



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

**DISEÑO DE TRAMO CARRETERO QUE COMUNICA LA CIUDAD DE CUILAPA
CON LA ALDEA LOS PINOS, FINALIZANDO EN EL RÍO LOS ESCLAVOS,
MUNICIPIO DE CUILAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**

Juan José Meza Navarro
Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, agosto de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE TRAMO CARRETERO QUE COMUNICA LA CIUDAD DE
CUILAPA CON LA ALDEA LOS PINOS, FINALIZANDO EN EL RÍO LOS
ESCLAVOS, MUNICIPIO DE CUILAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA
ROSA**

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

JUAN JOSÉ MEZA NAVARRO

**ASESORADO POR EL INGENIERO OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
EXAMINADOR	Ing. Francisco Guillermo Melini Salguero
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

“DISEÑO DE TRAMO CARRETERO QUE COMUNICA LA CIUDAD DE CUILAPA CON LA ALDEA LOS PINOS, FINALIZANDO EN EL RÍO LOS ESCLAVOS, MUNICIPIO DE CUILAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA”,

tema que me fuera asignado por la dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 1 de Junio de 2005.

Juan José Meza Navarro

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

Guatemala,
1 de junio de 2005

Ingeniero
Ángel Roberto Sic García
Coordinador de E.P.S.
Facultad de Ingeniería
Guatemala

Respetado Ingeniero.

Por medio de la presente comunico a usted, que la Facultad de Ingeniería a través de la Escuela de Ingeniería Civil ha aprobado el tema para de trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE CARRETERA, QUE COMUNICA A LA CIUDAD DE CUILAPA CON LA ALDEA LOS PINOS, FINALIZANDO EN EL RÍO LOS ESCLAVOS, MUNICIPIO DE CUILAPA, SANTA ROSA**, del estudiante universitario Juan José Meza Navarro y como Asesor al Ing. Oscar Argueta Hernández.

Así mismo se le recuerda que el trabajo de graduación deberá ser estructurado conforme a lo indicado en el Reglamento de Trabajos de Graduación de la Facultad de Ingeniería, presentado según se señala en las especificaciones para la elaboración del informe final y se recomienda que el contenido esté comprendido entre 40 y 80 hojas, con énfasis en el aporte del estudiante en el tema desarrollado.

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Carlos Salvador Gordillo García
Director Escuela Ingeniería Civil



Asesor
Interesado



Guatemala, 30 de marzo de 2006
Ref. EPS. C. 147.03.06

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Coordinador Unidad de EPS
Facultad de Ingenieria
Presente

Estimado Ing. Sic Garcia,

Por este medio atentamente le informo que como Asesor y Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **JUAN JOSÉ MEZA NAVARRO**, procedi a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es "DISEÑO DE TRAMO CARRETERO QUE COMUNICA LA CIUDAD DE CUILAPA CON LA ALDEA LOS PINOS, FINALIZANDO EN EL RÍO LOS ESCLAVOS, MUNICIPIO DE CUILAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA".

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padoce el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del **Municipio de Cuilapa**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Se y Escucha a Todos"

Ing. Oscar Arrieta Hernández
Asesor - Supervisor de EPS
Arce de Ingeniería Civil



CESEM



Guatemala, 30 de marzo de 2006
Ref. EPS. C. 147.03.06

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Escobar Álvarez,

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S.) titulado "DISEÑO DE TRAMO CARRETERO QUE COMUNICA LA CIUDAD DE CUILAPA CON LA ALDEA LOS PINOS, FINALIZANDO EN EL RÍO LOS ESCLAVOS, MUNICIPIO DE CUILAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA" que fue desarrollado por el estudiante universitario JUAN JOSÉ MEZA NAVARRO, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo, en mi calidad de asesor y coordinador apruebo su contenido, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Sal y Cordialidad a Todos"

