribuir las cargas a la subbase y a través de la subbase, a la subrasante.

Es importante que el material utilizado en cualquiera de estos elementos estructurales cumpla con lo establecido en las *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes* de la Dirección General de Caminos.

Figura 11. **Elementos estructurales del pavimento**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2011.

#### **2.1.6.4. Materiales, equipo y herramienta**

- **Materiales:**

Los materiales que se utilizan en la construcción de este tipo de pavimento deben llenar los requisitos y normas establecidas en las *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes* de la Dirección General de Caminos. Los materiales para un pavimento rígido son:

- Cementos hidráulicos

La calidad del cemento influye directamente en la resistencia del concreto, así como en el endurecimiento y retracción. Los cementos hidráulicos deben cumplir con una resistencia mínima de 4 000 psi. Para el presente proyecto, el cemento para el concreto será un cemento Portland puzolánico.



- Agregado fino

Consistirá en arena natural o manufacturada, compuesta de partículas duras. La graduación del agregado fino debe cumplir con los límites establecidos en la siguiente tabla.

Tabla X. **Graduación de los agregados**

Tamices AASHTO M 92	Porcentaje que pasa en masa
3/8"	100
No.4	95-100
No.8	80-100
No.16	50-85
No.30	25-60
No.50	5-30
No.100	0-10
No.200	0- 5

Fuente: Dirección General de Caminos. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*. p. 551-3.

- Agregado grueso

El agregado grueso debe componerse de grava o piedra triturada, parcialmente triturada o sin triturar. El agregado grueso reduce el riesgo de fisuras y reduce las aberturas de las juntas de contracción. El agregado grueso debe procesarse adecuadamente para formar un agregado clasificado. La graduación del agregado grueso debe satisfacer cualquiera de las graduaciones presentadas en la tabla XI.

Tabla XI. **Porcentaje por peso que pasa por tamiz**

Graduaciones AASHTO M 80		2½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	⅜"	Nº 4	Nº 8
Nº 7	½" a Nº 4	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5
Nº 67	¾" a Nº 4	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5
Nº 57	1" a Nº 4	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5
Nº 467	1½" a Nº 4	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-
Nº 357	2" a Nº 4	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-
Nº 4	1½" a ¾"	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-
Nº 3	2" a 1"	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-

Fuente: Dirección General de Caminos. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*. p. 551-4.

- Agua

El agua para mezclado, curado y lavado de los agregados, debe ser preferentemente potable, limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, sulfatos, materia orgánica u otras sustancias que afecten las propiedades del concreto.

- Aditivos

Los aditivos más utilizados son los plastificantes, reductores de agua, retardantes o aceleradores de fraguado y los incorporadores de aire. Los aditivos deben dosificarse de forma precisa y homogénea.

La composición del concreto de cemento hidráulico para pavimentos debe cumplir con lo establecido en las *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes* de la DGC.

Además, deberá tener una resistencia a compresión mínima de 4 000 psi y una resistencia a flexión mínima de 600 libras sobre pulgada cuadrada, según las normas AASHTO T22 y T97, a los 28 días.

Tabla XII. **Composición del concreto de cemento hidráulico para pavimentos**

Relación agua/cemento máxima	0.49
Temperatura	10-30 ° C
Asentamiento	20-60 mm
Contenido de aire mínimo	4.5% - 5%
Resistencia a la compresión	4,000psi
Resistencia a la flexión	650psi

Fuente: Dirección General de Caminos. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*. p. 551-4.

- **Equipo y herramientas:**

El equipo y las herramientas que se utilizan para el funcionamiento correcto y condiciones del pavimento son:

- **Formaletas:** deberán tener un peso mayor o igual a 13,5 kilogramos por metro lineal y deben tener una rigidez suficiente para evitar que se flexionen debido a la colocación del pavimento.

Su altura será igual al espesor especificado para los bordes del pavimento y el ancho de su base no deberá ser menor de 20 cm.

#### **2.1.6.5. Método de diseño para la carretera**

Existen dos métodos para calcular el espesor de pavimentos rígidos.

##### **2.1.6.5.1. Método de capacidad de AASHTO**

Existen diferentes tipos de pavimentos, sin embargo, para este proyecto se considera utilizar un pavimento rígido debido a los factores que afectarán los costos, la resistencia y la calidad del material del terreno:

- Costos de cada tipo de pavimento
- Tránsito pesado por vehículos de carga para las distintas aldeas

El método AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos puede aumentar algunos factores importantes que incrementarán el costo del proyecto, por esta razón, se utilizará otro método.

##### **2.1.6.5.2. Método simplificado Portland Cement Association (PCA)**

Para el diseño del espesor de pavimentos rígidos existen dos métodos elaborados por la Portland Cement Association (PCA).

Uno de ellos es el denominado método simplificado, que considera un periodo de diseño de 20 años. Para este método, la PCA proporciona tablas

con rangos de tránsito, así como tablas con distintas categorías de calles y carreteras. Estas tablas están diseñadas con un factor de seguridad de carga de 1, 1,1, 1,2 y 1,3 para las categorías 1 a la 4 respectivamente.

Para este método debe conocerse la combinación de esfuerzos entre la subrasante y base. El procedimiento de este método se resume en tres pasos:

- Clasificar la carretera según el tráfico, en función de las cargas por eje y determinar el tránsito pesado promedio diario (TPPD).
- Determinar el módulo de reacción (k) de subrasante, para determinar con condición de apoyo y espesor de base.
- Determinar el espesor de la losa de concreto con los datos anteriores y utilizando la tabla correspondiente a la categoría de la carretera.

Debido a que no se tiene ningún aforo vehicular del lugar, se utilizará el método simplificado para este proyecto.

- Clasificación de la vía y determinación de TPPD

El TPPD se define como el tráfico promedio pesado diario. Dado que el tramo carretero se encuentra en una zona rural y es un camino secundario con un tránsito pesado medio, ya que se transportarán las cosechas de los habitantes, su clasificación fue categoría 1 según la siguiente tabla.

Tabla XIII. **Categorías de tráfico en función de cargas por eje**

Categoría por carga	Descripción	TPDA	TPPD		Carga máxima por eje	
			%	Por día	Sencillo	Doble
1	Calles residenciales, caminos rurales y secundarios (de bajo a medio*)	200 - 800	1-3	Hasta 25	22	36
2	Calles colectoras, caminos rurales y secundarios (altos*), Arterias principales y	700 - 5000	5-18	40 - 1000	26	44
3	Caminos primarios y arterias principales (medio*), viaductos, vías rápidas periféricos, vialidades urbanas y rurales (de bajo a medio*)	3,000 - 12,000 en 2 carriles, 3,000 - 50,000 en 4 carriles	8-30	500 - 1000	30	52
4	Arterias principales, carreteras principales, viaductos (altos*), Carreteras y vías urbanas y rurales (de medios a alto*)	3,000 - 20,000 en 2 carriles, 3,000 - 150,000 4 carriles o más	8-30	1,500 - 8,000	34	60

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 148.

La descripción del soporte corresponde al peso relativo de los ejes cargados para el tipo de calle o camino, es decir que, para el caso de un camino rural, representaría cargas más pesadas que para un camino secundario.

Para determinar el TPPD con la tabla XII es necesario conocer el tránsito pesado promedio anual (TPDA), el cual puede ser estimado con la ayuda de la tabla XIII.

Tabla XIV. **Clasificación funcional de las carreteras regionales**

TPDA	> 20,000		20,000 - 10,000		10,000 - 3,000		3,000 - 500	
	C	S	C	S	C	S	C	S
AR - Autopistas Regionales	6 - 8	Pav.	4 - 6	Pav.				
TS - Troncales Suburbanas	4	Pav.	2 - 4	Pav.	2	Pav.		
TR - Troncales Rurales	4	Pav.	2 - 4	Pav.	2	Pav.		
CS - Colectoras Suburbanas			2 - 4	Pav.	2	Pav.	2	Pav.
CR - Colectoras Rurales					2	Pav.	2	Pav.

TPDA = tránsito promedio diario anual

C = número de carriles

S = superficie de rodadura

Pav. = pavimentadas

Fuente: CORONADO ITURBIDE, Jorge. *Manual centroamericano para diseño de pavimentos*.

p. 36.

Por el tipo de vía que es el tramo carretero de dos carriles, puede ser clasificado como CR (colectoras rurales), tomando como estimación un TPDA de 800. Una vez obtenido el TPDA se procedió a obtener el TPPD con la ayuda de la tabla XIII. El TPPD está dado como un porcentaje del TPDA, para este proyecto se tomó un porcentaje de 3 %, dando como resultado un TPPD de 24, este es el número de camiones pesados que pasan en el día.

- Determinación del módulo de reacción de la subrasante (K)

Es la relación entre el esfuerzo aplicado a una placa de suelo y la deformación que dicha placa sufre por efecto del esfuerzo.

Este módulo puede ser determinado por un ensayo *in situ*, o se puede determinar en función del CBR como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla XV. **Tipos de suelo de apoyo y módulos de reacción**

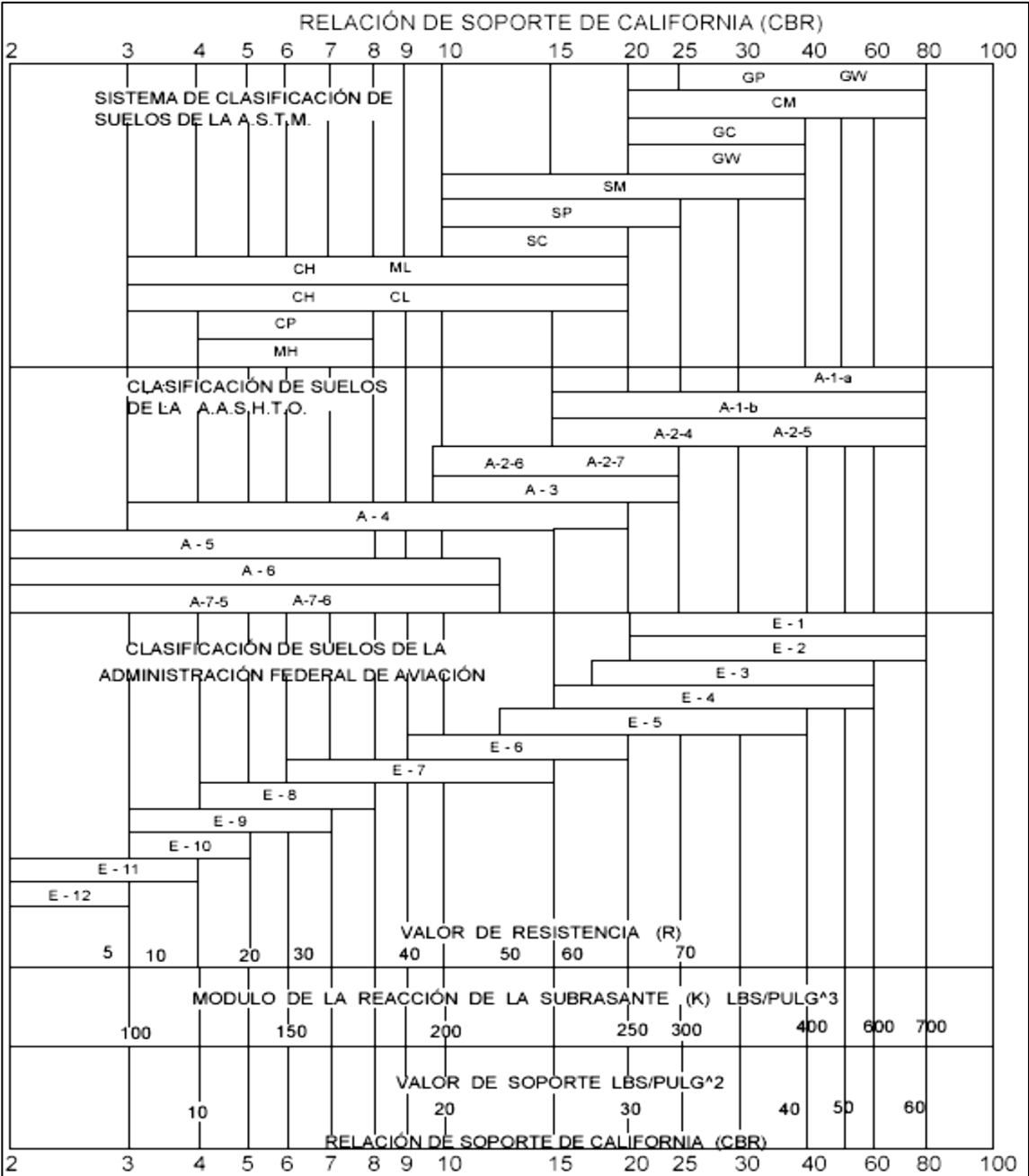
Tipo de suelo	Condición de apoyo	Rango en los módulos de reacción K PSI
Limos y arcillas plásticas	Bajo	75 - 120
Arenas y mezclas de arena y gravas con cantidades moderadas de limo y arcilla	Medio	130 - 170
Arenas y mezclas de arena y gravas prácticamente libre de finos	Alto	180 - 220
Sub-bases estabilizadas con cemento	Muy alto	250 - 400

Fuente: SALAZAR, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 149.

Como el módulo de reacción aproximado es de 200 libras sobre pulgada cuadrada, la condición de apoyo de la subrasante, según la tabla XV, es muy alta. Debido a que la condición de apoyo de la subrasante es muy alta, se podría omitir la construcción de la capa subbase, ya que este método lo permite; sin embargo, en este proyecto sí se colocará dicha capa por especificaciones actuales.



Figura 12. Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos



Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 5.

Como el CBR de la subrasante es de 37,43 %, se puede observar en la figura que el módulo de reacción de la subrasante es de 380 libras sobre pulgadas cúbicas aproximadamente.

- Determinación del espesor de la losa de concreto

El terreno actualmente cuenta con una base estabilizada con selecto, debido a esto, se determina que la condición de apoyo es muy alta, (según la tabla XV). La siguiente tabla permite determinar el módulo de ruptura asumido con una resistencia a la compresión de 4 000 psi y luego determinar el espesor de la losa de concreto.

Tabla XVI. **Espesores de carga para categoría de carga por eje núm. 1, según el módulo de reacción (K) y módulo de ruptura optado**

SIN HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO				CON HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO			
Espesor de losa pulgadas	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE			Espesor de losa pulgadas	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE		
	BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO
<b>MR = 650 PSI</b>							
4,5			0,1	4 - 4,5	2	0,2 - 8	0,9 - 25
5 - 5,5	0,1 - 3	0,8 - 15	3 - 45	5 - 5,5	30 - 320	130	330
6 - 6,5	40 - 330	160	430				
<b>MR = 600 PSI</b>							
5 - 5,5	0,5	0,1 - 3	0,4 - 9	4 - 4,5	0,2	1	0,1 - 5
6 - 6,5	8 - 76	36 - 300	98 - 760	5 - 5,5	6 - 73	27 - 290	75 - 730
7 - 7,5	520			6	610		
<b>MR = 550 PSI</b>							
5,5	0,1	0,3	1	4,5		0,2	0,6
6 - 6,5	1 - 13	6 - 60	18 - 160	5 - 5,5	6 - 73	27 - 290	75 - 730
7 - 7,5	110 - 620	400		6	130	480	

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 6.

Se utilizan los datos del lado izquierdo de la tabla XVI, ya que los bordillos de la carretera no serán fundidos monolíticamente, por lo que se considera la fundición de la carpeta de rodadura sin hombros de concreto o bordillo.

Se asume un módulo de ruptura de 600 psi con una resistencia a compresión de 4 000 psi. Para este pavimento se ubicó el número de tráfico pesado promedio igual a 24, el cual fue determinada anteriormente; se determina el valor próximo, el cual tiene un TPPD permisible de 98, por lo tanto, el espesor de la losa debe ser de 6 pulgadas (15 centímetros).

#### **2.1.6.6. Diseño de juntas**

Debido a que el pavimento presenta esfuerzos causados por la acción del tránsito, contracciones por cambios de temperatura y por distintos niveles de humedad, las juntas tienen como principal objetivo el control y disipación de dichos esfuerzos, impidiendo así la formación de grietas en las losas de concreto del pavimento.

Los tipos de juntas más utilizados son:

- Juntas transversales
- Juntas longitudinales
- Juntas transversales de contracción

Este tipo de juntas de construcción van transversal o longitudinalmente al eje central de la carretera y a la vez espaciadas para controlar los agrietamientos causados por las contracciones que resultan de los cambios de temperatura y humedad en el pavimento. El factor de fricción es inversamente proporcional a la fricción entre la subbase y la losa de concreto.

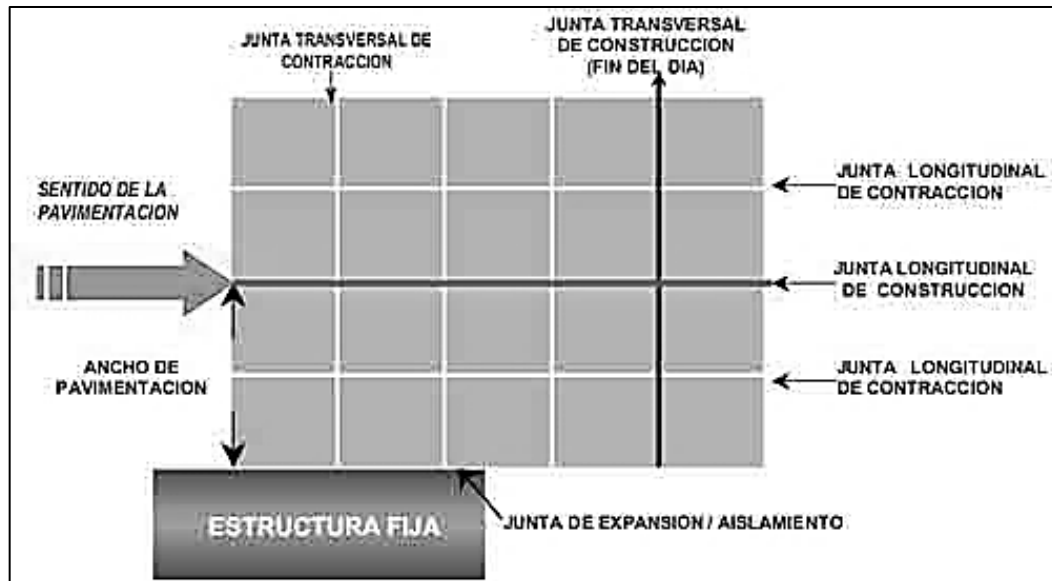
La separación entre juntas transversales no debe ser mayor de 3,60 metros. Para este proyecto, las juntas transversales serán de 2 mm de ancho y de profundidad  $\frac{1}{4}$  del espesor de la losa, se ejecutarán por medio de surcos en el concreto fresco. Las juntas transversales deben ser selladas vertiendo en caliente un material bituminoso, ajustándose a AASHTO M 173.

En el diseño de juntas está comprendida la determinación de espaciamiento longitudinales y transversales, transferencia de cargas, construcción de las juntas y materiales de sellado. Las juntas permiten la contracción y expansión del pavimento, lo cual libera de tensiones a la losa.

Según la forma en que se diseñan las juntas, estas podrán transmitir la carga del tráfico de una losa hacia la siguiente. Las juntas más comunes en un pavimento rígido son juntas longitudinales, juntas transversales, juntas de expansión y juntas de construcción.

Para el proyecto, la capa de rodadura llevará una junta transversal a cada tres metros o conforme el terreno lo pida y una longitudinal al centro de la calle. Las juntas longitudinales también deberán ser llenadas con un material adecuado como el sello elastómero para evitar la filtración del agua a la subrasante.

Figura 13. **Esquema de juntas transversales y longitudinales en pavimento rígido**



Fuente: *El constructor civil*. [http://civil.\\_-%&%constructor=?¿vida](http://civil._-%&%constructor=?¿vida). Consulta: 12 de marzo de 2015.

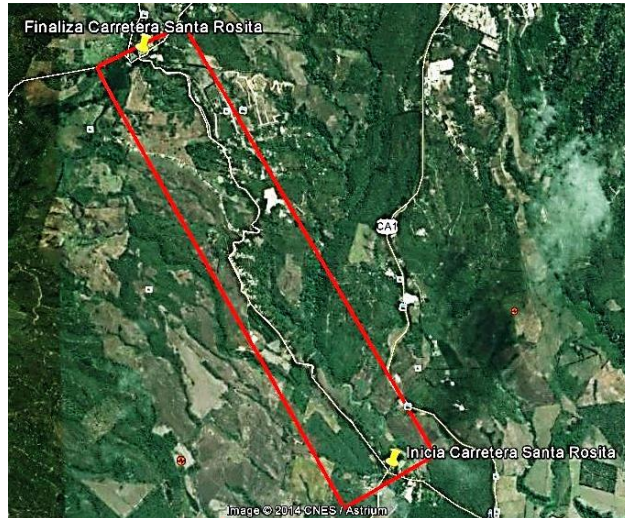
### 2.1.6.7. **Diseño de drenajes**

El diseño de drenajes tanto longitudinales como transversales es indispensable para proteger la carretera y evitar la erosión que el agua pluvial pueda causar en el concreto.

#### 2.1.6.7.1. **Cuenca**

Una cuenca hidrográfica es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir que drena sus aguas al mar a través de un único río o que vierte sus aguas a un único lago endorreico. Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.

Figura 14. **Mapa de la cuenca**



Fuente: Google Earth.

#### **2.1.6.7.2. Intensidad de lluvia**

Se define como la razón de incremento de la altura que alcanza la lluvia con respecto al tiempo. Esta razón es medida en milímetros por hora y puede clasificarse como ligera, moderada o fuerte.

#### **Datos**

Área a drenar: 4,5 Ha

Longitud de cauce: 35 m

Pendiente: 8,45 % (promedio)

Coefficiente de escorrentía: 0,50

Elevación entre cauce: 56 m

Factor de rugosidad: 0,013

El valor del coeficiente de escorrentía se tomó de la tabla XVII, se consideró el área del proyecto como una zona urbana en área ondulada con textura de suelo tierra franca arenosa por lo que el coeficiente de escorrentía adecuado para el área es de 0,50.

Tabla XVII. **Valores de coeficientes de escorrentía**

Topografía y vegetación	Textura del suelo		
	Tierra franca arenosa	Arcilla y limo	Arcilla compacta
<b>Bosques</b>			
Llano, 0-5% pendiente	0.10	0.30	0.40
Ondulado 5-10% pendiente	0.25	0.35	0.50
Montañoso, 10-30% pendiente	0.30	0.50	0.60
<b>Pastizales</b>			
Llanos	0.10	0.30	0.40
Ondulados	0.16	0.36	0.55
Montañosos	0.22	0.42	0.60
<b>Tierras cultivadas</b>			
Llanas	0.30	0.50	0.60
Onduladas	0.40	0.60	0.70
Montañosas	0.52	0.72	0.82
<b>Zonas urbanas</b>	30% de la superficie impermeable	50% de la superficie impermeable	70% de la superficie impermeable
Llanas	0.40	0.55	0.65
Onduladas	0.50	0.65	0.80

Fuente: USDA. *National Engineering Handbook, Sec. 4: Hydrology*. p. 78.

Primero se procedió a encontrar el tiempo de concentración de la cuenca, dicho tiempo se encuentra por medio de la siguiente ecuación:

$$T = \left[ \left( \frac{0,886 L^3}{H} \right)^{0,385} \right] 60$$

$$T = \left[ \left( \frac{0,886 (0,35)^3}{56} \right)^{0,385} \right] 60 = 3,61 \text{ min}$$

Donde

t = tiempo de concentración en minutos

L = longitud del cauce en metros

H = elevación del cauce en metros

Tabla XVIII. **Tiempo de concentración**

	2 años	5 años	10 años	20 años
Ciudad de Guatemala	$\frac{2\ 838}{t + 18}$	$\frac{3\ 706}{t + 22}$	$\frac{4\ 204}{t + 23}$	$\frac{4\ 604}{t + 24}$
Bananera Izabal	$\frac{5\ 771,5}{t + 48,98}$	$\frac{7\ 103,95}{t + 53,80}$	$\frac{7\ 961,65}{t + 56,63}$	$\frac{8\ 667,77}{t + 58,43}$
Labor Ovalle. Quetzaltenango	$\frac{977,7}{t + 3,8}$	$\frac{1\ 128,5}{t + 3,24}$	$\frac{1\ 323,5}{t + 3,48}$	
El Pito Chocolá, Suchitepequez	$\frac{11\ 033,6}{t + 101,10}$	$\frac{11\ 618,7}{t + 92,19}$	$\frac{13\ 455,2}{t + 104,14}$	
La Fragua	$\frac{3\ 700,5}{t + 50,69}$	$\frac{11\ 618,7}{t + 92,19}$	$\frac{4\ 049,0}{t + 37,14}$	

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

Luego, se procedió a encontrar la intensidad de lluvia para el área de Amatitlán, se utilizó la ecuación de intensidad de lluvia de la estación meteorológica Insivumeh ya que es la más cercana.

De la tabla XVIII, el territorio más cercano es la ciudad de Guatemala y el tiempo de concentración se toma para 20 años.

$$I = \frac{4\ 604}{t + 24}$$

$$I = \frac{4\ 604}{3,61 + 24} = 166,75\ mm$$



Donde

t = tiempo de concentración en minutos

I = intensidad de lluvia en milímetros

### 2.1.6.7.3. Caudal

Después de calcular la intensidad de lluvia, se procede a determinar el caudal a drenar, el cual es encontrado con la ecuación del método racional:

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

Donde

Q = caudal a drenar

C = coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de lluvia

A = Área a drenar

$$Q = \frac{0,50 * 166,75 * 4,5}{360} = 1,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 2.1.6.7.4. Drenaje transversal

Sabiendo el caudal a drenar, se procede a determinar el diámetro hidráulico de la tubería a utilizar, a través de la ecuación de Manning.

$$\emptyset = \left[ \frac{(Q)(n)(4)^{5/3}}{s^{1/2} \pi} \right]^{3/8}$$

Donde

$Q$  = diámetro de tubería en metros

$n$  = coeficiente de rugosidad del material (Riblock = 0,013)

$Q$  = caudal a drenar en metros cúbicos por segundo

$s$  = pendiente del terreno en porcentaje

$$\emptyset = \left[ \frac{(1,04)(0,013)(4)^{5/3}}{\pi(0,0845)^{1/2}} \right]^{3/8} = 0,49 \text{ m}$$

Posteriormente se encontró el área hidráulica que corresponde al diámetro hidráulico y caudal anteriormente encontrado.

$$A = \frac{\pi \emptyset^2}{4}$$

Donde

$\emptyset$  = diámetro de tubería en metros

$A$  = área hidráulica en metros cuadrados

$$A = \frac{\pi(0,49)^2}{4} = 0,19 \text{ m}^2$$

Por cuestiones de diseño, se utilizará un diámetro de 30 pulgadas con tubo de concreto, ya que es el diámetro mínimo utilizado para drenaje transversal de carretera, el cual tiene un área de 0,45 metros cuadrados, este cubre el área requerida.

El método utilizado fue el racional, en el que se asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando el área tributaria contribuye con su escorrentía superficial durante un período de precipitación máxima.

Para lograr esto, la tormenta máxima (de diseño) debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana para llegar hasta el punto considerado (tiempo de concentración).

#### **2.1.6.7.5. Drenaje longitudinal**

Las cunetas son canales abiertos que se calculan por la ecuación de Manning, se colocan paralelamente a uno o ambos lados del camino, sirven para evacuar el agua que cae en la sección de corte en una carretera. En pendientes fuertes se deben proteger del escurrimiento y acción destructiva del agua por medio de disipadores de energía.

Para el diseño de la cuneta, se consideró el tramo con la pendiente crítica que corresponde al tramo que drenará el drenaje transversal número 4 ubicado en la estación 3+160 con una pendiente de diseño de 1,04 %. El área a drenar es de 3,5 hectáreas, la diferencia de altura es igual a 2 metros y una longitud de 0,56 kilómetros. Calculando el caudal con las ecuaciones anteriores y con estos nuevos datos, el caudal resultante es de 0,81 metros cúbicos sobre segundo.

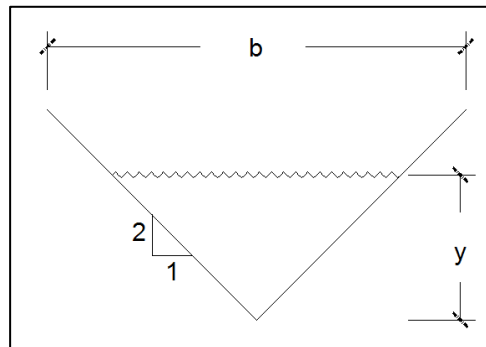
#### **Datos**

$$S = 1,04 \%$$

$$Q = 0,81 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pendiente talud 1:2

Figura 15. **Predimensionamiento de la cuneta**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2011.

Primero se procede a despejar  $y$ , que representa la altura de la parte interna de la cuneta hacia el borde superior de la misma, por medio de la siguiente ecuación:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde

$V$  = velocidad media en metros por segundos

$n$  = coeficiente de rugosidad de Manning

$R$  = radio hidráulico en metros

$S$  = pendiente del canal en porcentaje

El radio hidráulico de una cuneta triangular está dado por la siguiente ecuación:

$$Rh = \frac{Zy^2}{2y\sqrt{1+Z^2}}$$

Donde

Z = tirante hidráulico en metros

y = altura de cuneta en metros

Rh = radio hidráulico en metros

El área de una sección triangular se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$A = Zy^2$$

Donde

Z = tirante hidráulico en metros

y = altura de cuneta en metros

A = área de la sección del canal en metros cuadrados

Se calcula la altura del fondo de la cuneta hasta el borde superior de la misma, utilizando la siguiente ecuación:

$$0,81 = \left[ \frac{1}{0,016} \left( \frac{Zy^2}{2y\sqrt{1+Z^2}} \right)^{\frac{2}{3}} (0,0104)^{\frac{1}{2}} \right] Zy^2$$

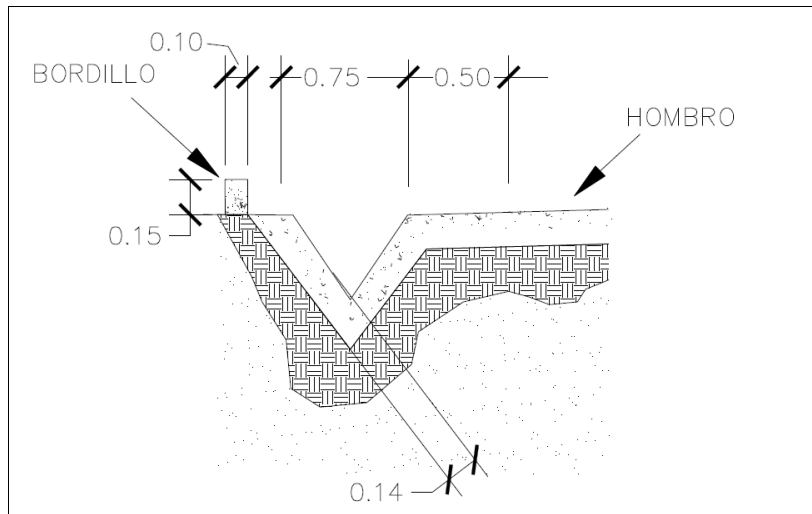
$$0,81 = \left[ \frac{1}{0,016} \left( \frac{y}{2\sqrt{Z}} \right)^{\frac{2}{3}} (0,0104)^{\frac{1}{2}} \right] y^2$$

$$0,81 = (62,5)(0,102)y^{\frac{8}{3}}$$

$$0,81 = 6,375y^{\frac{8}{3}}$$

$$y = 0,31 \cong 0,40 \text{ m}$$

Figura 16. **Detalle de cuneta**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2011.

Entre los elementos más importantes a considerar para drenar y encauzar las aguas, están los hombros de las carreteras y el bordillo.

El uso de hombros o bordillo de concreto es recomendable, ya que es útil para la prevención de accidentes en la carretera. La función del bordillo es servir como viga lateral para aumentar la resistencia del concreto a esfuerzos de flexión, disminuyendo así el efecto de la tensión en el concreto. Se contempla que el bordillo será prefabricado de sección de 10 x 15 centímetros, en ambos lados de la vía. Se utilizará concreto en proporción en volumen (cemento, arena, piedrín) y se fundirá conjuntamente con la cuneta.

- Diseño de mezcla

A continuación se describe el diseño de la mezcla a utilizar para la pavimentación del tramo de la aldea El Jocotillo hacia la aldea Santa Rosita.

Para el diseño de la mezcla del pavimento fue utilizado el método del American Concrete Institute (ACI).

La teoría de la relación agua-cemento establece que para una combinación dada de materiales (mientras se obtenga una consistencia de trabajabilidad), la resistencia del concreto a cierta edad depende de la relación del peso del agua de la mezcla con el peso del cemento. En otras palabras, si la relación de agua-cemento es fija, la resistencia del concreto a una determinada edad también es esencialmente fija, mientras la mezcla sea plástica y manejable y el agregado sólido, durable y libre de materiales dañinos.

Una vez que se ha establecido la relación agua-cemento y seleccionado la manejabilidad y consistencia que se necesite para el diseño específico, el resto será simple manejo de tablas basadas en resultados de numerosos ensayos de laboratorio y que ayudan a obtener mezclas con las características deseadas. Para el proyecto se requiere un concreto con una resistencia a la compresión de  $f'c$  de 281 kilogramos sobre centímetro cuadrado a los 28 días de curado, dicho concreto no incluirá aire en la mezcla.

El valor de sobrediseño se estimará en la resistencia a la compresión  $f'c$  incrementada en 1 200 libras sobre pulgada cuadrada. Este valor es de resistencia promedio a la compresión requerida  $f'c = 4\ 000$  libras sobre pulgada cuadrada. El revenimiento para pavimentos es de 7,5 centímetros como máximo. El tamaño máximo del agregado puede estimarse en 6 centímetros, pero se usará un agregado grueso más pequeño, con un tamaño nominal de una pulgada. Para un revenimiento de 7,5 centímetros y tamaño máximo de agregado de una pulgada.

Figura 17. **Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcción**

Tipos de construcción	Revenimiento (cm)	
	Máximo	Mínimo
Muros y zapatas de cimentación reforzados.	12.5	5
Zapatas simples y muros para superestructura.	10	2.5
Losas, vigas y muros reforzados.	15	7.5
Columnas para edificios.	15	7.5
Pavimentos.	7.5	5
Construcciones masivas.	7.5	2.5

Fuente: ACI. *Norma 211. 1.* p. 67.

Figura 18. **Relación agua cemento según resistencia del concreto**

f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: ACI. *Comité 211.* p. 78.



El porcentaje de agua por volumen de concreto es de 42. La relación agua-cemento para una resistencia de 4 000 libras sobre pulgada cuadrada es 0,48, esta razón se eligió para mantener la economía y trabajabilidad del concreto.

Los valores son resistencias promedio estimadas para concreto que contienen porcentajes de aire menores que las mostradas en la tabla de contenido de agua y aire, según el revenimiento y tamaño de agregado. Para una relación constante de agua-cemento, la resistencia del concreto se reduce conforme se aumenta el contenido de aire.

- Pasos para el diseño de la mezcla
  - Calcular la cantidad de cemento, dividiendo la cantidad de agua por metro cúbico por la relación agua-cemento; considerando que un litro de agua pesa un kilogramo:

$$Cem. = \frac{195 \text{ l/m}^3}{0,48} = 406,25 \text{ Kg/m}^3$$

- Calcular la cantidad de agregado, restando el peso del agua y cemento del peso total de un metro cúbico de concreto:

$$Pa = P_t - P(H_2O + Cem.)$$

Donde

$P_a$  = peso de agregados

$P_t$  = peso total

$H_{2O}$  = agua

$Cem$  = cemento

$$Pa = 2\,400 - (195 + 406,25) = 1\,798,75 \text{ kg/m}^3$$

La cantidad de arena se obtiene multiplicando el peso total de agregado, por el porcentaje de arena correspondiente.

$$Cont._{ar} = 0,42 (1\,798,75 \text{ m}^3) = 755,48 \text{ m}^3$$

La cantidad de pedrín será el agregado total menos la cantidad de arena

$$Cant._p = 1\,798,75 - 755,48 = 1\,043,27 \text{ m}^3$$

Se concluye que la proporción final en peso será de:

Cemento : arena : pedrín : agua

$$\frac{406,25}{406,25} : \frac{755,48}{406,25} : \frac{1043,25}{406,25} : \frac{195}{406,25}$$

Relación en peso 1 : 2 : 2,5 : 0,48

Para obtener la relación en volumen para un metro cúbico, se debe multiplicar por ese valor y dividir después los valores dentro del peso específico de cada material.

$$Cem. = \frac{(406,25)(1)}{42,5} = 10 \text{ sacos}$$

$$ar = \frac{(755,48)(1)}{1\,400} = 0,54 \text{ m}^3$$

$$p = \frac{(1\ 043,27)(1)}{1\ 600} = 0,65\ m^3$$

$$H_2O = \frac{(195)(1)}{3\ 785} = 52\ gal$$

Para lograr la conversión de la relación de peso a relación en volumen, se debe tomar en cuenta que un saco de cemento tiene un volumen de un pie cúbico.

$$1\text{pie}^3 \left( \frac{1\text{m}}{3,28\ \text{pie}} \right)^3 = 0,028\ m^3 * 10 = 0,28\ m^3$$

$$\frac{0,28}{0,28} : \frac{0,54}{0,28} : \frac{0,65}{0,28}$$

Proporción volumen 1 : 2 : 2,4 : 52 gal/m<sup>3</sup>

Conservando la proporción del diseño en volumen, deberán realizarse cajones de madera para medir los agregados. Para la arena se utilizará un cajón de 0,37 x 0,37 x 0,37 metros y para el piedrín un cajón de 0,41 x 0,41 x 0,41 metros por cada saco de cemento. Es muy difícil trabajar con fracciones, pero se debe tener una estricta supervisión por una persona profesional, para asegurar la calidad de la mezcla y la resistencia.

#### **2.1.6.8. Especificaciones técnicas de operación y mantenimiento**

El continuo mantenimiento que exigen las vías construidas deficientemente demuestra la necesidad de hacer carreteras que duren tanto como las edificaciones que las circundan. Cuando los presupuestos destinados

a las obras públicas son devorados por su mantenimiento en forma de sellos y recarpeteos, la utilización del pavimento de concreto se convierte en la mejor alternativa por las garantías que ofrece en cuanto a durabilidad y solidez.

En un pavimento flexible (de asfalto), el mantenimiento debe ser permanente. En cambio, el pavimento rígido prácticamente no necesita de esos cuidados. Los costos de mantenimiento al final de la vida útil de un pavimento flexible (de 25 a 30 años), pueden llegar a ser 4 o 5 veces más alto que los de uno rígido.

La limpieza y resellado de las juntas que constituye su mantenimiento normal, no produce desorganización o interrupción en el tránsito y los cambios de superficie tampoco causan la inutilización temporal de la vía. Esto ayuda a que los costos del usuario también se mantengan bajos.

#### **2.1.6.9. Presupuesto**

El presupuesto de este proyecto se realizó tomando en cuenta todos los renglones de trabajo, materiales y equipo necesarios para la ejecución de la pavimentación de la carretera, dicho proyecto será financiado por la Municipalidad de Villa Canales.

El presupuesto integra los costos unitarios por renglón y los costos indirectos que incluyen costos de administración, imprevistos, entre otros.

### 2.1.6.9.1. Integración de costos

A continuación se muestra en la tabla XIX la integración de costos.

Tabla XIX. Integración de costos

Núm.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
<b>1</b>	<b>Preliminares de campo</b>					Q 29 343,02
1.1	Limpia, chapeo y destronque	4,38	Ha	Q 1 287,08	Q 1 287,08	
1.2	Replanteo topográfico	5,48	KM	Q 4 325,84	Q 4 325,84	
<b>2</b>	<b>Movimineto de tierra</b>					Q 1 683 306,45
2.1	Excavación no clasificada	22 816,29	m <sup>3</sup>	Q 56,98	Q 56,98	
2.2	Excavación no clasificada de desperdicio	7 249,17	m <sup>3</sup>	Q 52,61	Q 52,61	
2.3	Excavación para alcantarillas	27	m <sup>3</sup>	Q 73,22	Q 73,22	
<b>3</b>	<b>Carpeta de rodadura</b>					Q 9 826 204,81
3.1	Acarreo	4 524	m <sup>3</sup>	Q 10,87	Q 10,87	
3.2	Reacondicionamiento de subrasante	4 524	m <sup>2</sup>	Q 20,18	Q 20,18	
3.3	Reacondicionamiento de base	4 524	m <sup>3</sup>	Q 228,01	Q 228,01	
3.4	Fundición de losa de concreto e= 0,15 m	4 524	m <sup>3</sup>	Q 1 618,86	Q 1 618,86	
<b>4</b>	<b>Estructuras de drenaje</b>	5 345,86				Q 865 273,42
4.1	Tubería de concreto de 30		ML	Q 365,43	Q 365,43	
4.2	Muros, cajas y cabezales	71,5	m <sup>3</sup>	Q 1 533,60	Q 1 533,60	
4.3	Conformación de cuneta	50	ML	Q 40,53	Q 40,53	
4.4	Colocación de bordillos prefabricados	10 966	ML	Q 29,00	Q 29,00	
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 12 404 127,70</b>	
<b>PRECIO UNITARIO SUGERIDO POR KILÓMETRO</b>						<b>Q 2 261 900,69</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.6.9.2. Cantidades estimadas de trabajo

Las cantidades de trabajo estimadas se detallan en el cuadro de integración de costos, en los apéndices del presente informe; tomando en cuenta el tiempo que se llevará ejecutar cada uno de los renglones para la pavimentación.

#### **2.1.6.10. Evaluación ambiental inicial**

La evaluación ambiental para este proyecto se realiza a través de una matriz denominada matriz de Leopold. Esta matriz fue diseñada para evaluar los impactos asociados con casi cualquier tipo de proyecto de construcción. Se utiliza para el análisis de impactos ambientales en una primera instancia, es decir, para la evaluación preliminar de los impactos que puedan derivarse de ciertos proyectos.

Para el diseño de esta pavimentación se realiza una matriz de Leopold tomando en cuenta los impactos más importantes que puede provocar. Esta matriz muestra que la probabilidad del impacto es del 100 %. La matriz se evalúa según criterio de la persona que la realice.

Tabla XX. **Matriz de Leopold para evaluación del proyecto de pavimentación**

			ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS										
			Modificación del régimen			Transformación del territorio			Operación y mantenimiento				
			Alteración cubierta y terrestre	Ruido y vibraciones	Excavación de zanjas	Drenaje pluvial	Tratamiento de aguas negras	Operación de conducción en tuberías	Eliminación de aguas residuales	Impacto en ambiente	Importancia de impacto		
FACTORES AMBIENTALES	Físicoquímico	Tierra	Suelos	-1	-3	0	5	2	1	1	5		
				5	3	3	5	1	5	5		27	
		Agua	Calidad	0	0	0	0	3	0	0			
				5	0	4	0	5	0	0			
			Temperatura	0	0	0	0	0	0	0	3		
				5	0	5	3	3	5	5			40
	Atmósfera	Calidad	-3	-2	0	5	4	-1	-1				
			5	4	5	1	3	2	3				
		Inundaciones	0	0	0	4	5	0	0	11			
			0	0	0	1	3	2	2			31	
	Procesos	Compactación	5	0	0	5	3	1	0	9			
			5	2	0	5	3	3	2			20	
	Flora	Árboles	-2	0	-2	0	2	0	-2				
			0	2	3	1	0	2	5				
		Cosecha	-3	0	0	5	4	0	-2	13			
			0	0	3	2	0	2	2			47	
		Macrofauna	0	-4	-2	0	0	0	-3	7			
			0	3	3	2	1	3	5			23	
	Factores culturales	Uso del territorio	Agrícola	-1	0	-1	4	4	0	-1			
				5	3	2	2	3	3	5			
Zona residencial		3	-3	-1	5	4	-1	-1	40				
		4	4	4	5	5	3	5			57		
Nivel cultural	Culturas o forma de vida	-3	-3	-1	5	5	3	5					
		5	5	5	5	4	2	3					
	Salud y seguridad	-1	-1	-1	3	3	0	0					
	Empleo	4	4	4	4	5	2	3					
		4	-1	0	5	3	0	0	27				
Servicio e infraestructura	Red de transporte	0	0	0	5	3	0	0					
		5	3	3	5	5	3	3					
	Servicios	2	1	0	5	5	0	0	8				
		3	3	4	4	4	2	3			51		
Impacto de la acción			-1	-16	-8	56	51	0	-9				
Importancia de la acción			69	40	55	49	48	42	54				

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.6.11. Cronograma de ejecución física y financiera

Es una estimación que realiza el ente planificador para la ejecución del proyecto, para controlar el avance del mismo y se integra por los renglones de trabajo considerando un período razonable para la finalización de cada uno de ellos.