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Coordinador Unidad de EPS



cc. Archivo
ARSG/jm

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTADO DE ABREVIATURAS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
JUSTIFICACIÓN.....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. MONOGRAFÍA DE LA CIUDAD DE CUILAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA.....	1
1.1 Ubicación Geográfica.....	2
1.2 Situación demográfica.....	3
1.3 Aspectos económicos y actividades productivas.....	3
1.3.1 Producción.....	3
1.3.2 Agricultura.....	4
1.3.3 Industria.....	4
1.4 Comercio y servicio.....	5
1.5 Industria y artesanías.....	6
1.6 Infraestructura económica y servicio de apoyo.....	6
1.7 Vías de Comunicación.....	7
1.8 Turismo.....	8
1.9 Educación.....	9

2. DISEÑO DE TRAMO CARRETERO QUE COMUNICA LA CIUDAD DE CUILAPA CON LA ALDEA LOS PINOS, FINALIZANDO EN EL RÍO LOS ESCLAVOS, MUNICIPIO DE CUILAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA.

2.1	Descripción del Proyecto.....	10
2.1.1	Reconocimiento Topográfico.....	11
2.2	Levantamiento Topográfico.....	12
2.2.1	Planimetría.....	12
2.2.2	Altimetría.....	13
2.2.3	Trazo Preliminar.....	14
2.2.4	Niveles de Preliminar.....	14
2.2.5	Secciones Transversales de Preliminar.....	15
2.3	Estudio De Suelos.....	15
2.3.1	Ensayos para la clasificación del suelo.....	16
2.3.1.1	Análisis granulométrico.....	18
2.3.1.1.1	Tamizado.....	19
2.3.1.1.2	Sedimentación.....	20
2.3.1.2	Limites de Consistencia.....	20
2.3.1.2.1	Limite Líquido.....	21
2.3.1.2.2	Limite Plástico.....	22
2.3.1.2.3	Índice Plástico.....	22
2.3.2	Ensayos para la clasificación de la construcción.....	23
2.3.2.1	Determinación del contenido de humedad.....	23
2.3.2.2	Densidad máxima y humedad optima.....	24
2.3.2.3	Ensayo de equivalente de arena.....	25
2.3.3	Ensayos para determinar la resistencia del suelo.....	26
2.3.3.1	Ensayo del valor soporte del suelo.....	26
2.3.4	Análisis de resultados.....	27

3.	DISEÑO DE CARRETERA.....	28
3.1	Preliminar de Gabinete.....	28
3.1.1	Ancho de corona.....	30
3.1.2	Rasante.....	30
3.1.3	Ancho de Carril.....	30
3.2	Ancho de Carril en Tangentes	
3.2.1	Hombros.....	31
3.2.2	Pendiente transversal.....	31
3.3	Bombeo.....	31
3.3.1	Drenajes.....	32
3.3.1.1	Estudio Hidrológico.....	32
3.3.1.2	Drenaje Transversal.....	35
3.3.2	Cunetas.....	36
3.3.3	Contra cunetas.....	37
3.4	Curvas Horizontales.....	37
3.4.1	Punto de intersección.....	37
3.4.1.1	Corrimiento de la Línea.....	37
3.4.2	Ángulo de deflexión.....	40
3.4.2.1	Cálculo de Delta.....	40
3.4.3	Grado de curvatura.....	41
3.4.3.1	Grado Máximo de Curvatura.....	42
3.4.3.1.1	Longitud Mínima.....	43
3.4.3.1.2	Longitud Máxima.....	43
3.4.3.1.3	Distancia de Visibilidad de Parada.....	43
3.4.4	Longitud de curva.....	44
3.4.5	Tangentes.....	46
3.4.6	Subtangente.....	47
3.4.7	Cuerda máxima.....	48
3.4.8	External.....	48
3.4.9	Ordenada media.....	49
3.4.10	Principio de curva.....	49

3.4.11	Principio de tangente.....	49
3.4.12	Movimiento de tierras.....	50
3.4.13	Sub-rasante.....	53
3.4.13.1	Ancho Sección Típica.....	53
3.4.13.2	Alineamiento Horizontal.....	53
3.4.13.3	Puntos Obligatorios.....	54
3.4.13.4	Pendiente Máxima.....	54
3.4.13.5	Pendiente Mínima.....	54
3.4.13.6	Tipo de Suelo.....	55
3.4.13.7	Condiciones Topográficas.....	55
3.4.13.8	Curvas Verticales.....	55
3.4.13.9	Correcciones Para Curva Vertical.....	55
3.4.14	Sub-base.....	58
3.4.15	Base.....	60
3.5	Presupuesto.....	61
	CONCLUSIONES.....	63
	RECOMENDACIONES.....	65
	BIBLIOGRAFÍA.....	67
	ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Corrimiento de Línea.....	38
2.	Cálculo de Delta (Δ).....	40
3.	Círculo para Cálculo de Grado de Curvatura.....	41
4.	Elementos de Curva Horizontal.....	45
5.	Curva Horizontal.....	46
6.	Volúmenes de Tierra.....	51
7.	Distancias de Paso.....	52
8.	Curva Vertical.....	57
9.	Curvas de Granulometría Para Bases.....	61

TABLAS

I.	Población Actual.....	3
II.	Diferencia Entre Proctor Estándar y Proctor modificado	25
III.	Estándares de Diseño de Carretera.....	29
IV.	Valores Máximos de Curvatura para Diferentes Vel.....	42
V.	Visibilidad de Parada.....	44
VI.	Valores de “K” Según Tipo de Curva.....	56
VII.	Cálculo de Correcciones de Curva Vertical.....	58
VIII.	Resumen de Presupuesto.....	62

LISTADO DE ABREVIATURAS

A	Area
r	Tasa de crecimiento de la población
km (kms)	kilómetro (s)
m (mts)	Metro (s)
P	Población
R	Radio
S	Pendiente
Hab	Habitantes
S%	Pendiente en porcentajes
p.u.	Precio Unitario
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
PI	Punto de Intersección
PIV	Punto de Intersección Vertical
LC	Longitud de Curva
LCV	Longitud de Curva Vertical
Az	Azimut
PC	Principio de Curva
PT	Principio de Tangente
PCV	Principio de Curva Vertical
PTV	Principio de Tangente Vertical
ST	Sub-tangente
Cm	Cuerda Máxima
E	External
G	Grado de Curvatura

GLOSARIO

Alquitrán	Es un material bituminoso, viscoso o fluido obtenido por destilación destructiva de materiales orgánico como carbón, lignito, madera y material vegetal. La palabra alquitrán debe ir siempre acompañada del nombre de la materia del cual es extraído.
Ampliación de curva	Incremento al ancho de corona y de calzada, en el lado interior de las curvas del alineamiento Horizontal.
Árido	Conjunto de fragmentos de materiales suficientemente duros, roca en la mayor parte de los casos, de tamaño inferior, generalmente, a 15 centímetros, que se emplean en la fabricación de hormigones.
Banco de Marca	Es el lugar que tiene un punto fijo, cuya elevación se toma como referencia para determinar la altura de otros puntos.
Banqueta	Faja destinada a la circulación de peatones, ubicada, generalmente, a un nivel superior al de la calzada.

Balasto	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir, que consta de material fino y grueso con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura.
Base	Está constituida por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado que se constituye sobre la sub-base.
Betunes	Son mezclas de hidrocarburos naturales o pirogenados, o combinación de ambos, los cuales pueden ser gaseosos, líquidos, semisólidos, sólidos y que son completamente solubles en bisulfuro de carbono.
Bombeo	Pendiente transversal descendente de la corona o subcorona, a partir de su eje y hacia ambos lados, en tangente horizontal.
Cabezales	Muro central de la entrada y salida de las tuberías diseñado y construido para desaguar caudales de agua y soportar rellenos relativamente grandes
Calzada	Parte de la corona destinada al tránsito de vehículos.
Carretera	Vía de tránsito público construida dentro de los límites del derecho de vía.
Cemento Asfáltico	Es asfalto refinado, o una combinación de asfalto refinado y aceite fluidificante, de consistencia apropiada para trabajos de pavimentación.