Tabla XXI. Cronograma físicofinanciero

Núm.	Descripción	mes 1			mes 2			mes 3			Total parcial con IVA
1	PRELIMINARES DE CAMPO	0,24 %									Q 29 343,02
2	MOVIMIENTO DE TIERRA		13,58 %								Q 1 683 306,45
3	CARPETA DE RODADURA			11,32 %	45,26 %			22,63 %			Q 9 826 204,81
4	ESTRUCTURAS DE DRENAJE								6,98 %		Q 865 273,42
<b>Avance financiero</b>		<b>Q</b>	<b>2 713 548,79</b>	<b>Q</b>	<b>9 670 948,90</b>	<b>Q</b>	<b>6 900 038,40</b>				
<b>Avance físico</b>			<b>25,14 %</b>		<b>45,26 %</b>		<b>29,61 %</b>				<b>Q 12 404 127,70</b>
<b>Avance físico acumulado</b>			<b>25,14 %</b>		<b>46,26 %</b>		<b>75,87 %</b>				

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.6.12. Planos

Los planos constructivos para el diseño de la carretera que une las aldeas Santa Rosita y El Jocotillo se presentan en los apéndices y son los siguientes:

- Planta general
- Planta-perfil
- Secciones transversales y tabla de volúmenes
- Detalles y especificaciones



## **2.2. Diseño del sistema de drenaje sanitario para la aldea El Porvenir**

El sistema de alcantarillado sanitario para la zona 3 de la aldea El Porvenir es prioridad en el municipio de Villa Canales, sin embargo, es probable que no se realice a corto plazo, debido al alto costo que representa, principalmente en las calles que ya están pavimentadas.

### **2.2.1. Descripción de proyecto**

El proyecto está destinado a brindarle a los pobladores de la zona 3 de la aldea El Porvenir un sistema de evacuación de las aguas servidas, el cual consistirá en el diseño la red principal, pozos de visita y conexiones domiciliarias.

Este proyecto aumentará la infraestructura del municipio y la calidad de vida de los pobladores. El sistema de alcantarillado sanitario tiene una longitud de 6,4 kilómetros y cubre la zona 3 de la aldea El Porvenir.

### **2.2.2. Sistema del drenaje sanitario**

El drenaje conducirá las aguas que llevan los residuos provenientes de las casas; no está diseñado para las aguas provenientes de las lluvias.

El alcantarillado sanitario en estudio se diseñó tomando en cuenta las necesidades y aspectos socioeconómicos de los beneficiarios, como las vías de acceso a la aldea, las posibilidades de mejoramiento de las vías de acceso y las necesidades primordiales a sanar, como es el caso de la contaminación ambiental por la mala disposición de aguas negras.

### **2.2.3. Localización de las líneas de drenaje**

Las líneas de drenaje se localizarán a lo largo de las avenidas principales y callejones, para esta distribución es necesario tomar en cuenta las pendientes, alturas máximas y mínimas para la correcta evacuación de las aguas residuales.

Figura 19. **Localización de las líneas de drenaje**



Fuente: Google Earth.

### **2.2.4. Levantamiento topográfico**

Se realiza antes de diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para determinar curvas de nivel, alturas, elevaciones y distancias de una estación a otra, para realizar un diseño que no afecte a la población.

El levantamiento se clasifica como de segundo orden debido a que la distancia de estación a estación es la adecuada para tener mejor precisión en la toma de datos.

#### **2.2.4.1. Planimetría**

Tiene como objetivo principal, determinar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características, tanto naturales como no naturales, que puedan influir en el diseño del sistema, por ejemplo calles, edificios, zanjones, ríos. Cerros, entre otros.

El método empleado para el levantamiento, fue el de conservación de azimut y radiación, fijando estaciones a cada 20 metros. El equipo utilizado fue un teodolito marca Geosurv.

#### **2.2.4.2. Altimetría**

Se encarga de la medición de la diferencia de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

#### **2.2.5. Diseño del sistema**

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario está regido a las normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal (Infom), específicamente por la sección de *Normas generales para el diseño de alcantarillados*.

### **2.2.5.1. Período de diseño**

Se refiere al tiempo que servirá el proyecto a la comunidad. Para determinar un período de diseño es necesario hacer una estimación previa de la población futura, así como las áreas probables de anexión a la comunidad que requieran algún tipo de proyecto que puede estar conectado con el proyecto en planificación.

El período de diseño también es llamado período de vida útil y en el caso de alcantarillados suele ser de 20 a 40 años a partir de la fecha de construcción.

El período se determinó para 30 años, tomando en cuenta los recursos económicos del municipio, la vida útil de los materiales y las normas del Instituto de Fomento Municipal.

### **2.2.5.2. Población de diseño**

Para el cálculo de la población, se debe tomar en consideración el período de diseño correspondiente. El sistema de alcantarillado debe adecuarse a un funcionamiento eficiente durante un período determinado. Para este caso se adoptó un período de diseño de 30 años.

Utilizando el método geométrico, se evaluó el crecimiento de la población a servir y se encontraron los porcentajes a utilizar en las tasas de crecimiento a nivel departamental y municipal, que, según Instituto Nacional de Estadística, es de 3,0 % anual en el municipio de Villa Canales.

$$pf = p_o(1 + r)^n$$

Donde

pf = población futura

po = población inicial

r = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño

Para el cálculo de los caudales, es necesario conocer cuál es la dotación, cantidad de agua asignada en un día a cada usuario, expresada en litros por habitante por día (l/hab/día). Para este proyecto, se utiliza una dotación de 200 l/hab/día.

Para el diseño de un sistema de drenaje sanitario, es necesario tomar en cuenta los factores que garantizan que el sistema funcionará en condiciones críticas futuras.

- Factor de retorno

Se determina mediante la consideración de que del 100 % de agua potable que ingresa a un domicilio, entre el 20 y el 30 % se utiliza en actividades en las cuales se consume, se evapora o se desvía a otros puntos. Mientras que el 70 u 80 % restante, después de ser utilizado por las personas es desfogado al sistema de alcantarillado. Por esta razón se le denomina factor de retorno.

Para este proyecto se consideró un factor de retorno del 80 %.

- Factor de Harmond

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

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

Donde

FH = factor de Harmond

P= población futura

### **2.2.5.3. Caudal sanitario**

Está compuesto por la integración de los diferentes caudales del sistema, entre los cuales algunos no son tomados en cuenta por la inexistencia de los mismos. Dichos caudales se describen a continuación.

#### **2.2.5.3.1. Caudal domiciliar**

Es el agua que, habiendo sido utilizada para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida a la red de alcantarillado, como la de los jardines y lavado de vehículos. De esta forma, el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor que varía entre 0,70 a 0,85, el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot(Núm. Hab)FR}{86\ 400}$$

Donde

Qdom. = caudal domiciliario en litros por segundo

Dot = dotación

Núm. Hab = número de habitantes

FR = factor de retorno

### **2.2.5.3.2. Caudal comercial**

Es el agua que se desecha de comercios como restaurantes, hoteles, entre otros. Por lo general, la dotación comercial varía según el establecimiento considerado, pero se estima entre 600 a 3 000 l/com/día.

$$Q_{com} = \frac{Dot(núm. Com)}{86\ 400}$$

Donde

Qcom = caudal comercial en litros por segundo

Dot. = dotación

Núm.Com.= número de comercios

### **2.2.5.3.3. Caudal industrial**

Es el agua desechada por industrias como fábricas de textiles, licoreras, alimentos, entre otros. Si no se tiene un dato exacto de dotación de agua suministrada se puede estimar entre 16 000 y 18 000 l/ind/día, el cual dependerá del tipo de industria.

$$Q_{ind} = \frac{Dot(Núm. Ind)}{86\ 400}$$

Donde

$Q_{ind}$  = caudal industrial en litros por segundo

Dot. = dotación

Núm.Ind = número de industrias

Nota: para este proyecto, el caudal industrial no se consideró en el diseño, porque en la aldea no existe ninguna industria.

#### **2.2.5.3.4. Caudal de conexiones ilícitas**

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Se estima un porcentaje de viviendas que pueden realizar conexiones ilícitas que varía de 0,5 % a 25 %.

$$Q_{ci} = \frac{Dot.i (Núm.casas)}{86\ 400}$$

Donde

$Q_{ci}$  = caudal de conexiones ilícitas en litros por segundo

Dot.i = dotación

Núm.casas = número de casas

Basándose en datos de instituciones como el Instituto de Fomento Municipal, el capítulo 2 de las *Normas generales para el diseño de alcantarillado* en el inciso 2.8 indica: “caudal ilegal por aguas de lluvias que se conecten en patios o bajadas de techos por error, por este concepto se agregará un 10% del caudal doméstico. Sin embargo, en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto”. Para el proyecto de sistema de alcantarillado sanitario para la zona 3 de la aldea El Porvenir, se tomó un 25 % del caudal doméstico porque no existe drenaje pluvial en dicho lugar.



#### 2.2.5.4. Factor de caudal medio (FQM)

Una vez obtenido el valor de los caudales descritos anteriormente, se procede a integrar el caudal medio ( $Q_m$ ) del área a drenar.

Este factor debe oscilar entre 0,002 – 0,005 y se compone de los diferentes caudales que integran el sistema de alcantarillado sanitario. Estos caudales son los siguientes:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{ci}$$

Donde

$Q_{med}$  = caudal medio

$Q_{dom}$  = caudal domiciliar

$Q_{com}$  = caudal comercial

$Q_{ind}$  = caudal industrial

$Q_{ci}$  = caudal conexiones ilícitas

En el caso de la zona 3 de la aldea El Porvenir, no se tomó en consideración el caudal industrial, debido a que no hay industrial dentro de la aldea.

$$FQM = \frac{Q_m}{Núm. Hab}$$

$$0,002 \leq FQM \leq 0,005$$

Donde

$Q_m$  = caudal medio en litros por segundo

$FQM$  = factor de caudal medio

$Núm. Hab$  = número de habitantes

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

Tabla XXII. **Valores permitidos de factor de caudal medio**

<b>FQM</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>
0.0046	INFOM
0.0030	Municipalidad de Guatemala
0.002 – 0.005	DGOP

Fuente: Infom. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. p. 56.

### 2.2.5.5. Caudal de diseño

Es el caudal con el cual se diseñará cada tramo sanitario y será igual a la multiplicación del caudal medio por el factor de Harmond, por el número de habitantes a servir.

$$Q_{dis} = (FQM)(FH)(Núm. hab. fut)$$

Donde

Qdis = caudal de diseño en litros por segundos

Núm.hab.fut = número de habitantes futuros

FH = factor de Harmond

FQM = factor de caudal medio

### **2.2.5.6. Tirante de flujo**

El alcantarillado sanitario usualmente se calcula para transportar el caudal de diseño con un tirante de flujo del 75 % del diámetro de la tubería, no permitiéndose en ningún momento que la alcantarilla trabaje a presión. Este criterio de diseño no especifica un valor de nivel de agua mínimo en la alcantarilla.

Por lo tanto, el diseño de redes de drenaje sanitario considera mantener el nivel de agua en las alcantarillas de la siguiente forma:

$$0,1 \leq \frac{d}{D} \leq 0,75$$

Donde

$D$  = diámetro de la tubería

$d$  = nivel del flujo que lleva la tubería

### **2.2.6. Especificaciones técnicas de diseño**

Para garantizar una eficiencia en el sistema de alcantarillado, es necesario cumplir con ciertos parámetros que han sido creados para el correcto funcionamiento de los drenajes sanitarios en condiciones actuales y futuras.

#### **2.2.6.1. Secciones y pendientes**

En el diseño se usarán secciones circulares de PVC funcionando como canales abiertos. El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la ecuación de Manning.

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

### 2.2.6.2. Diámetro de tubería

El diámetro mínimo a utilizar en el sistema de alcantarillado será de 8 pulgadas para tubos de concreto o de 6 pulgadas para tubos de PVC. En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 6 pulgadas en concreto o de 4 pulgadas en PVC. En el último caso se usa un reductor de 4 a 3 pulgadas como protección a obstrucciones a la entrada del registro domiciliar, el cual tendrá un diámetro mínimo de 12 pulgadas.

### 2.2.6.3. Velocidad de arrastre

Se debe diseñar de modo que la velocidad mínima del flujo, trabajando a cualquier sección, debe ser 0,40 m/s. No siempre es posible obtener esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven a una baja cantidad de casas y producen flujos muy bajos. En tales casos se acepta una velocidad de 0,30 m/s, una velocidad menor causaría decantación de los sólidos.

Tabla XXIII. **Velocidades máximas y mínimas de diseño**

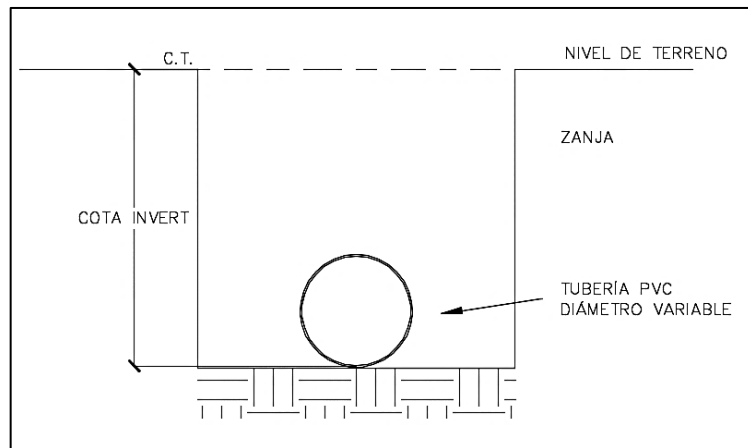
Tipo de tubería	Velocidad mínima	Velocidad máxima
Concreto	0,6 m/s	3 m/s
PVC	0,4 m/s	4 m/s

Fuente: Infom. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. p. 78.

#### 2.2.6.4. Cotas invert

Son las cotas de nivel que determinan la colocación de la parte inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita; las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado.

Figura 20. Cotas invert



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

#### 2.2.6.5. Pozos de visita

Un pozo de visita es la parte de un sistema de alcantarillado que, además de permitir cambiar de diámetro de las tuberías, cambiar pendientes y cambiar direcciones en curvas; permite verificar el funcionamiento adecuado del sistema. Según normas para la construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En el inicio de cada ramal.
- En intersecciones de dos o más tuberías.
- En curvas de colectores a no más de 30 metros.
- En tramos no mayores de 100 metros, para tubería menores a 30" en condiciones topográficas ideales.

Los pozos tienen en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundida o de concreto, con una abertura neta de 0,50 a 0,60 metros. El marco descansa sobre las paredes, que se ensanchan hasta alcanzar un diámetro de 1,20 a 1,50 metros de la boca del pozo, continuando con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla. La profundidad es variable y las paredes suelen ser construidas de ladrillo de barro cocido, cuando son pequeños, y de concreto, cuando son muy grandes y profundos.

El fondo de los pozos de visita se hace regularmente de concreto, dándole a la cara superior una ligera pendiente hacia el canal abierto o hacia los canales que forman la continuación de los tubos de la alcantarilla. Los canales se recubren, a veces, con tubos partidos o seccionados por su diámetro. Los cambios de dirección se hacen en los canales. Hay que hacer notar que el pozo de visita tiene un fondo plano solamente en los casos en que todos los tramos arranquen de él y que, cuando el pozo sea usado a la vez para tuberías que pasan a través y otras de arranque, la diferencia de cotas invert entre el tubo de arranque y el que pasa tiene que ser, como mínimo, el diámetro de la tubería mayor.

En los pozos de visita profundos se disponen escalones para que se pueda bajar para inspeccionar y limpiar. Estos escalones suelen ser de varillas de hierro, empotrados en las juntas de los ladrillos.

### **2.2.6.6. Conexiones domiciliarias**

Las conexiones domiciliarias tienen la finalidad de descargar las aguas proveniente de las casa o edificios y llevarlas al alcantarillado central.

Consta de las siguientes partes:

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

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 centímetros. Si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas. Deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

- Tubería secundaria

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

Al realizar el diseño del drenaje sanitario deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a la alcantarilla central, con el fin de no profundizar demasiado la conexión domiciliar. Aunque, en algunos

casos, esto no es posible debido a la topografía del terreno, optando por otras formas de realizar dicha conexión.

La utilización de sistemas que permitan un mejor funcionamiento del alcantarillado se empleará en situaciones en las cuales el diseño lo requiera o exija. Algunos de estos sistemas son tubería de ventilación, tanques de lavado, sifones invertidos, disipadores de energía, pozos de luz, derivadores de caudal, entre otros.

#### **2.2.6.7. Ejemplo de diseño de un tramo**

- Análisis del tramo de PV-1 a PV-2
  - Cota de terreno inicial: 1 468
  - Cota de terreno final: 1 453
  - Longitud del tramo: 90,50 m
  - Pendiente del terreno: 16,57 %
  - Población acumulada actual: 144 habitantes
  
- Factor de caudal medio: 0,003
- Dotación = 200 l/hab/día
- Factor de retorno: 0,85
- Dotación ilícita = 75 l/s
- $\varnothing = 6''$
- $S = 16,57 \%$
- $n = 30$
- Población futura

$$pf = 144(1 + 0,03)^{30} = 350 \text{ hab.}$$



- Análisis para condiciones actuales

- Caudal domiciliar

$$Q_{dom} = \frac{(144)0,85}{86\ 400} = 0,28\ l/s$$

El caudal comercial y caudal industrial no se toman en cuenta ya que no existen comercios ni industrias en la zona 3 de la aldea El Porvenir.

- Caudal de conexiones ilícitas

$$Q_{ci} = \frac{(75)144}{86\ 400} = 0,13\ l/s$$

- Caudal de infiltración

Se asume un 1 % del diámetro de la tubería, lo que da un caudal de infiltración de 0,01 l/s.

- Caudal medio

$$Q_{med} = 0,28 + 0 + 0 + 0,13 + 0,01 = 0,41\ l/s$$

- Velocidad

$$V = \frac{R^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

Donde

V = velocidad media en metros por segundo

n = coeficiente de rugosidad de Manning

R = radio hidráulico en metros

S = pendiente del canal en porcentaje

$$V = \frac{0,03429 * 6^{2/3} * 16,57^{1/2}}{0,01} = 5,12 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = VA$$

$$Q = \frac{5,12 * \pi * 6^2 * 0,0254^{\frac{1}{2}} * 1\ 000}{4} = 93,43 \text{ l/s}$$

Donde

Q = caudal a sección llena en litros por segundo

V = velocidad en metros por segundo

- Factor de Harmond para una población de 144 habitantes

$$FH = \frac{18 + \sqrt{144}}{4 + \sqrt{144}} = 4,20$$

- FQM = 0,003, constante para todo el sistema

$$q = (\text{Núm. Hab})(FQM)(FH) = (144)(0,003)(4,20) = 1,81 \text{ l/s}$$

$$\frac{q}{Q} = \frac{1,81}{93,43} = 0,019$$

- De la tabla de relaciones hidráulicas, se obtiene para este valor de  $q/Q$ , los siguientes valores:

$$\frac{v}{V} = 0,30$$

$$\frac{d}{D} = 0,10$$

Del valor  $v/V$ , se obtiene que la velocidad, para este tramo bajo las condiciones actuales, será de 1,91 m/s, el cual se encuentra dentro del rango de velocidades permitido. Asimismo, el valor de  $d/D$  se encuentra por debajo del valor máximo permitido.

- Análisis para condiciones futuras

- $P = 350$  habitantes

$$FH = \frac{18 + \sqrt{350}}{4 + \sqrt{350}} = 4,05$$

- $FQM = 0,003$ , constante para todo el sistema

$$q = (\text{Núm. Hab})(FQM)(FH) = (350)(0,003)(4,05) = 4,07 \text{ l/s}$$

$$\frac{q}{Q} = \frac{4,07}{93,43} = 0,043$$

- De la tabla de relaciones hidráulicas, se obtiene para este valor de  $q/Q$ , los siguientes valores:

$$\frac{v}{V} = 0,30$$

$$\frac{d}{D} = 0,10$$

Del valor  $v/V$  se obtiene que la velocidad para este tramo, bajo las condiciones actuales, será de 2,53 m/s, el cual se encuentra dentro del rango de velocidades permitido. Asimismo, el valor de  $d/D$  se encuentra por debajo del valor máximo permitido.

Para las condiciones actuales y futuras del tramo, estos valores permiten establecer que el diseño del tramo es correcto.

### **2.2.7. Propuesta de tratamiento**

Debido a la topografía del terreno y al caudal sanitario, se propone una planta de tratamiento única para todos los ramales conductores de aguas negras. El terreno propuesto para la construcción de la planta de tratamiento se encuentra ubicado en la 2ª avenida y 4ª calle de la zona 3 de la aldea El Porvenir.

#### **2.2.7.1. Diseño de fosas sépticas**

El diseño de fosas sépticas se descarta debido a la cantidad de aguas residuales en la zona 3 de la aldea El Porvenir.

Se propone una planta de tratamiento que estará ubicada en un terreno municipal en la 2ª avenida y 4ª calle de la zona 3, en la cual desfogarán las aguas de todos los ramales descritos en los planos. El diseño de la planta de tratamiento está a cargo de la Municipalidad de Villa Canales.

### **2.2.8. Evaluación socioeconómica**

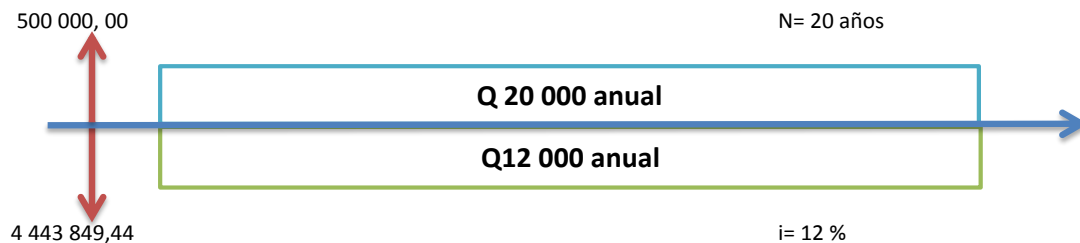
Con esta evaluación se pretende determinar la factibilidad económica o social del proyecto. En el caso económico se busca que se pueda recuperar la inversión a mediano o largo plazo, en el caso social se busca que la mayor parte de la población sea beneficiada. Para esta evaluación solo se tomaron dos análisis económicos, los cuales son valor presente neto y tasa interna de retorno.

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

Se analiza la inversión a futuro para determinar la rentabilidad económica. En este caso se propuso un período de diseño de 20 años, este método consiste en comparar todos los ingresos y egresos que tendrá el uso del proyecto, se pueden visualizar en el tiempo presente. Cuando el valor presente neto es menor que cero indica que la inversión será mala y mayores a cero una buena inversión.

El costo inicial para este proyecto es de Q 4 443 849,44, asumiendo un ingreso inicial de Q 500 000,00, un costo de mantenimiento de Q 12 000,00 anuales e ingresos por operación de Q 20 000,00 anuales, se presenta a continuación un diagrama de flujo de caja y el cálculo del valor presente neto para este proyecto.

Figura 21. **Flujo de caja del valor presente neto**



Fuente: elaboración propia.

$$VPN = -4\,443\,849,44 + 500\,000 + 12\left(\frac{P}{A}, 12\%, 20\right) + 20000\left(\frac{P}{A}, 12\%, 20\right)$$

$$VPN = -4\,443\,849,44 + 400\,000 + 89\,676,33 + 149\,458,95$$

$$VPN = -3\,707\,714,17$$

El valor presente neto da como resultado un número negativo, esto significa que el proyecto económicamente no es rentable, pero sí necesario para los habitantes de la aldea El Porvenir.

### 2.2.8.2. Tasa interna de retorno (TIR)

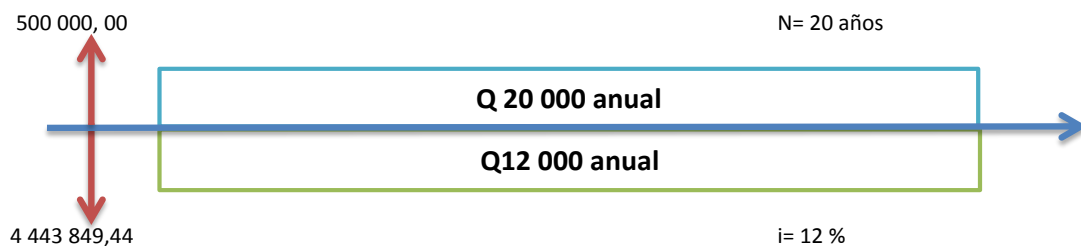
Es la tasa máxima de beneficio que podrá pagarse, con esta tasa lo que se pretende es que los costos sean iguales o cercanos a los ingresos. Lo que se pretende con la TIR es hacer que el valor presente neto sea igual a cero.

Para determinar la TIR en la inversión del proyecto, se utilizan todos los datos anteriores del valor presente neto.

El costo inicial de proyecto que equivale a Q 4 443 849,44, un ingreso inicial de Q 500 000,00, un costo de mantenimiento de Q 12 000,00 anuales e ingresos por operación de Q 20 000,00 anuales.

Para calcular la TIR se encuentra un VPN negativo y un VPN positivo con TIR asumidas para luego interpolar y encontrar el VPN igual a cero y así determinar la TIR de ese punto en la gráfica.

Figura 22. **Flujo de caja de la tasa interna de retorno**



Fuente: elaboración propia.

Debido a que este proyecto no es factible económicamente, no se calcula la tasa interna de retorno.

### 2.2.9. Presupuesto

Se realizó tomando en cuenta todos los renglones de trabajo, materiales y equipo necesarios para la ejecución del sistema de drenaje para la zona 3 de la aldea El Porvenir. Este proyecto será financiado por la Municipalidad de Villa Canales.

El presupuesto integra los costos unitarios por renglón y los costos indirectos que incluyen costos de administración, imprevistos, entre otros.

### 2.2.9.1. Renglones de trabajo

A continuación se muestra en la tabla XXIV los renglones de trabajo.

Tabla XXIV. Renglones de trabajo

Núm.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	P.U	SUBTOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	7469,41	ML	Q 104,90	Q 783 529,90
2	EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ZANJA	12086,815	M3	Q 67,23	Q 812 576,87
3	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	7469,41	ML	Q 217,57	Q1 625 085,56
4	POZO DE VISITA ( $H_{\text{PROM}}=2,20\text{m}$ )	85	U	Q 32 472,87	Q2 760 194,24
5	CANDELAS DOMICILIARES	674	U	Q 1 709,44	Q1 152 159,55
7	POZOS DE ABSORCIÓN	11	U	Q 79 743,95	Q 877 183,41
TOTAL DEL PROYECTO					Q8 010 729,53

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.10. Estudio de impacto ambiental inicial

La evaluación ambiental para este proyecto se realiza a través de una matriz denominada matriz de Leopold. Esta matriz fue diseñada para evaluar los impactos asociados con casi cualquier tipo de proyectos de construcción. Se utiliza para el análisis de impactos ambientales en una primera instancia, es decir, para la evaluación preliminar de los impactos que puedan derivarse de ciertos proyectos.

Para el diseño del drenaje sanitario se realiza una matriz de Leopold tomando en cuenta los impactos más importantes que este puede provocar.



Esta matriz muestra que la probabilidad del impacto es de 100 %. La matriz se evalúa según criterio de la persona que la realice.

Tabla XXV. **Matriz de Leopold para drenaje sanitario**

				ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS								
				Modificación del régimen			Transformación del territorio			Operación y mantenimiento		
				Alteración cubierta y terrestre	Ruido y vibraciones	Excavación de zanjas	Drenaje pluvial	Tratamiento de aguas negras	Operación de conducción en tuberías	Eliminación de aguas residuales	Impacto en ambiente	Importancia de impacto
FACTORES AMBIENTALES	Físico químico	Tierra	Suelos	0	0	-1	2	3	1	3	8	
				5	4	3	5	5	5	5		32
		Agua	Calidad	1	0	2	5	5	5	5	23	
				3	2	3	5	5	4	5		27
		Atmósfera	Calidad	1	-1	0	4	4	4	4		
				2	2	3	2	4	3	5		
	Inundaciones		0	0	2	5	3	4	3	33		
			5	2	1	5	3	5	3		45	
	Condiciones biológicas	Procesos	Compactación	1	0	-2	3	3	2	2	9	
				3	2	4	4	2	3	3		21
		Flora	Árboles	0	0	0	-1	2	0	2		
				5	3	2	2	2	2	2		
		Cosecha		-1	0	-1	3	3	3	3	13	
				4	4	2	5	5	4	5		47
	Fauna	Macrofauna	0	-1	0	1	2	2	3	7		
			3	3	3	4	3	4	3		23	
	Factores culturales	Uso del territorio	Agrícola	2	2	0	5	5	4	5		
				3	1	2	5	4	4	5		
			Zona residencial	2	-3	-2	5	5	5	5	40	
		Nivel cultural	Culturas o forma de vida		5	4	4	5	5	5	5	
				-2	-2	-2	4	4	4	4		
Salud y seguridad				3	3	3	5	5	4	4		
				1	0	0	4	4	4	4		
Empleo			3	4	5	5	5	5	5			
		0	0	0	0	0	0	0	27			
		3	2	3	5	4	4	4		84		
Servicio e infraestructura	Red de transporte		-2	-2	0	2	0	1	1			
			5	3	5	3	3	2	2			
	Servicios	-2	-1	-2	3	3	3	4	8			
		4	3	4	5	4	4	4		51		
Impacto de la acción				1	-8	-6	45	46	42	48		
Importancia de la acción				56	45	47	65	59	58	60		

Fuente: elaboración propia.

## 2.2.11. Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución tanto física como financiera, se realiza con base en una planificación. Para dicha planificación se toman en cuenta las cantidades de trabajo, rendimientos, costos de materiales y tiempo de realización de cada actividad. Debe saberse que debido a que estos cronogramas son estimados, puede variar por algún imprevisto o cambios realizados por la Municipalidad.

### 2.2.11.1. Cronograma de ejecución física y financiera

A continuación se presenta el cronograma de ejecución física y financiera.

Tabla XXVI. Cronograma de ejecución

Núm.	Descripción	mes 1				mes 2				mes 3				Total parcial con IVA	
1	TRABAJOS PRELIMINARES	■	■												Q783 529,90
2	EXCAVACIÓN Y RELLENO DE ZANJA			■											Q812 576,87
3	INSTALACIÓN DE TUBERÍA				■	■	■								Q1 625 085,56
4	POZO DE VISITA (HPROM=2,20m)							■	■	■					Q2 760 194,24
5	CANDELAS DOMICILIARES												■		Q1 152 159,55
7	POZOS DE ABSORCIÓN												■	■	Q877 183,41
	<b>Avance financiero</b>	<b>Q2 137 801,96</b>				<b>Q2 463 487,49</b>				<b>Q3 409 440,08</b>				<b>Q8 010 729,53</b>	
	<b>Avance porcentual</b>	26,69 %				30,75 %				42,56 %					
	<b>Avance porcentual acumulado</b>	26,69 %				57,44 %				100,00 %					

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.12. Planos**

Los planos constructivos para el diseño del drenaje sanitario para la zona 3 de la aldea El Porvenir se presentan en el apéndice y están conformados por los siguientes:

- Planta general
- Planta-perfil
- Detalles generales y especificaciones



## CONCLUSIONES

1. Para el diseño de la pavimentación del tramo de la aldea Santa Rosita hacia la aldea El Jocotillo, Villa Canales, se consideraron los siguientes aspectos, la región se clasifica como ondulada, estimada para un tránsito de 10 a 100 vehículos por día, su velocidad de diseño es de 30 km/h. Estos son elementos que influyeron para definir el tipo de carretera que se necesita en la región y llevar a cabo un buen diseño, razón por la cual se estableció una carretera tipo F, la cual beneficiará aproximadamente a 800 personas del lugar.
2. En la zona 3 de la aldea El Porvenir, la construcción de un drenaje sanitario es prioridad, ya que este proyecto beneficiará directamente a todos sus habitantes, contribuyendo a la reducción de la contaminación dentro de la aldea y el municipio. El drenaje sanitario desfogará las aguas residuales hacia una planta de tratamiento.
3. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), además de brindar un servicio técnico profesional como proyección de la Universidad, da la oportunidad al estudiante de complementar su formación académica, le permite adquirir experiencia y madurez para iniciar el desempeño de su profesión, ya que lo vivido en el EPS le provee del conocimiento no adquirido en la Universidad.



## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Villa Canales:

1. Iniciar la construcción del drenaje sanitario inmediatamente, para evitar el aumento de contaminación y brindarles a los habitantes calidad de vida.
2. Supervisar que la compactación del suelo en las zanjas donde se coloca la tubería sea adecuada, para evitar aplastamiento o deformación de la misma.
3. Hacer conciencia a los beneficiarios del proyecto de alcantarillado sanitario para que las tuberías se mantengan libres de basura o cualquier otro objeto que pueda dañarlas, de esta manera se obtendrán resultados óptimos.
4. Proveer el mantenimiento rutinario y periódico a la superficie de rodadura de la carretera, antes y después del invierno, de esa forma se logrará alcanzar la vida útil del proyecto.
5. Dentro del programa de mantenimiento del tramo carretero desde la aldea Santa Rosita hacia la aldea el Jocotillo, se debe realizar la limpieza de los drenajes al inicio y al final del invierno.

6. En el momento de ejecutar los proyectos de pavimentación y alcantarillado, es necesario hacer una actualización de los precios descritos en el presupuesto.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ANTILLÓN FERNÁNDEZ, Hugo Alfredo. *Diseño de drenaje sanitario para la zona 4 de Tiquisate y pavimentación del tramo de la cabecera municipal hacia el parcelamiento Barriles, municipio de Tiquisate, Escuintla*. Trabajo de graduación Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 151 p.
2. BARRIOS BOLAÑOS, Walter Raúl. *Guía teórica y práctica del curso de pavimentos y mantenimiento de carreteras*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 145 p.
3. Dirección General de Caminos Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes*. Guatemala: DGC MCIV, 2000. 361 p.
4. GUZMÁN CABRERA, Carlos Humberto. *Diseño del sistema de drenaje sanitario del Barrio La Laguna y diseño del pavimento rígido del camino que conduce a la aldea San Nicolás, municipio de Estanzuela del departamento de Zacapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 98 p.

5. JIMÉNEZ GONZÁLEZ, Marta Liliana. *Evaluación de las propiedades mecánicas de suelos de grano fino estabilizados con cal*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 109 p.
  
6. PÉREZ GARCÍA, Rafael Alexander Gaspar. *Diseño del pavimento rígido del camino que conduce a la aldea El Guayabal, municipio de Estanzuela del departamento de Zacapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2010. 67 p.

## **APÉNDICES**

Planos y unitarios de los proyectos de diseño de drenaje para la zona 3 de la aldea El Porvenir y el diseño de la pavimentación del tramo desde aldea Santa Rosita hacia aldea El Jocotillo.

1. **Costos unitarios de la limpieza del terreno para la pavimentación del tramo de aldea Santa Rosita hacia Aldea el Jocotillo**

SUBREGLÓN:	1	CONCEPTO:	PRELIMINARES DE CAMPO		
SUBSUBREGLÓN	1,1	CONCEPTO:	LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE		
CANTIDAD	4,38 Ha				
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
Azadones	4	U	Q 35,00	Q	140,00
Palas	4	U	Q 30,00	Q	120,00
Piochas	4	U	Q 30,00	Q	120,00
Machetes	4	U	Q 20,00	Q	80,00
Picop	1	DÍA	Q 85,00	Q	85,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	545,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
Encargado	1	Día	Q 175,00	Q	175,00
Ayudantes	6	Día	Q 75,00	Q	450,00
Operador de Picop	1	Día	Q 60,00	Q	60,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q	3 425,00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
TOTAL DE MATERIALES					
COSTO DIRECTO (MAQUINARIA Y EQUIPO+MANO DE OBRA+MATERIALES)				Q	3 970,00
FACTOR DE INDIRECTOS (42 %)				Q	1 667,40
PRECIO UNITARIO				Q	1 287,08

Fuente: elaboración propia.

2. **Costos unitarios del replanteo topográfico de la pavimentación del tramo de aldea Santa Rosita hacia Aldea el Jocotillo**

SUBSUBREGLÓN	1,2	CONCEPTO:	Replanteo topográfico
CANTIDAD	5,48 Km		

MAQUINARIA Y EQUIPO				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Alquiler de equipo topografico	5	Día	Q 400,00	Q 2 000,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 10 000,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Topógrafo	5	Día	Q 175,00	Q 875,00
Cadenero	5	Día	Q 90,00	Q 450,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6 625,00

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Pintura de aceite color rojo	0,5	Galón	Q 95,00	Q 47,50
Clavos de lámina	4	Libra	Q 4,15	Q 16,60
Pincel	1	Unidad	Q 5,00	Q 5,00
TOTAL DE MATERIALES				Q 69,10

COSTO DIRECTO (MAQUINARIA Y EQUIPO+MANO DE OBRA+MATERIALES)				Q 16 694,10
FACTOR DE INDIRECTOS (42 %)				Q 7 011,52
PRECIO UNITARIO				Q 4 325,84

Fuente: elaboración propia.

3. **Costos unitarios de la excavación no clasificada para la pavimentación del tramo de aldea Santa Rosita hacia Aldea el Jocotillo**

SUBREGLÓN:	2	CONCEPTO:	MOVIMIENTO DE TIERRA		
SUBSUBREGLÓN	2,1	CONCEPTO:	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA		
CANTIDAD	22 816,29	m³			
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Tractor D6H	66	Hrs	Q 450,00	Q	29 700,00
Excavadora	96	Hrs	Q 400,00	Q	38 400,00
Retroexcavadora	96	Hrs	Q 275,00	Q	26 400,00
Camión de volteo 10 m³	1 901,36	Unidad	Q 350,00	Q	665 475,13
Motoniveladora	96	Hrs	Q 450,00	Q	43 200,00
Vibrocompactador liso	96	Hrs	Q 350,00	Q	33 600,00
Pipa	0	Hrs	Q 35,00	Q	-
Equipo de topografía	0	Días	Q 400,00	Q	-
picop	17	Día	Q 85,00	Q	1 445,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	838 220,13
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Tractor D6H	9	Días	Q165,00	Q	1 485,00
Operador de excavadora	12	Días	Q160,00	Q	1 920,00
Operado de retroexcavadora	12	Días	Q145,00	Q	1 740,00
Piloto de camión	12	Días	Q130,00	Q	1 560,00
Operador motoniveladora	12	Días	Q125,00	Q	1 500,00
Operador vibrocompactadora	12	Días	Q95,00	Q	1 140,00
Pipa	304,22	Unidad	Q120,00	Q	36 506,06
Topógrafo	76,05	Días	Q175,00	Q	13 309,50
Cadenero	2	Días	Q90,00	Q	180,00
Piloto de Picop	12	Días	Q60,00	Q	720,00
Ayudante de maquinaria	60	Días	Q70,00	Q	4 200,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q	64 260,57
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Combustible para maquinaria	520	galones	Q 25,00	Q	13 000,00
TOTAL DE MATERIALES				Q	13 000,00
COSTO DIRECTO (MAQUINARIA Y EQUIPO+MANO DE OBRA+MATERIALES)				Q	915 480,69
FACTOR DE INDIRECTOS (42 %)				Q	384 501,89
PRECIO UNITARIO				Q	56,98

Fuente: elaboración propia.

4. **Costos unitarios de la excavación no clasificada de desperdicio pavimentación del tramo de aldea Santa Rosita hacia aldea El Jocotillo**

SUBSUBREGLÓN	2,2	CONCEPTO:	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE DESPERDICIO		
CANTIDAD	7 249,17		m <sup>3</sup>		
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Tractor D6H	32	Hrs	Q 450,00	Q	14 400,00
Camión de volteo 12 m <sup>3</sup>	604,10	Unidad	Q 350,00	Q	211 434,13
Motoniveladora	32	Hrs	Q 450,00	Q	14 400,00
Vibrocompactador liso	32	Hrs	Q 350,00	Q	11 200,00
Pipa	32	Hrs	Q 35,00	Q	1 120,00
Equipo de topografía	1	Día	Q 400,00	Q	400,00
picop	5	Días	Q 85,00	Q	425,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	253 379,13
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Tractor D6H	4	Días	Q 165,00	Q	660,00
Piloto camión de volteo	4	Días	Q 130,00	Q	520,00
Operador motoniveladora	4	Días	Q 125,00	Q	500,00
Operador vibrocompactador liso	4	Días	Q 95,00	Q	380,00
Piloto de pipa	4	Días	Q 120,00	Q	480,00
Topógrafo	1	Días	Q 175,00	Q	175,00
Cadeneros	1	Días	Q 90,00	Q	90,00
Piloto de Picop	5	Días	Q 60,00	Q	300,00
Encargado	4	Días	Q 175,00	Q	700,00
Ayudante de maquinaria	16	Días	Q 70,00	Q	1 120,00
Ayudantes	20	Días	Q 75,00	Q	1 500,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q	6 425,00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Combustible para maquinaria	350	galones	Q 25,00	Q	8 750,00
TOTAL DE MATERIALES				Q	8 750,00
COSTO DIRECTO (MAQUINARIA Y EQUIPO+MANO DE OBRA+MATERIALES)				Q	268 554,13
FACTOR DE INDIRECTOS (42 %)				Q	112 792,73
PRECIO UNITARIO				Q	52,61

Fuente: elaboración propia.

5. **Costos unitarios de la excavación para alcantarillas de la pavimentación del tramo de aldea Santa Rosita hacia aldea El Jocotillo**

SUBSUBREGLÓN	2,3	CONCEPTO:	EXCAVACIÓN PARA ALCANTARILLAS		
CANTIDAD	27	27			
MAQUINARIA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Retroexcavadora	0,300	Hrs	Q 250,00	Q	75,00
Camión de volteo 10 m <sup>3</sup>	3,86	Unidad	Q 350,00	Q	1 350,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	1 425,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Operador de retroexcavadora	0,3	Hrs	Q 25,00	Q	7,50
Piloto de camión de volteo	0,00	Hrs	Q 30,00	Q	-
Encargado	0,09	Días	Q 75,00	Q	6,75
Ayudante de maquinaria	0	Días	Q 75,00	Q	-
TOTAL MANO DE OBRA				Q	14,25
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Combustible para maquinaria	1,20	galones	Q 21,00	Q	25,20
TOTAL DE MATERIALES				Q	25,20
COSTO DIRECTO (MAQUINARIA Y EQUIPO+MANO DE OBRA+MATERIALES)				Q	1 464,45
FACTOR DE INDIRECTOS (42 %)				Q	512,56
Precio total				Q	1 977,01
PRECIO UNITARIO				Q	73,22

Fuente: elaboración propia.



6. **Costos unitarios del acarreo de la pavimentación del tramo de aldea Santa Rosita hacia aldea El Jocotillo**

SUBSUBREGLÓN	3	CONCEPTO:	CARPETA DE RODADURA		
SUBSUBREGLÓN	3,1	CONCEPTO:	ACARREO		
CANTIDAD	4524 m <sup>3</sup>				
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
Cargador frontal	44	Hrs	Q 450,00	Q	19 800,00
Camión de volteo 10 m <sup>3</sup>	44	Hrs	Q 140,00	Q	6 160,00
picop	6	Día	Q 85,00	Q	510,00
Pipa	44	Hrs	Q 35,00	Q	1 540,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	28 010,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
Operador de Cargador frontal	6	Días	Q 170,00	Q	1 020,00
Piloto camión de volteo	6	Días	Q 130,00	Q	780,00
Piloto Picop	6	Días	Q 60,00	Q	360,00
Piloto de pipa	6	Días	Q 120,00	Q	720,00
Encargado	6	Día	Q 175,00	Q	1 050,00
Ayudante de maquinaria	12	Día	Q 75,00	Q	900,00
Ayudante	24	Día	Q 75,00	Q	1 800,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q	6 630,00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
TOTAL DE MATERIALES				Q	-
COSTO DIRECTO (MAQUINARIA Y EQUIPO+MANO DE OBRA+MATERIALES)				Q	34 640,00
FACTOR DE INDIRECTOS (42 %)				Q	14 548,80
PRECIO UNITARIO				Q	10,87

Fuente: elaboración propia.