Clinómetro	Aparato utilizado para determinar pendientes.
Compactación	Es la técnica por la cual los materiales aumentan su resistencia y disminuyen su compresibilidad.
Contracuneta	Canal que se ubica arriba de la línea de ceros de los cortes, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.
Coordenadas	Retícula bidimensional que define la posición de un punto en el mapa.
Corona	Superficie terminada de una carretera, comprendida entre sus hombros.
Cuneta	Canal que se ubica en los cortes, en uno o en ambos lados de la corona, contiguo a la línea de hombros, para drenar el agua que escurre por la corona o el talud.
Curva de Nivel	Línea que une puntos de una misma elevación, sin pasar sobre otra.
Curva Vertical	Arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical.
Derecho de Vía	Superficie de terreno cuyas dimensiones fija la Dirección General de Caminos, que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección, en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación o de sus servicios auxiliares.

Distancia	Espacio o intervalo de lugar o tiempo entre dos cosas o sucesos.
Excavaciones	Se refieren a desmontes, zanjas, hoyos, pozos o todo corte dentro del área de construcción, ajustándose a la línea y pendiente señaladas.
Grado de Curvatura	Angulo subtendido por un arco de circunferencia de veinte metros de longitud.
Granzón	Árido cuyo tamaño está comprendido entre 40 y 60 milímetros.
Hombro	Son franjas que se construyen a ambos lados de la superficie de rodadura y tienen numerosas aplicaciones, como por ejemplo: estacionamiento de vehículos descompuestos.
Infraestructura	Conjunto de las obras de una construcción.
Pendiente	Relación entre el desnivel y la distancia horizontal que hay entre dos puntos.
Préstamo	Material clasificado utilizado en construcción de carreteras, el cual es extraído de un banco de préstamo.
Rasante	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.
Relleno	Es el material especial o de terracería, uniformemente colocado y compactado en las partes

laterales y superior de las cajas, así como atrás de los aletones.

Sección Transversal Corte vertical normal al alineamiento horizontal de la carretera.

Sub-rasante Es el nivel de terreno sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento -sub-base y carpeta- de una carretera o camino.

Talud Inclinação de la superficie de los cortes o de los terraplenes.

Tangente horizontal Tramo recto del alineamiento horizontal de una carretera.

Tangente Vertical Tramo recto del alineamiento vertical de una carretera.

Terracería Es el conjunto de operaciones de cortes, préstamos, rellenos, terraplenes y desperdicios de material, que se realizan hasta alcanzar una rasante determinada, de conformidad con los niveles indicados en los planos.

Terraplén Son los depósitos de material que se realizan sobre el terreno natural para alcanzar el nivel de sub-rasante.

Topografía Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.

JUSTIFICACIÓN

La falta de recursos económicos de algunas comunidades del interior de la Republica son tan escasos que realizar un estudio de tal naturaleza se les hace imposible, ya que, un buen porcentaje del costo del proyecto, lo constituye el estudio mismo, la realización de los planos correspondientes, así también el presupuesto.

La falta de una carretera que comunique la comunidad de la aldea Los Pinos con Cuilapa es de suma importancia para el desarrollo económico de la región, así, también, la mejora de la calidad de vida de los habitantes de esta comunidad.

RESUMEN

Es de suma importancia la proyección social que brinda la Universidad de San Carlos de Guatemala, al realizar estudios y diseños por parte de los estudiantes de E.P.S. de la facultad de Ingeniería Civil.

Este trabajo consta de tres capítulos, los cuales se describen a continuación.

En el capítulo uno, se hace la monografía de la ciudad de Cuilapa, Santa Rosa, su ubicación geográfica, situación demográfica, aspectos económicos y actividades productivas, vías de comunicación, turismo y educación.