7. **Costos unitarios del tratamiento de la subrasante de la pavimentación del tramo de aldea Santa Rosita hacia aldea El Jocotillo**

SUBSUBREGLÓN	3,2	CONCEPTO:	TRATAMIENTO DE LA SUBRASANTE		
CANTIDAD	4 524 m <sup>3</sup>				
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Motoniveladora	40	Hrs	Q 450,00	Q	18 000,00
Vibrocompactador Liso	40	Hrs	Q 350,00	Q	14 000,00
Pipa	0	Hrs	Q 35,00	Q	-
Equipo de topografía	0	Días	Q 400,00	Q	-
picop	5	Días	Q 85,00	Q	425,00
<b>TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				Q	32 425,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Operador motoniveladora	5	Días	Q 125,00	Q	625,00
Operado Vibrocompactador Liso	5	Días	Q 95,00	Q	475,00
Pipa	5	Unidad	Q 1 200,00	Q	6 000,00
Topografía	5	Días	Q 1 200,00	Q	6 000,00
Cadeneros	5	Días	Q 90,00	Q	450,00
Piloto de Picop	5	Días	Q 60,00	Q	300,00
Ayudante de maquinaria	10	Días	Q 70,00	Q	700,00
Ayudante	25	Días	Q 75,00	Q	1 875,00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				Q	16 425,00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Combustible maquinaria	320	galones	Q 25,00	Q	8 000,00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				Q	8 000,00
<b>COSTO DIRECTO (MAQUINARIA Y EQUIPO+MANO DE OBRA+MATERIALES)</b>				Q	56 850,00
<b>FACTOR DE INDIRECTOS (42 %)</b>				Q	23 877,00
<b>PRECIO UNITARIO</b>				Q	17,84

Fuente: elaboración propia.

8. **Costos unitarios del reacondicionamiento de la base de la pavimentación del tramo de aldea Santa Rosita hacia aldea El Jocotillo**

SUBREGLÓN:	3,3	CONCEPTO:	REACONDICIONAMIENTO DE BASE		
CANTIDAD	4 524 m <sup>3</sup>				
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Tractor D6H	128	Hrs	Q 450,00	Q	57 600,00
Motoniveladora	128	Hrs	Q 450,00	Q	57 600,00
Cargador frontal	75	Hrs	Q 450,00	Q	33 750,00
Camión de volteo 10 m <sup>3</sup>	75	Hrs	Q 140,00	Q	10 500,00
Motoniveladora	128	Hrs	Q 450,00	Q	57 600,00
Vibrocompactador Liso	128	Hrs	Q 350,00	Q	44 800,00
Pipa	128	Hrs	Q 35,00	Q	4 480,00
Equipo de topografía	3	Días	Q 400,00	Q	1 200,00
picop	16	Días	Q 85,00	Q	1 360,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	268 890,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Operador Tractor D6H	16	Días	Q 165,00	Q	2 640,00
Operador motoniveladora	16	Días	Q 100,00	Q	1 600,00
Operador Cargador frontal	10	Días	Q 170,00	Q	1 700,00
Piloto camión de volteo	10	Días	Q 130,00	Q	1 300,00
Operador motoniveladora	16	Días	Q 125,00	Q	2 000,00
Operador vibrocompactador liso	16	Días	Q 95,00	Q	1 520,00
Piloto de pipa	16	Días	Q 120,00	Q	1 920,00
Topógrafo	3	Días	Q 175,00	Q	525,00
Cadenero	3	Días	Q 90,00	Q	270,00
Piloto de Picop	16	Días	Q 60,00	Q	960,00
Encargado	16	Días	Q 175,00	Q	2 800,00
Ayudantes de maquinaria	96	Días	Q 9,00	Q	864,00
Colocación del material selecto	4 524	m <sup>3</sup>	Q 35,00	Q	158 340,00
Ayudante	128	Días	Q 75,00	Q	9 600,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q	186 039,00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Material selecto	4 525	m <sup>3</sup>	Q 60,00	Q	271 500,00
TOTAL DE MATERIALES				Q	271 500,00
COSTO DIRECTO (MAQUINARIA Y EQUIPO+MANO DE OBRA+MATERIALES)				Q	726 429,00
FACTOR DE INDIRECTOS (42 %)				Q	305 100,18
PRECIO UNITARIO				Q	228,01

Fuente: elaboración propia.

9. **Costos unitarios de la fundición del pavimento del tramo de aldea Santa Rosita hacia aldea El Jocotillo**

SUBREGLÓN:	3,4	CONCEPTO:	FUNDICIÓN DE LOSA DE CONCRETO (PAVIMENTO) e=0,15 m		
CANTIDAD	5 345,86 m <sup>3</sup>				
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
Palas, azadones, piochas	1	Global	Q 1 000,00	Q	1 000,00
Vibrador	30	Días	Q 450,00	Q	13 500,00
Arrastre manual	30	Días	Q 390,00	Q	11 700,00
Rallador	30	Días	Q 275,00	Q	8 250,00
Espatulas y brocas	1	Global	Q 1 000,00	Q	1 000,00
				Q	-
				Q	-
				Q	-
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	35 450,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
Preparación de área	35 639,11	m <sup>2</sup>	Q 6,00	Q	213 834,66
Colocación de formaleta	35 639,11	m <sup>2</sup>	Q 5,00	Q	178 195,55
Fundición de concreto	53 45,56	m <sup>3</sup>	Q 35,00	Q	187 094,60
Desmontaje de la formaleta	35 639,11	m <sup>2</sup>	Q 4,00	Q	142 556,44
TOTAL MANO DE OBRA				Q	721 681,25
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL
Cemento UGC	53456	sacos	Q 75,42	Q	4 031 651,52
Arena de río	2887	m <sup>3</sup>	Q 136,41	Q	393 815,67
Piedrín de 1"	3475	m <sup>3</sup>	Q 175,00	Q	608 125,00
Tabla 10 ft	50	unidad	Q 37,00	Q	1 850,00
Clavo para madera de 3"	24	Lb	Q 4,15	Q	99,60
Alambre de amarre cal. 16	45	Lb	Q 6,62	Q	297,90
Costanera de 6 metros	76	Unidad	Q 136,00	Q	10 336,00
Material poliuretano (sello)	5 483	mL	Q 7,00	Q	38 381,00
Electromalla 9/9	2 528	Unidades	Q 100,00	Q	252 800,00
TOTAL DE MATERIALES				Q	5 337 356,69
COSTO DIRECTO (MAQUINARIA Y EQUIPO+MANO DE OBRA+MATERIALES)				Q	6 094 487,94
FACTOR DE INDIRECTOS (42 %)				Q	2 559 684,93
PRECIO UNITARIO				Q	1 618,86

Fuente: elaboración propia.

10. **Costos unitarios de la colocación de tubería de concreto de 30” para la pavimentación del tramo de aldea Santa Rosita hacia aldea El Jocotillo**

REGION:	4	CONCEPTO:	ESTRUCTURAS DE DRENAJE		
REGION:	4,1	CONCEPTO:	TUBERIA DE CONCRETO DE 30"		
CANTIDAD	71.5 mL				
<b>MAQUINARIA Y EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Cargador frontal	16	Hrs	Q 450,00	Q	7 200,00
Camión de volteo 10 m <sup>3</sup>	16	Hrs	Q 140,00	Q	2 240,00
Vibroapisonadora	16	Hrs	Q 150,00	Q	2 400,00
Pipa	16	Hrs	Q 35,00	Q	560,00
Pick-Up	2	Dias	Q 85,00	Q	170,00
Equipo de topografía	1	Dia	Q 400,00	Q	400,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	12 970,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Operador de Cargador Frontal	2	Dias	Q 170,00	Q	340,00
Pioto Camion de Volteo	2	Dias	Q 130,00	Q	260,00
Operador Vibropisonadora	2	Dias	Q 95,00	Q	190,00
Piloto de Pipa	2	Dias	Q 120,00	Q	240,00
Piloto de Pick up	2	Dia	Q 60,00	Q	120,00
Topografo	1	Dia	Q 175,00	Q	175,00
Cadeneros	1	Dia	Q 90,00	Q	90,00
Ayudantes de topografía	1	Dia	Q 70,00	Q	70,00
Encargado	2	Dia	Q 175,00	Q	350,00
Ayudante	2	Dia	Q 75,00	Q	150,00
Colocación de tubo de concreto	13	Unidad	Q 35,00	Q	455,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q	2 440,00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Tubo de concreto de 30"	13	Unidad	Q 230,00	Q	2 990,00
TOTAL DE MATERIALES				Q	2 990,00
COSTO DIRECTO(MAQUINARIA Y EQUIPO+MANO DE OBRA+MATERIALES)				Q	18 400,00
FACTOR DE INDIRECTOS (42%)				Q	7 728,00
PRECIO UNITARIO				Q	365,43

Fuente: elaboración propia.

11. **Costos unitarios de la construcción de muros cajas y cabezales de la pavimentación del tramo de aldea Santa Rosita hacia aldea El Jocotillo**

SUBREGLÓN:	4,2	CONCEPTO:	MUROS, CAJAS Y CABEZALES		
CANTIDAD	50 m <sup>3</sup>				
MAQUINARIA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Concreteira	23	Hrs	Q 225,00	Q	5 175,00
Camión de volteo 10 m <sup>3</sup>	5	Hrs	Q 140,00	Q	700,00
Pipa	5	Hrs	Q 35,00	Q	175,00
TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				Q	6 050,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Piloto camión de volteo	1	Días	Q 130,00	Q	130,00
Piloto de pipa	1	Días	Q 120,00	Q	120,00
Encargado	3	Día	Q 175,00	Q	525,00
Albañiles	3	Día	Q 125,00	Q	375,00
Ayudantes	15	Día	Q 75,00	Q	1 125,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q	2 275,00
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
Cemento	500	Sacos	Q 75,42	Q	37 710,00
Arena	23,6	m <sup>3</sup>	Q 75,00	Q	1 770,00
Piedrín	35,4	m <sup>3</sup>	Q 175,00	Q	6 195,00
TOTAL DE MATERIALES				Q	45 675,00
COSTO DIRECTO (MAQUINARIA Y EQUIPO+MANO DE OBRA+MATERIALES)				Q	54 000,00
FACTOR DE INDIRECTOS (42 %)				Q	22 680,00
PRECIO UNITARIO				Q	1 533,60

Fuente: elaboración propia.

12. **Costos unitarios de la conformación de la cuneta de la pavimentación del tramo de aldea Santa Rosita hacia aldea El Jocotillo**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	<b>7 469,41</b>	<b>ML</b>	<b>Q 104,90</b>	
<b>MATERIALES</b>				
TOTAL MATERIALES				
<b>MANO DE OBRA</b>				
Trazo y replanteo de la línea	7 469,41	ML	Q 43,00	Q 321 184,63
SUBTOTAL MANO DE OBRA				Q 321 184,63
AYUDANTE 45 %				Q 144 533,08
PRESTACIONES 65 %				Q 93 946,50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 559 664,22
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 559 664,22
TOTAL COSTO INDIRECTO 40 %				Q 223 865,69
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 783 529,90</b>

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
<b>EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA</b>	<b>12 086,82</b>	<b>M³</b>	<b>Q 67,23</b>	
<b>MATERIALES</b>				
TOTAL MATERIALES				
<b>MANO DE OBRA</b>				
Excavación de la zanja	6 198,37	M³	Q 20,00	Q 123 967,31
Flete ripio	45,00	VIAJES	Q 350,00	Q 15 750,00
Selecto	243,00	M³	Q 95,00	Q 23 085,00
Relleno de la zanja	5 888,45	M³	Q 32,00	Q 188 430,40
SUBTOTAL MANO DE OBRA				Q 351 232,71
AYUDANTE 45 %				Q 158 054,72
PRESTACIONES 45 %				Q 71 124,62
TOTAL MANO DE OBRA				Q 580 412,05
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 580 412,05
TOTAL COSTO INDIRECTO 40 %				Q 232 164,82
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>Q 812 576,87</b>

Fuente: elaboración propia.

13. **Costos unitarios del drenaje sanitario para la zona 3 de la aldea El Porvenir**

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL
<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	<b>7 469,41</b>	<b>ML</b>	<b>Q 104,90</b>	
<b>MATERIALES</b>				
TOTAL MATERIALES				
<b>MANO DE OBRA</b>				
Trazo y replanteo de la linea	7 469,41	ML	Q 43,00	Q 321 184,63
SUB - TOTAL MANO DE OBRA				
	AYUDANTE		45 %	Q 144 533,08
	PRESTACIONES		65 %	Q 93 946,50
TOTAL MANO DE OBRA				
				Q 559 664,22
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 559 664,22
TOTAL COSTO INDIRECTO				40 % Q 223 865,69
<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q 783 529,90</b>

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL
<b>EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA</b>	<b>12 086,82</b>	<b>M3</b>	<b>Q 70,89</b>	
<b>MATERIALES</b>				
TOTAL MATERIALES				
<b>MANO DE OBRA</b>				
Excavación de la zanja	6 198,37	M3	Q 20,00	Q 123 967,31
Flete ripio	45,00	VIAJES	Q 350,00	Q 15 750,00
Selecto	243,00	M3	Q 95,00	Q 23 085,00
Relleno de la Zanja	5 888,45	M3	Q 32,00	Q 188 430,40
SUB - TOTAL MANO DE OBRA				
	AYUDANTE		45 %	Q 158 054,72
	PRESTACIONES		65 %	Q 102 735,57
TOTAL MANO DE OBRA				
				Q 612 023,00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 612 023,00
TOTAL COSTO INDIRECTO				40% Q 244 809,20
<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q 856 832,19</b>

Fuente: elaboración propia.



13. **Costos unitarios del drenaje sanitario para la zona 3 de la aldea El Porvenir**

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL
<b>POZO DE VISITA (Hprom=4 m.)</b>	<b>85,00</b>	<b>U</b>	<b>Q 32 472,87</b>	
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	1 051,00	Saco	Q 71,00	Q 74 621,00
Arena de rio	2 102,00	M3	Q 190,00	Q 399 380,00
Piedrin	3 153,00	M3	Q 255,00	Q 804 015,00
Madera para formaleta	3,00	Docena	Q 395,00	Q 1 185,00
Clavo de 2"	40,00	Libras	Q 8,00	Q 320,00
Alambre de Amarre	50,00	Libras	Q 8,00	Q 400,00
Hierro de 1/2"	206,00	Varillas	Q 65,00	Q 13 390,00
Hierro de 3/8"	426,00	Varillas	Q 45,00	Q 19 170,00
Selecto	8,00	M3	Q 90,00	Q 720,00
Ladrillo tayuyo 0.066x0.11x0.23	108 417,00	U	Q 3,50	Q 379 459,50
Acarreo	623,00	M3	Q 350,00	Q 218 050,00
SUB- TOTAL DE MATERIALES				<b>Q 1 910 710,50</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Fundición de piso	22,50	M3	Q 18,00	Q 405,00
Levantado de muro	622,50	M2	Q 40,00	Q 24 900,00
Fundición de tapadera	74,00	U	Q 70,00	Q 5 180,00
Brocal	74,00	U	Q 60,00	Q 4 440,00
SUB - TOTAL MANO DE OBRA				Q 34 925,00
			AYUDANTE	45 % Q 15 716,25
			PRESTACIONES	65 % Q 10 215,56
TOTAL MANO DE OBRA				Q 60 856,81
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 1 971 567,31
TOTAL COSTO INDIRECTO			Q 0,40	Q 788 626,93
<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>2 760 194,24</b>

Fuente: elaboración propia.

14. **Costos unitarios del drenaje sanitario para la zona 3 de la aldea El Porvenir**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
<b>CANDELAS DOMICILIARES</b>	<b>674,00</b>	<b>U</b>	<b>Q 1 709,44</b>	
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	1 416,00	Saco	Q 71,00	Q 100 536,00
Arena de río	94,00	M³	Q 190,00	Q 17 860,00
Piedrin	110,00	M³	Q 260,00	Q 28 600,00
Hierro de 1/4"	5 631,00	Varillas	Q 25,00	Q 140 775,00
Hierro de 3/8"	139,00	Varillas	Q 45,00	Q 6 255,00
Clavo de 2"	200,00	Libras	Q 8,50	Q 1 700,00
Alambre de amarre	200,00	Libras	Q 8,50	Q 1 700,00
Tubo de concreto de 12"	650,00	U	Q 125,00	Q 81 250,00
Silleta Yee 45°	650,00	U	Q 160,00	Q 104 000,00
Tubo PVC 4"	650,00	U	Q 295,00	Q 191 750,00
Pegamento PVC 1/4 GAL	22,00	U	Q 300,00	Q 6 600,00
Acarreo	105,00	M³	Q 225,00	Q 23 625,00
<b>SUB- TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 704 651,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Instalación tubo de concreto 12"	343,00	U	Q 18,50	Q 6 345,50
Instalación de accesorios	1,00	Global	Q 19 385,00	Q 19 385,00
Fundición de tapadera	343,00	U	Q 65,00	Q 22 295,00
Instalación a colector principal	1,00	Global	Q 19 877,00	Q 19 877,00
SUBTOTAL MANO DE OBRA				Q 67 902,50
AYUDANTE 45 %				Q 30 556,13
PRESTACIONES 65 %				Q 19 861,48
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 118 320,11</b>
TOTAL COSTO DIRECTO				Q 822 971,11
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q 329 188,44
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>1 152 159,55</b>

Fuente: elaboración propia.

14. **Costos unitarios del drenaje sanitario para la zona 3 de la aldea El Porvenir**

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL
<b>CANDELAS DOMICILIARES</b>	<b>674,00</b>	<b>U</b>	Q 1 709,44	
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	1 416,00	Saco	Q 71,00	Q 100 536,00
Arena de rio	94,00	m3	Q 190,00	Q 17 860,00
Piedrin	110,00	m3	Q 260,00	Q 28 600,00
Hierro de 1/4"	5 631,00	Varillas	Q 25,00	Q 140 775,00
Hierro de 3/8"	139,00	Varillas	Q 45,00	Q 6 255,00
Clavo de 2"	200,00	Libras	Q 8,50	Q 1 700,00
Alambre de Amarre	200,00	Libras	Q 8,50	Q 1 700,00
Tubo de concreto de 12"	650,00	U	Q 125,00	Q 81 250,00
Silleta Yee 45°	650,00	U	Q 160,00	Q 104 000,00
Tubo PVC 4"	650,00	U	Q 295,00	Q 191 750,00
Pegamento PVC 1/4 GAL	22,00	U	Q 300,00	Q 6 600,00
Acarreo	105,00	m3	Q 225,00	Q 23 625,00
<b>SUB- TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 704 651,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Instalación tubo de concreto 12"	343,00	U	Q 18,50	Q 6 345,50
Instalación de accesorios	1,00	Global	Q 19 385,00	Q 19 385,00
Fundición de tapadera	343,00	U	Q 65,00	Q 22 295,00
Instalación a colector principal	1,00	Global	Q 19 877,00	Q 19 877,00
<b>SUB - TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 67 902,50</b>
AYUDANTE			45 %	Q 30 556,13
PRESTACIONES			65 %	Q 19 861,48
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 118 320,11</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>Q 822 971,11</b>
<b>TOTAL COSTO INDIRECTO</b>			Q 0,40	<b>Q 329 188,44</b>
<b>TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>1 152 159,55</b>

Fuente: elaboración propia.

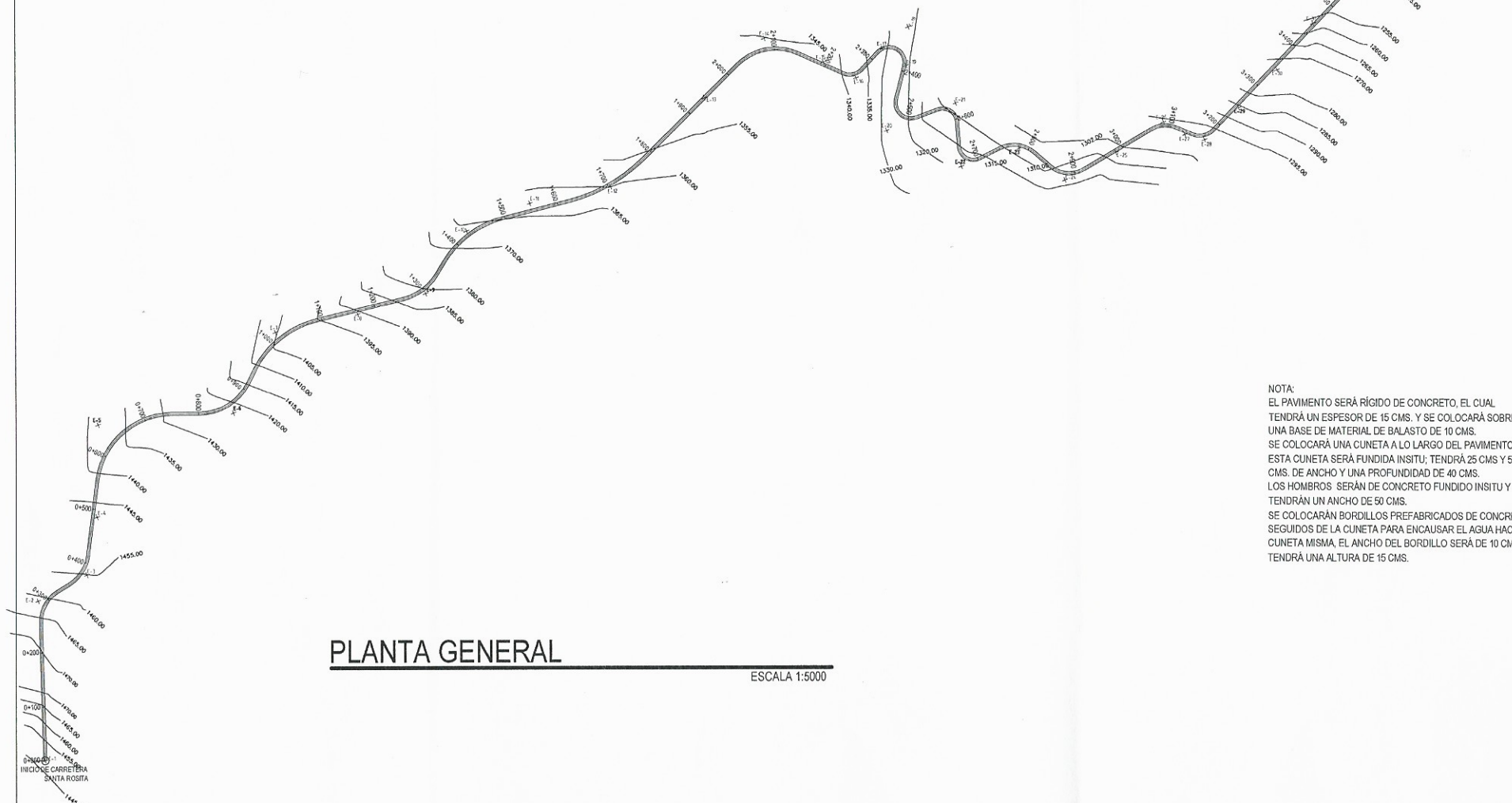
14. **Costos unitarios del drenaje sanitario para la zona 3 de la aldea El Porvenir**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
<b>POZOS DE ABSORCIÓN</b>	<b>11,00</b>	<b>U</b>	Q 79 743,95	
Excavación	1 555,12	M³	Q 200,00	Q 311 024,00
Brocal de pozo	11,00	global	Q 2 100,00	Q 23 100,00
Tapadera de pozo	11,00	Unidad	Q 1 025,00	Q 11 275,00
Tubo de ventilacion de 4"	11,00	Unidad	Q 85,00	Q 935,00
Piedrín	1 404,00	M³	Q 285,00	Q 400 140,00
<b>SUB- TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 746 474,00</b>
Mano de calificada	1,00	GLOBAL	Q 59 853,75	Q 59 853,75
Mano de obra no calificada	1,00	GLOBAL	Q 20 456,13	Q 20 456,13
Gastos indirectos	1,00	GLOBAL	Q 50 399,53	Q 50 399,53
<b>TOTAL DEL RENGLÓN</b>				<b>877 183,41</b>

Fuente: elaboración propia.



PROYECTO	DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA ALDEA EL JOCOITILLO
LUGAR	ALDEA SANTA ROSITA, VILLA CAÑALES, GUATEMALA
MUNICIPALIDAD	VILLA CAÑALES, GUATEMALA
ALCALDE MUNICIPAL	LIC. ERICK POCASANGRE
ASESOR	ING. ÁNGEL SIC GARCÍA
DISEÑO	NIVIA JEANNETTE GARZONA GARCÍA
CÓDIGOS UTILIZADOS	ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES, NORMAS AASHTO ASIM ACI
SOFTWARES UTILIZADO	AutoCAD Civil 2011, MICROSOFT 2010
PARÁMETROS DE DISEÑO	
LONGITUD DEL TRAMO	5.48 Km
TRAFICO PROMEDIO DIARIO	DE 10 A 100 VEHÍCULOS
TIPO DE CARRETERA	F. ONDULADA
VELOCIDAD DE DISEÑO	30 Km/h
ANCHO DE CALZADA	5.50 METROS
RADIO MÍNIMO DE DISEÑO	30.00 METROS. ALGUNOS RADIOS SON MENORES DE 30.00 METROS, YA QUE EL DERECHO DE VIA ESTÁ DADO Y EXISTEN CONSTRUCCIONES ALEDAÑAS POR LO QUE EL PERALTE SE VERÁ FORZADO EN DICHAS CURVAS.
PENDIENTE DE BOMBEO	3%
PENDIENTE MÁXIMA	18.50%
CARPETA DE RODADURA	
CONCRETO: EN EL CONCRETO SE UTILIZARÁ UN CEMENTO DE 4.000 PSI Y EL CONCRETO LLEGARÁ A UNA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 4.000 PSI EN 28 DÍAS POR MEDIO DE LA RELACIÓN DE MEZCLA 1:2:2.	
AGREGADO FINO: DEBE SER LIMPIO, ADECUADAMENTE GRADIADO Y LIBRE DE MATERIA ORGÁNICA QUE PUEDA REDUCIR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO. SE EMPLEARÁ ARENA NATURAL, QUE CONTENGAN DE 12 A 15% DE MATERIAL QUE PASA POR EL TÁMIZ No 5, SON PREFERIBLES PARA CONCRETOS MÁS TRABAJABLES.	
AGREGADO GRUESO: DEBE SER RESISTENTE AL DESGASTE PARA CONCRETOS UTILIZADOS EN PAVIMENTOS. SE PUEDE UTILIZAR UN AGREGADO CON GRANULOMETRÍA DE 1 1/2" PARA MEJORES RESULTADOS.	



**PLANTA GENERAL**

ESCALA 1:5000

NOTA:  
EL PAVIMENTO SERÁ RÍGIDO DE CONCRETO, EL CUAL TENDRÁ UN ESPESOR DE 15 CMS. Y SE COLOCARÁ SOBRE UNA BASE DE MATERIAL DE BALASTO DE 10 CMS. SE COLOCARÁ UNA CUNETETA A LO LARGO DEL PAVIMENTO, ESTA CUNETETA SERÁ FUNDIDA INSITU; TENDRÁ 25 CMS Y 50 CMS. DE ANCHO Y UNA PROFUNDIDAD DE 40 CMS. LOS HOMBROS SERÁN DE CONCRETO FUNDIDO INSITU Y TENDRÁN UN ANCHO DE 50 CMS. SE COLOCARÁN BORDILLOS PREFABRICADOS DE CONCRETO SEGUIDOS DE LA CUNETETA PARA ENCAUSAR EL AGUA HACIA LA CUNETETA MISMA, EL ANCHO DEL BORDILLO SERÁ DE 10 CMS. Y TENDRÁ UNA ALTURA DE 15 CMS.

LIBRETA TOPOGRÁFICA			
ESTACION	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA
E-1	E-2	83° 28' 34.37"	253.84
E-2	E-3	128° 17' 01.92"	102.41
E-3	E-4	75° 53' 18.94"	108.18
E-4	E-5	66° 40' 28.14"	168.78
E-5	E-6	151° 01' 23.92"	249.34
E-6	E-7	93° 43' 23.14"	167.03
E-7	E-8	143° 50' 24.32"	155.19
E-8	E-9	138° 52' 51.17"	129.95
E-9	E-10	99° 20' 10.45"	136.63
E-10	E-11	132° 10' 33.31"	126.35
E-11	E-12	144° 30' 32.34"	151.42
E-12	E-13	112° 32' 46.09"	237.18
E-13	E-14	111° 01' 35.29"	155.02
E-14	E-15	178° 01' 47.29"	117.05
E-15	E-16	181° 41' 04.45"	66.97
E-16	E-17	107° 39' 04.80"	72.24
E-17	E-18	116° 14' 42.65"	62.03
E-18	E-19	249° 11' 51.72"	71.29
E-19	E-20	262° 35' 30.18"	124.50
E-20	E-21	134° 22' 55.64"	136.67
E-21	E-22	240° 48' 57.77"	116.48
E-22	E-23	138° 55' 58.11"	111.02
E-23	E-24	190° 36' 44.44"	102.36
E-24	E-25	127° 48' 20.27"	105.45
E-25	E-26	123° 24' 17.82"	104.14
E-26	E-27	185° 55' 51.27"	45.99
E-27	E-28	170° 40' 01.79"	37.02
E-28	E-29	112° 44' 03.82"	85.31
E-29	E-30	111° 14' 25.64"	98.78
E-30	E-31	103° 25' 37.54"	108.27
E-31	E-32	114° 07' 01.04"	84.18
E-32	E-33	110° 45' 39.16"	103.38
E-33	E-34	118° 17' 18.85"	86.97
E-34	E-35	128° 40' 49.82"	231.96
E-35	E-36	73° 53' 25.43"	175.14
E-36	E-37	167° 39' 14.79"	134.77
E-37	E-38	115° 51' 32.19"	138.91
E-38	E-39	109° 35' 36.61"	141.02
E-39	E-40	117° 13' 22.32"	137.16
E-40	E-41	114° 37' 37.84"	154.15
E-41	E-42	114° 14' 21.29"	370.00
E-42	E-43	114° 55' 54.71"	171.50
E-43	E-44	113° 55' 07.47"	141.45

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOITILLO

UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA

MUNICIPIO: VILLA CAÑALES

DEPARTAMENTO: GUATEMALA

**Ing. Ángel Roberto Sic García**  
ASESOR SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

**Facultad de Ingeniería**

CONTENIDO:  
PLANTA GENERAL

DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCIA

CÁLULO: NIVIA GARZONA GARCIA

DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCIA

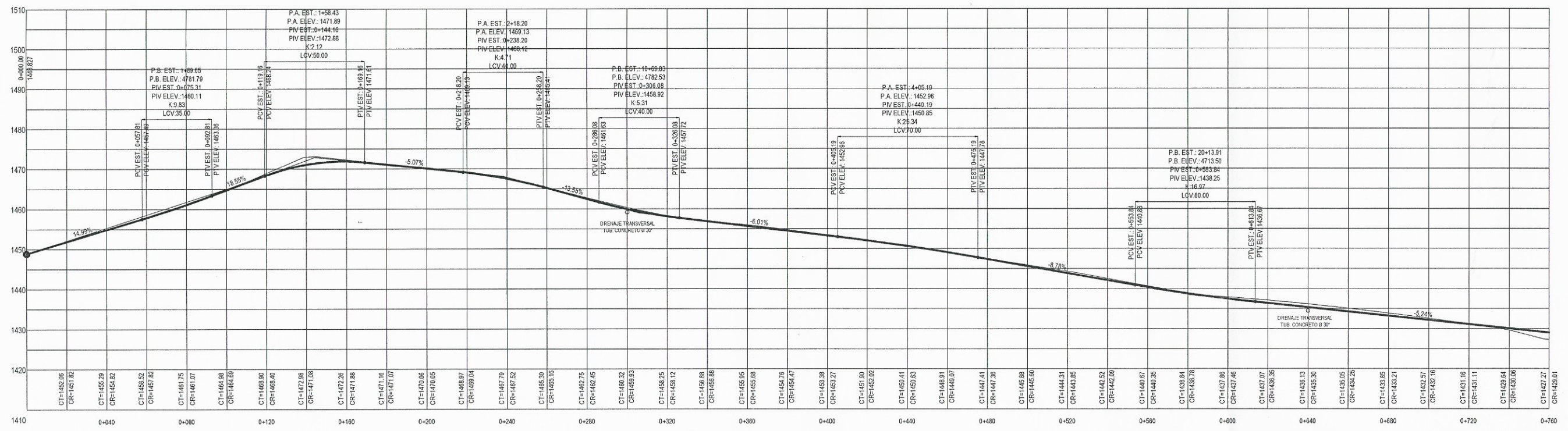
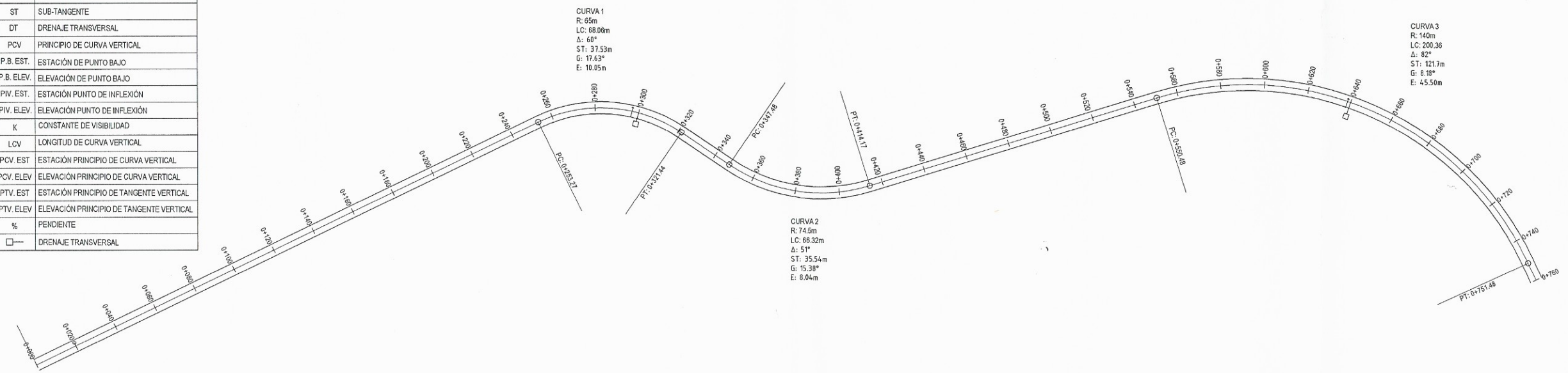
No. HOJA  
1 / 22

EPS  
6 MESES

FECHA  
ENERO 2015

ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
(ASESOR)

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
E-1	ESTACIÓN
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PC	PRINCIPIO DE CURVA
R	RADIO DE CURVA
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
LC	LONGITUD DE CURVA
E	EXTERNAL
G	GRADO DE CURVATURA
ST	SUB-TANGENTE
DT	DRENAJE TRANSVERSAL
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
P.B. EST.	ESTACIÓN DE PUNTO BAJO
P.B. ELEV.	ELEVACIÓN DE PUNTO BAJO
P.V. EST.	ESTACIÓN PUNTO DE INFLEXIÓN
P.V. ELEV.	ELEVACIÓN PUNTO DE INFLEXIÓN
K	CONSTANTE DE VISIBILIDAD
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV. EST.	ESTACIÓN PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PCV. ELEV.	ELEVACIÓN PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV. EST.	ESTACIÓN PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PTV. ELEV.	ELEVACIÓN PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
%	PENDIENTE
□	DRENAJE TRANSVERSAL

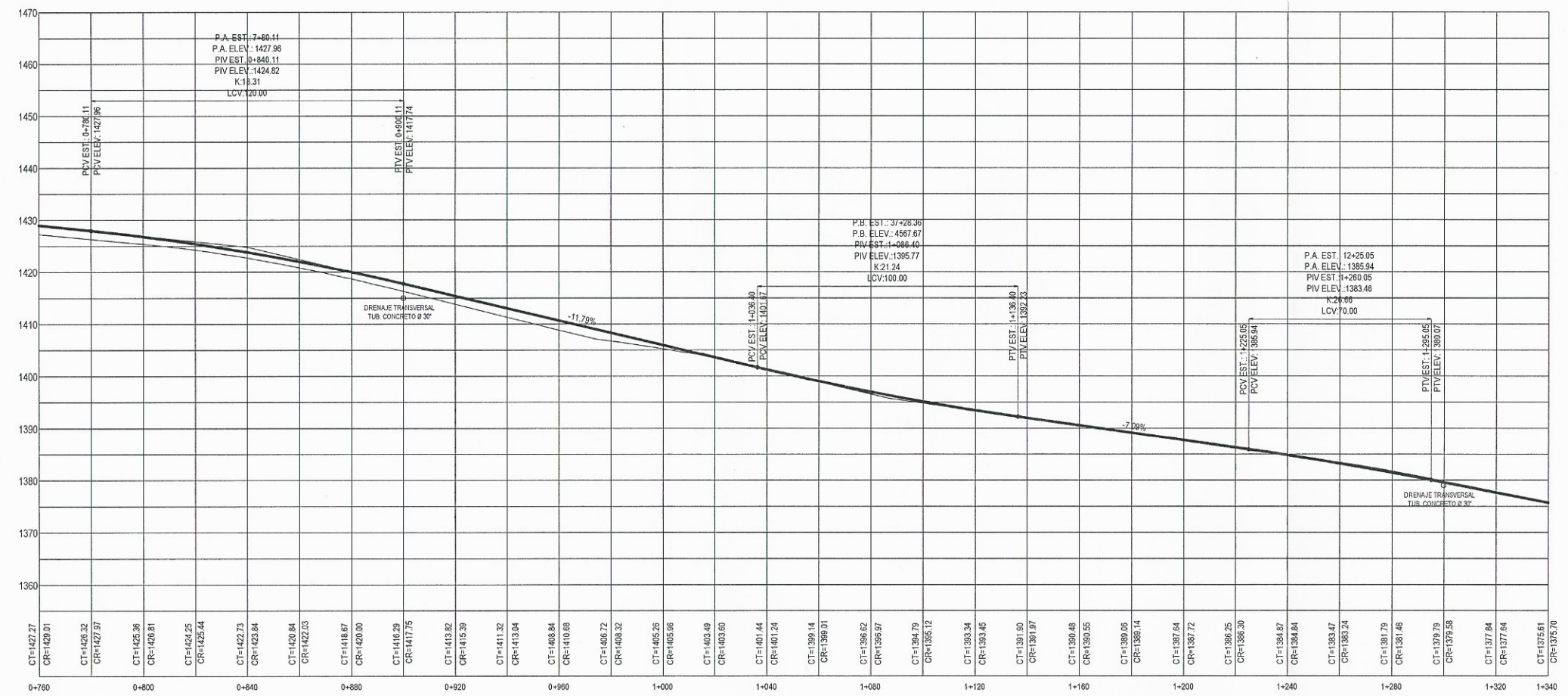
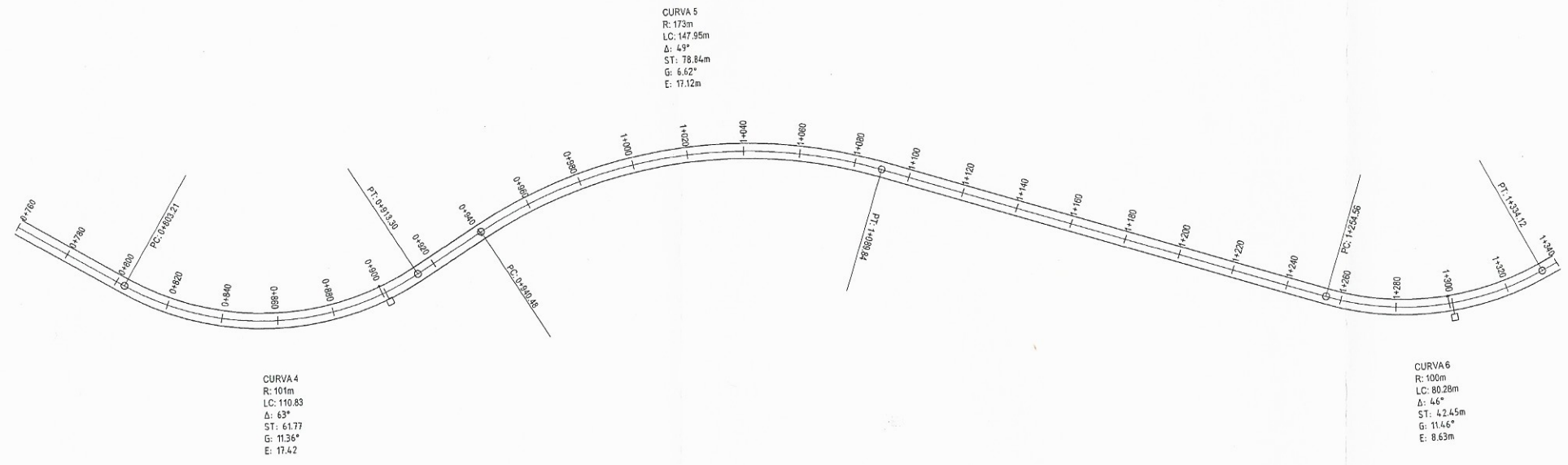


PLANTA-PERFIL DE EST 0+000 A EST 0+760

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO	
UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA MUNICIPIO: VILLA CAÑALES DEPARTAMENTO: GUATEMALA		Universidad de San Carlos de Guatemala Ing. Angel Roberto Sic Garcia ASESOR - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería	
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL CARRETERA SANTA ROSITA	EPS: 6 MESES	FECHA: ENERO 2016	No. HOJA: 2 / 22
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA	DISEÑADA POR: NIVIA GARZONA GARCÍA DISEÑADA POR: NIVIA GARZONA GARCÍA DISEÑADA POR: NIVIA GARZONA GARCÍA		

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
E-1	ESTACION
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PC	PRINCIPIO DE CURVA
R	RADIO DE CURVA
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
LC	LONGITUD DE CURVA
E	EXTERNAL
G	GRADO DE CURVATURA
ST	SUB-TANGENTE
DT	DRENAJE TRANSVERSAL
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
P.B. EST.	ESTACION DE PUNTO BAJO
P.B. ELEV.	ELEVACION DE PUNTO BAJO
PIV. EST.	ESTACION PUNTO DE INFLEXION
PIV. ELEV.	ELEVACION PUNTO DE INFLEXION
K	CONSTANTE DE VISIBILIDAD
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV. EST.	ESTACION PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PCV. ELEV.	ELEVACION PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV. EST.	ESTACION PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PTV. ELEV.	ELEVACION PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
%	PENDIENTE
□—	DRENAJE TRANSVERSAL

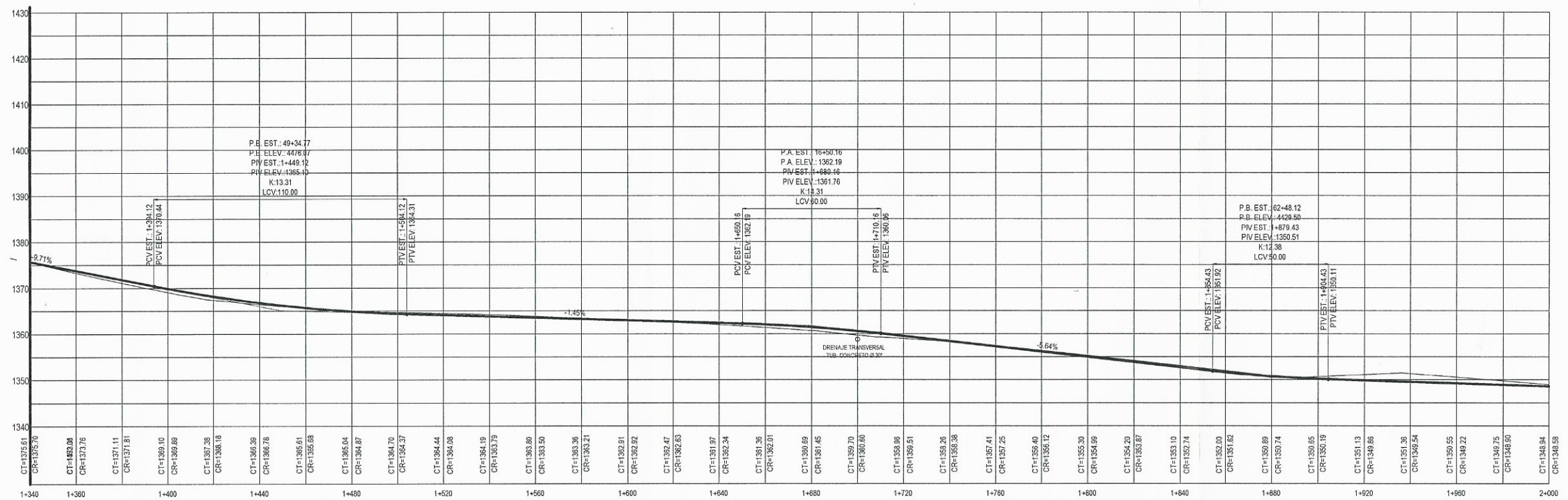
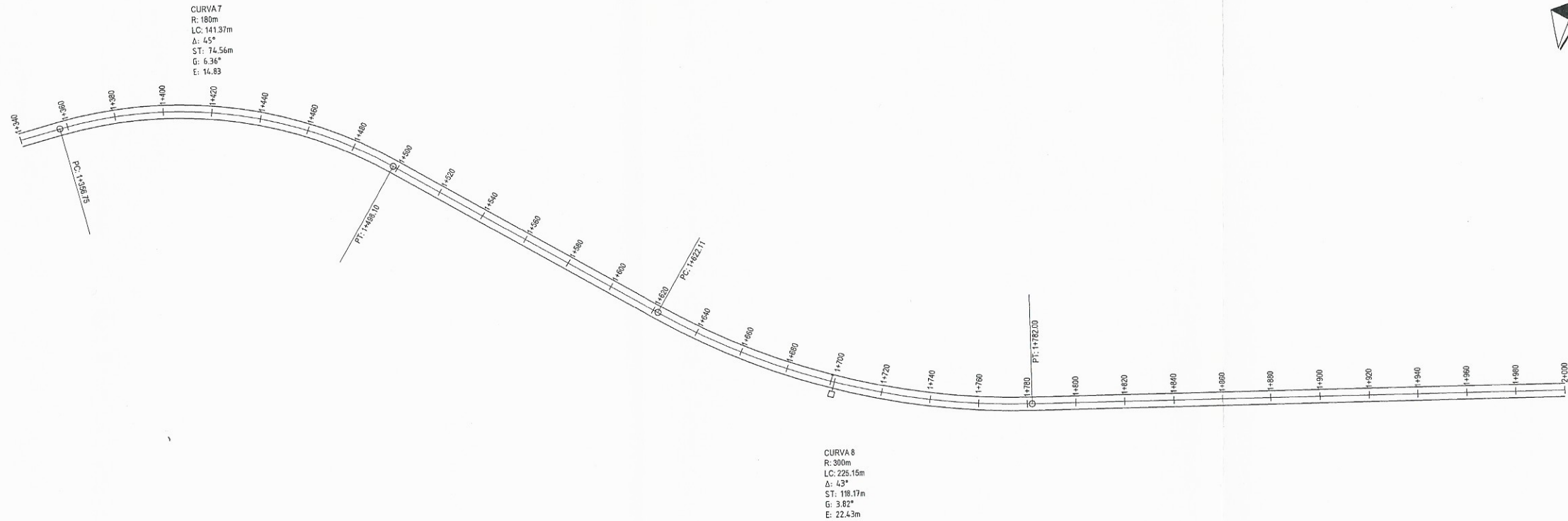


PLANTA-PERFIL DE EST 0+760 A EST 1+340

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOQUITILLO UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA MUNICIPIO: VILLA CANALES DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
CONTENIDO PLANTA - PERFIL CARRETERA SANTA ROSITA	EPS 6 MESES	FECHA EN ELZ	ESCALA INDICAR
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA	No. HOJA 3 / 22	Ing. Angel Roberto Sic Garcia ASesor - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería	

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
E-1	ESTACIÓN
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PC	PRINCIPIO DE CURVA
R	RADIO DE CURVA
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
LC	LONGITUD DE CURVA
E	EXTERNAL
G	GRADO DE CURVATURA
ST	SUB-TANGENTE
DT	DRENAJE TRANSVERSAL
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
P.B. EST.	ESTACIÓN DE PUNTO BAJO
P.B. ELEV.	ELEVACIÓN DE PUNTO BAJO
PIV. EST.	ESTACIÓN PUNTO DE INFLEXIÓN
PIV. ELEV.	ELEVACIÓN PUNTO DE INFLEXIÓN
K	CONSTANTE DE VISIBILIDAD
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV. EST.	ESTACIÓN PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PCV. ELEV.	ELEVACIÓN PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV. EST.	ESTACIÓN PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PTV. ELEV.	ELEVACIÓN PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
%	PENDIENTE
□	DRENAJE TRANSVERSAL



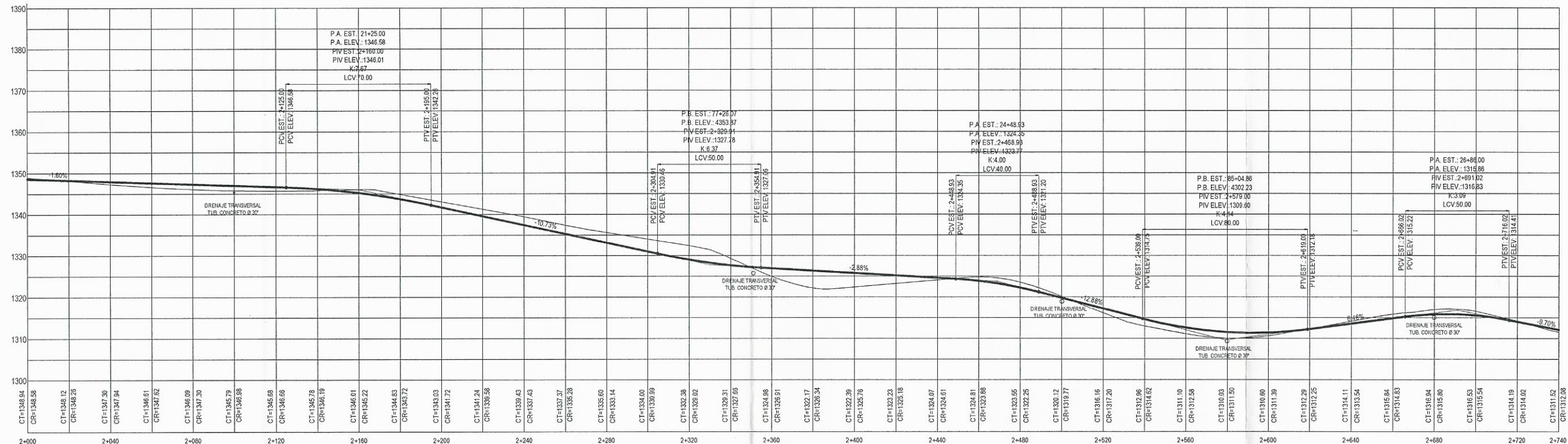
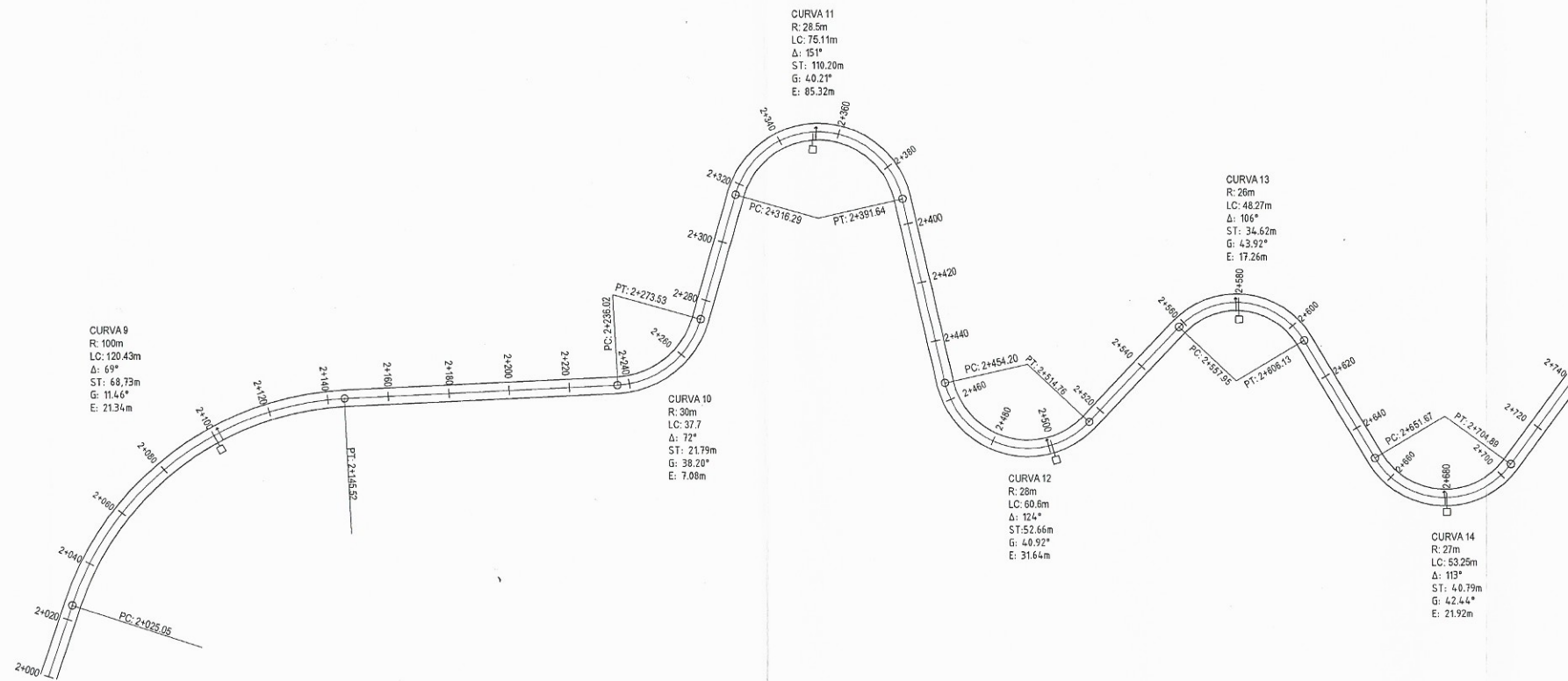
PLANTA-PERFIL DE EST 1+340 A EST 2+000

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO	
UBICACIÓN:		ALDEA SANTA ROSITA	
MUNICIPIO:		VILLA CAÑALES	
DEPARTAMENTO:		GUATEMALA	
CONTENIDO:	EPS:	FECHA:	ESCALA:
PLANTA - PERFIL CARRETERA SANTA ROSITA	6 MESES	ENERO 2015	INDICADA
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA	No. HOJA:		
CALCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA	4 / 22		
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA	ING. ANGELO ROBERTO SIC GARCIA ASESOR - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería		



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
E-1	ESTACIÓN
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PC	PRINCIPIO DE CURVA
R	RADIO DE CURVA
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
LC	LONGITUD DE CURVA
E	EXTERNAL
G	GRADO DE CURVATURA
ST	SUB-TANGENTE
DT	DRENAJE TRANSVERSAL
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
P.B. EST.	ESTACIÓN DE PUNTO BAJO
P.B. ELEV.	ELEVACIÓN DE PUNTO BAJO
PIV. EST.	ESTACIÓN PUNTO DE INFLEXIÓN
PIV. ELEV.	ELEVACIÓN PUNTO DE INFLEXIÓN
K	CONSTANTE DE VISIBILIDAD
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV. EST.	ESTACIÓN PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PCV. ELEV.	ELEVACIÓN PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV. EST.	ESTACIÓN PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PTV. ELEV.	ELEVACIÓN PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
%	PENDIENTE
□	DRENAJE TRANSVERSAL



**PLANTA-PERFIL DE EST 2+000 A EST 2+740**

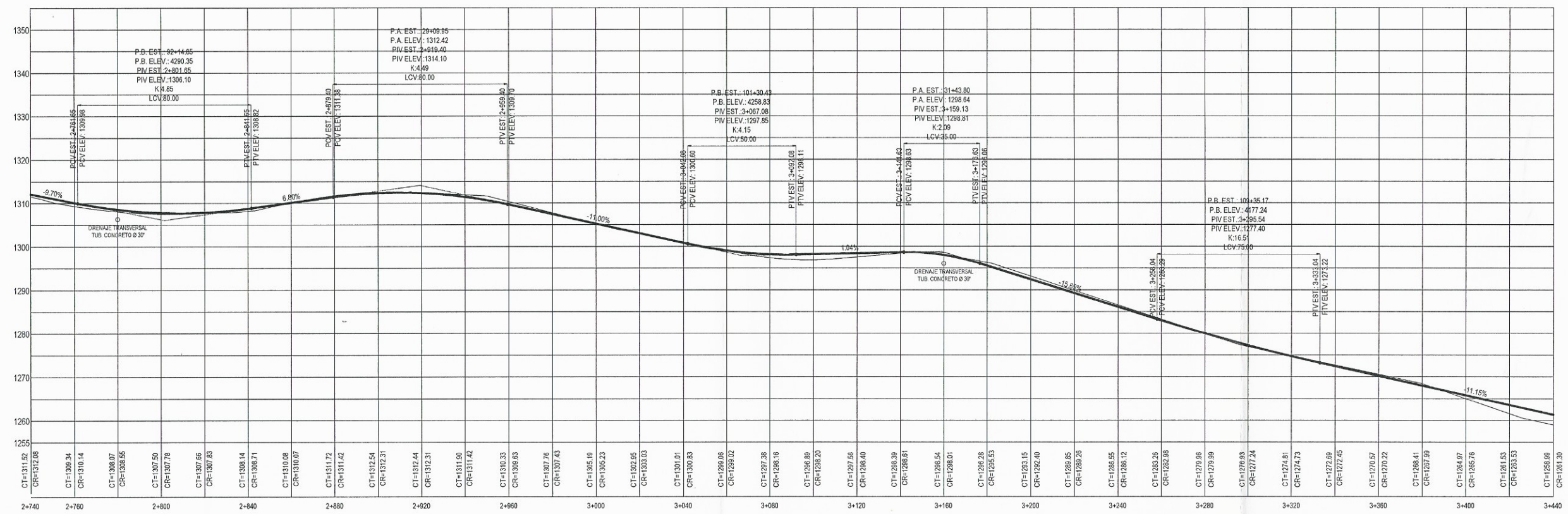
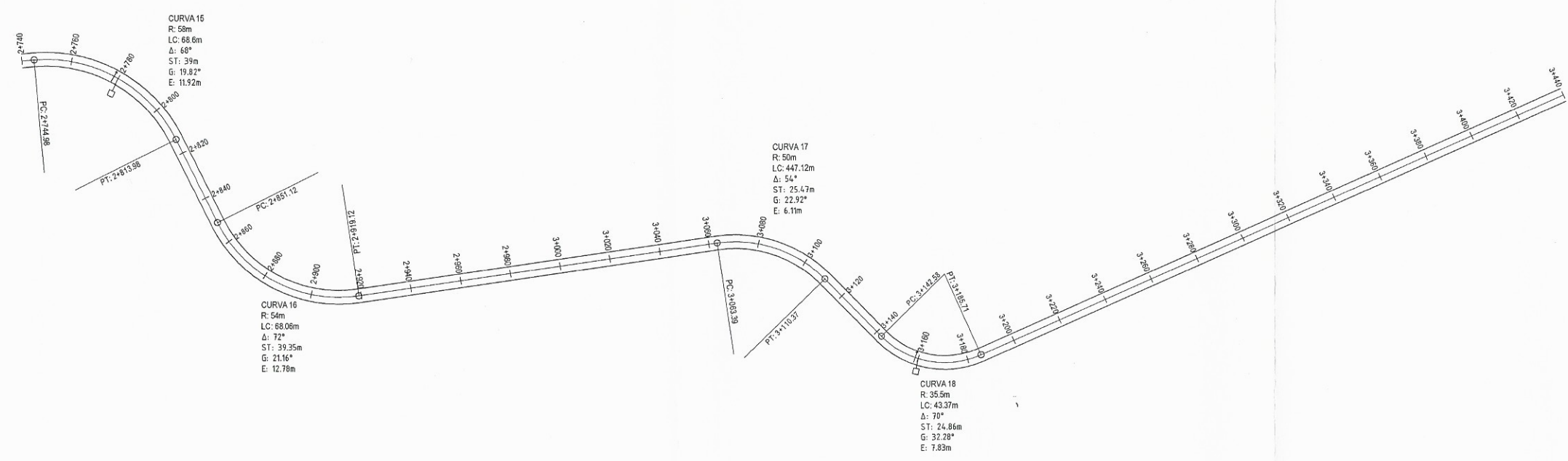
ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCCOTIL	
UBICACIÓN		ALDEA SANTA ROSITA	
MUNICIPIO:		VILLA CANALES	
DEPARTAMENTO:		GUATEMALA	
CONTENIDO	EPS	FECHA	ESCALA
PLANTA - PERFIL CARRETERA SANTA ROSITA	6 MESES	ENERO	1:500
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA	Nº. HOJA	5	
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA	22	22	
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA			

Ing. Angel Roberto Sic Garcia  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
E-1	ESTACIÓN
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PC	PRINCIPIO DE CURVA
R	RADIO DE CURVA
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
LC	LONGITUD DE CURVA
E	EXTERNAL
G	GRADO DE CURVATURA
ST	SUB-TANGENTE
DT	DRENAJE TRANSVERSAL
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
P.B. EST.	ESTACIÓN DE PUNTO BAJO
P.B. ELEV.	ELEVACIÓN DE PUNTO BAJO
PIV. EST.	ESTACIÓN PUNTO DE INFLEXIÓN
PIV. ELEV.	ELEVACIÓN PUNTO DE INFLEXIÓN
K	CONSTANTE DE VISIBILIDAD
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV. EST.	ESTACIÓN PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PCV. ELEV.	ELEVACIÓN PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV. EST.	ESTACIÓN PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PTV. ELEV.	ELEVACIÓN PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
%	PENDIENTE
□	DRENAJE TRANSVERSAL

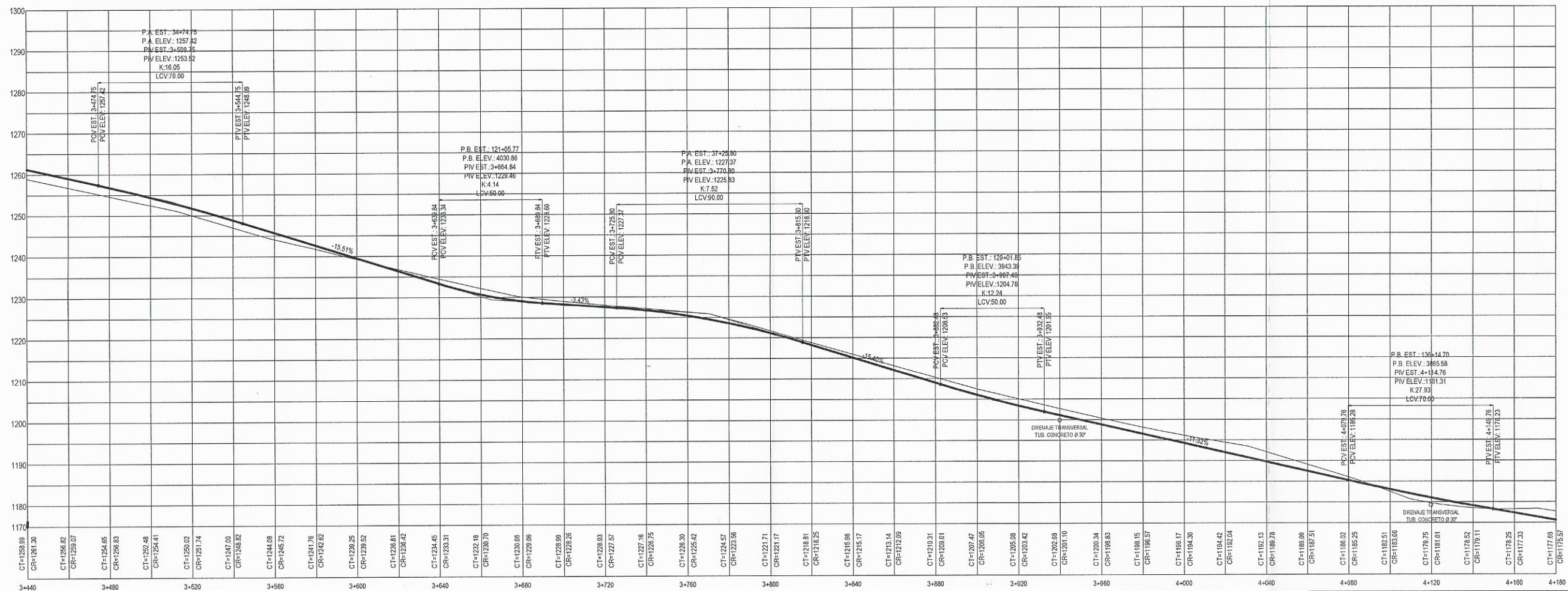
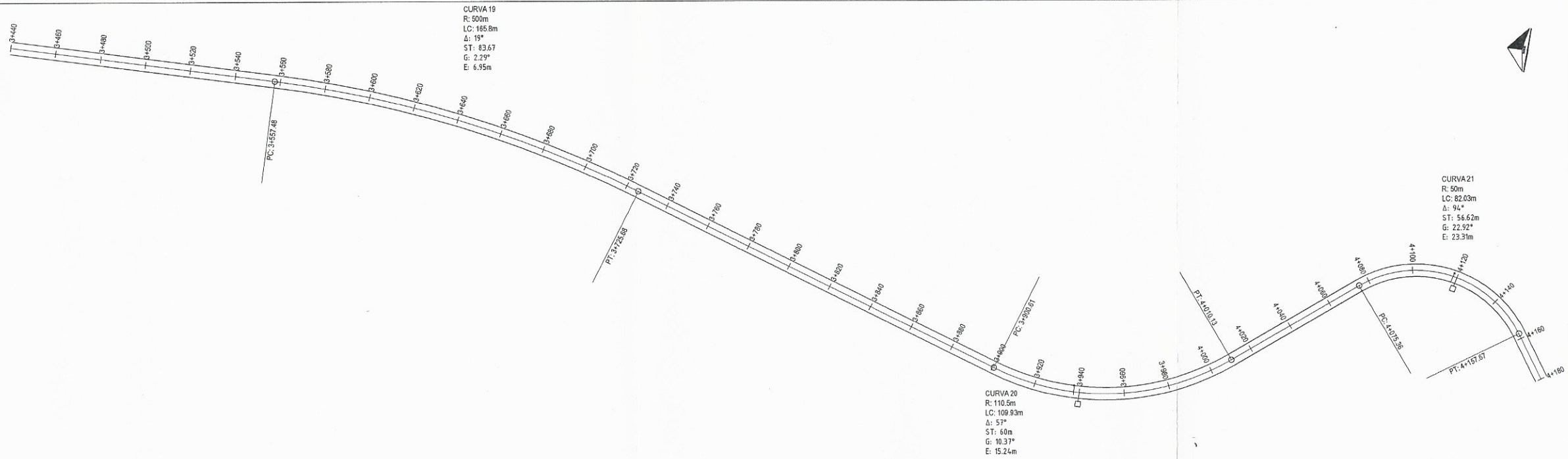


**PLANTA-PERFIL DE EST 2+740 A EST 3+440**

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO	
UBICACIÓN:		ALDEA SANTA ROSITA	
MUNICIPIO:		VILLA CANALES	
DEPARTAMENTO:		GUATEMALA	
CONTENIDO	EPS	FECHA	ESCALA
PLANTA - PERFIL CARRETERA SANTA ROSITA	6 MESES	ENERO 2011	INDICADA
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA	No. HOJA		
CALCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA	6 / 22		
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA	Ing. Angel Roberto Sic Garcia ASESOR - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS		

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
E-1	ESTACION
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PC	PRINCIPIO DE CURVA
R	RADIO DE CURVA
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
LC	LONGITUD DE CURVA
E	EXTERNAL
G	GRADO DE CURVATURA
ST	SUB-TANGENTE
DT	DRENAJE TRANSVERSAL
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
P.B. EST.	ESTACION DE PUNTO BAJO
P.B. ELEV.	ELEVACION DE PUNTO BAJO
P.V. EST.	ESTACION PUNTO DE INFLEXIÓN
P.V. ELEV.	ELEVACION PUNTO DE INFLEXIÓN
K	CONSTANTE DE VISIBILIDAD
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV. EST.	ESTACION PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PCV. ELEV.	ELEVACION PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV. EST.	ESTACION PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PTV. ELEV.	ELEVACION PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
%	PENDIENTE
□	DRENAJE TRANSVERSAL

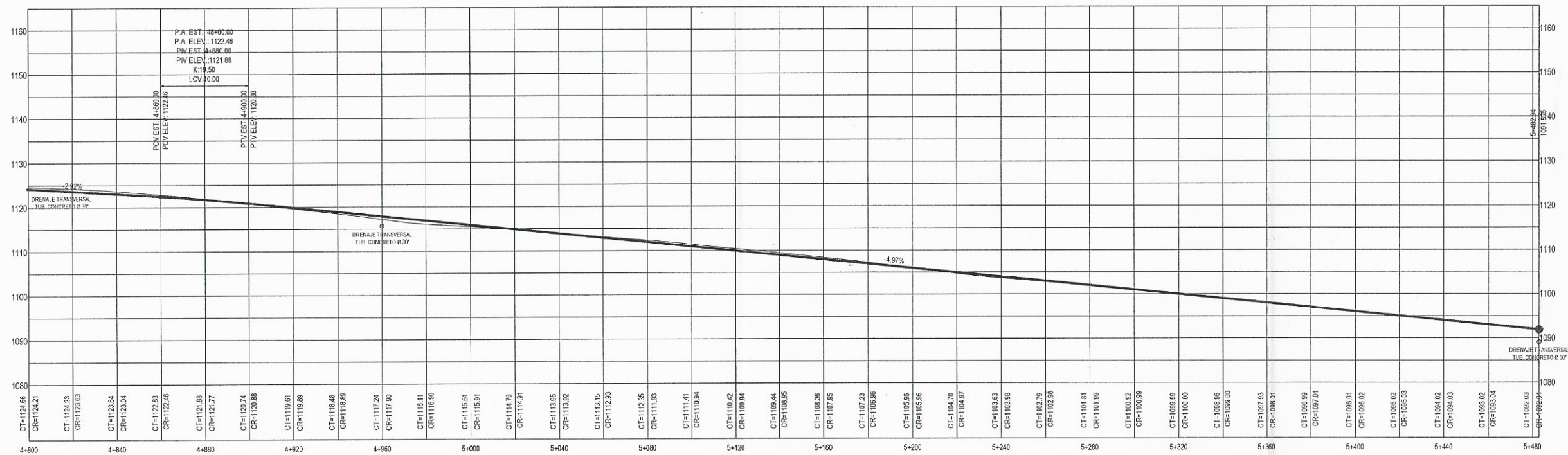
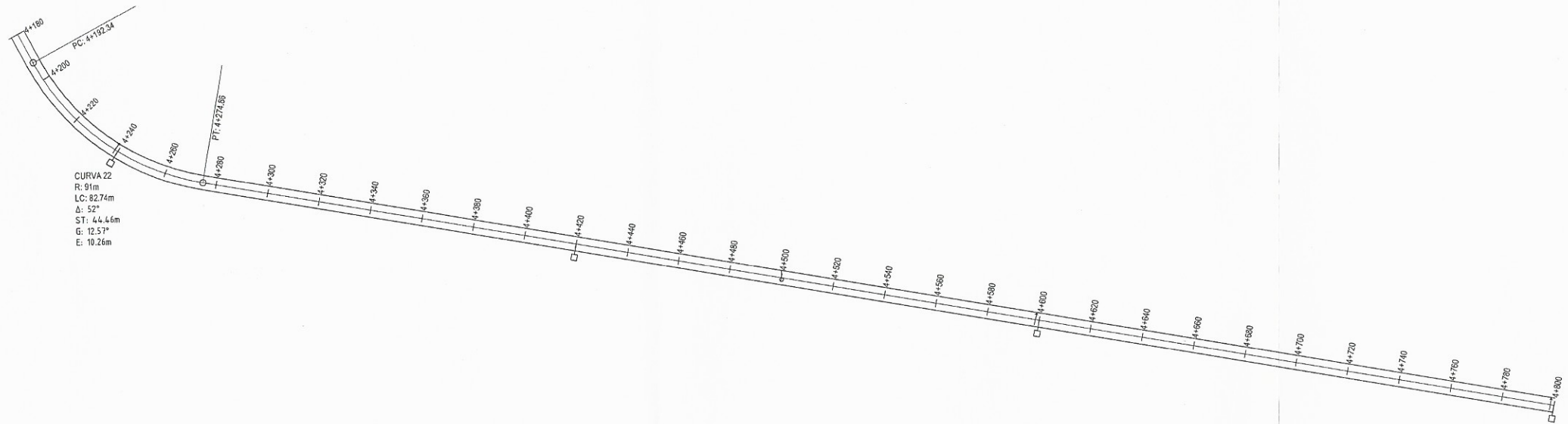


**PLANTA-PERFIL DE EST 3+440 A EST 4+180**

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOYAL UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA MUNICIPIO: VILLA CANALES DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL CARRETERA SANTA ROSITA	EPS: 6 MESES	FECHA: ENERO 2015	<p>Ing. Angel Roberto Sic Garcia ASESOR - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería</p>
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCIA	No. HOJA: 7 / 22		
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCIA			

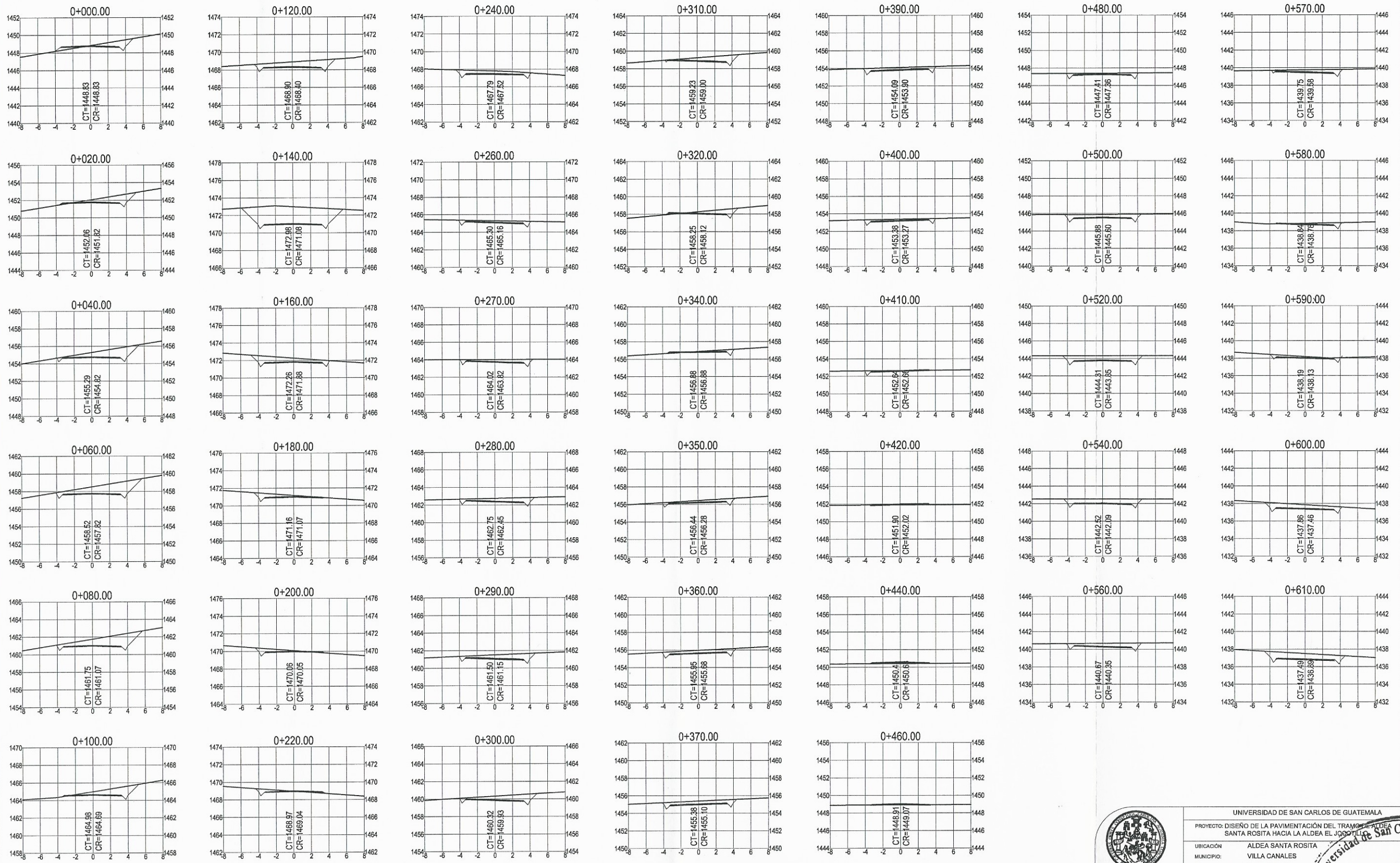
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
E-1	ESTACIÓN
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PC	PRINCIPIO DE CURVA
R	RADIO DE CURVA
Δ	ÁNGULO DE DEFLEXIÓN
LC	LONGITUD DE CURVA
E	EXTERNAL
G	GRADO DE CURVATURA
ST	SUB-TANGENTE
DT	DRENAJE TRANSVERSAL
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
P.B. EST.	ESTACIÓN DE PUNTO BAJO
P.B. ELEV.	ELEVACIÓN DE PUNTO BAJO
P.V. EST.	ESTACIÓN PUNTO DE INFLEXIÓN
P.V. ELEV.	ELEVACIÓN PUNTO DE INFLEXIÓN
K	CONSTANTE DE VISIBILIDAD
LCV	LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PCV. EST.	ESTACIÓN PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PCV. ELEV.	ELEVACIÓN PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV. EST.	ESTACIÓN PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PTV. ELEV.	ELEVACIÓN PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
%	PENDIENTE
□	DRENAJE TRANSVERSAL




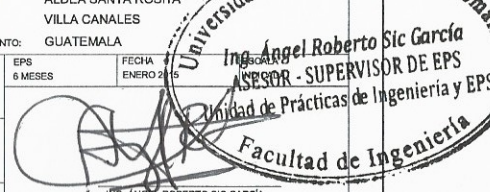
PLANTA-PERFIL DE EST 4+800 A EST 5+480

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:500

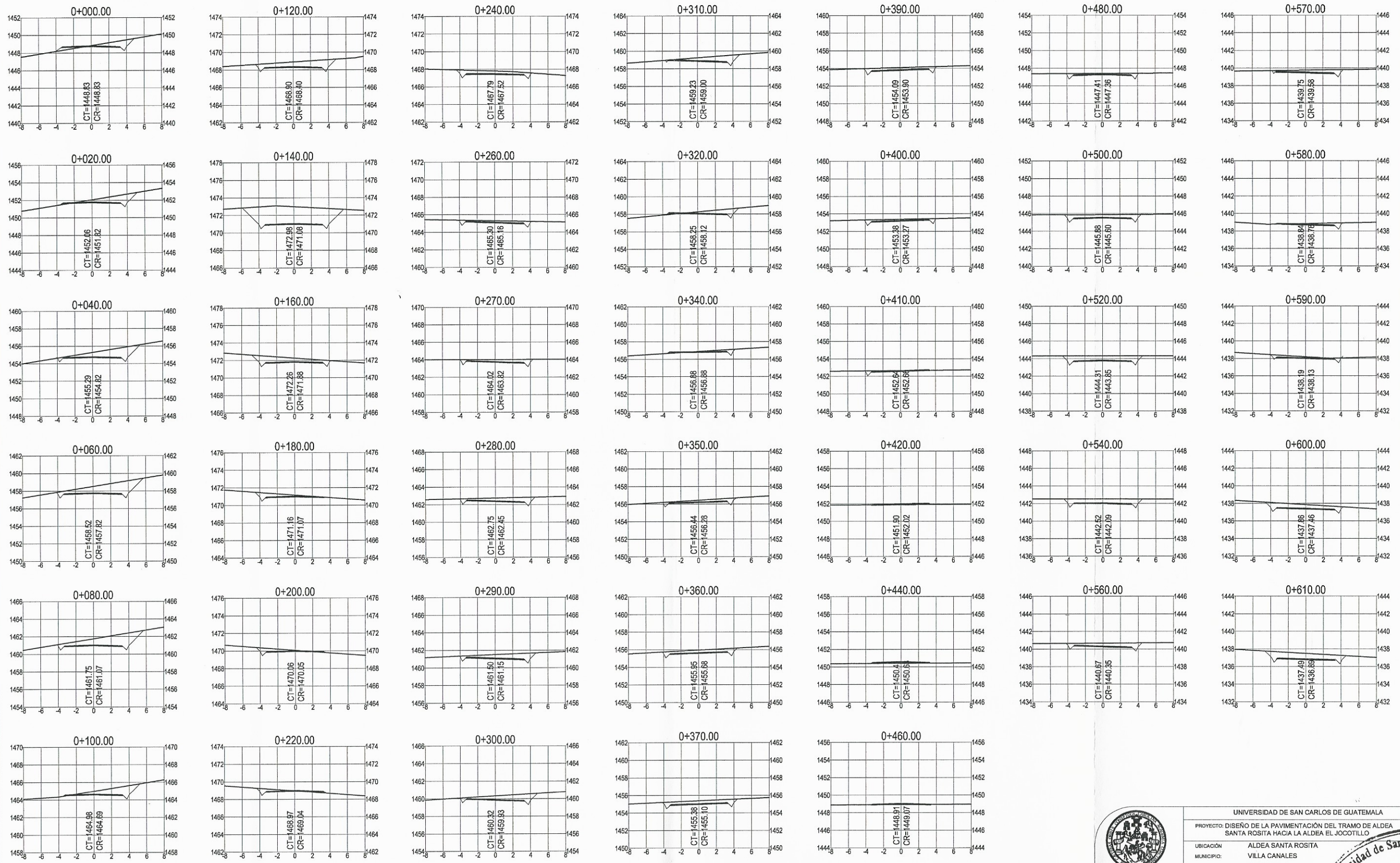
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO	
UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA MUNICIPIO: VILLA CANALES DEPARTAMENTO: GUATEMALA		FECHA: ENERO 2015 EPS: 6 MESES
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL CARRETERA SANTA ROSITA		
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA	No. HOJA: 8 / 22	Ing. Angel Roberto Sic Garcia ASESOR - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería




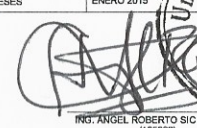

SECCIONES TRANSVERSALES DE EST 0+000 A EST 0+610  
 ESCALA 1:200

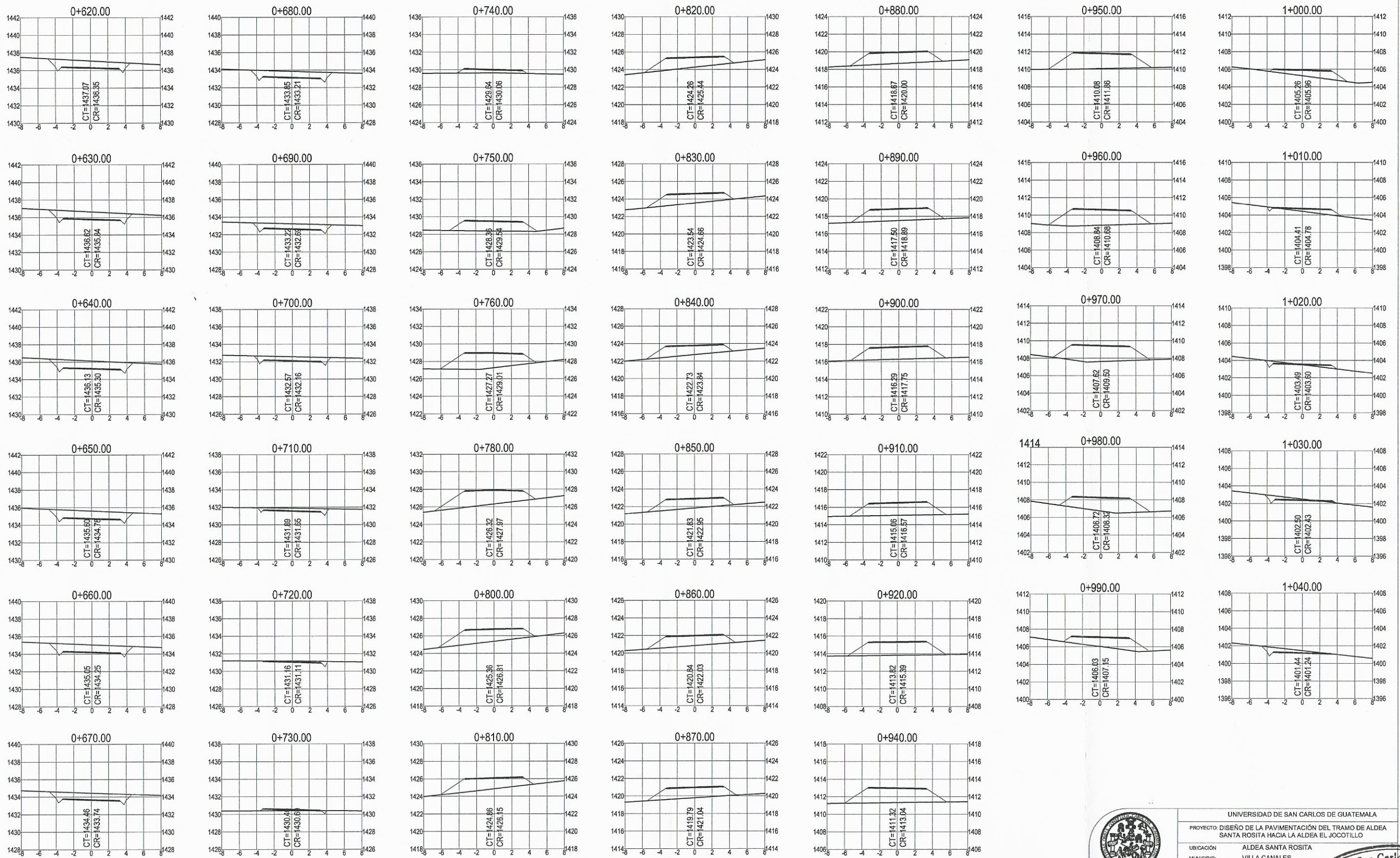
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOJOTULLI	
UBICACIÓN:		ALDEA SANTA ROSITA	
MUNICIPIO:		VILLA CAÑALES	
DEPARTAMENTO:		GUATEMALA	
CONTENIDO:	SECCIONES TRANSVERSALES	EPS:	6 MESES
DISEÑO:	NIVIA GARZONA GARCÍA	FECHA:	ENERO 2016
CÁLCULO:	NIVIA GARZONA GARCÍA	Nº. HOJA:	9 / 22
DIBUJO:	NIVIA GARZONA GARCÍA		

Ing. Angel Roberto Sic Garcia  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería



SECCIONES TRANSVERSALES DE EST 0+000 A EST 0+610  
 ESCALA 1:200

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO	
UBICACIÓN:		ALDEA SANTA ROSITA	
MUNICIPIO:		VILLA CAÑALES	
DEPARTAMENTO:		GUATEMALA	
CONTENIDO	ESCALA	FECHA	INDICADA
SECCIONES TRANSVERSALES	6 MESES	ENERO 2015	
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA	No. HOJA	9 / 22	
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA			
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA			