En el capítulo dos, se tomaron en cuenta todos los aspectos preliminares al diseño de una carretera, tales como: la topografía del terreno que incluye: planimetría y altimetría. Luego se obtienen todos los estudios de suelos con sus respectivos ensayos.

En el capítulo tres, se realizó el diseño de la carretera, diseñando las curvas horizontales y verticales, así, también, el bombeo de la misma.

OBJETIVOS

- **General**

Contribuir con el mejoramiento y desarrollo de los servicios básicos en el área rural.

- **Específico**

Llevar a cabo el estudio completo, nivelación, diseño, planos del proyecto y presupuesto; así como cumplir con la función de la Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente de la Facultad de Ingeniería, contribuyendo con la solución de problemas que afectan a las comunidades del interior del país.

INTRODUCCIÓN

La unidad de E.P.S. de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tiene programado para la formación de futuros profesionales, el estudio y diseño de proyectos reales en el interior de la República, para que puedan aplicar los conocimientos adquiridos en dicha facultad. Así mismo, tiene la finalidad de mejorar las condiciones de vida en el área rural al hacer realidad dichos proyectos, los cuales benefician a las comunidades mediante el programa anteriormente mencionado.

El presente trabajo de tesis, comprende el estudio y diseño del tramo de carretera que comunica la ciudad de Cuilapa con la Aldea Los Pinos, finalizando en el río Los Esclavos, municipio de Cuilapa, departamento de Santa Rosa. Finalizando el trabajo con la entrega a la comunidad del juego de Planos del tramo carretero, así como el presupuesto del mismo.

Se hace una breve descripción de la población, sus características topográficas y las consideraciones preliminares para el diseño de la carretera. Posteriormente, se hace una descripción técnica de todos los elementos a considerar para dicho diseño y, por último, se adjuntan planos del mismo.

1. MONOGRAFÍA DE LA CIUDAD DE CUILAPA, SANTA ROSA

Cuilapa, Municipio del departamento de Santa Rosa. Municipalidad de primera categoría. Área aproximada 365 Kms².

La ciudad de Cuilapa se encuentra en las márgenes del río Cuilapa y al Norte del río los Esclavos. De la cabecera por la ruta nacional 2 hay 1 km. rumbo Sur al entronque con la carretera Interamericana CA-1. Por la misma en dirección Noreste son 9 ½ km. a la cabecera de Barberena y de allí, siempre rumbo Noreste, hay unos 55 kms. Al Palacio Nacional en la ciudad de Guatemala, frente al cual está el kilómetro 0.00 de la red vial.

El monumento de elevación (BM) del IGN en el parque, frente a la iglesia, está a 893.31 metros. SNM, lat. 14°16'42", long. 90°17'57'. Cuilapa 2158 IV.

El municipio cuenta con 1 ciudad, 10 aldeas y 28 caseríos. La cabecera Cuilapa, con categoría de ciudad, tiene los caseríos: Agua Tibia Cuilapilla, El Zope, Los Corralitos, Calderas, El Colmenar, Laguna Seca, Rodeo Alto. Las aldeas son: Barillas, con el caserío Talpetates; El Molino, con los caseríos: El Cielito, El Ojo de Agua, La Bomba, La Providencia, Rodeo, El Pinito, Joya de Limón; Los Esclavos, con los caseríos: Cuesta Grande, El Manguito, La Conde, Renacimiento; Los Matochos, con el caserío: Las Guacamayas, **Los Pinos**; Plan del Amate, con sus caseríos: El polvón, Plan de Ávila; San José, con los

Caseríos: La Laguna, Las Animas; San Juan de Arana, con los caseríos: Espinal, Montecillos, San Mateo, Villa Graciela. Parajes: Buenas Brisas, El Jícaro, El Tanquito. Sitio arqueológico: El Prado.

1.1 Ubicación geográfica

Cuilapa es uno de los catorce municipios del Departamento de Santa Rosa que estructuran la Región Sur Oriental de la República de Guatemala; se encuentra localizado a una Distancia de 64 kilómetros al Sur oriente de la Ciudad Capital, con una latitud de $14^{\circ} 16'42''$ y una longitud de $90^{\circ} 17'57''$.

Territorialmente el municipio de Cuilapa colinda al Norte con los municipios de Nueva Santa Rosa y Casillas (Santa Rosa) al Sur con Chiquimulilla, Santa María Ixhuatán y Oratorio (Santa Rosa) al Oeste, con Pueblo Nuevo Viñas y Barberena (Santa Rosa) y al Este con Oratorio (Santa Rosa) y San José Acatempa (Jutiapa).

La temperatura promedio del área es de 24°C en época calurosa que se desarrolla entre los meses de marzo y abril con 28°C máximo; y la época fría que se presenta durante los meses de: noviembre, diciembre y enero con 20°C .

El sector en análisis, se encuentra localizado a los 893.31 metros sobre el nivel del mar, y está sujeto a una radiación solar significativa principalmente por la mañana, debido a la deforestación y características de monte bajo y arbustos que presenta en su capa vegetal.

1.2 Situación demográfica

La población actual total del municipio de Cuilapa es de 29,472, que se localizan en una ciudad que es Cuilapa, que a la vez es cabecera departamental de Santa Rosa, más diez aldeas y 28 caseríos, distribuidos en los siguientes segmentos de población nos dan un cuadro de la siguiente manera:

Tabla I. Población actual

POBLACIÓN	HOMBRES	MUJERES	URBANA	RURAL
29,472	15,254	14,281	8,495	13,943

La población indígena solamente representa el 2.4% mientras que la restante es conformada por grupos no muy bien definidos por las intensas relaciones interculturales prehispánicas como posteriormente a la conquista y en la actualidad se cree que hay muchos emigrantes de origen salvadoreño, y aún de otros países por ser este poblado un paso obligado para los emigrantes a los Estados Unidos.

1.3 Aspectos económicos y actividades productivas

1.3.1 Producción

Como casi todos los habitantes son agricultores, pocas son las industrias que hay que mencionar. Entre ellas se cuenta la fabricación de lazos, redes, canastos, sombreros de palma, soyacales (capas de palma para el invierno),

tejidos de hilo de algodón, cuyo origen se remonta con anterioridad a la conquista de Guatemala, elaboración de azúcar y panela, contándose con los fabricantes de dichos artículos el mayor número de indígenas.

Entre los productores naturales se encuentran excelentes maderas para construcciones y de ebanistería y grande variedad de plantas medicinales. Los cereales son el café, caña de azúcar, maíz, trigo, frutas de primera necesidad, sobre todo las magnificas piñas denominadas de azúcar.

1.3.2 Agricultura

La topografía es bastante quebrada y el porcentaje de los suelos aptos para la agricultura conforman únicamente el 30% de su espacio territorial como se ubica en los climas templado a cálido, su producción corresponde a los cultivos de café, caña de azúcar, granos básicos como maíz, frijol, arroz; además, en esta zona del país la ganadería ha tenido un notable desarrollo siendo famosos los quesos y mantequillas provenientes de esta región que colinda con las más famosas zonas de los productos lácteos que es Taxisco.

La fuente de empleo más común en la población es para trabajos agrícolas, beneficios de café, fincas de café, caña y granjas avícolas.

1.3.3 Industria

La producción industrial se manifiesta principalmente en la gran cantidad de sal que se labora en las salinas, también se fabrica azúcar y se procesa queso y mantequilla, la artesanía más popular en la zona son los artículos hechos de tul, palma y cerámica (hamacas, morrales, esteras, petates, sombreros, y alfarería).

1.4 Comercio y Servicios

Se cuenta con un mercado municipal, en el cual se realizan todo tipo de compra-venta de alimentos y suministros para el hogar.

En la actualidad se cuenta con energía eléctrica suministrada por el sistema regional oriental, distrito Cuilapa, del Instituto Nacional de Electrificación (INDE).