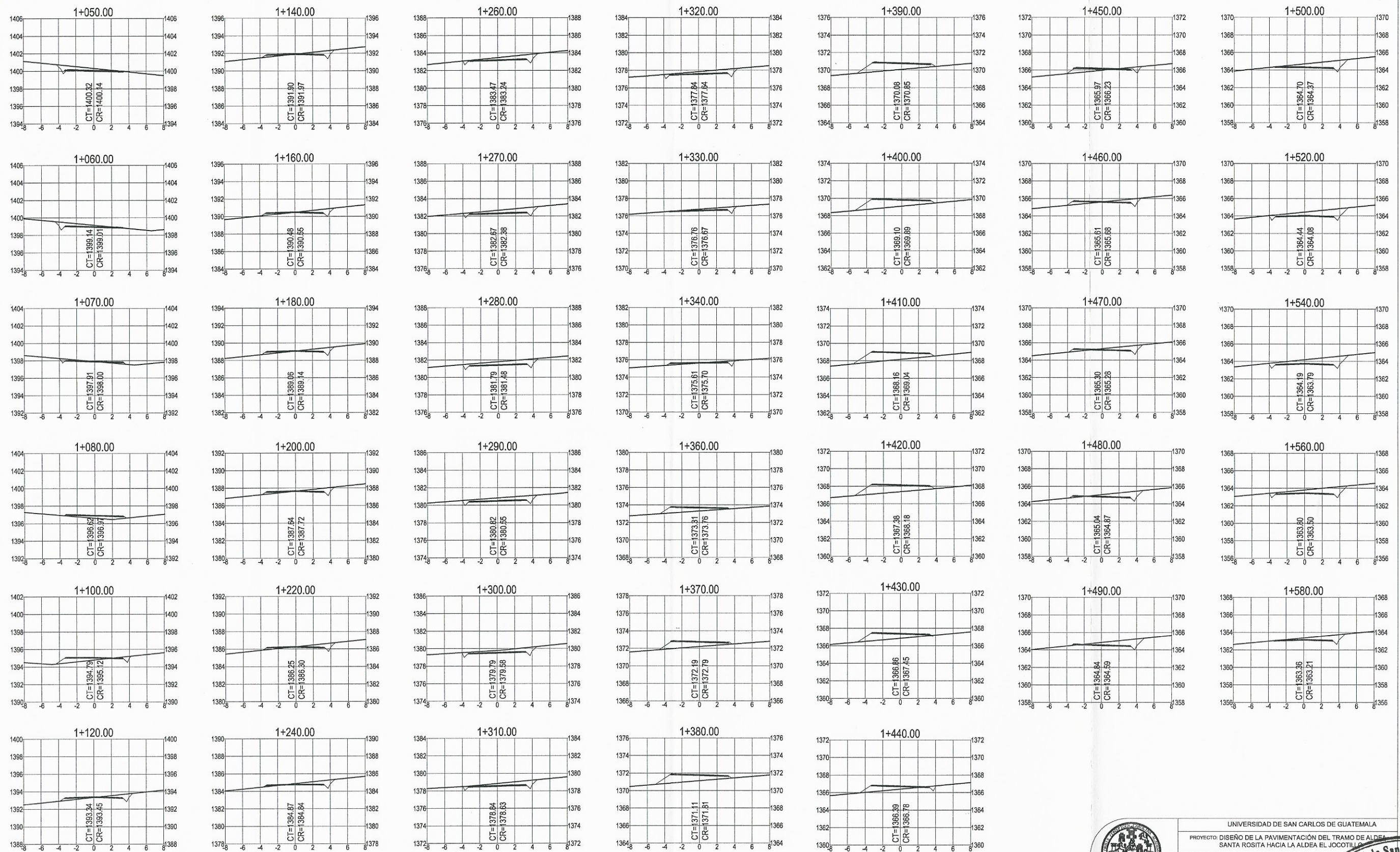


SECCIONES TRANSVERSALES DE EST 0+480 A EST 0+940

ESCALA 1: 200

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO	
UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA		MUNICIPIO: VILLA CANALES	
DEPARTAMENTO: GUATEMALA		FECHA: ENERO 2015	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES		ESCALA INDICADA	
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA		No. HOJA: 10 / 22	
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA		DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA	
			

Ing. Angel Roberto Sic Garcia  
asesor - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería



SECCIONES TRANSVERSALES DE EST 1+050 A EST 1+580

ESCALA 1: 200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO  
 UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA  
 MUNICIPIO: VILLA CAÑALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO	EPS	FECHA
SECCIONES TRANSVERSALES	8 MESES	ENERO 2015
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA	No. HOJA	
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA	11	22
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA		

**Ing. Angel Roberto Sic García**  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería



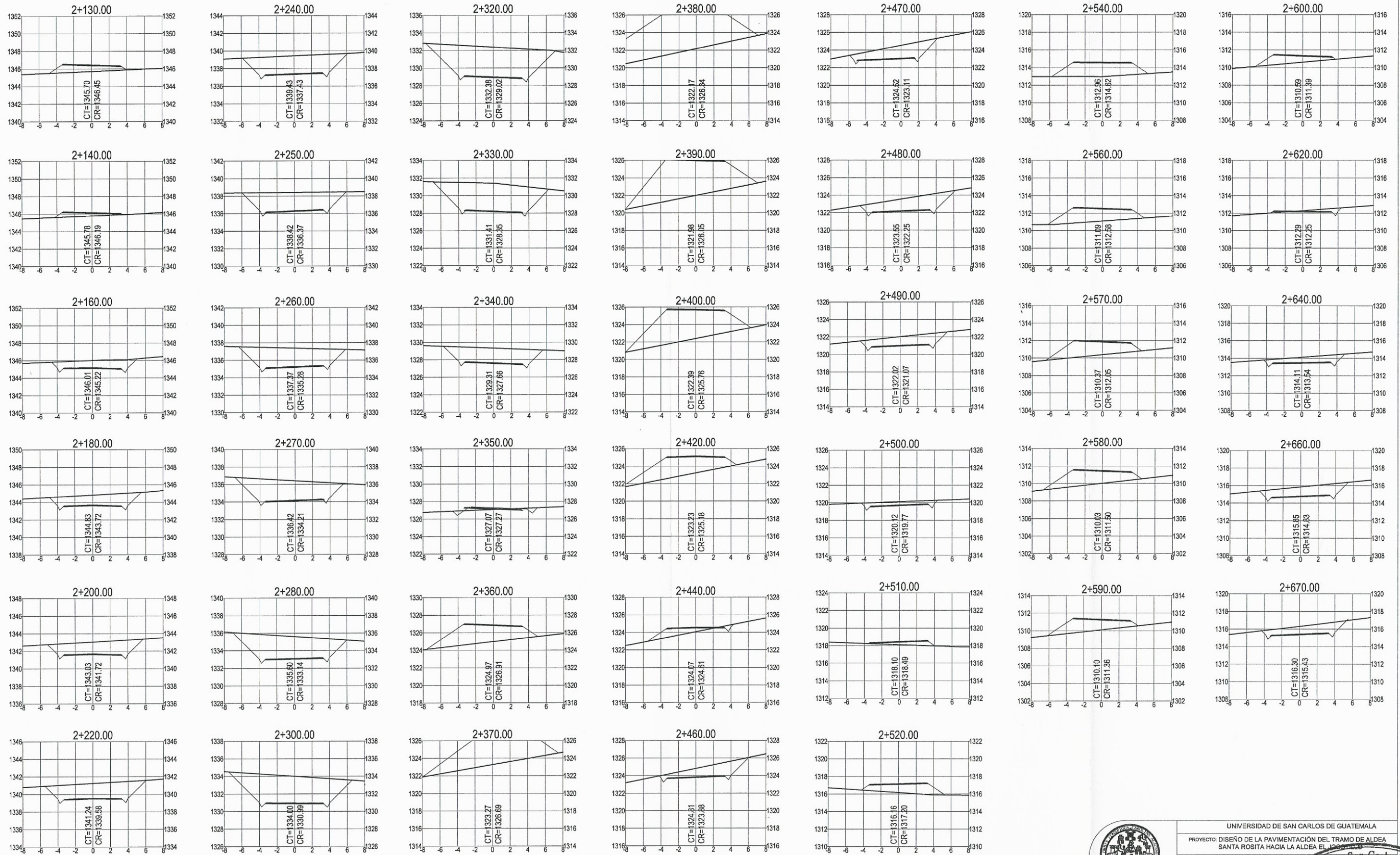


SECCIONES TRANSVERSALES DE EST 1+600 A EST 2+120

ESCALA 1:200

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO	
UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA MUNICIPIO: VILLA CAÑALES DEPARTAMENTO: GUATEMALA		EPI: 6 MESES FECHA: ENERO 2015	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES		No. HOJA: 12 / 22	
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA		DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA	
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA		ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA (ASESOR)	

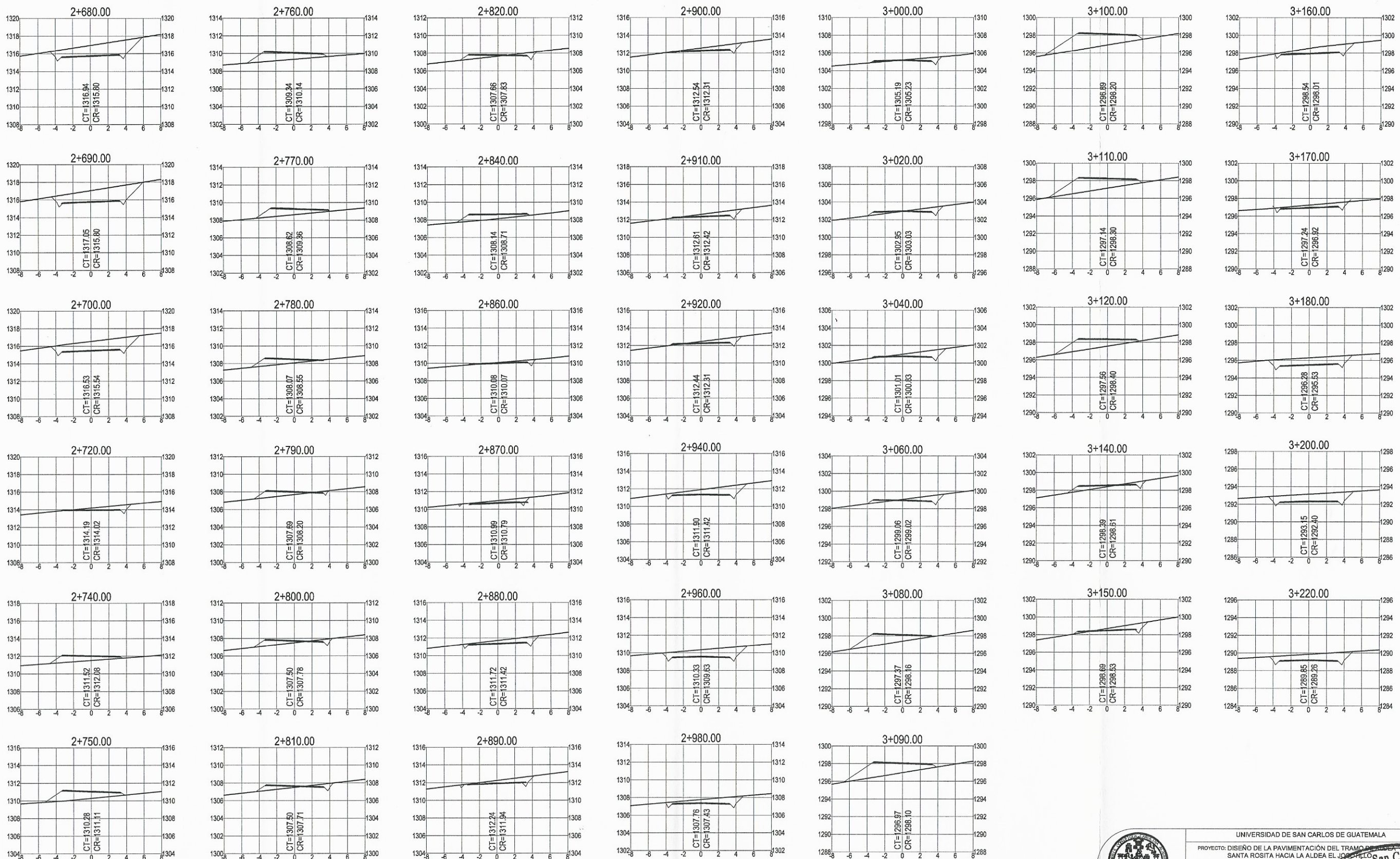

 Ing. Angel Roberto Sic Garcia  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería



SECCIONES TRANSVERSALES DE EST 2+030 A EST 2+520

ESCALA 1: 200

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL LINDERO	
UBICACIÓN:		ALDEA SANTA ROSITA	
MUNICIPIO:		VILLA CANALES	
DEPARTAMENTO:		GUATEMALA	
CONTENIDO		EPS ESCALA 6 MESES	
SECCIONES TRANSVERSALES		Ing. <b>Roberto Sic García</b> ASESOR - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA		No. HOJA 13 / 22	
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA			
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA			



SECCIONES TRANSVERSALES DE EST 2+540 A EST 3+090

ESCALA 1:200

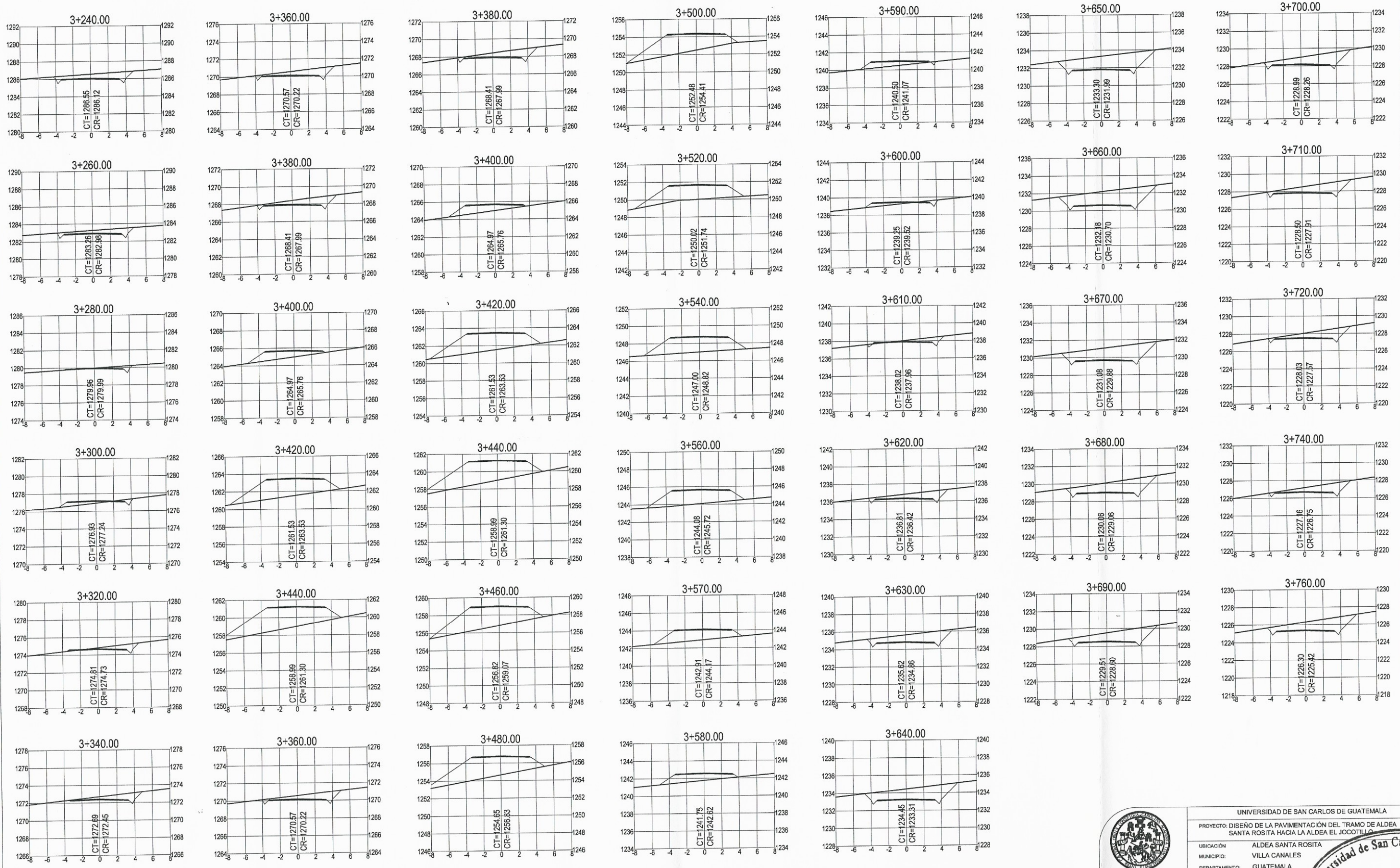
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE LA CARRETERA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOYAL  
 UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA  
 MUNICIPIO: VILLA CAÑALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

Ing. Ángel Roberto Sic García  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES  
 DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA


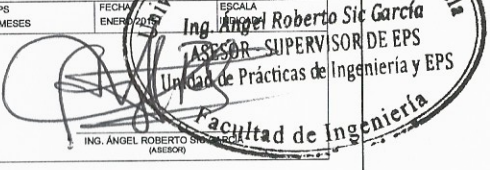
INDICADA: 6 MESES  
 FECHA: ENERO 2012

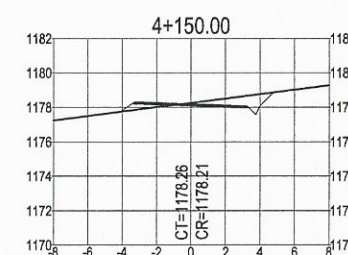
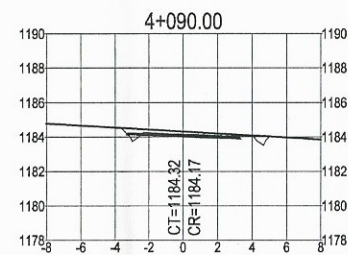
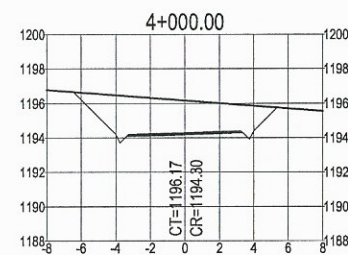
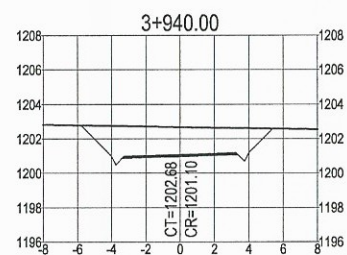
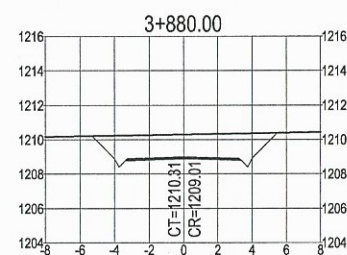
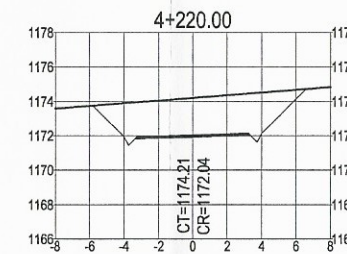
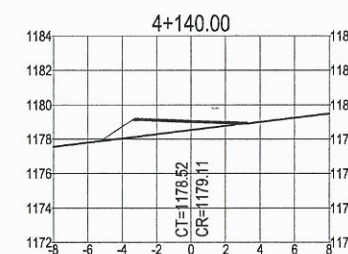
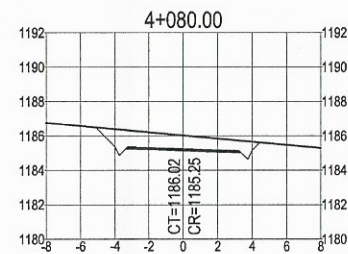
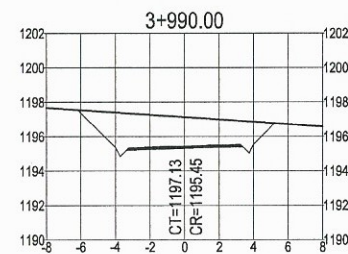
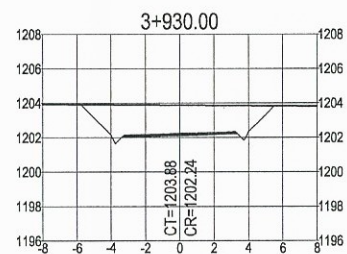
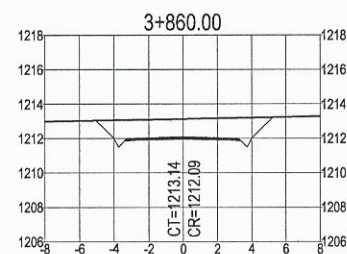
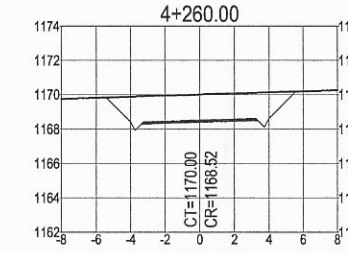
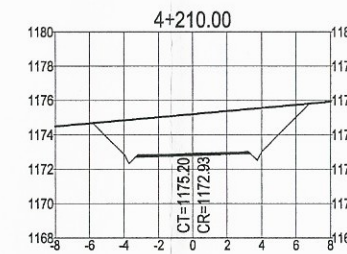
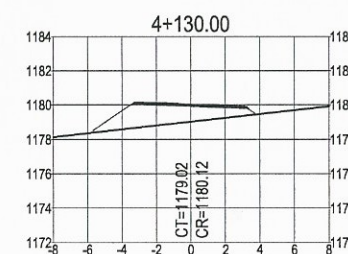
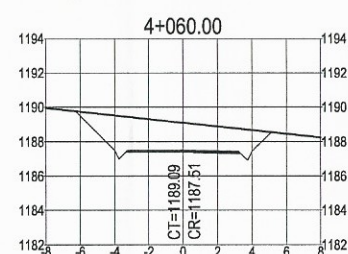
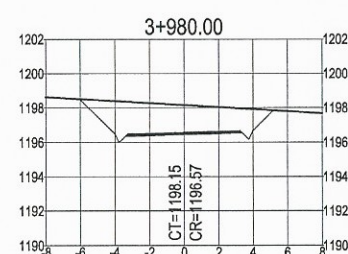
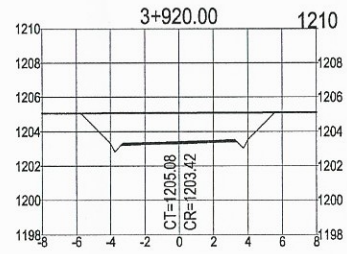
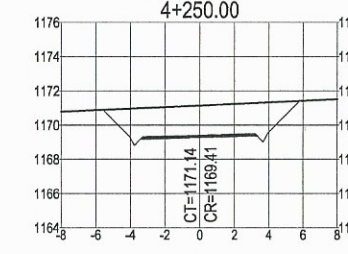
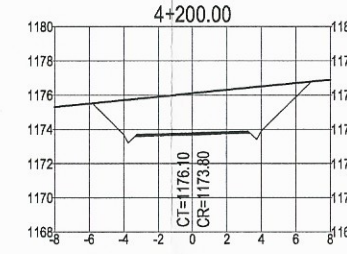
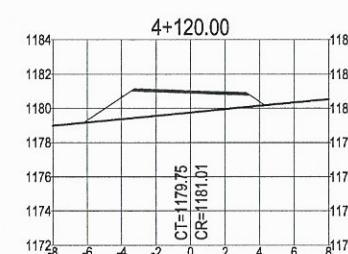
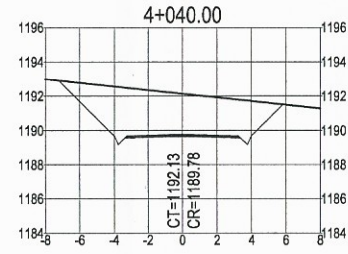
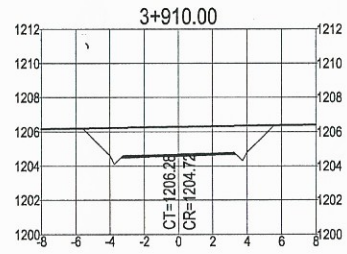
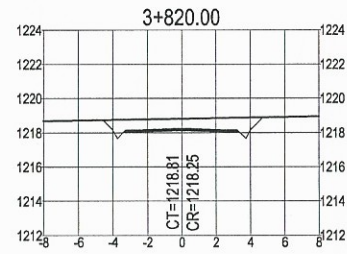
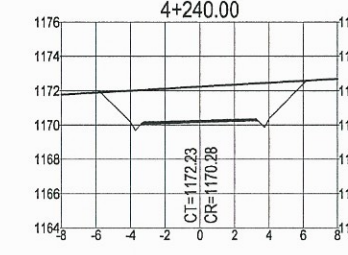
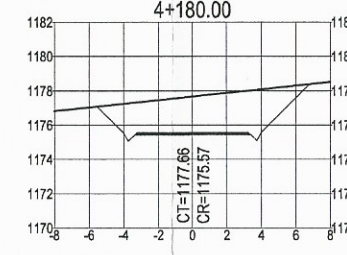
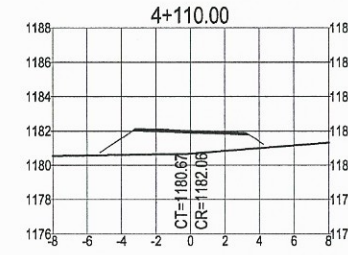
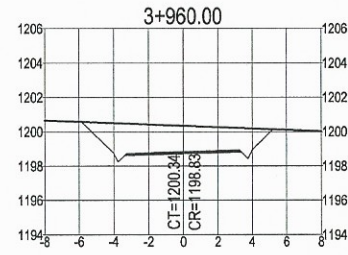
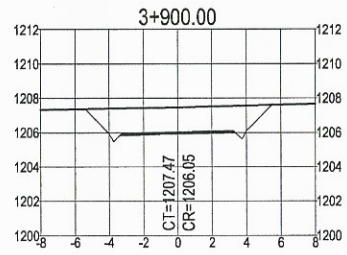
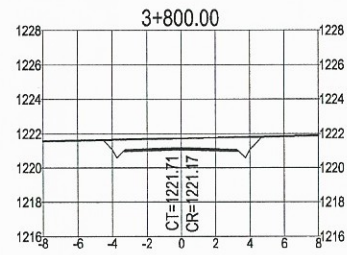
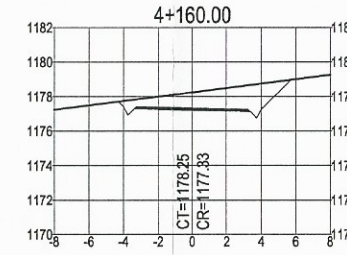
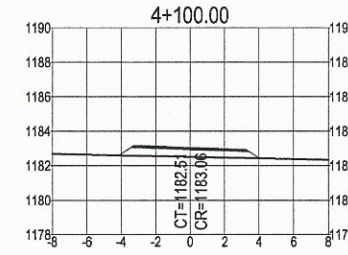
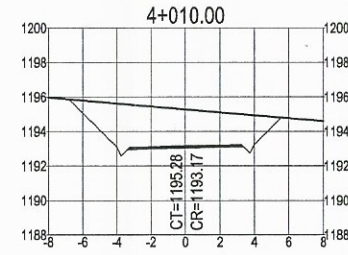
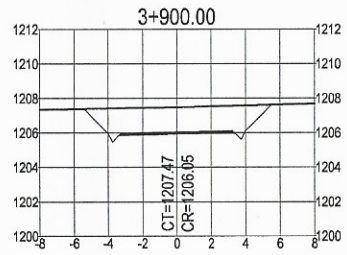
No. HOJA: 14 / 22  
 W. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA (ASESOR)



SECCIONES TRANSVERSALES DE EST 3+100 A EST 3+640

ESCALA 1:200

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO	
UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA		MUNICIPIO: VILLA CAÑALES	
DEPARTAMENTO: GUATEMALA		FECHA: 6 MESES	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES		ESCALA: 1:200	
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA	Nº. HOJA: 15		
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA	22		
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA		ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA (ASEROR)	



SECCIONES TRANSVERSALES DE EST 3+650 A EST 4+150

ESCALA 1: 200

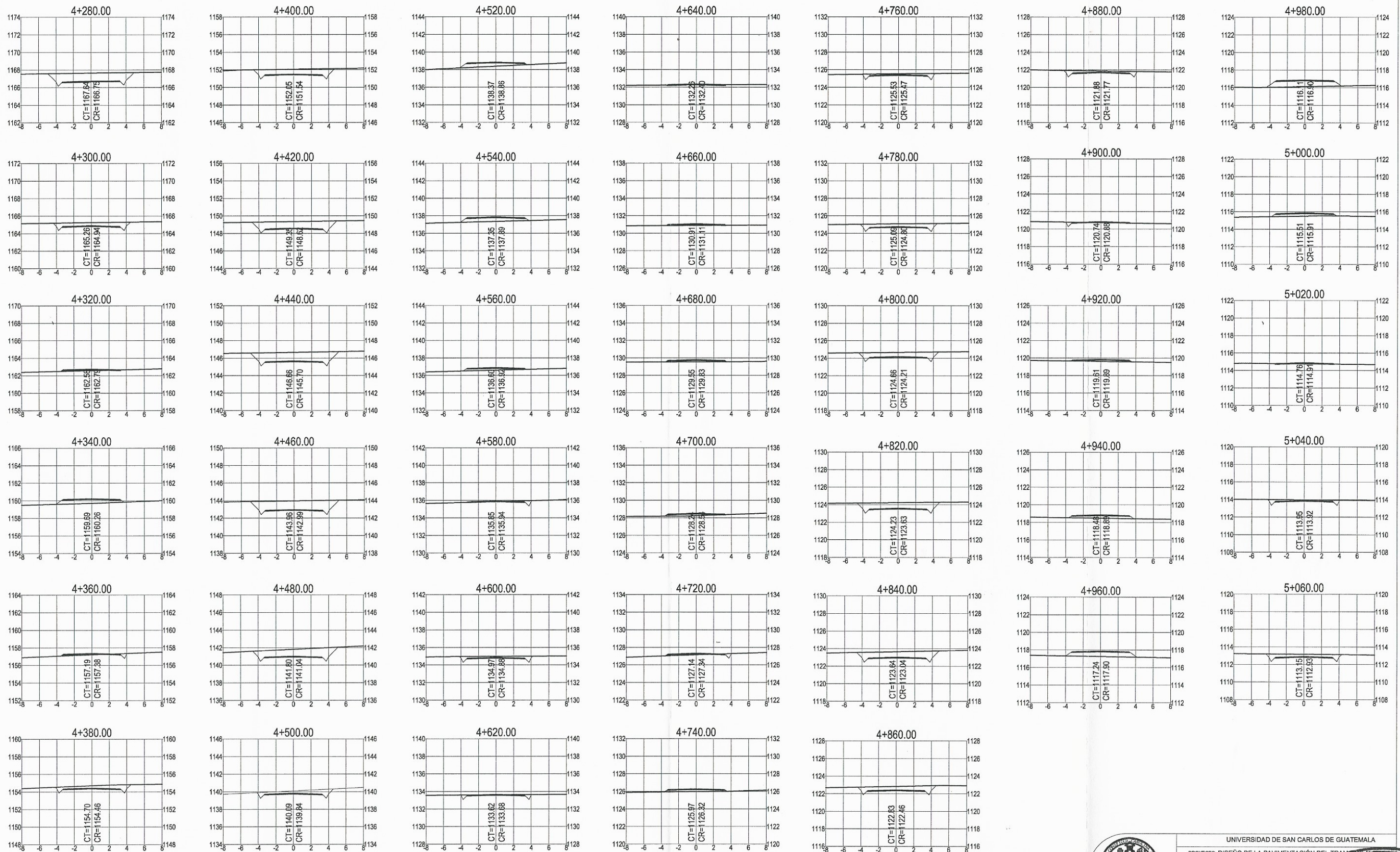


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO  
 UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA  
 MUNICIPIO: VILLA CAÑALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO  
 SECCIONES TRANSVERSALES  
 DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA


EPB: 6 MESES  
 FECHA: ENERO 2015  
 ESCALA: 1:200  
 No. HOJA: 16 / 22

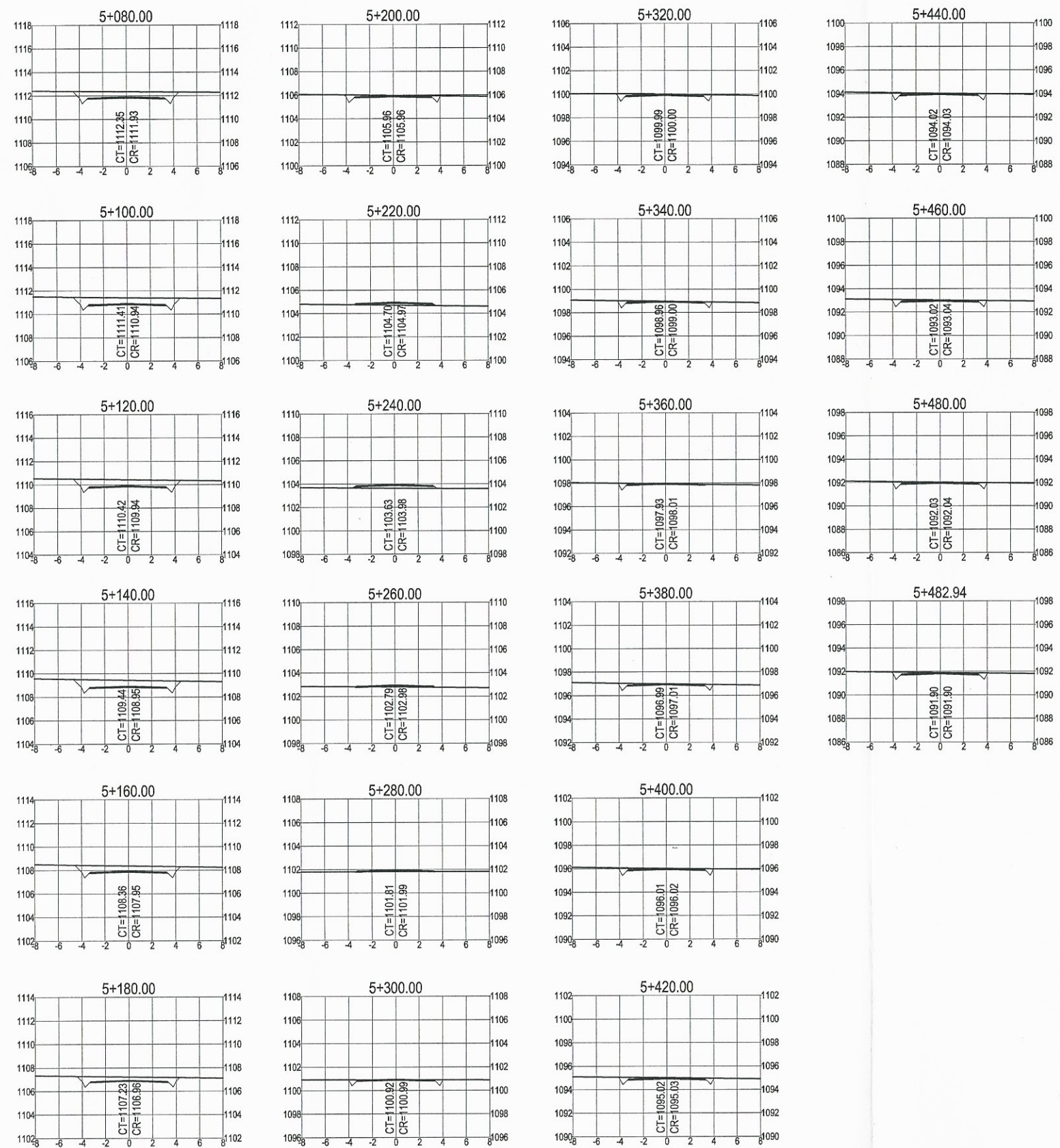




SECCIONES TRANSVERSALES DE EST 4+160 A EST 4+860

ESCALA 1:200

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTE UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA MUNICIPIO: VILLA CANALES DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES		EPS: 6 MESES	FECHA: ENERO 2015
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA		No. HOJA: 17 / 22	
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA		Ing. Ángel Roberto Sic García ASesor SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería	



SECCIONES TRANSVERSALES DE EST 4+880 A EST 5+482.94

ESCALA 1:200

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOTILLO UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA MUNICIPIO: VILLA CANALES DEPARTAMENTO: GUATEMALA	
CONTENIDO	EPS	FECHA	ESCALA
SECCIONES TRANSVERSALES	6 MESES	FEBRERO 2015	INDICADA
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA	Nº. HOJA	Ing. Ángel Roberto Sic García	
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA	18 / 22	SUPERVISOR - SUPERVISOR DE EPS	
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA		Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	
		Facultad de Ingeniería	

TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
ESTACIÓN	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+000.00	0.87	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.18	3.42	10.48	54.55	10.48	54.55
0+040.00	0.01	5.46	1.84	88.76	12.33	143.31
0+060.00	0.00	7.88	0.08	131.39	12.40	274.71
0+080.00	0.00	7.55	0.00	152.29	12.40	426.99
0+100.00	0.09	3.83	0.87	113.77	13.28	540.76
0+120.00	0.00	5.31	0.87	91.41	14.15	632.17
0+140.00	0.00	19.09	0.00	243.95	14.15	876.12
0+160.00	0.00	4.22	0.00	233.04	14.15	1109.16
0+180.00	0.02	1.63	0.25	58.52	14.40	1167.68
0+200.00	0.21	1.14	2.34	27.76	16.74	1195.44
0+220.00	0.52	0.81	7.32	19.49	24.06	1214.93
0+240.00	0.00	2.80	5.22	36.05	29.28	1250.98
0+260.00	0.00	1.48	0.00	42.79	29.28	1293.77
0+270.00	0.00	2.20	0.00	18.05	29.28	1311.82
0+280.00	0.00	2.84	0.00	24.70	29.28	1336.51
0+290.00	0.00	3.55	0.00	31.37	29.28	1367.88
0+300.00	0.00	3.83	0.00	36.16	29.28	1404.04
0+310.00	0.03	2.77	0.16	32.08	29.44	1436.12
0+320.00	0.31	1.93	1.76	22.60	31.20	1458.72
0+340.00	0.30	0.61	6.09	25.41	37.29	1484.13
0+350.00	0.00	1.73	1.48	11.76	38.77	1495.89
0+360.00	0.00	2.62	0.00	21.90	38.77	1517.79
0+370.00	0.00	2.62	0.00	26.22	38.77	1544.01
0+380.00	0.00	2.74	0.00	26.76	38.77	1570.78
0+390.00	0.00	1.94	0.00	23.34	38.77	1594.12
0+400.00	0.00	1.23	0.00	15.75	38.77	1609.87
0+410.00	0.21	0.28	1.07	7.47	39.84	1617.34
0+420.00	0.73	0.00	4.69	1.39	44.53	1618.73
0+440.00	1.11	0.00	18.32	0.00	62.85	1618.73
0+460.00	0.69	0.00	17.97	0.00	80.82	1618.73
0+480.00	0.00	1.26	6.92	12.55	87.74	1631.29
0+500.00	0.00	3.19	0.00	44.42	87.74	1675.70
0+520.00	0.00	4.83	0.00	80.13	87.74	1755.83
0+540.00	0.00	4.28	0.00	91.03	87.74	1846.86
0+560.00	0.00	3.06	0.00	73.31	87.74	1920.17
0+570.00	0.00	1.83	0.00	24.30	87.74	1944.47
0+580.00	0.12	0.86	0.59	13.25	88.33	1957.72
0+590.00	0.04	0.76	0.80	7.99	89.12	1965.71
0+600.00	0.00	3.81	0.21	22.88	89.33	1988.59
0+610.00	0.00	5.46	0.00	46.43	89.33	2035.01
0+620.00	0.00	6.69	0.00	80.87	89.33	2085.88
0+630.00	0.00	7.15	0.00	69.27	89.33	2165.15
0+640.00	0.00	7.68	0.00	74.20	89.33	2239.36
0+650.00	0.00	7.66	0.00	76.79	89.33	2316.14
0+660.00	0.00	7.36	0.00	75.17	89.33	2391.31
0+670.00	0.00	6.63	0.00	69.94	89.33	2461.25

TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
ESTACIÓN	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+680.00	0.00	5.97	0.00	62.95	89.33	2524.20
0+690.00	0.00	4.88	0.00	54.21	89.33	2578.41
0+700.00	0.00	3.82	0.00	43.44	89.33	2621.84
0+710.00	0.00	2.25	0.00	30.27	89.33	2652.12
0+720.00	0.03	0.61	0.13	14.17	89.47	2666.29
0+730.00	1.28	0.11	6.54	3.53	96.00	2669.82
0+740.00	3.20	0.00	22.46	0.54	118.46	2670.36
0+750.00	9.66	0.00	64.38	0.00	182.84	2670.36
0+760.00	14.73	0.00	121.94	0.00	304.78	2670.36
0+780.00	14.68	0.00	294.08	0.00	598.86	2670.36
0+800.00	12.79	0.00	274.75	0.00	873.61	2670.36
0+810.00	11.25	0.00	119.54	0.00	993.15	2670.36
0+820.00	10.05	0.00	105.70	0.00	1098.85	2670.36
0+830.00	9.63	0.00	97.54	0.00	1196.39	2670.36
0+840.00	9.27	0.00	93.72	0.00	1290.11	2670.36
0+850.00	9.50	0.00	93.15	0.00	1383.26	2670.36
0+860.00	9.94	0.00	96.54	0.00	1479.80	2670.36
0+870.00	10.62	0.00	102.16	0.00	1581.96	2670.36
0+880.00	11.35	0.00	109.30	0.00	1691.26	2670.36
0+890.00	11.87	0.00	115.60	0.00	1806.86	2670.36
0+900.00	12.65	0.00	122.22	0.00	1929.08	2670.36
0+910.00	13.23	0.00	129.40	0.00	2058.48	2670.36
0+920.00	13.99	0.00	136.12	0.00	2194.60	2670.36
0+940.00	15.58	0.00	295.68	0.00	2490.28	2670.36
0+950.00	16.32	0.00	159.71	0.00	2650.00	2670.36
0+960.00	16.80	0.00	165.91	0.00	2815.91	2670.36
0+970.00	15.98	0.00	163.99	0.00	2979.90	2670.36
0+980.00	13.09	0.00	145.06	0.00	3124.95	2670.36
0+990.00	9.72	0.00	113.55	0.00	3238.51	2670.36
1+000.00	5.62	0.00	76.22	0.00	3314.72	2670.36
1+010.00	2.98	0.13	42.66	0.68	3357.38	2671.04
1+020.00	1.05	0.61	19.92	3.77	3377.30	2674.81
1+030.00	0.33	1.23	6.80	9.34	3384.10	2684.14
1+040.00	0.02	2.05	1.75	16.62	3385.86	2700.77
1+050.00	0.04	1.73	0.33	19.10	3386.19	2719.87
1+060.00	0.06	1.47	0.52	16.16	3386.70	2735.03
1+070.00	0.82	0.21	4.34	8.52	3391.04	2744.55
1+080.00	2.23	0.00	15.16	1.09	3406.20	2745.64
1+100.00	2.40	0.35	46.38	3.47	3452.59	2749.10
1+120.00	0.89	0.95	32.92	13.00	3485.51	2762.10
1+140.00	0.72	1.10	16.14	20.46	3501.64	2782.55
1+160.00	0.76	1.07	14.79	21.70	3516.44	2804.25
1+180.00	0.77	1.06	15.32	21.36	3531.75	2825.81
1+200.00	0.75	1.06	15.21	21.21	3546.96	2846.82
1+220.00	0.63	1.16	13.82	22.18	3560.78	2869.00
1+240.00	0.35	1.31	9.83	24.65	3570.61	2893.65
1+260.00	0.00	2.36	3.52	36.89	3574.13	2930.54

TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
ESTACIÓN	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
1+270.00	0.00	2.62	0.03	25.20	3574.16	2955.74
1+280.00	0.00	2.98	0.01	28.24	3574.16	2983.98
1+290.00	0.00	2.59	0.00	28.06	3574.16	3012.04
1+300.00	0.00	2.33	0.00	24.78	3574.16	3036.82
1+310.00	0.01	1.93	0.04	21.49	3574.20	3058.31
1+320.00	0.00	2.07	0.05	20.21	3574.25	3078.52
1+330.00	0.04	1.00	0.21	15.62	3574.46	3094.14
1+340.00	0.72	0.37	3.79	6.93	3578.25	3101.07
1+360.00	3.40	0.00	41.23	3.65	3619.48	3104.72
1+370.00	4.57	0.00	40.03	0.00	3659.51	3104.72
1+380.00	5.62	0.00	51.19	0.00	3710.70	3104.72
1+390.00	6.11	0.00	58.95	0.00	3769.64	3104.72
1+400.00	6.46	0.00	63.19	0.00	3832.83	3104.72
1+410.00	6.95	0.00	67.39	0.00	3900.22	3104.72
1+420.00	6.54	0.00	67.81	0.00	3968.03	3104.72
1+430.00	4.65	0.01	56.30	0.05	4024.33	3104.76
1+440.00	3.06	0.23	38.80	1.16	4063.13	3105.92
1+450.00	1.94	0.51	25.21	3.61	4088.33	3109.53
1+460.00	1.11	1.04	15.40	7.62	4103.73	3117.15
1+470.00	0.65	1.58	8.87	12.87	4112.61	3130.02
1+480.00	0.31	2.25	4.82	18.83	4117.43	3148.85
1+490.00	0.14	2.82	2.25	24.98	4119.68	3173.83
1+500.00	0.01	3.35	0.76	30.49	4120.44	3204.32
1+520.00	0.00	4.18	0.11	75.26	4120.56	3279.58
1+540.00	0.00	4.52	0.00	87.05	4120.56	3366.63
1+560.00	0.00	3.64	0.00	81.66	4120.56	3448.29
1+580.00	0.03	2.19	0.28	58.28	4120.83	3506.57
1+600.00	0.39	1.29	4.15	34.77	4124.98	3541.34
1+620.00	1.12	0.38	15.09	16.70	4140.07	3558.04
1+630.00	1.82	0.11	14.67	2.45	4154.74	3560.48
1+640.00	2.65	0.00	22.29	0.53	4177.03	3561.01
1+650.00	3.83	0.00	32.33	0.00	4209.36	3561.01
1+660.00	5.05	0.00	44.28	0.00	4253.64	3561.01
1+670.00	5.78	0.00	54.02	0.00	4307.66	3561.01
1+680.00	5.98	0.00	58.67	0.00	4366.33	3561.01
1+690.00	6.59	0.00	62.67	0.01	4429.00	3561.02
1+700.00	7.21	0.00	68.85	0.01	4497.84	3561.03
1+710.00	6.50	0.00	68.43	0.00	4566.28	3561.03
1+720.00	4.29	0.00	53.83	0.00	4620.11	3561.03
1+730.00	2.53	0.11	33.99	0.55	4654.09	3561.57
1+740.00	1.08	0.58	17.94	3.46	4672.04	3565.03
1+750.00	0.47	1.09	7.67	8.43	4679.71	3573.47
1+760.00	0.10	1.85	2.82	14.86	4682.53	3588.33
1+770.00	0.02	2.32	0.62	20.99	4683.16	3609.32
1+780.00	0.01	2.89	0.15	26.18	4683.31	3635.49
1+800.00	0.00	3.72	0.10	66.06	4683.41	3701.55
1+820.00	0.00	3.96	0.04	76.73	4683.45	3778.28

TABLAS DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO DE EST 0+000 A EST 3+180

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DE LA CARRETERA DE SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA SANTA ROSITA, VILLA CANALES, GUATEMALA

UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA, VILLA CANALES, GUATEMALA

MUNICIPIO: VILLA CANALES, GUATEMALA

DEPARTAMENTO: GUATEMALA

FECHA: 19 DE ENERO 2015

EPS: 6 MESES

CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES

DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA

CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA

DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

No. HOJA: 19 / 22

Ing. Angel Roberto Sic García  
ASESOR SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
(ASESOR)



TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
ESTACIÓN	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
1+840.00	0.00	4.20	0.01	81.51	4683.46	3859.80
1+860.00	0.00	4.32	0.00	85.19	4683.46	3944.98
1+880.00	0.10	2.34	1.05	66.67	4684.50	4011.65
1+900.00	0.00	5.00	1.05	73.42	4685.55	4085.06
1+920.00	0.00	13.09	0.00	180.87	4685.55	4265.93
1+940.00	0.00	19.09	0.00	321.77	4685.55	4587.70
1+960.00	0.00	13.59	0.00	326.75	4685.55	4914.45
1+980.00	0.00	8.56	0.00	221.43	4685.55	5135.89
2+000.00	0.00	3.99	0.00	125.50	4685.55	5261.39
2+020.00	0.87	0.26	8.70	42.58	4694.25	5303.96
2+030.00	2.94	0.00	19.14	1.30	4713.39	5305.26
2+040.00	4.88	0.00	39.39	0.00	4752.78	5305.26
2+050.00	6.47	0.00	56.96	0.00	4809.74	5305.26
2+060.00	8.21	0.00	73.71	0.00	4883.45	5305.26
2+070.00	9.15	0.00	87.11	0.00	4970.56	5305.26
2+080.00	10.15	0.00	96.86	0.00	5067.42	5305.26
2+090.00	10.19	0.00	102.21	0.00	5169.64	5305.26
2+100.00	9.96	0.00	101.24	0.00	5270.88	5305.26
2+110.00	8.88	0.00	94.56	0.00	5365.44	5305.26
2+120.00	7.91	0.00	84.24	0.00	5449.68	5305.26
2+130.00	5.68	0.00	68.31	0.00	5517.99	5305.26
2+140.00	3.02	0.00	43.77	0.00	5561.76	5305.26
2+160.00	0.00	7.71	30.31	76.97	5592.07	5382.23
2+180.00	0.00	11.24	0.00	189.42	5592.07	5571.65
2+200.00	0.00	13.41	0.00	246.50	5592.07	5818.14
2+220.00	0.00	17.02	0.00	304.31	5592.07	6122.46
2+240.00	0.00	20.41	0.00	374.84	5592.07	6497.29
2+250.00	0.00	20.63	0.00	203.06	5592.07	6700.35
2+260.00	0.00	21.56	0.00	207.00	5592.07	6907.35
2+270.00	0.00	23.12	0.00	219.17	5592.07	7126.53
2+280.00	0.00	26.44	0.00	245.92	5592.07	7372.45
2+300.00	0.00	33.69	0.00	601.33	5592.07	7973.78
2+320.00	0.00	38.56	0.00	724.08	5592.07	8697.85
2+330.00	0.00	30.16	0.00	340.00	5592.07	9037.86
2+340.00	0.00	16.29	0.00	227.20	5592.07	9265.06
2+350.00	1.21	0.77	6.32	85.38	5598.39	9350.43
2+360.00	19.31	0.00	107.02	3.75	5705.41	9354.18
2+370.00	34.67	0.00	274.08	0.00	5979.48	9354.18
2+380.00	60.63	0.00	505.28	0.00	6484.76	9354.18
2+390.00	57.56	0.00	644.46	0.00	7129.22	9354.18
2+400.00	43.17	0.00	510.38	0.00	7639.60	9354.18
2+420.00	19.86	0.00	630.23	0.00	8269.83	9354.18
2+440.00	4.58	0.40	244.34	4.00	8514.17	9358.18
2+460.00	0.00	9.51	44.83	100.73	8559.00	9458.91
2+470.00	0.00	10.81	0.00	103.24	8559.00	9562.15
2+480.00	0.00	13.04	0.00	120.65	8559.00	9682.80
2+490.00	0.00	8.89	0.00	112.72	8559.00	9795.53

TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
ESTACIÓN	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
2+500.00	0.00	3.32	0.00	61.77	8559.00	9857.29
2+510.00	2.74	0.00	14.13	16.61	8573.13	9873.90
2+520.00	8.54	0.00	57.15	0.00	8630.28	9873.91
2+540.00	13.92	0.00	224.81	0.00	8854.89	9873.91
2+560.00	13.31	0.00	272.91	0.00	9127.80	9873.91
2+570.00	13.25	0.00	134.71	0.00	9262.52	9873.91
2+580.00	13.71	0.00	137.81	0.00	9400.33	9873.91
2+590.00	10.59	0.00	126.40	0.00	9526.73	9873.91
2+600.00	6.56	0.00	88.95	0.00	9615.68	9873.91
2+620.00	0.38	1.13	70.44	10.97	9686.12	9884.88
2+640.00	0.00	5.42	3.82	65.52	9689.94	9950.39
2+660.00	0.00	9.69	0.00	152.51	9689.94	10102.90
2+670.00	0.03	7.70	0.16	88.21	9690.09	10191.11
2+680.00	0.00	11.22	0.16	96.94	9690.25	10288.05
2+690.00	0.00	11.36	0.00	115.70	9690.25	10403.75
2+700.00	0.00	9.44	0.00	106.11	9690.25	10509.86
2+720.00	0.07	1.85	0.70	114.00	9690.95	10623.86
2+740.00	4.32	0.00	43.96	18.50	9734.91	10642.36
2+750.00	6.79	0.00	56.10	0.00	9791.01	10642.36
2+760.00	6.52	0.00	67.79	0.00	9858.80	10642.36
2+770.00	5.10	0.00	58.92	0.00	9917.73	10642.36
2+780.00	3.85	0.00	45.51	0.00	9963.24	10642.36
2+790.00	3.08	0.18	35.41	0.82	9998.65	10643.18
2+800.00	2.45	0.57	28.31	3.49	10026.96	10646.68
2+810.00	1.96	0.76	22.80	6.24	10049.76	10652.91
2+820.00	1.66	0.71	18.34	7.18	10068.10	10660.10
2+840.00	4.28	0.00	59.41	7.13	10127.52	10667.23
2+860.00	0.21	0.64	44.50	6.58	10172.02	10673.81
2+870.00	0.01	1.62	1.04	11.66	10173.05	10685.46
2+880.00	0.00	2.97	0.05	23.49	10173.10	10708.96
2+890.00	0.00	2.65	0.01	28.79	10173.11	10737.74
2+900.00	0.02	2.37	0.12	25.87	10173.23	10763.62
2+910.00	0.08	2.06	0.48	23.07	10173.72	10786.69
2+920.00	0.20	1.80	1.34	20.11	10175.06	10806.79
2+940.00	0.00	5.27	2.04	70.65	10177.09	10877.44
2+960.00	0.00	7.23	0.00	124.99	10177.09	11002.43
2+980.00	0.00	3.77	0.00	110.04	10177.09	11112.47
3+000.00	0.49	1.00	4.91	47.75	10182.01	11160.21
3+020.00	0.98	1.31	14.73	23.11	10196.74	11183.32
3+040.00	0.16	2.67	11.46	39.77	10208.20	11223.10
3+060.00	0.81	1.86	9.72	45.30	10217.91	11268.40
3+070.00	3.46	0.50	21.95	11.33	10239.86	11279.73
3+080.00	7.08	0.00	54.67	2.32	10294.54	11282.05
3+090.00	10.54	0.00	91.11	0.00	10385.65	11282.05
3+100.00	12.55	0.00	119.32	0.00	10504.96	11282.05
3+110.00	10.79	0.00	120.50	0.00	10625.46	11282.05
3+120.00	7.48	0.00	91.34	0.00	10716.80	11282.05

TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
ESTACIÓN	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
3+140.00	2.01	0.64	94.88	6.43	10811.67	11288.48
3+150.00	0.32	2.11	11.13	14.52	10822.80	11303.00
3+160.00	0.00	4.80	1.49	36.16	10824.30	11339.16
3+170.00	0.03	2.84	0.15	39.24	10824.45	11378.40
3+180.00	0.00	6.94	0.15	49.30	10824.60	11427.70
3+200.00	0.00	7.33	0.00	143.14	10824.60	11570.84
3+220.00	0.00	6.13	0.00	134.68	10824.60	11705.52
3+240.00	0.00	4.68	0.00	108.17	10824.60	11813.69
3+260.00	0.00	3.27	0.00	79.54	10824.60	11893.23
3+280.00	0.26	0.87	2.62	41.43	10827.21	11934.66
3+300.00	2.03	0.43	22.87	12.97	10850.09	11947.63
3+320.00	0.21	1.87	22.38	22.94	10872.47	11970.57
3+340.00	0.00	2.98	2.12	48.47	10874.59	12019.04
3+360.00	0.00	4.11	0.01	70.89	10874.60	12089.93
3+380.00	0.00	4.75	0.00	88.58	10874.60	12178.52
3+400.00	5.96	0.00	59.58	47.48	10934.18	12226.00
3+420.00	19.01	0.00	249.70	0.00	11183.88	12226.00
3+440.00	24.33	0.00	433.44	0.00	11617.32	12226.00
3+460.00	23.47	0.00	478.07	0.00	12095.39	12226.00
3+480.00	22.51	0.00	459.83	0.00	12555.22	12226.00
3+500.00	19.16	0.00	416.72	0.00	12971.94	12226.00
3+520.00	16.17	0.00	353.36	0.00	13325.30	12226.00
3+540.00	16.13	0.00	323.04	0.00	13648.34	12226.00
3+560.00	14.21	0.00	303.44	0.00	13951.78	12226.00
3+570.00	10.08	0.00	121.62	0.00	14073.40	12226.00
3+580.00	6.46	0.00	82.83	0.00	14156.23	12226.00
3+590.00	3.83	0.11	51.56	0.53	14207.80	12226.52
3+600.00	1.72	0.44	27.82	2.74	14235.62	12229.26
3+610.00	0.21	1.79	9.68	11.12	14245.30	12240.38
3+620.00	0.00	4.44	1.05	31.06	14246.36	12271.44
3+630.00	0.00	7.95	0.00	61.81	14246.36	12333.24
3+640.00	0.00	11.77	0.00	98.42	14246.36	12431.66
3+650.00	0.00	13.80	0.00	127.65	14246.36	12559.31
3+660.00	0.00	15.50	0.00	146.28	14246.36	12705.59
3+670.00	0.01	12.55	0.03	140.00	14246.39	12845.59
3+680.00	0.00	10.62	0.03	115.58	14246.42	12961.17
3+690.00	0.00	9.67	0.00	101.21	14246.42	13062.39
3+700.00	0.00	7.89	0.00	87.57	14246.42	13149.96
3+710.00	0.00	6.58	0.00	72.12	14246.42	13222.07
3+720.00	0.00	5.30	0.00	59.20	14246.42	13281.27
3+740.00	0.01	4.83	0.06	101.32	14246.48	13382.59
3+760.00	0.00	9.32	0.06	141.53	14246.54	13524.12
3+780.00	0.00	10.12	0.00	194.38	14246.54	13718.51
3+800.00	0.00	5.59	0.00	157.07	14246.54	13875.58
3+820.00	0.00	5.77	0.00	113.57	14246.54	13989.15
3+840.00	0.00	8.11	0.00	138.79	14246.54	14127.94
3+860.00	0.00	10.58	0.00	186.93	14246.54	14314.87

TABLAS DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO DE EST 3+200 A EST 5+482.94

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOCOYOTE

UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA  
MUNICIPIO: VILLA CANALES  
DEPARTAMENTO: GUATEMALA

EPS: 6 MESES  
FECHA: ENERO 2015

CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES

DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA No. HOJA 20 / 22  
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA

DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

**Ing. Angel Roberto Sic García**  
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

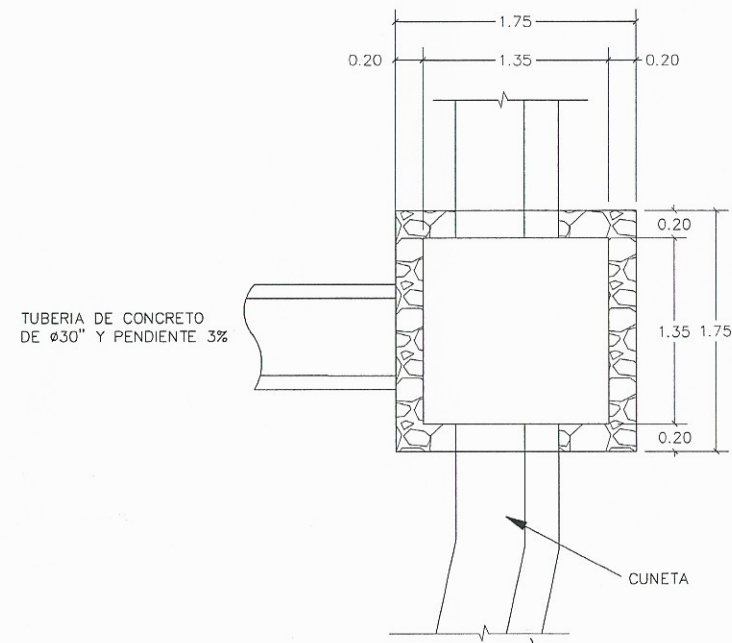
TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
ESTACIÓN	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
3+880.00	0.00	13.11	0.00	236.94	14246.54	14551.81
3+900.00	0.00	13.99	0.00	271.04	14246.54	14822.85
3+910.00	0.00	15.36	0.00	146.60	14246.54	14969.45
3+920.00	0.00	16.41	0.00	158.56	14246.54	15128.01
3+930.00	0.00	16.17	0.00	162.54	14246.54	15290.55
3+940.00	0.00	15.59	0.00	158.37	14246.54	15448.92
3+950.00	0.00	15.07	0.00	152.68	14246.54	15601.60
3+960.00	0.00	14.84	0.00	148.81	14246.54	15750.41
3+970.00	0.00	15.14	0.00	148.92	14246.54	15899.33
3+980.00	0.00	15.68	0.00	153.03	14246.54	16052.36
3+990.00	0.00	17.22	0.00	163.22	14246.54	16215.58
4+000.00	0.00	19.03	0.00	179.78	14246.54	16395.36
4+010.00	0.00	22.13	0.00	204.48	14246.54	16599.84
4+020.00	0.00	25.98	0.00	240.55	14246.54	16840.39
4+040.00	0.00	26.21	0.00	521.90	14246.54	17362.28
4+060.00	0.00	16.26	0.00	424.67	14246.54	17786.96
4+080.00	0.00	7.25	0.00	235.81	14246.54	18022.77
4+090.00	0.00	1.69	0.00	45.14	14246.54	18067.91
4+100.00	4.01	0.00	20.09	8.45	14266.62	18076.36
4+110.00	10.61	0.00	73.18	0.00	14339.81	18076.36
4+120.00	11.17	0.00	110.17	0.00	14449.98	18076.36
4+130.00	7.81	0.00	96.34	0.00	14546.32	18076.36
4+140.00	4.94	0.00	64.75	0.00	14611.07	18076.36
4+150.00	0.93	1.97	30.36	9.26	14641.42	18085.63
4+160.00	0.00	9.06	4.81	53.78	14646.23	18139.41
4+180.00	0.00	21.93	0.00	309.91	14646.23	18449.32
4+200.00	0.00	24.33	0.00	463.80	14646.23	18913.12
4+210.00	0.00	23.28	0.00	238.67	14646.23	19151.79
4+220.00	0.00	22.53	0.00	229.45	14646.23	19381.24
4+230.00	0.00	21.41	0.00	220.35	14646.23	19601.59
4+240.00	0.00	19.85	0.00	206.70	14646.23	19808.29
4+250.00	0.00	17.06	0.00	184.42	14646.23	19992.72
4+260.00	0.00	14.52	0.00	157.57	14646.23	20150.29
4+270.00	0.00	11.41	0.00	129.67	14646.23	20279.95
4+280.00	0.00	8.51	0.00	99.57	14646.23	20379.52
4+300.00	0.00	3.53	0.00	120.37	14646.23	20499.89
4+320.00	1.07	0.00	10.71	35.28	14656.95	20535.17
4+340.00	3.62	0.00	46.93	0.00	14703.87	20535.17
4+360.00	0.97	0.23	45.87	2.31	14749.74	20537.47
4+380.00	0.00	2.79	9.66	30.23	14759.40	20567.71
4+400.00	0.00	5.29	0.00	80.86	14759.40	20648.57
4+420.00	0.00	7.38	0.00	126.77	14759.40	20775.34
4+440.00	0.00	9.57	0.00	169.57	14759.40	20944.91
4+460.00	0.00	9.67	0.00	192.44	14759.40	21137.35
4+480.00	0.00	7.78	0.00	174.54	14759.40	21311.90
4+500.00	0.00	3.01	0.00	107.98	14759.40	21419.87
4+520.00	3.16	0.00	31.60	30.15	14791.01	21450.02

TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
ESTACIÓN	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
4+540.00	3.51	0.00	66.75	0.00	14857.75	21450.02
4+560.00	1.82	0.00	53.38	0.00	14911.13	21450.02
4+580.00	0.35	0.34	21.71	3.44	14932.84	21453.46
4+600.00	0.00	1.58	3.47	19.22	14936.31	21472.68
4+620.00	0.16	0.46	1.58	20.35	14937.89	21493.04
4+640.00	0.58	0.00	7.37	4.57	14945.26	21497.60
4+660.00	1.04	0.00	16.20	0.00	14961.46	21497.60
4+680.00	1.52	0.00	25.57	0.00	14987.03	21497.60
4+700.00	1.65	0.00	31.70	0.00	15018.73	21497.60
4+720.00	1.01	0.21	26.65	2.10	15045.38	21499.70
4+740.00	2.06	0.00	30.75	2.10	15076.13	21501.80
4+760.00	0.00	1.34	20.64	13.38	15096.77	21515.18
4+780.00	0.00	3.35	0.00	46.85	15096.77	21562.04
4+800.00	0.00	4.74	0.00	80.86	15096.77	21642.90
4+820.00	0.00	6.18	0.00	109.23	15096.77	21752.13
4+840.00	0.00	6.05	0.00	122.35	15096.77	21874.48
4+860.00	0.00	4.03	0.00	100.79	15096.77	21975.27
4+880.00	0.00	1.70	0.00	57.30	15096.77	22032.57
4+900.00	0.58	0.20	5.82	18.97	15102.60	22051.54
4+920.00	1.52	0.00	21.03	1.96	15123.63	22053.50
4+940.00	2.52	0.00	40.37	0.00	15164.01	22053.50
4+960.00	4.42	0.00	69.32	0.00	15233.33	22053.50
4+980.00	5.53	0.00	99.46	0.00	15332.79	22053.50
5+000.00	2.43	0.00	79.64	0.00	15412.43	22053.50
5+020.00	0.71	0.00	31.39	0.00	15443.82	22053.50
5+040.00	0.00	1.13	7.06	11.30	15450.88	22064.80
5+060.00	0.00	2.74	0.00	38.72	15450.88	22103.52
5+080.00	0.00	4.42	0.00	71.66	15450.88	22175.18
5+100.00	0.00	4.97	0.00	93.95	15450.88	22269.13
5+120.00	0.00	5.00	0.00	99.69	15450.88	22368.82
5+140.00	0.00	5.12	0.00	101.22	15450.88	22470.04
5+160.00	0.00	4.38	0.00	95.04	15450.88	22565.08
5+180.00	0.00	3.12	0.00	74.98	15450.88	22640.06
5+200.00	0.00	0.85	0.00	39.68	15450.88	22679.75
5+220.00	1.47	0.00	14.70	8.51	15465.57	22688.26
5+240.00	2.03	0.00	34.96	0.00	15500.53	22688.26
5+260.00	0.91	0.00	29.38	0.00	15529.91	22688.26
5+280.00	0.86	0.00	17.67	0.00	15547.58	22688.26
5+300.00	0.19	0.43	10.41	4.27	15558.00	22689.53
5+320.00	0.00	0.79	1.87	12.15	15559.86	22704.68
5+340.00	0.09	0.59	0.91	13.80	15560.77	22718.48
5+360.00	0.23	0.31	3.20	8.98	15563.97	22727.47
5+380.00	0.02	0.70	2.51	10.03	15566.48	22737.50
5+400.00	0.00	0.80	0.22	15.00	15566.70	22752.50
5+420.00	0.00	0.79	0.04	15.88	15566.74	22768.38
5+440.00	0.00	0.77	0.07	15.52	15566.82	22783.91
5+460.00	0.01	0.75	0.12	15.18	15566.93	22799.08
5+480.00	0.01	0.74	0.17	14.87	15567.10	22813.95
5+482.94	0.00	0.85	0.01	2.34	15567.12	22816.29

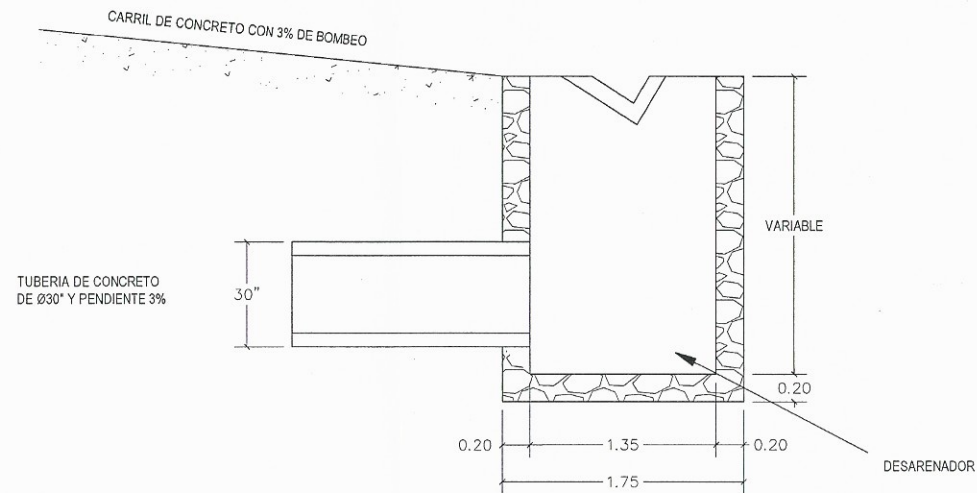
TABLAS DE VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO DE EST 3+880 A EST 5+482.94

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE LA CARRETERA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL JOYOTEUIL			
UBICACIÓN:	ALDEA SANTA ROSITA		
MUNICIPIO:	VILLA CANALES		
DEPARTAMENTO:	GUATEMALA		
CONTENIDO:	EPS	FECHA:	
SECCIONES TRANSVERSALES	6 MESES	ENERO 2015	
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA	No. HOJA:	21	
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA		22	
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA	ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA (ASESOR)		

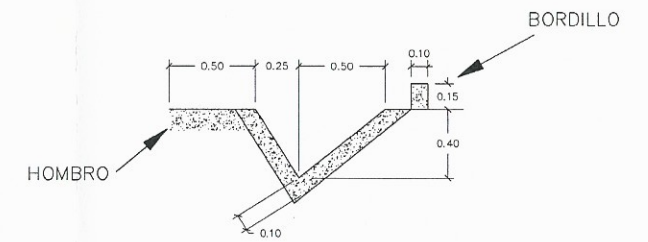
*Ing. Ángel Roberto Sic García*  
**ASESOR - SUPERVISOR DE EPS**  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería



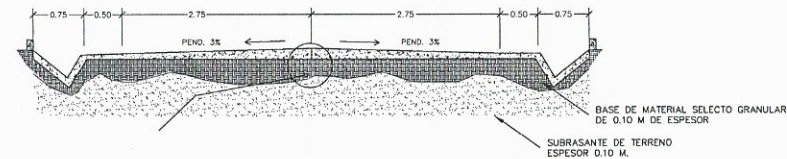
PLANTA DRENAJE TRANSVERSAL  
ESCALA 1:25



SECCION DRENAJE TRANSVERSAL  
ESCALA 1:25



DETALLE CUNETETA TÍPICA  
ESCALA 1:20

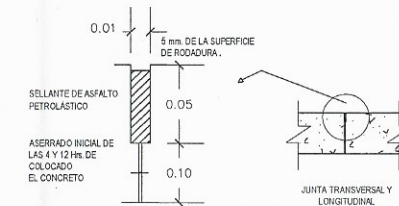


SECCION TÍPICA DE CARRETERA  
ESCALA 1:50

ESPECIFICACIONES DE LA BASE:  
LA BASE SERÁ DE MATERIAL BALASTO DE 0.10 M DE ESPESOR  
LA BASE TENDRÁ UNA HUMEDAD ÓPTIMA DE 15.80%, Y EL SUELO  
SE CLASIFICA COMO ARENA LIMOSA CON PÓMEZ COLOR GRIS.

NOTA:  
EL PAVIMENTO SERÁ RÍGIDO DE CONCRETO, EL CUAL  
TENDRÁ UN ESPESOR DE 0.15 m Y SE COLOCARÁ SOBRE  
UNA BASE DE MATERIAL DE BALASTO DE 0.10 m EXISTENTE.  
SE COLOCARÁ UNA CUNETETA A LO LARGO DEL PAVIMENTO,  
ESTA CUNETETA SERÁ FUNDIDO INSITU; TENDRÁ 0.25 Y 0.50 m  
DE ANCHO Y UNA PROFUNDIDAD DE 0.40 m.  
LOS HOMBROS QUE SERÁN DE CONCRETO FUNDIDO INSITU  
Y TENDRÁN UN ANCHO DE 0.50 m DE ANCHO.  
SE COLOCARÁN BORDILLOS PREFABRICADOS DE CONCRETO  
SEGUIDOS DE LA CUNETETA PARA ENCAUSAR EL AGUA HACIA  
LA CUNETETA MISMA, EL ANCHO DE BORDILLO SERÁ DE 0.10 m  
Y TENDRÁ UNA ALTURA DE 0.15 m.

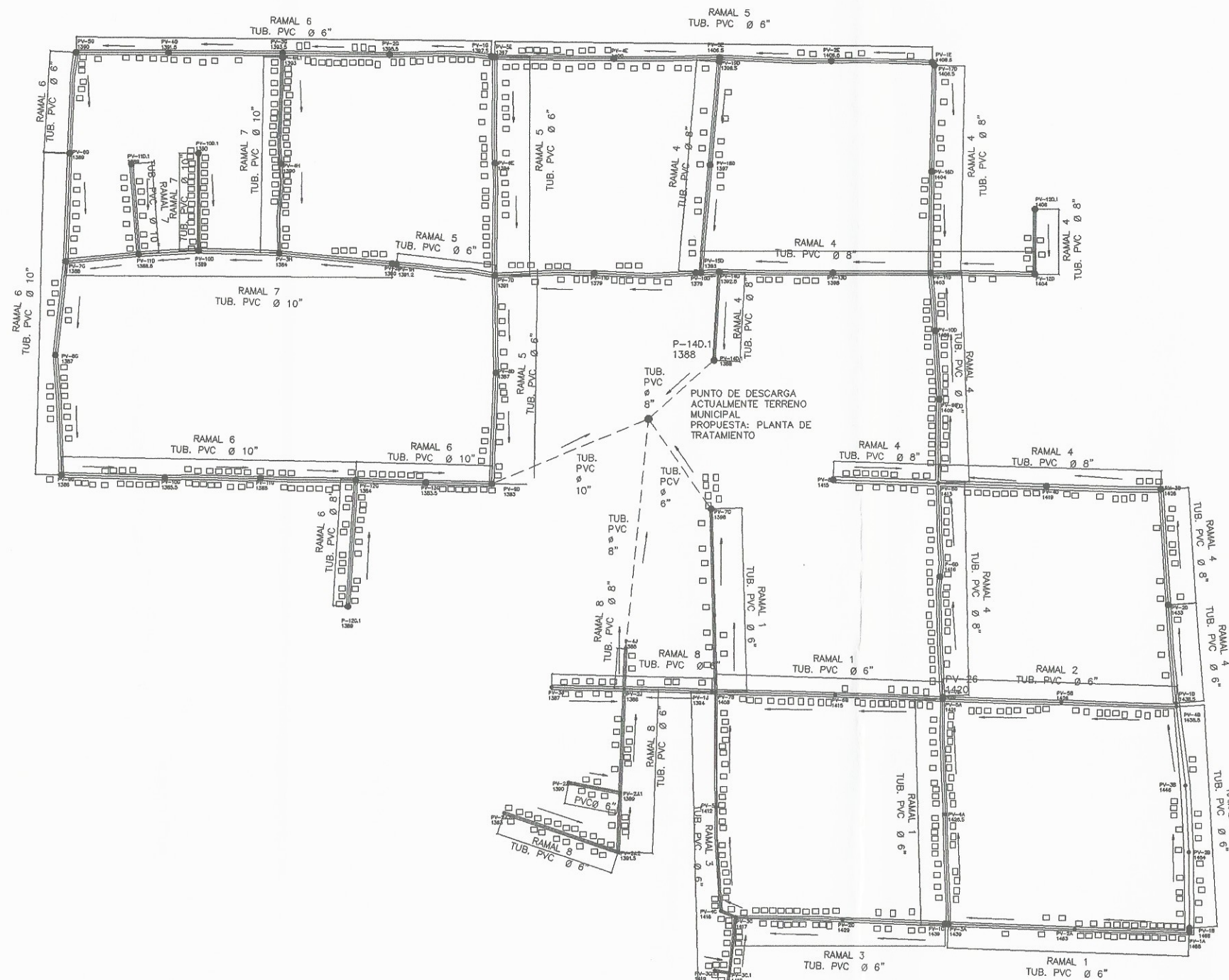
DIMENSIONES  
Profundidad variable  
Largo 1.75m  
Ancho 1.75m



DETALLE DE JUNTA  
ESCALA 1:12.5

ESPECIFICACIONES DE JUNTAS:  
JUNTAS LONGITUDINALES:  
SON JUNTAS PARALELAS AL EJE LONGITUDINAL DEL PAVIMENTO, ESTAS  
JUNTAS SE COLOCARÁN PARA PREVENIR GRIETAS LONGITUDINALES, LAS  
CUALES SE REALIZARÁN DE FORMA MECÁNICA, LA PROFUNDIDAD DE LA  
RANURA NO DEBE SER MENOR DE UN CUARTO DEL ESPESOR DE LA LOSA.  
JUNTAS DE CONTRACCION: (TRANSVERSALES)  
ESTAS JUNTAS CONTROLAN LAS GRIETAS CAUSADAS POR LA RETRACCIÓN  
DEL FRAGUADO DEL CONCRETO, LA RANURA DE LA JUNTA DEBE TENER  
UNA PROFUNDIDAD NO MENOR A UN CUARTO DEL ESPESOR DE LA LOSA.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DE LA PAVIMENTACIÓN DEL TRAMO DE ALDEA SANTA ROSITA HACIA LA ALDEA EL ALFARERO	
UBICACIÓN: ALDEA SANTA ROSITA		MUNICIPIO: VILLA CANALES	
DEPARTAMENTO: GUATEMALA		FECHA: 2014	
CONTENIDO: DETALLES DE CARRETERA		EPS: 6 MESES	
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA	Nº HOJA: 22		
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA	22 / 22		
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA			
		ASESOR - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA (ASESOR)	



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.

UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR  
 MUNICIPIO: VILLA CAÑALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO:  
 PLANTA GENERAL DRENAJE SANITARIO

EPS: 6 MESES  
 FECHA: 2018  
 ESCALA: INDICADA

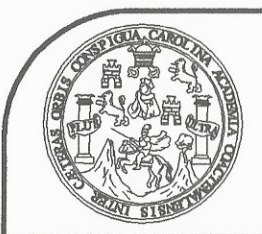
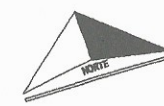
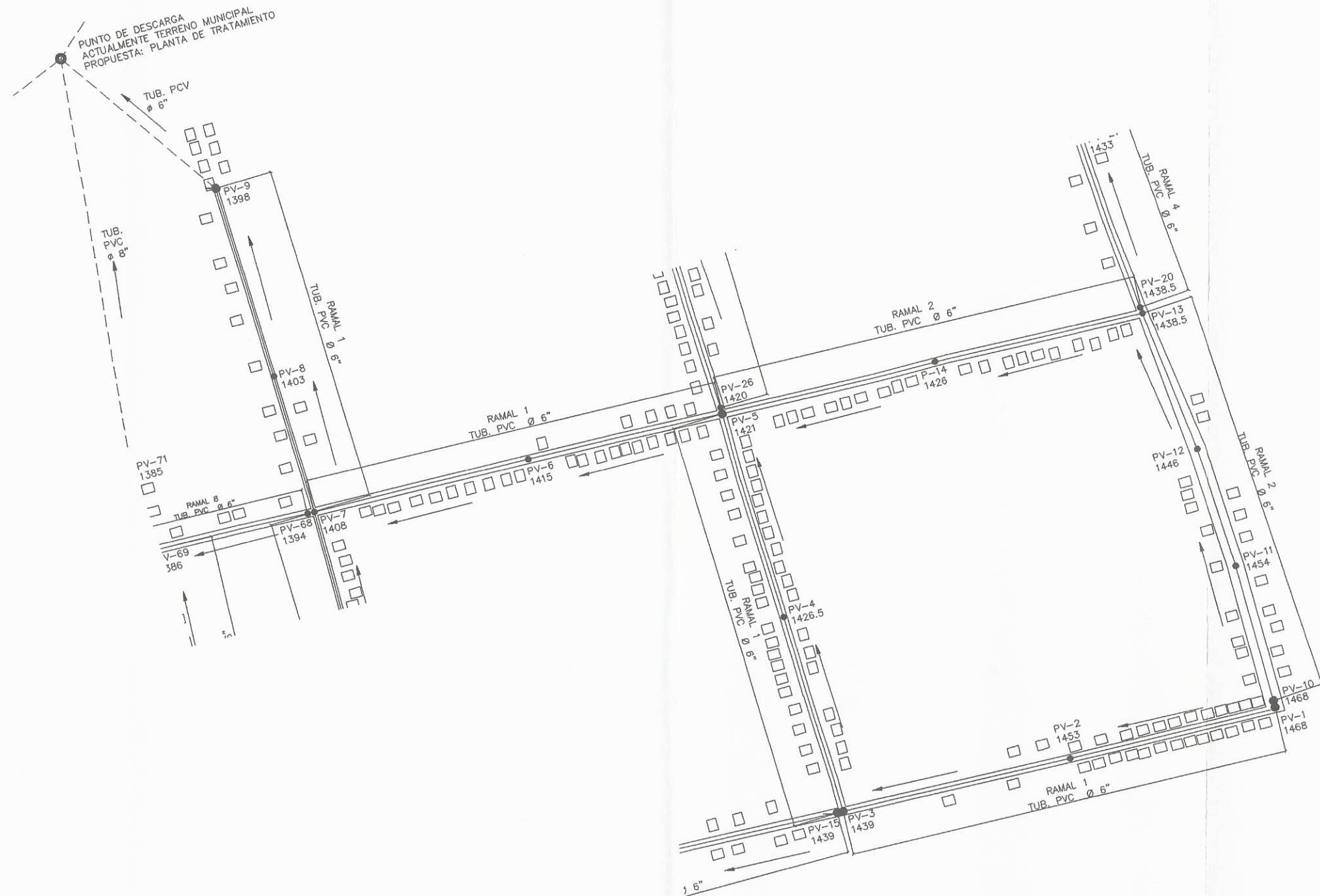
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

No. HOJA:  
 1 / 19

ING. ANGEL ROBERTO SIO GARCÍA  
 ASesor - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Estudios de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería  
 ING. ANGEL ROBERTO SIO GARCÍA  
 (ASESOR)

Pozo	A Pozo	Cota Terreno		D.H.	S%T	# Casas		# Habitantes		F. H		Qdom		QComercia		Infiltraci		Q de C.I.		Q Medio		Fqm		Q.max(Qdls)		β	S% Dis	"V"	Q	Relacion q/Q		w/V		Velocidad		0.6<V<3		d/D		cotas invert		Altura Pozo		Volumen Exc m3	Ancho de zarja	Perim en Exc m2		
		inicio	final			Actual	Acu.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.					Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.				Act.	Fut.
<b>RAMAL 1</b>																																																
PV 1A	PV 2A	1453.00	1439	99.80	14.03%	5	29	174	4.17	4.01	0.34	0.83	0.00	0.00	0.01	0.01	0.15	0.37	0.50	1.21	0.003	0.003	2.13	4.87	6	14.03%	4.71	85.95	0.0247	0.0566	0.4211	0.5397	1.984	2.543	Continuar	Continuar	0.11	0.16	continuar	continuar	1451.78	1437.78	1.22	1.22	73.77	0.60	73.05	39.80
PV 2A	PV 3A	1453.00	1439	99.80	14.03%	5	29	174	4.17	4.01	0.34	0.83	0.00	0.00	0.01	0.01	0.15	0.37	0.50	1.21	0.003	0.003	2.13	4.87	6	14.03%	4.71	85.95	0.0247	0.0566	0.4211	0.5397	1.984	2.543	Continuar	Continuar	0.11	0.16	continuar	continuar	1451.78	1437.78	1.22	1.22	73.77	0.60	73.05	39.80
PV 3A	PV 4A	1426.50	1426.5	86.96	14.37%	17	46	276	4.09	3.91	0.54	1.32	0.00	0.00	0.02	0.02	0.24	0.58	0.80	1.92	0.003	0.003	3.31	7.52	6	14.37%	4.77	87.01	0.0380	0.0864	0.4798	0.6114	2.288	2.918	Continuar	Continuar	0.13	0.20	continuar	continuar	1437.76	1425.26	1.24	1.24	66.36	0.60	84.70	36.90
PV 4A	PV 5A	1426.50	1421	91.24	6.03%	20	66	396	4.02	3.81	0.78	1.89	0.00	0.00	0.02	0.02	0.34	0.83	1.15	2.75	0.003	0.003	4.67	10.53	6	6.03%	3.09	56.34	0.0829	0.1868	0.6040	0.7647	1.866	2.362	Continuar	Continuar	0.19	0.29	continuar	continuar	1425.24	1419.74	1.26	1.26	68.10	0.60	88.98	51.24
PV 5A	PV 6B	1421.00	1415	85.45	7.02%	15	81	486	3.98	3.75	0.96	2.32	0.00	0.00	0.03	0.03	0.42	1.02	1.41	3.37	0.003	0.003	5.67	12.73	6	7.02%	3.33	60.81	0.0932	0.2093	0.6260	0.7902	2.087	2.634	Continuar	Continuar	0.21	0.31	continuar	continuar	1419.72	1413.72	1.28	1.28	65.79	0.60	65.63	35.46
PV 6B	PV 7B	1415.00	1408	94.36	7.42%	16	97	582	3.94	3.70	1.15	2.78	0.00	0.00	0.03	0.03	0.51	1.23	1.68	4.04	0.003	0.003	6.72	15.02	6	7.42%	3.43	62.50	0.1075	0.2403	0.6524	0.8211	2.235	2.814	Continuar	Continuar	0.22	0.33	continuar	continuar	1413.70	1406.70	1.30	1.30	73.89	0.60	73.60	34.36
PV 7B	PV 6C	1408.00	1403	60.86	8.22%	6	103	618	3.93	3.68	1.22	2.95	0.00	0.00	0.04	0.04	0.54	1.30	1.79	4.29	0.003	0.003	7.11	15.86	6	8.22%	3.61	65.78	0.1080	0.2412	0.6524	0.8224	2.352	2.966	Continuar	Continuar	0.22	0.33	continuar	continuar	1406.68	1401.68	1.32	1.32	63.26	0.60	48.20	30.96
PV 6C	PV 7C	1403.00	1398	84.18	5.94%	5	20	120	4.22	4.08	0.24	0.57	0.00	0.00	0.01	0.01	0.10	0.25	0.35	0.83	0.003	0.003	1.48	3.42	6	5.94%	3.07	55.93	0.0265	0.0611	0.4309	0.5518	1.321	1.692	Continuar	Continuar	0.11	0.17	continuar	continuar	1401.80	1396.80	1.20	1.20	60.72	0.60	60.61	84.18
PV 7C	Descarga	1398.00	1390.5	86.79	8.64%	7	27	162	4.18	4.03	0.32	0.77	0.00	0.00	0.01	0.01	0.14	0.34	0.47	1.12	0.003	0.003	1.98	4.55	6	8.64%	3.70	67.46	0.0294	0.0674	0.4429	0.5677	1.638	2.100	Continuar	Continuar	0.12	0.18	continuar	continuar	1396.78	1389.28	1.22	1.22	63.77	0.60	63.53	36.79
<b>RAMAL 2</b>																																																
PV 1B	PV 2B	1468.00	1454	60.05	23.31%	9	29	174	4.17	4.01	0.34	0.83	0.00	0.00	0.01	0.01	0.23	0.37	0.59	1.21	0.003	0.003	2.13	4.87	6	23.31%	6.07	110.81	0.0192	0.0439	0.3909	0.4996	2.375	3.035	Continuar	Continuar	0.10	0.14	continuar	continuar	1466.78	1452.78	1.22	1.22	46.14	0.60	43.96	30.05
PV 2B	PV 3B	1454.00	1446	52.79	15.15%	9	38	228	4.13	3.95	0.45	1.09	0.00	0.00	0.02	0.02	0.20	0.48	0.66	1.59	0.003	0.003	2.76	6.28	6	15.15%	4.90	89.34	0.0309	0.0703	0.4500	0.5755	2.204	2.819	Continuar	Continuar	0.12	0.18	continuar	continuar	1452.76	1444.76	1.24	1.24	36.12	0.60	39.28	52.79
PV 3B	PV 4B	1446.00	1438.5	62.89	11.93%	2	40	240	4.12	3.94	0.47	1.15	0.00	0.00	0.02	0.02	0.21	0.51	0.70	1.67	0.003	0.003	2.90	6.60	6	11.93%	4.34	79.25	0.0365	0.0833	0.4730	0.6059	2.055	2.632	Continuar	Continuar	0.13	0.20	continuar	continuar	1444.74	1437.24	1.26	1.26	47.35	0.60	47.54	32.83
PV 4B	PV 5B	1438.50	1426	91.15	13.71%	10	50	300	4.08	3.88	0.59	1.43	0.00	0.00	0.03	0.03	0.26	0.63	0.88	2.09	0.003	0.003	3.58	8.13	6	13.71%	4.66	84.98	0.0422	0.0957	0.4953	0.6297	2.307	2.934	Continuar	Continuar	0.14	0.21	continuar	continuar	1437.22	1424.72	1.28	1.28	70.86	0.60	70.00	31.15
PV 5B	PV 5A	1426.00	1421	93.76	5.33%	9	59	354	4.05	3.84	0.70	1.69	0.00	0.00	0.03	0.03	0.31	0.75	1.04	2.47	0.003	0.003	4.20	9.49	6	5.33%	2.91	52.99	0.0792	0.1790	0.5965	0.7559	1.733	2.196	Continuar	Continuar	0.19	0.29	continuar	continuar	1424.70	1419.70	1.30	1.30	73.24	0.60	73.13	33.76
PV 5A	PV 6B	1421.00	1415	97.21	6.17%	15	15	90	4.26	4.13	0.18	0.43	0.00	0.00	0.01	0.01	0.08	0.19	0.26	0.62	0.003	0.003	1.12	2.59	6	6.17%	3.13	57.01	0.0197	0.0454	0.3935	0.5061	1.230	1.582	Continuar	Continuar	0.10	0.15	continuar	continuar	1419.80	1413.80	1.20	1.20	70.12	0.60	69.99	97.21
PV 6B	PV 7B	1415.00	1408	94.36	7.42%	16	16	96	4.25	4.12	0.19	0.46	0.00	0.00	0.01	0.01	0.08	0.20	0.28	0.67	0.003	0.003	1.19	2.76	6	7.42%	3.43	62.50	0.0191	0.0442	0.3883	0.5018	1.331	1.719	Continuar	Continuar	0.10	0.14	continuar	continuar	1413.80	1406.80	1.20	1.20	68.13	0.60	67.94	94.36
PV 7B	PV 6C	1408.00	1403	60.86	8.22%	6	22	132	4.21	4.07	0.26	0.63	0.00	0.00	0.01	0.01	0.11	0.28	0.38	0.92	0.003	0.003	1.63	3.74	6	8.22%	3.61	65.78	0.0247	0.0589	0.4211	0.5397	1.519	1.948	Continuar	Continuar	0.11	0.16	continuar	continuar	1406.78	1401.78	1.22	1.22	44.70	0.60	44.55	30.86
PV 6C	PV 7C	1403.00	1398	84.18	5.94%	4	26	156	4.19	4.03	0.31	0.75	0.00	0.00	0.01	0.01	0.14	0.33	0.46	1.09	0.003	0.003	1.91	4.39	6	5.94%	3.07	55.93	0.0342	0.0786	0.4639	0.5946	1.422	1.823	Continuar	Continuar	0.13	0.19	continuar	continuar	1401.76	1396.76	1.24	1.24	62.74	0.60	62.63	54.18
PV 7C	Descarga	1398.00	1390.5	86.79	8.64%	0	26	156	4.19	4.03	0.31	0.75	0.00	0.00	0.02	0.02	0.14	0.33	0.46	1.09	0.003	0.003	1.91	4.39	6	8.64%	3.70	67.46	0.0284	0.0651	0.4381	0.5618	1.620	2.078	Continuar	Continuar	0.12	0.17	continuar	continuar	1396.74	1389.24	1.26	1.26	65.65	1.60	174.97	36.74
<b>RAMAL 3</b>																																																
PV 1C	PV 2C	1439.00	1429	81.90	12.21%	7	33	198	4.15	3.98	0.39	0.95	0.00	0.00	0.02	0.02	0.17	0.42	0.58	1.38	0.003	0.003	2.41	5.51	6	12.21%	4.40	80.19	0.0300	0.0687	0.4453	0.5718	1.957	2.513	Continuar	Continuar	0.12	0.18	continuar	continuar	1437.74	1427.74	1.28	1.28	62.38	0.60	61.92	51.90
PV 2C	PV 3C	1429.00	1417	84.58	14.19%	20	53	318	4.07	3.87	0.63	1.52	0.00	0.00	0.05	0.05	0.92	2.24	1.60	3.81	0.003	0.003	3.79	8.59	6	14.19%	4.74	86.44	0.0438	0.0993	0.4996	0.6366	2.368	3.017	Continuar	Continuar	0.14	0.21	continuar	continuar	1427.72	1415.72	1.28	1.28	65.61	0.60	64.96	24.58
3C.2	PV 3C.1	1420.00	1418	26.82	7.46%	6	59	354	4.05	3.84	0.70	1.69	0.00	0.00	0.06	0.06	1.52	2.41	2.27	4.16	0.003	0.003	4.20	9.49	6	7.46%	3.44	62.67	0.0670	0.1514	0.5677	0.7196	1.950	2.472	Continuar	Continuar	0.18	0.26	continuar	continuar	1418.70	1416.70	1.30	1.30	20.98	0.60	20.92	26.82
PV 3C.1.1	PV 3C.1	1419.00	1418	11.97	8.35%	5	84	384	4.03	3.82	0.76	1.83	0.00	0.00	0.10	0.10	1.05	2.54	1.90	4.47	0.003	0.003	4.53	10.23	6	8.35%	3.84	66.33	0.0684	0.1543	0.5716	0.7243	2.079	2.634	Continuar	Continuar	0.18	0.27	continuar	continuar	1417.68							



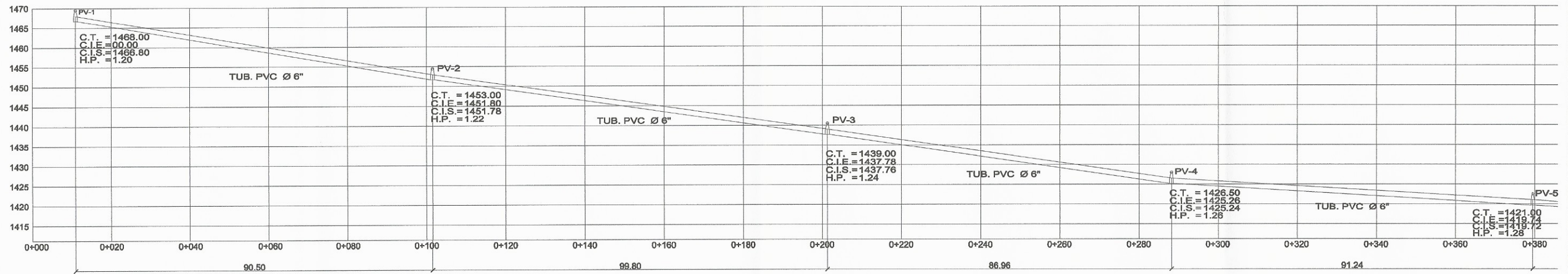


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.  
 UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR  
 MUNICIPIO: VILLA CAÑALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

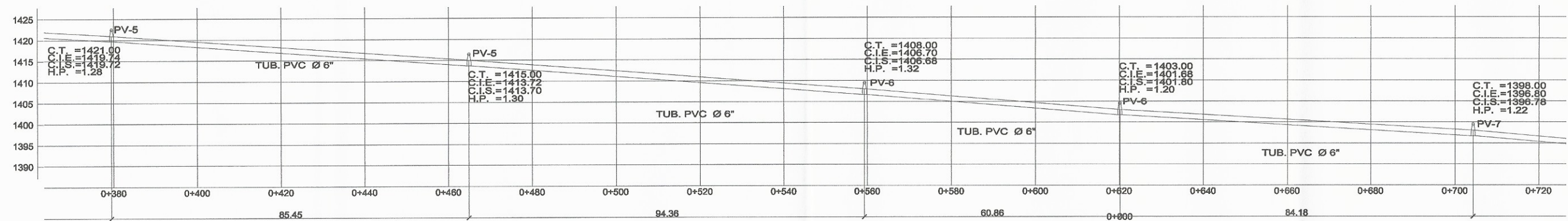
CONTENIDO:  
**PLANTA PERFIL RAMAL 1 Y 2**  
 DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

EPS 6 MESES	FECHA ENERO 2016	ESCALA INDICADA

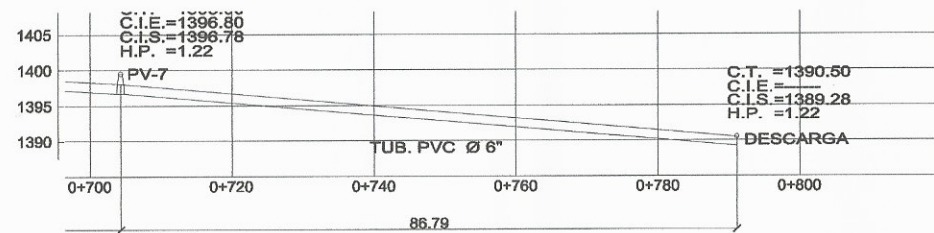
No. HOJA  
4 / 19



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 1**  
ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 1**  
ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 1**  
ESC 1 / 1000

SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
C.T.	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
H.P.	ALTURA DE POZO
PV	POZO DE VISITA
—	LÍNEA DE TERRENO
—	TUBERÍA

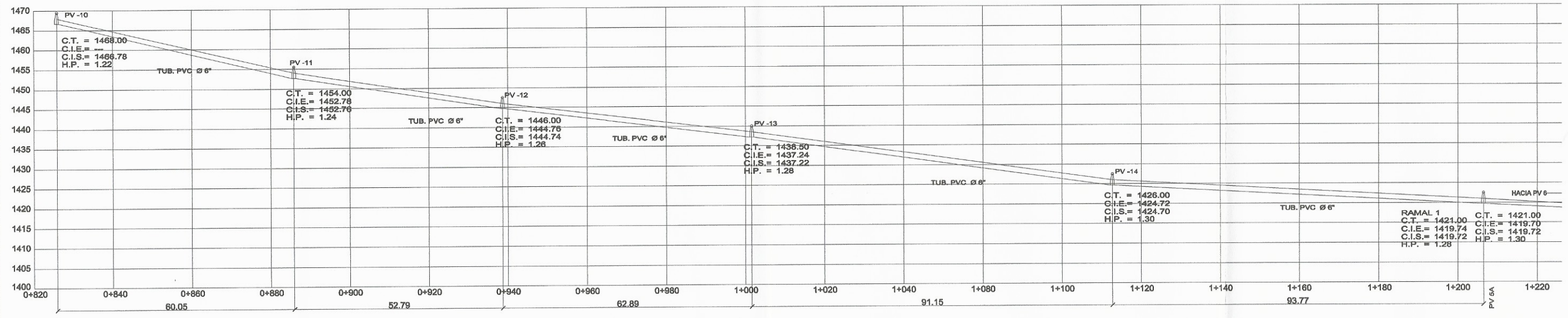


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.  
 UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR  
 MUNICIPIO: VILLA CANALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO:  
**PERFIL RAMAL 1**  
 DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA


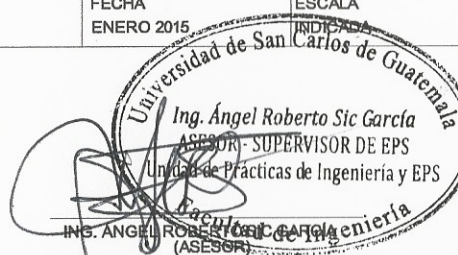
EPS: 6 MESES  
 FECHA: ENERO 2015  
 ESCALA: INDICADA  
 No. HOJA: 5 / 19  
 Ing. Angel Roberto Sic García  
 ASESOR SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
 ASESOR

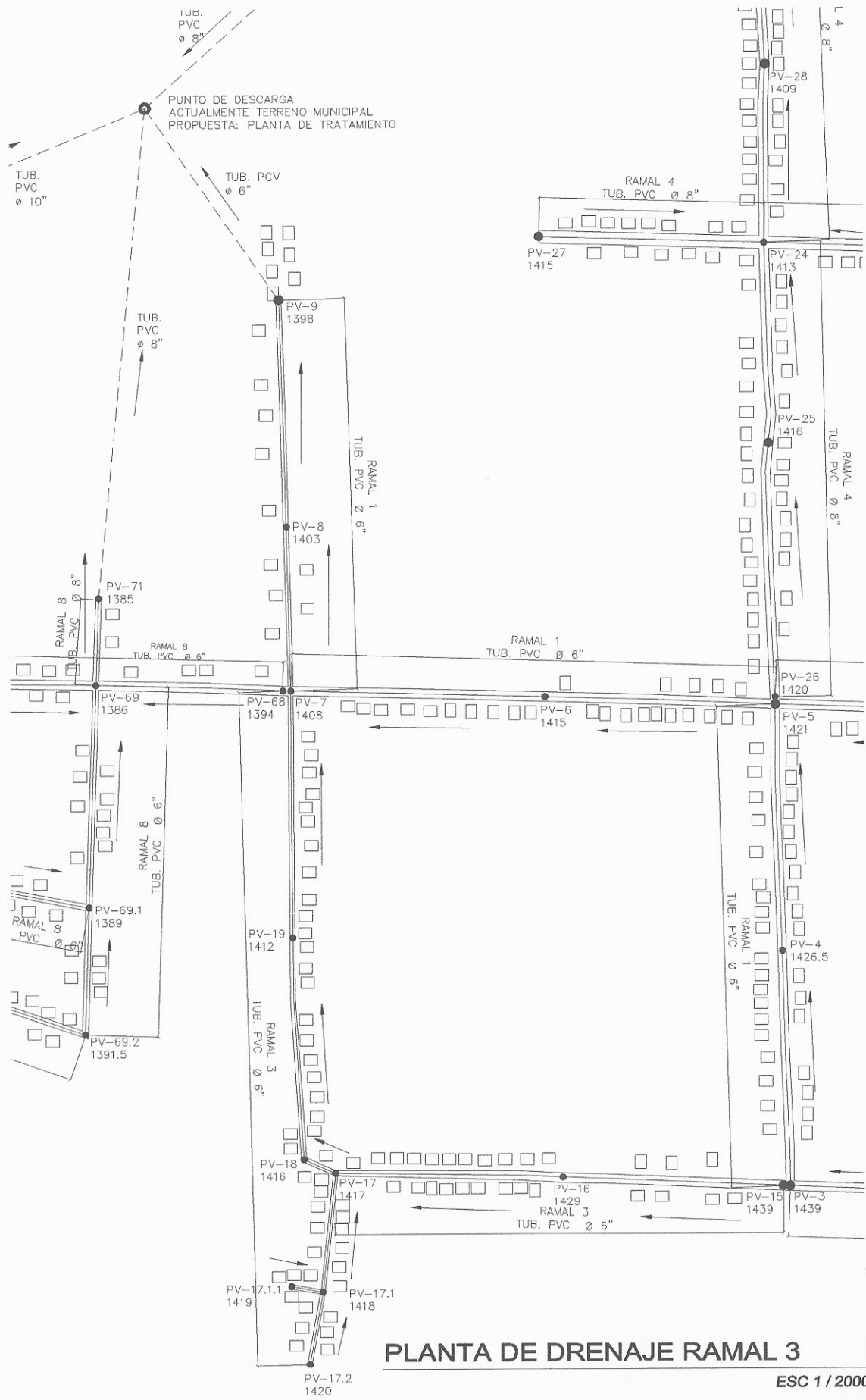




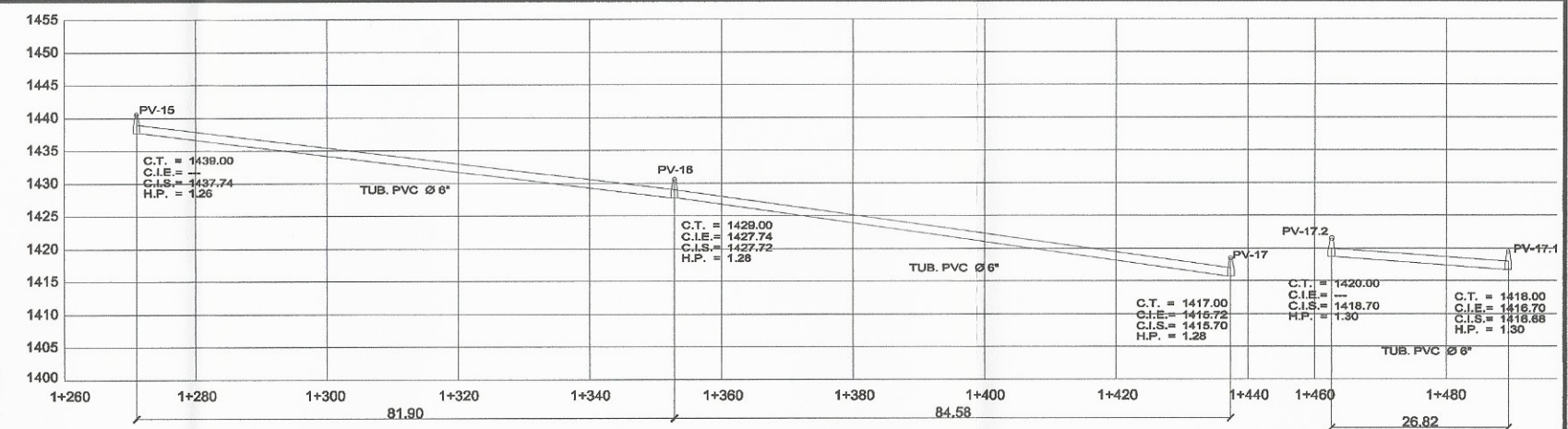
**DRENAJE SANITARIO RAMAL 2**  
ESC 1 / 1000

SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
C.T.	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
H.P.	ALTURA DE POZO
PV	POZO DE VISITA
— / —	LINEA DE TERRENO
— / —	TUBERIA

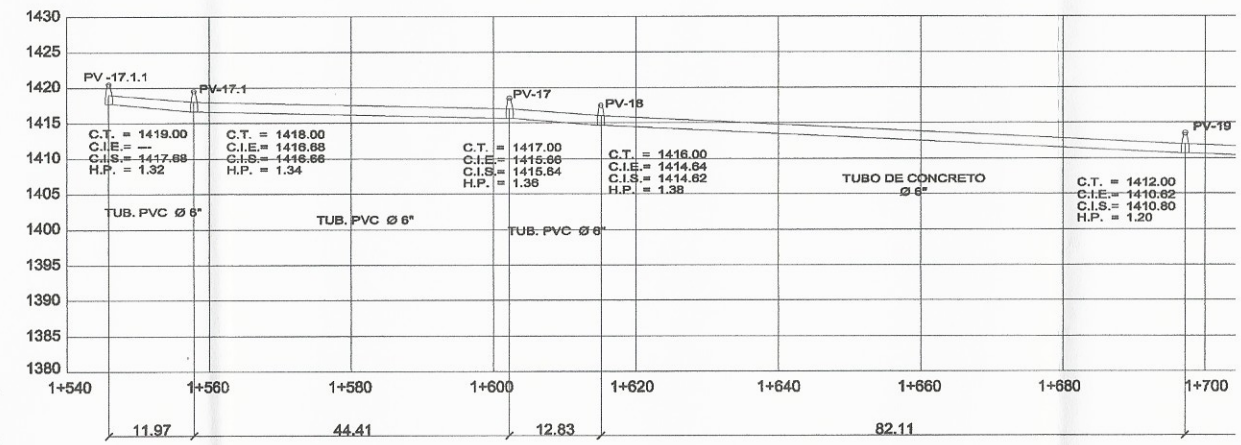
	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.		
UBICACIÓN	ALDEA EL PORVENIR		
MUNICIPIO:	VILLA CANALES		
DEPARTAMENTO:	GUATEMALA		
CONTENIDO: <b>PERFIL RAMAL 2</b>	EPS	FECHA	ESCALA
	6 MESES	ENERO 2015	INDICADA
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA	No. HOJA		
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA	6 / 19		
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA	Ing. Ángel Roberto Sic García ASESOR - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS (ASESOR)		



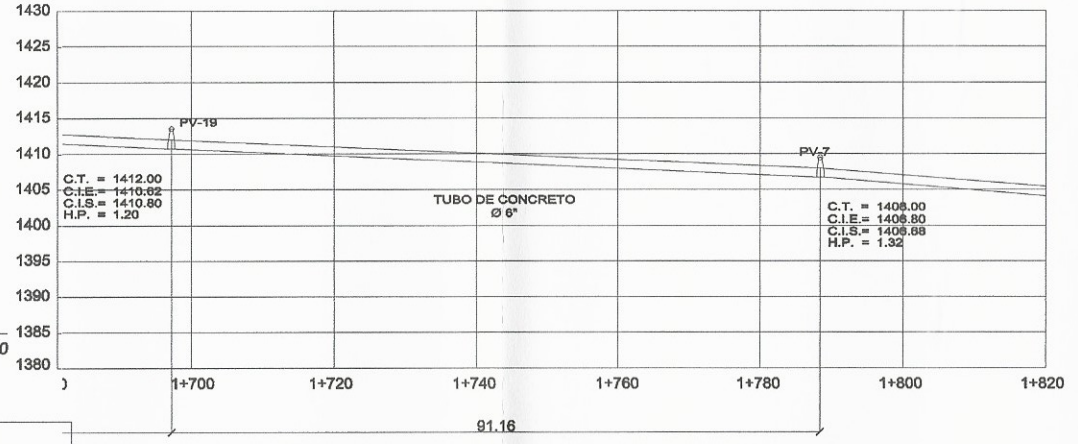
**PLANTA DE DRENAJE RAMAL 3**  
ESC 1 / 2000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 3**  
ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 3**  
ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 3**  
ESC 1 / 1000

SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
C.T.	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
H.P.	ALTURA DE POZO
PV	POZO DE VISITA
(Solid line)	LINEA DE TERRENO
(Dashed line)	TUBERIA

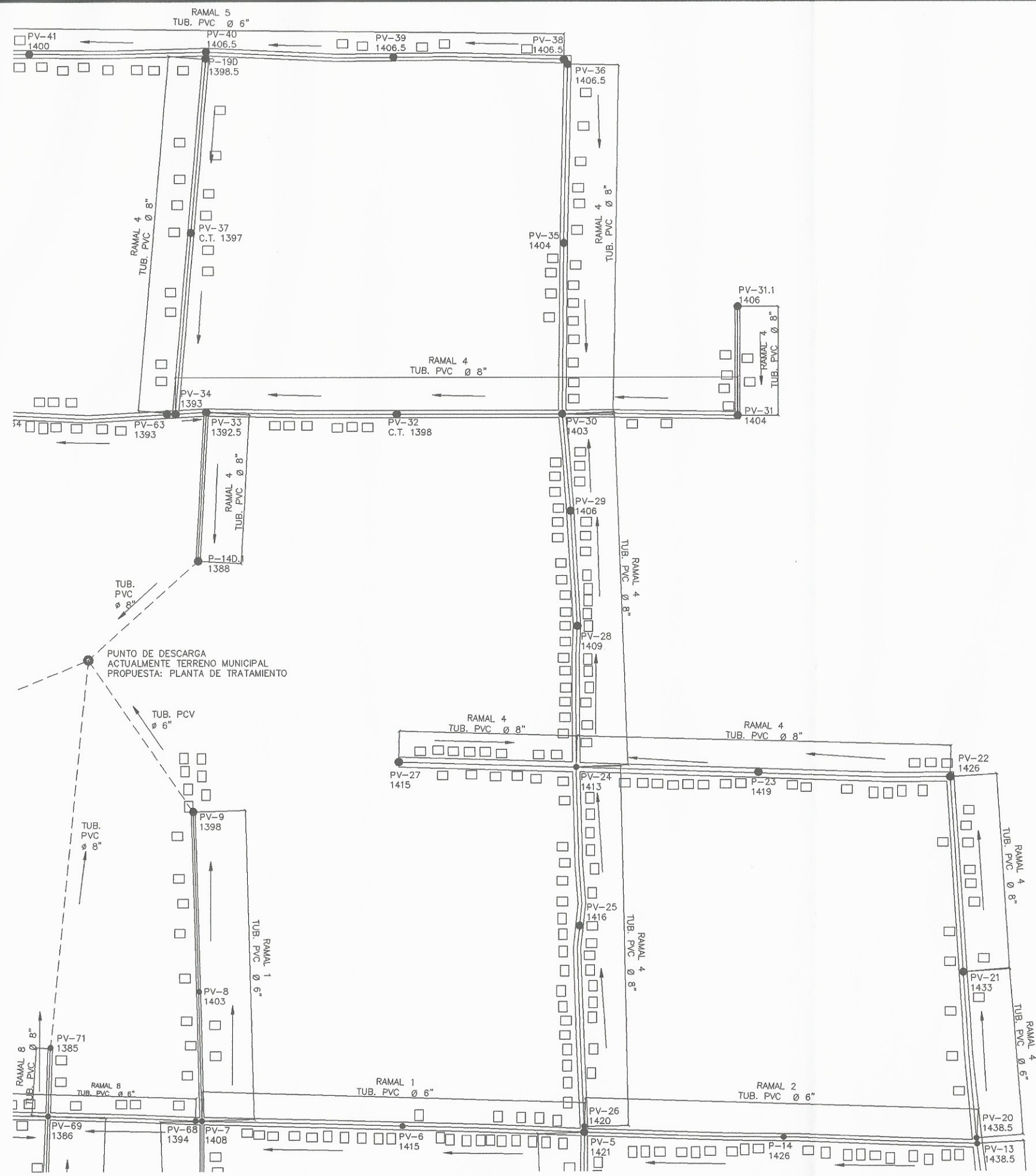


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.  
 UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR  
 MUNICIPIO: VILLA CAÑALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO:  
**PLANTA PERFIL RAMAL 3**  
 DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

EPS: 6 MESES  
 FECHA: 2015  
 ESCALA: INDICADA  
 Ing. Ángel Roberto Sic García  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería  
 ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA (ASESOR)

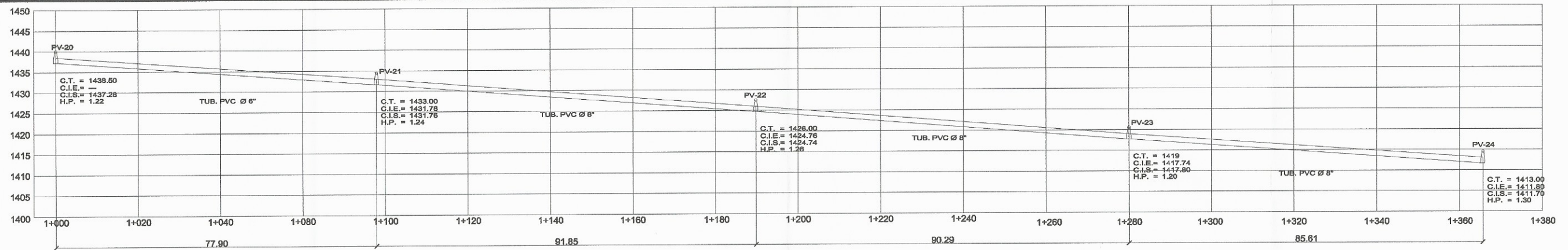
No. HOJA  
 7 / 19



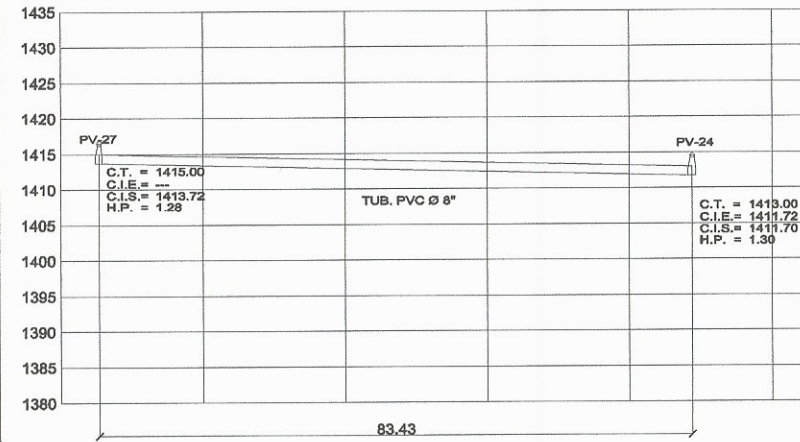
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.  
 UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR  
 MUNICIPIO: VILLA CAÑALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO:  
**PLANTA RAMAL 4**  
 DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

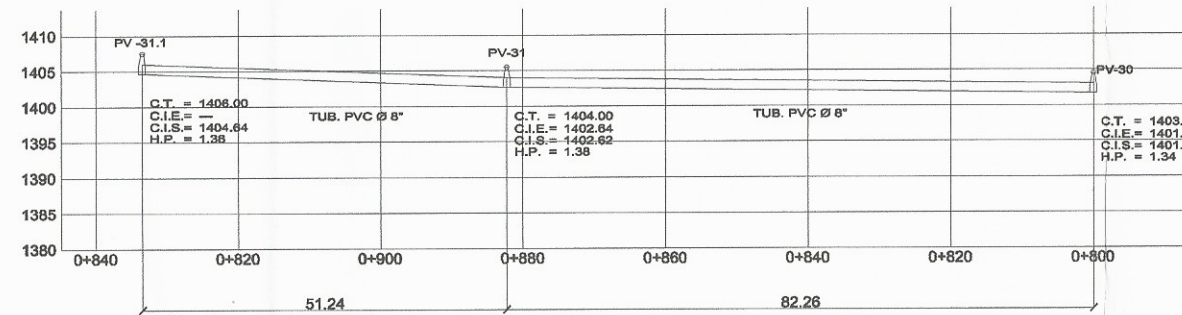
EPS 6 MESES	FECHA ENERO 2015	ESCALA INDICADA
 Ing. Angel Roberto Sig Garcia ASESOR - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Universidad de San Carlos de Guatemala		
No. HOJA 8	19	



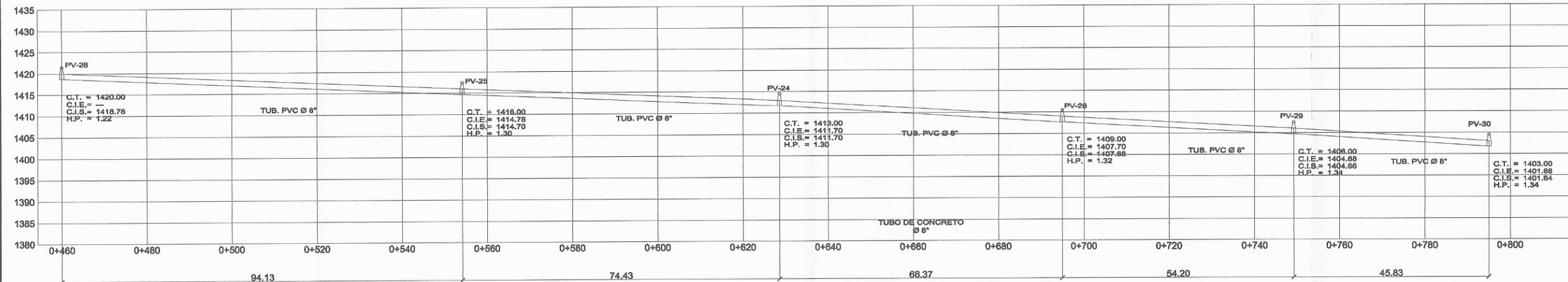
**DRENAJE SANITARIO RAMAL 4**  
ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 4**  
ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 4**  
ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 4**  
ESC 1 / 1000

**SIMBOLOGÍA**

SIMBOLO	SIGNIFICADO
C.T.	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
H.P.	ALTURA DE POZO
PV	POZO DE VISITA
—	LINEA DE TERRENO
—	TUBERIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.

UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR

MUNICIPIO: VILLA CANALES

DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO:  
PERFIL RAMAL 4

DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA

CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA

DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

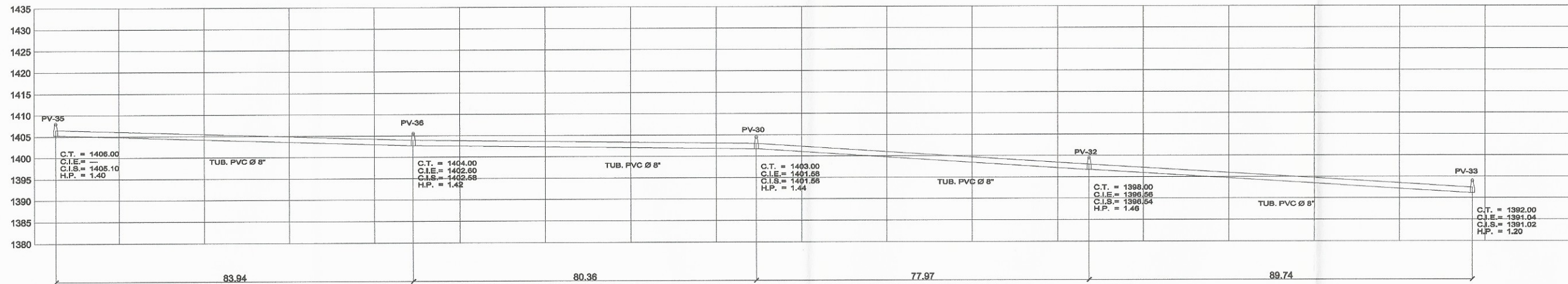
EPS  
6 MESES

FECHA: 15/05/2018

ESCALA

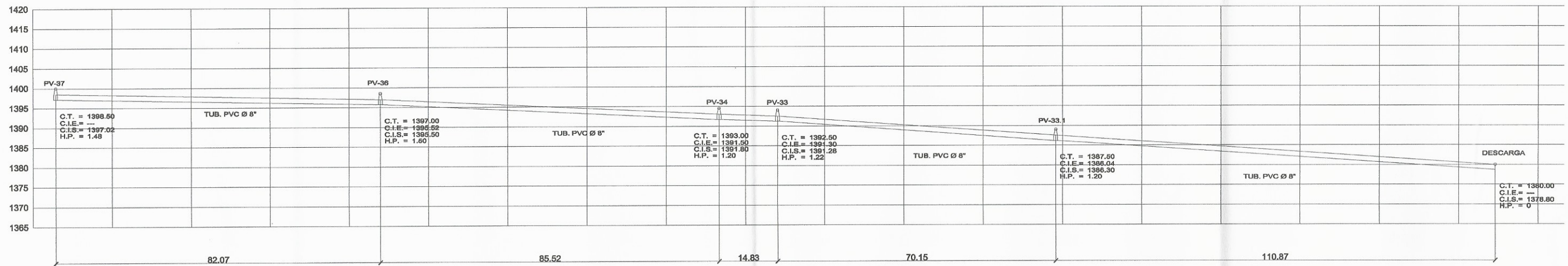


ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
(ASESOR)



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 4**

ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 4**

ESC 1 / 1000

**SIMBOLOGÍA**

SIMBOLO	SIGNIFICADO
C.T.	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
H.P.	ALTURA DE POZO
PV	POZO DE VISITA
—	LINEA DE TERRENO
—	TUBERIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.

UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR

MUNICIPIO: VILLA CANALES

DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO:

PERFIL RAMAL 4

DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA

No. HOJA

CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA

10 / 19

DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

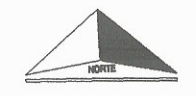
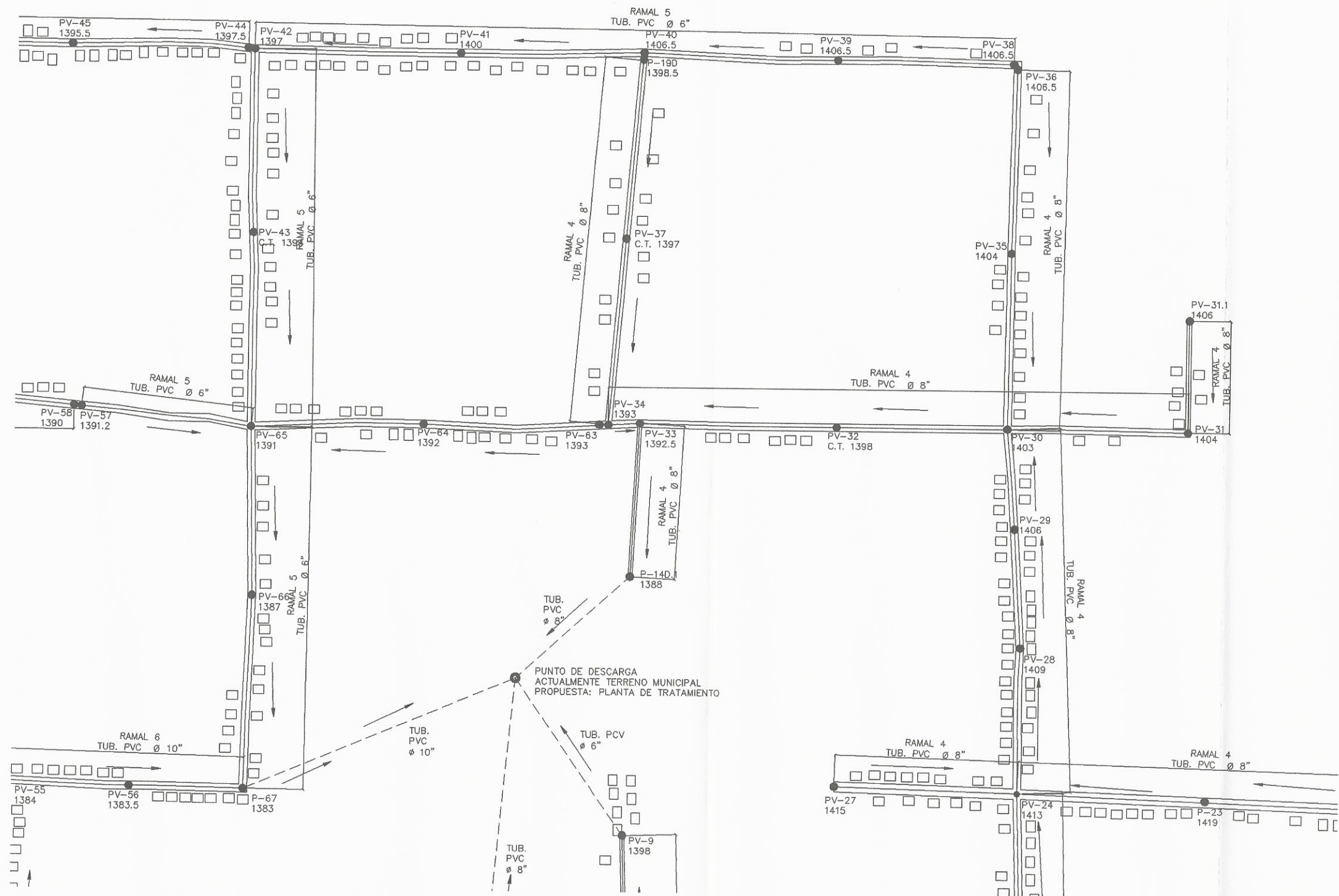
EPS  
6 MESES

FECHA  
ENERO 2018

INDICADA



ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
(ASESOR)



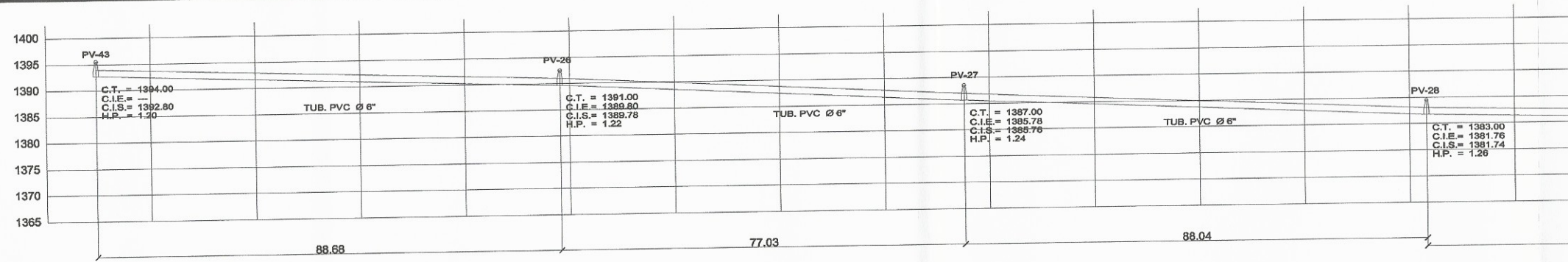
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.  
 UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR  
 MUNICIPIO: VILLA CANALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO:  
**PLANTA RAMAL 5**  
 DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

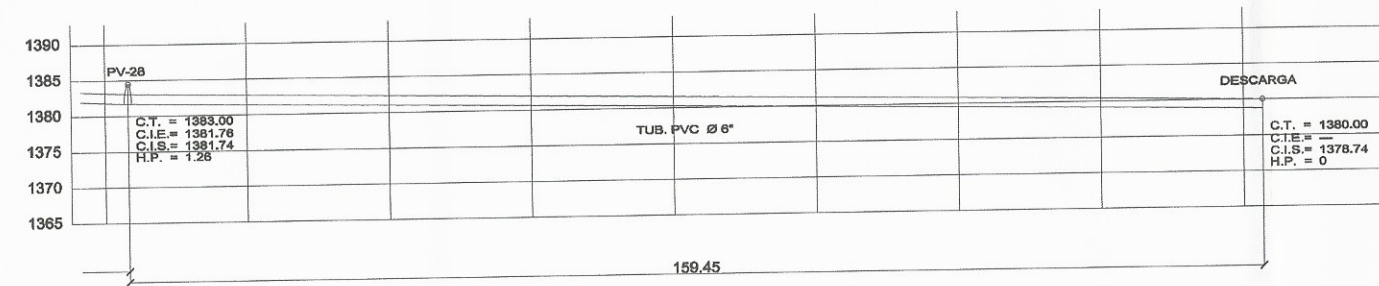
EPS  
 6 MESES

ESCALA  
 INDICADA  
 UNIV. DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 ENERO 2015  
 Ing. Ángel Roberto Sic García  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería  
 ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
 (ASESOR)

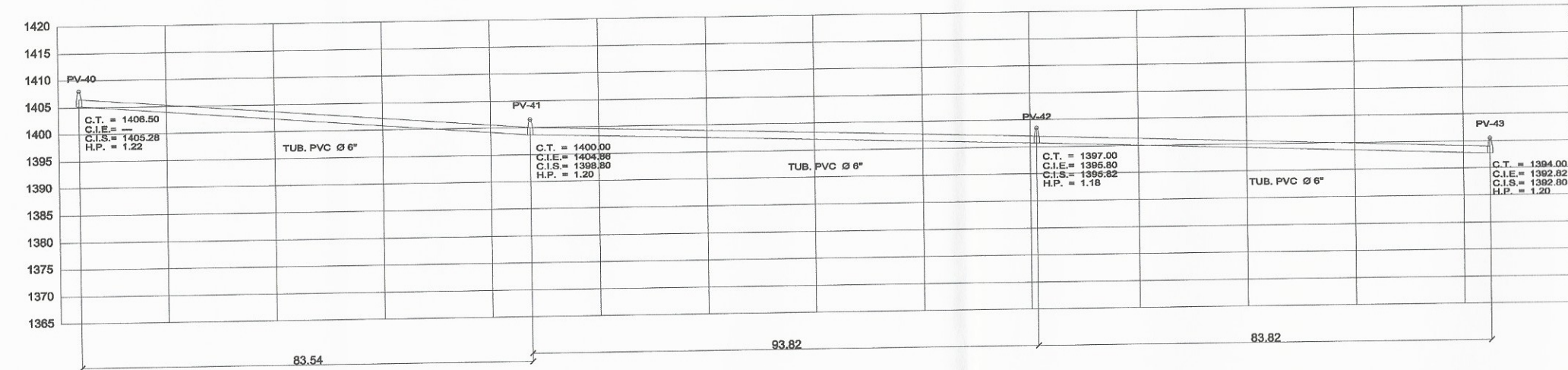
No. HOJA  
 11 / 19



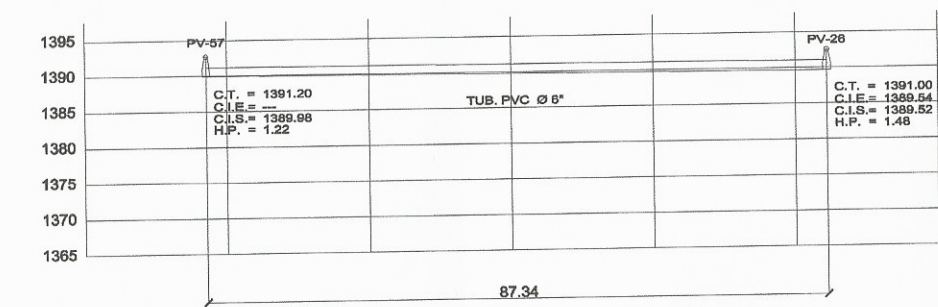
DRENAJE SANITARIO RAMAL 5  
ESC 1 / 1000



DRENAJE SANITARIO RAMAL 5  
ESC 1 / 1000



DRENAJE SANITARIO RAMAL 5  
ESC 1 / 1000



DRENAJE SANITARIO RAMAL 5  
ESC 1 / 1000

SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
C.T.	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
H.P.	ALTURA DE POZO
PV	POZO DE VISITA
—	LINEA DE TERRENO
—	TUBERIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.  
 UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR  
 MUNICIPIO: VILLA CANALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO:  
**PERFIL RAMAL 5**  
 DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

EPS  
6 MESES

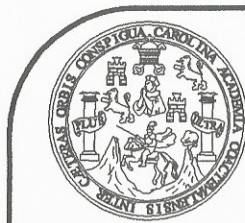
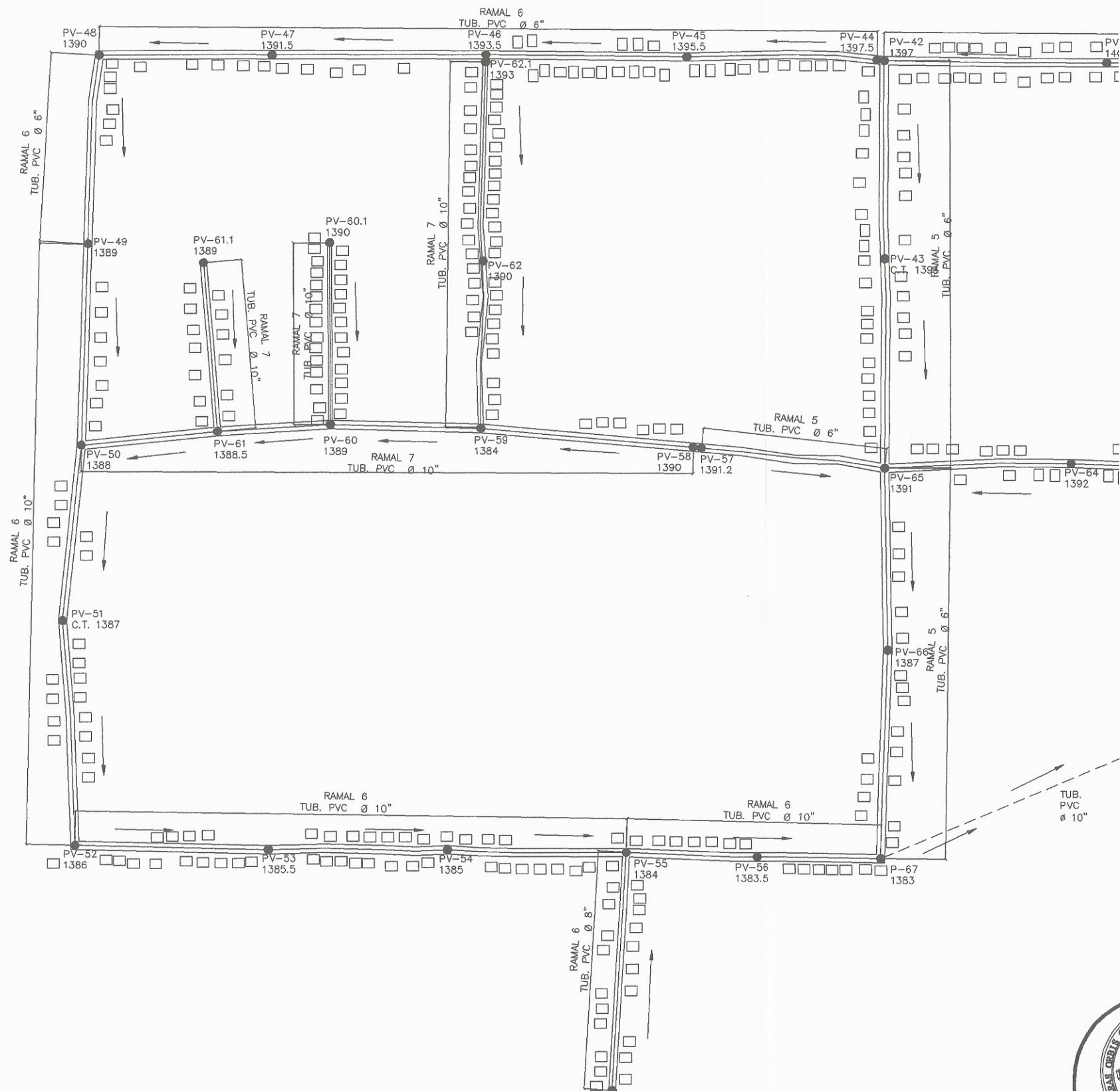
FECHA: ENERO 2015

ESCALA: INDICADA

Ing. Ángel Roberto Sic García  
 ASESOR SUPERIOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
(ASESOR)

No. HOJA: 12 / 19



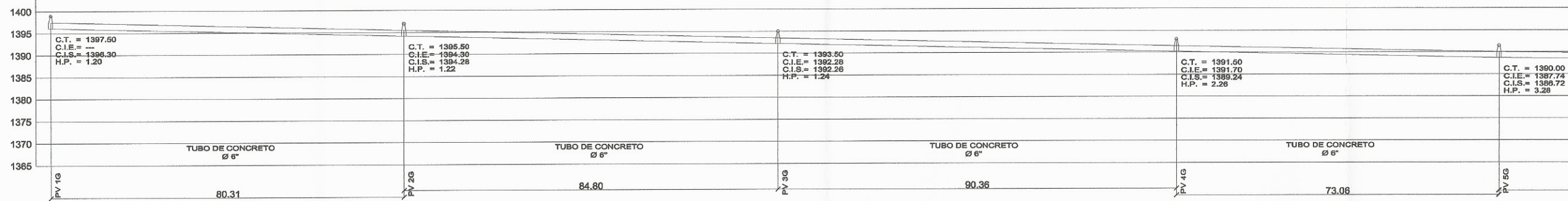
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.  
 UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR  
 MUNICIPIO: VILLA CANALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO:  
**PLANTA RAMAL 6**  
 DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

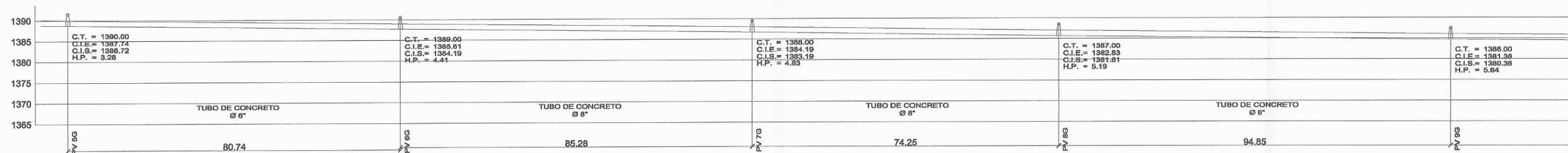
EPS: 6 MESES  
 FECHA: 13 de ENERO 2016  
 ESCALA: INDICADA  
 Ing. Ángel Roberto Sig García  
 ASesor SUPLENTE DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería  
 ING. ÁNGEL ROBERTO SIG GARCÍA  
 (ASESOR)

No. HOJA  
 13 / 19

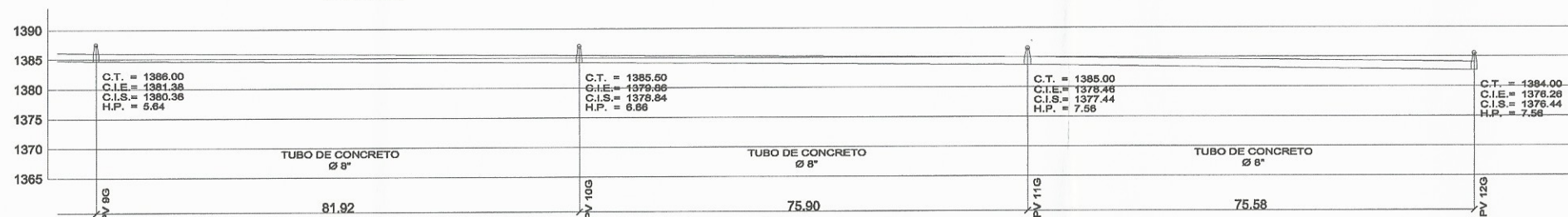




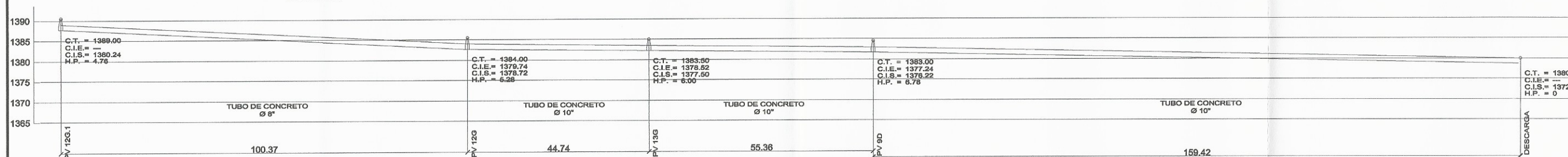
**DRENAJE SANITARIO RAMAL 6**  
ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 6**  
ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 6**  
ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 6**  
ESC 1 / 1000

**SIMBOLOGÍA**

SIMBOLO	SIGNIFICADO
C.T.	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
H.P.	ALTURA DE POZO
PV	POZO DE VISITA
—	LINEA DE TERRENO
—	TUBERIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.

UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR  
MUNICIPIO: VILLA CANALES  
DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO:  
PERFIL RAMAL 6

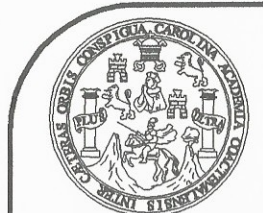
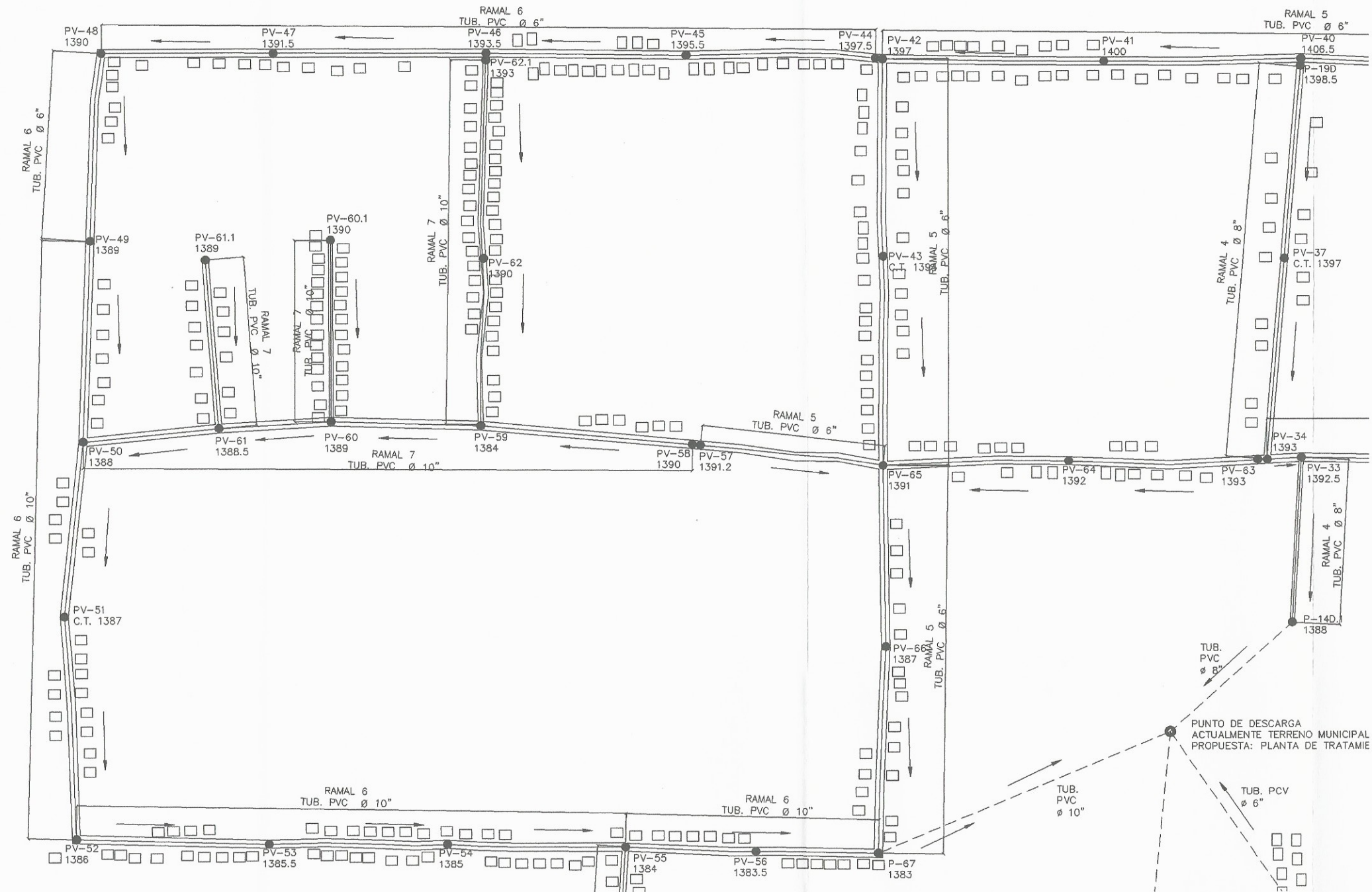
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

EPS: 6 MESES  
FECHA: ENERO 2014  
INDICADA

Ing. Ángel Roberto Sic García  
ASESOR SUPERVISOR DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA (ASESOR)

No. HOJA  
14 / 19

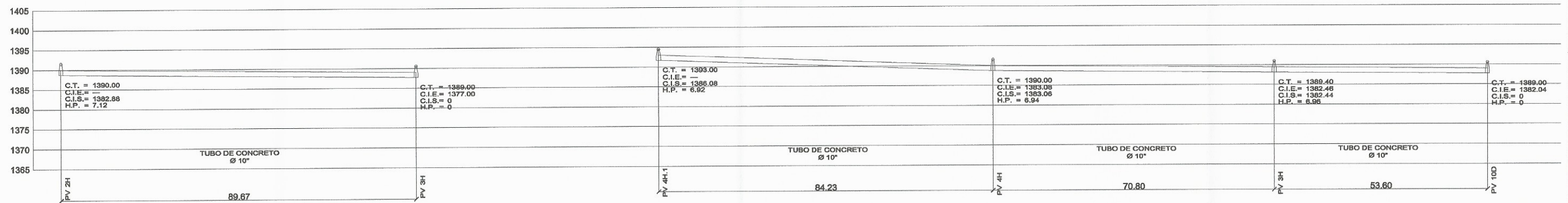


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR  
 UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR  
 MUNICIPIO: VILLA CANALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

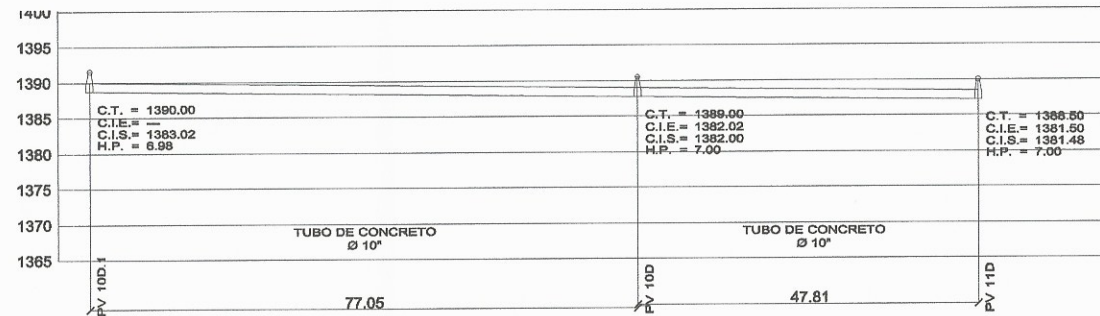
CONTENIDO:  
**PLANTA RAMAL 7**  
 DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

EPS: 6 MESES  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: 10/02/2015  
 Ing. Angel Roberto Sic Garcia  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería  
 ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCIA (ASESOR)

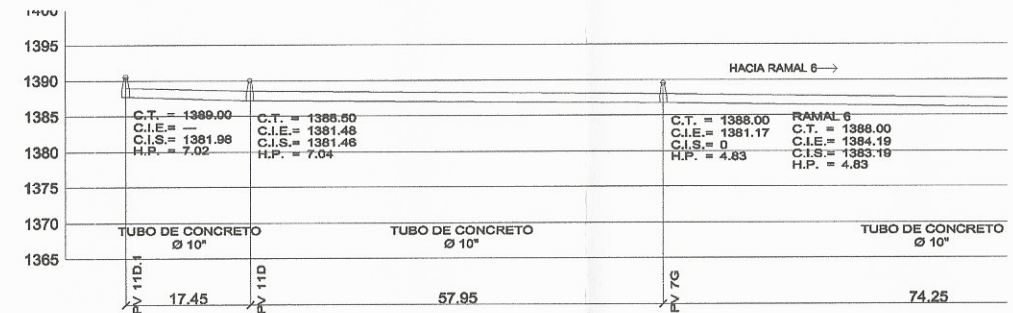
No. HOJA  
 15 / 19



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 7**  
ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 7**  
ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 7**  
ESC 1 / 1000

SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
C.T.	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
H.P.	ALTURA DE POZO
PV	POZO DE VISITA
—	LINEA DE TERRENO
—	TUBERIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.

UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR

MUNICIPIO: VILLA CANALES

DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO:  
PERFIL RAMAL 7

EPS  
6 MESES

FECHA:  
ENERO 2015

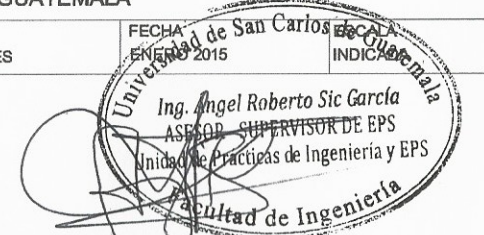
DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA

No. HOJA

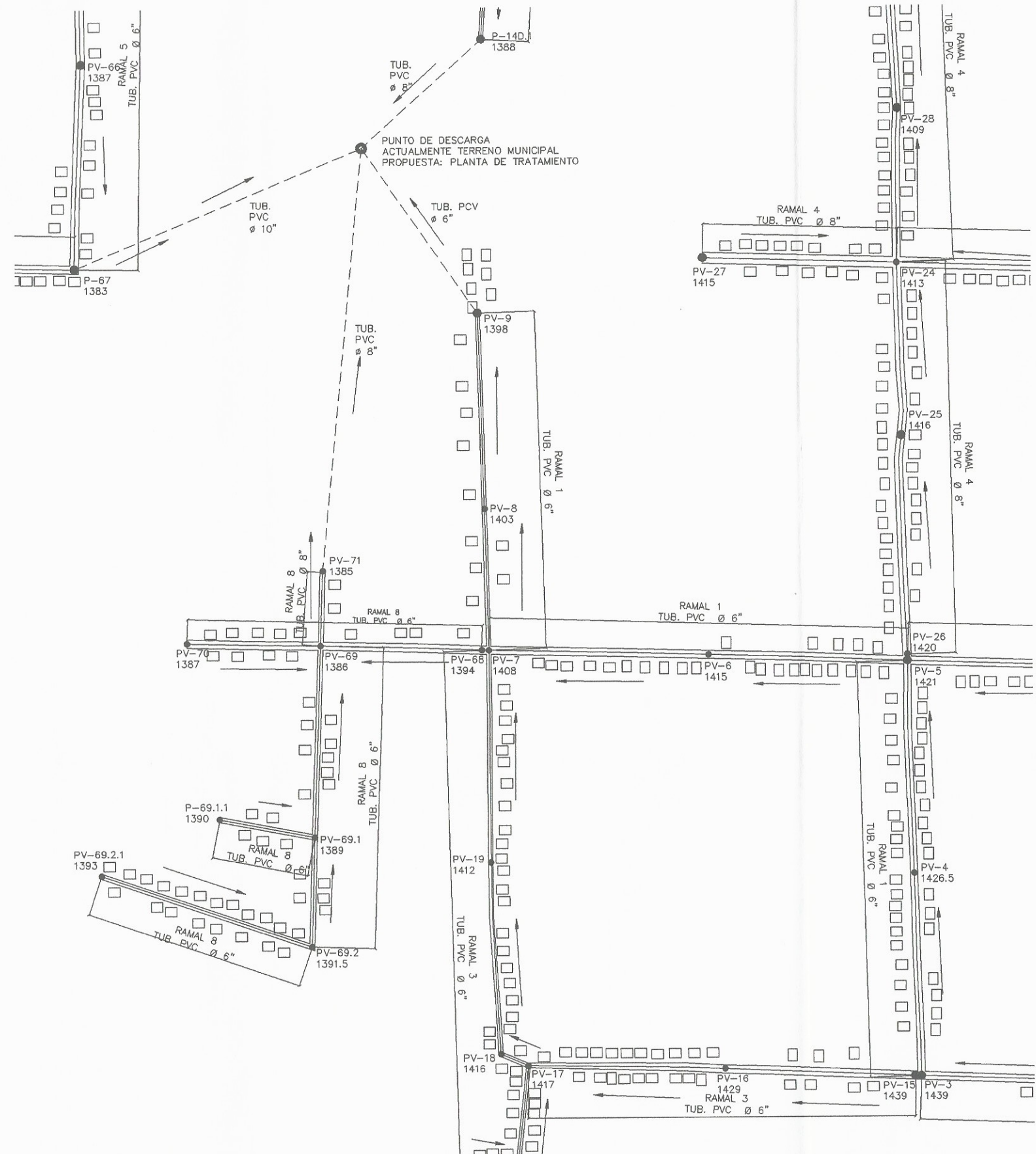
CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA

16 / 19

DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA



ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
(ASESOR)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.  
 UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR  
 MUNICIPIO: VILLA CANALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

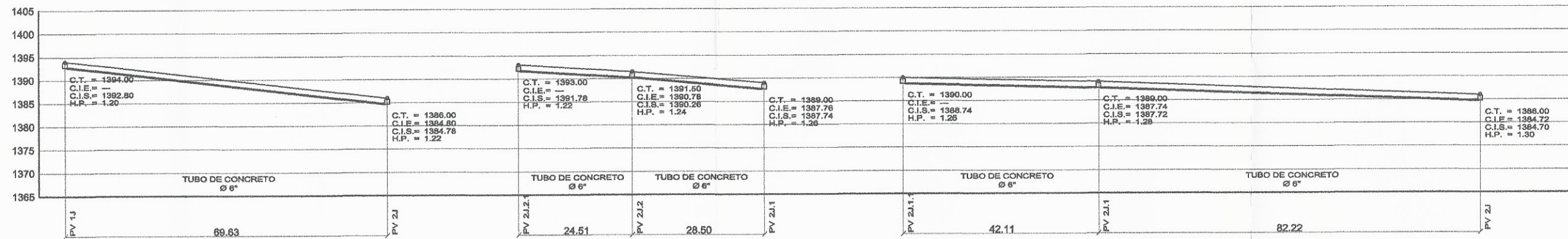
CONTENIDO:  
**PLANTA RAMAL 8**  
 DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

EPS  
 6 MESES

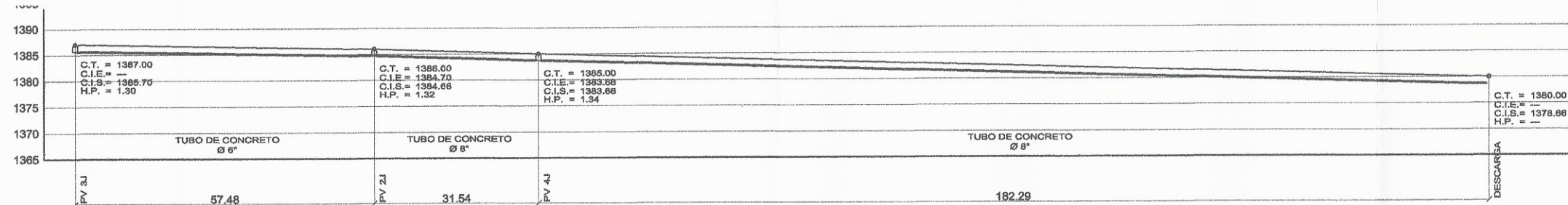
No. HOJA  
 17 / 19



ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
 (ASESOR)

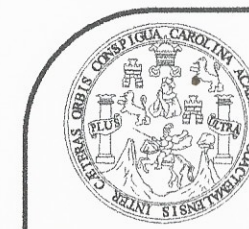


**DRENAJE SANITARIO RAMAL 8**  
ESC 1 / 1000



**DRENAJE SANITARIO RAMAL 8**  
ESC 1 / 1000

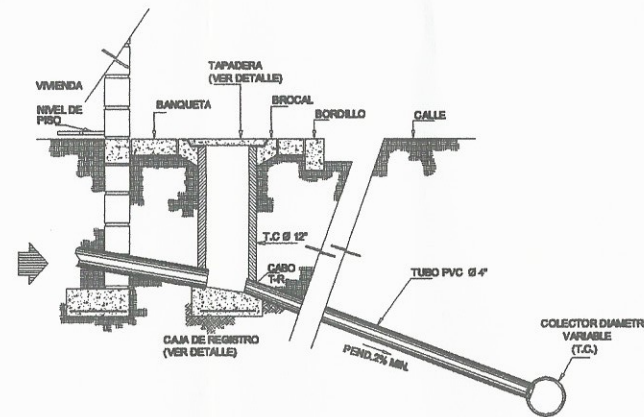
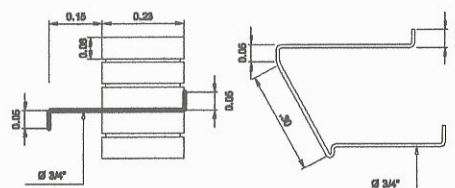
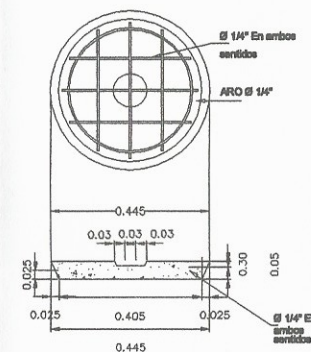
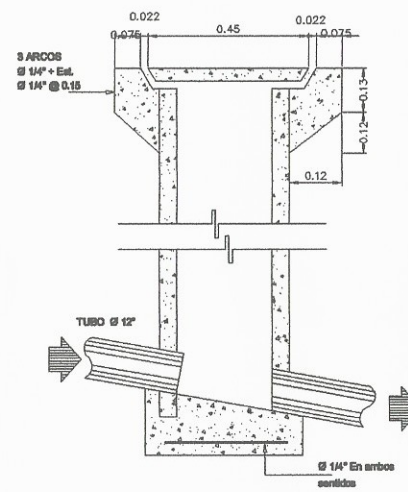
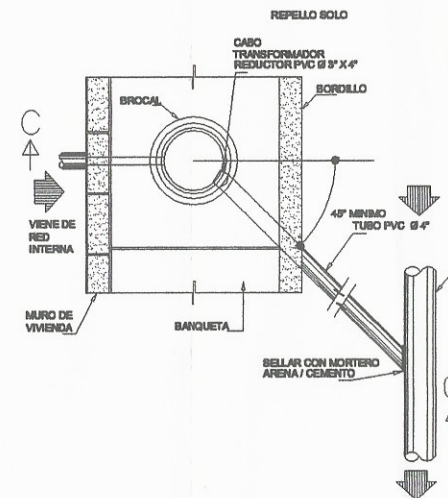
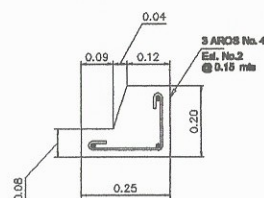
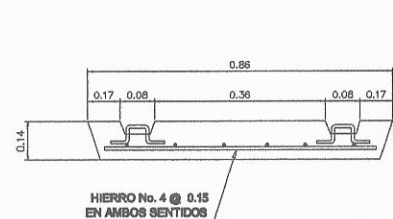
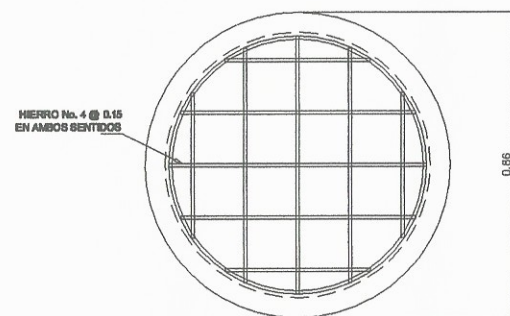
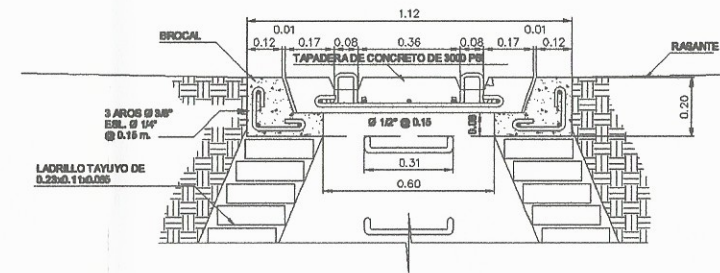
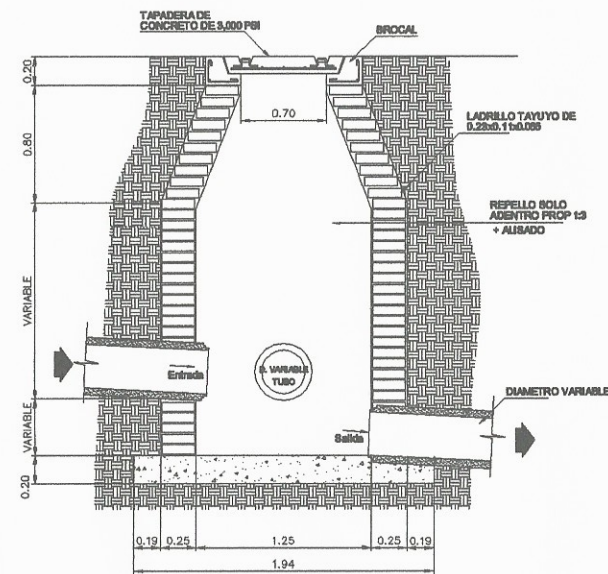
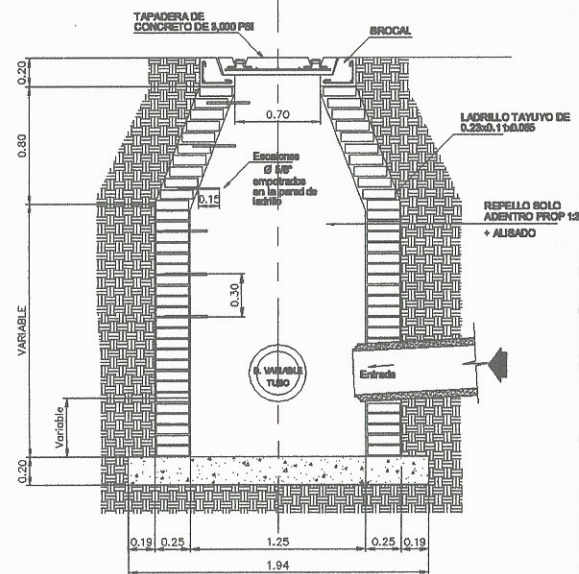
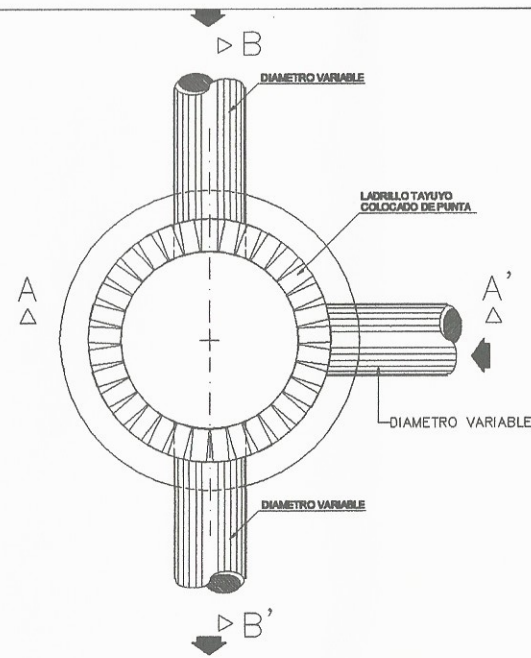
SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
C.T.	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
H.P.	ALTURA DE POZO
PV	POZO DE VISITA
—	LINEA DE TERRENO
—	TUBERIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.  
 UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR  
 MUNICIPIO: VILLA CANALES  
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO:  
**PERFIL RAMAL 8**  
 DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA  
 DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

EPS  
 6 MESES  
 FECHA  
 ENERO 2015  
 Ing. Ángel Roberto Sic García  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 INGENIERÍA  
 ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
 (ASESOR)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ZONA 3 DE LA ALDEA EL PORVENIR.

UBICACIÓN: ALDEA EL PORVENIR

MUNICIPIO: VILLA CANALES

DEPARTAMENTO: GUATEMALA

CONTENIDO:

DETALLES GENERALES

DISEÑO: NIVIA GARZONA GARCÍA

No. HOJA

CÁLCULO: NIVIA GARZONA GARCÍA

19

DIBUJO: NIVIA GARZONA GARCÍA

19


EPS  
6 MESES

FECHA  
ENERO 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Ing. Angel Roberto Sic García  
ASESOR / SUPERVISOR DE EPS  
Escuela de Ingeniería y EPS  
Escuela de Ingeniería  
ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA  
(ASESOR)

# ANEXOS

## 1. Resultados de ensayo de límites de Atterberg

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

---

INFORME No. 346 S.S. O.T.: 33,165 **No. 1070**

Interesado: **Nivia Jeannette Garzona Garcia**

Proyecto: EPS "Diseño de la Pavimentación del Tramo de Aldea Santa Rosita Hacia Aldea El Jocotillo"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Municipio de Villa Canales

FECHA: lunes, 16 de junio de 2014


**RESULTADOS:**

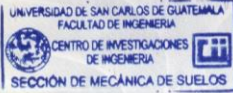
ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Arena Limosa con Pómez Color Gris

(\*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,

  
Vo.Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CI/USAC

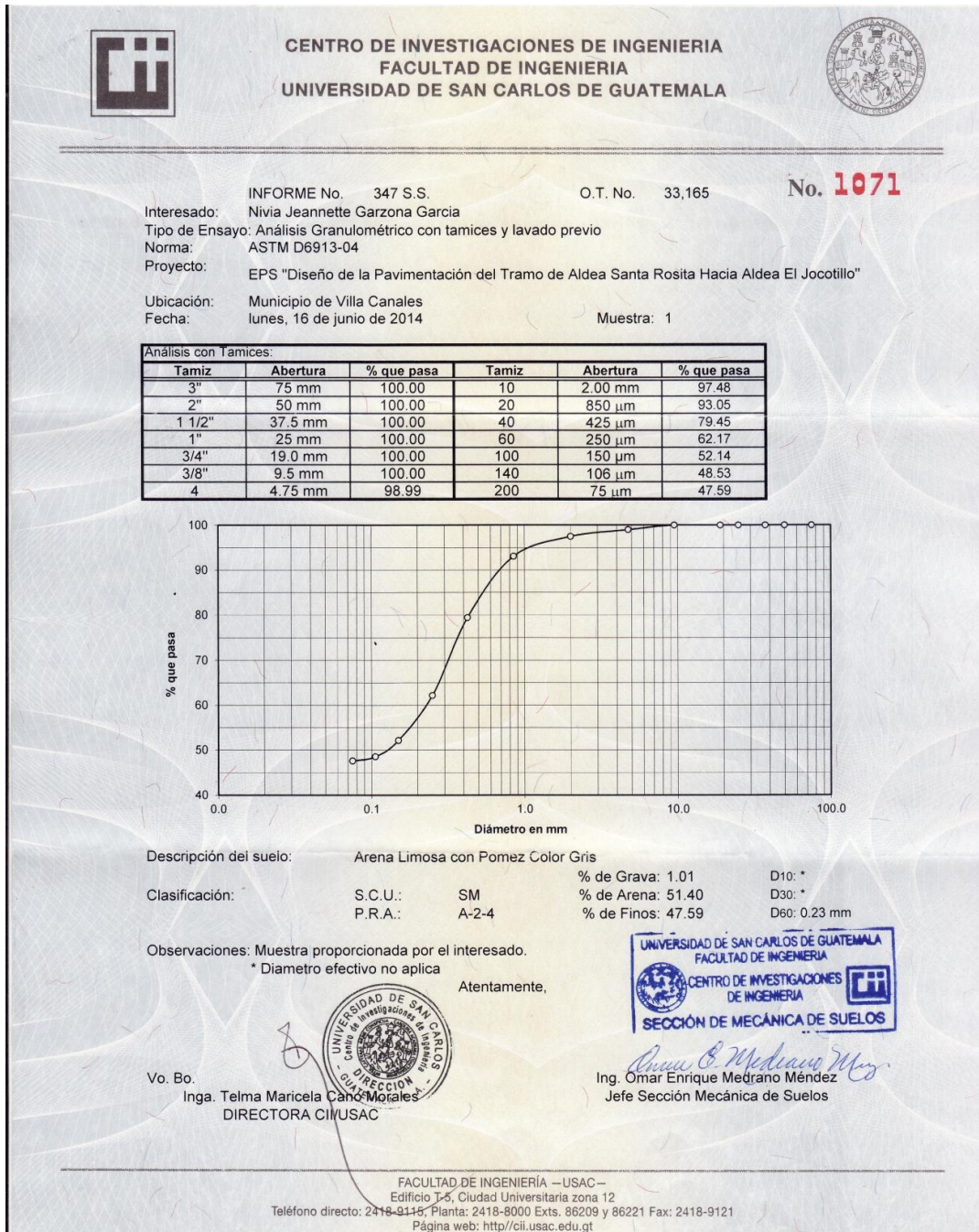
  
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

---

FACULTAD DE INGENIERIA –USAC–  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

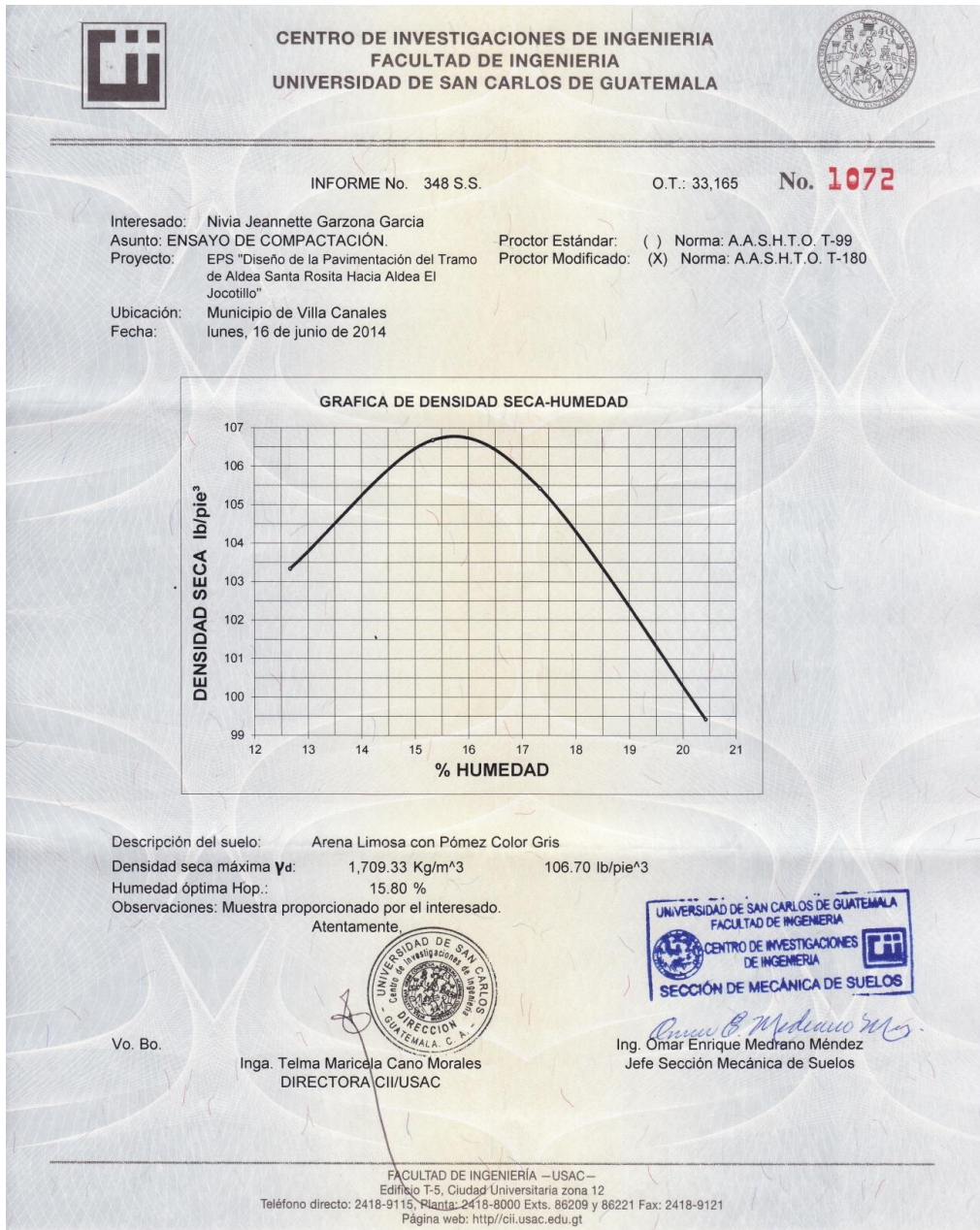
## 2. Resultados de ensayo de granulometría



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

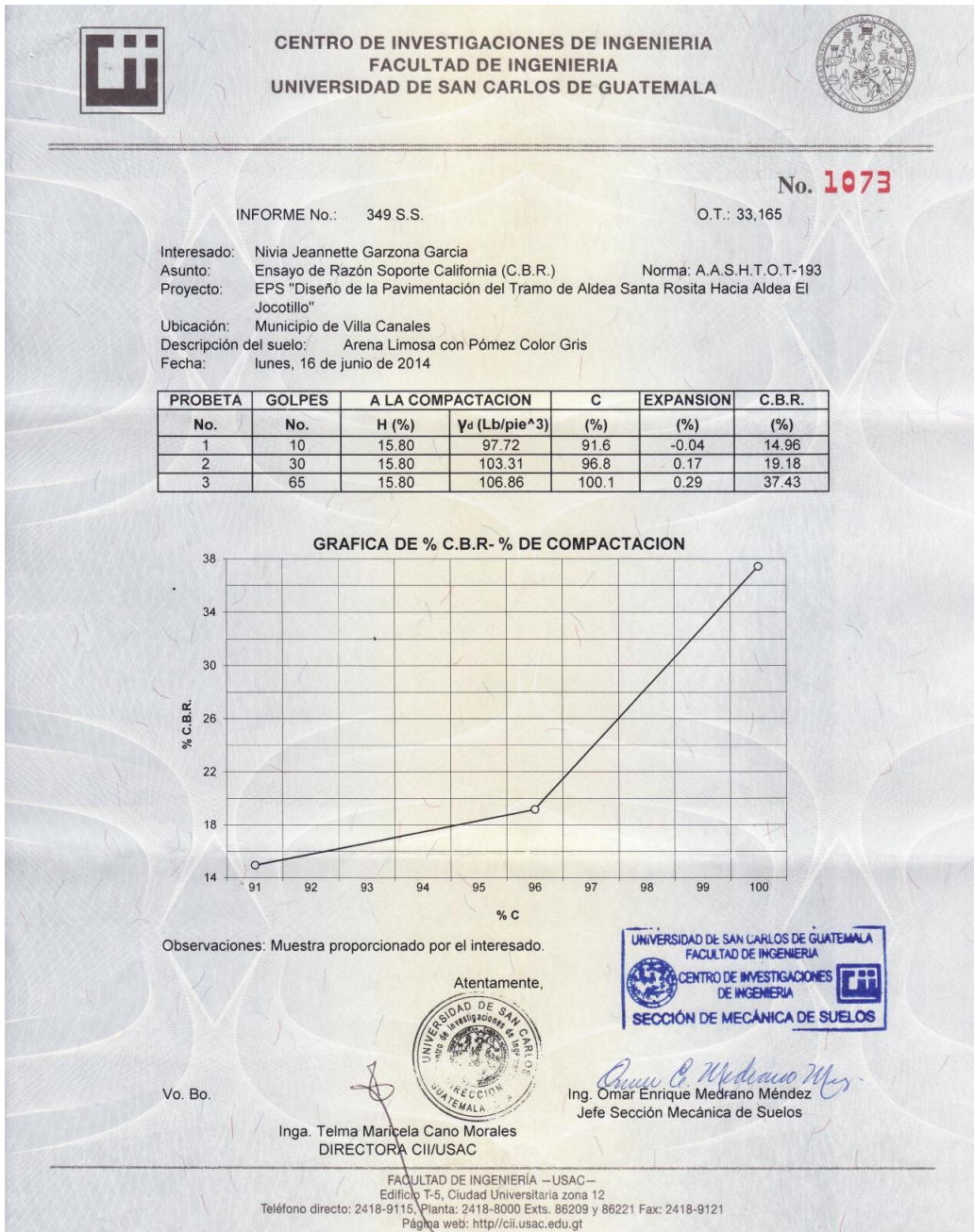


### 3. Resultados de ensayo de compactación Proctor



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### 4. Resultados de ensayo de razon soporte california (CBR)



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.