El 4 de junio de 1949 se abrió al servicio público en la cabecera una oficina de correos y telecomunicaciones de primera categoría. Hoy en día funciona una oficina postal y telegráfica de primera categoría de la Dirección General de Correos y Telégrafos. Según datos de la Empresa Guatemalteca de Telecomunicaciones (TELGUA), la misma tiene en la cabecera una planta de conmutadores manuales telefónicos con capacidad de veinticuatro aparatos. El edificio de la Gobernación Departamental quedó reacondicionado completamente en el mes de diciembre de 1973.

En la cabecera se cuenta con un centro de Salud Pública y Asistencia Social. En diciembre de 1973 quedó terminada la construcción del Hospital Regional. El Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) tiene en Cuilapa un hospital para sus afiliados.

En lo que se refiere al hospedaje se cuenta en Cuilapa con casas de pensión que ofrecen hospedaje y alimentos cómodos. A corta distancia de la cabecera están restaurantes que tienen buen servicio para los turistas. Desde El Reducto, nombre que los habitantes del lugar dan a una altiplanicie cercana, se puede apreciar el panorama que brinda la antigua Cuajiniquilapa.

Las entidades financieras más representativas en el municipio son el BANRURAL y BANCAFE.

1.5 Industria y Artesanías

La producción industrial se manifiesta principalmente en la producción de azúcar, granjas avícolas, beneficios de café húmedo y seco, fabricación de productos lácteos y artesanías.

La producción industrial y agrícola se manifiesta en la producción de caña para fabricación de azúcar, en el cultivo del café para procesarlo de maduro, pergamino, oro y luego exportarlo y se procesa queso y mantequilla, la artesanías mas popular en la zona son los artículos hechos de Tul, palma y cerámica (Hamacas, Morrales, esteras, Petates, Sombreros, y alfarería).

El departamento de Santa Rosa es el segundo en Guatemala en producir café.

1.6 Infraestructura económica y servicios de apoyo

Instituciones públicas que actúan en el área

- Ministerio Público
- Delegación Contraloría de Cuentas
- Juzgado de Primera Instancia y Económico Coactivo del Departamento de Santa Rosa
- Delegación del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social
- Juzgado de Primera y Segunda Instancia
- Juzgado de Familia y Trabajo

- Administración de Rentas
- Zona Militar No. 11
- Derechos Humanos
- Delegación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
- Instituto Nacional Forestal
- Ministerio de Ganadería y Alimentación
- Policía Nacional Civil

Entidades financieras de desarrollo

- Banco del Café
- Banrural

1.7 Vías de comunicación

El municipio se encuentra unido con sus poblados, así como con todos los municipios del departamento, por medio de rutas departamentales, roderas y veredas.

De la cabecera por la ruta nacional 2 hay 1 km. rumbo Sur al entronque con la carretera Interamericana CA-1. Por la misma en dirección Noreste son 9 ½ km. a la cabecera de Barberena y de allí, siempre rumbo Noreste, hay unos 55 kms. Al Palacio Nacional en la ciudad de Guatemala, frente al cual está el kilómetro 0 de la red vial.

La Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones y Obras Publicas ha realizado el asfaltado de 35 kms. En la ruta Cuilapa – Chiquimulilla, que atraviesa una importante zona de producción agropecuaria.

El proyecto se inicia a la altura del km. 63 de la carretera Interamericana CA-1 y entronca con la ruta CA-2 Oriente.

1.8 Turismo

Dentro de los lugares turísticos a visitar en Cuilapa se encuentran: Río Los Esclavos y su puente, La Laguna del Pino, La Laguna de Ixpaco y Ayarza, El Canal de Chiquimulilla.

El turismo como alternativa económica y ambiental necesitará mucho del apoyo adecuado para el monitoreo y uso sostenido de los recursos naturales y culturales que en el municipio se encuentren, siendo incompatible el desarrollo turístico con la degradación ambiental, para esto deberían establecerse políticas y estrategias, en coordinación con los entes nacionales encargados del tema.

Pocas son las curiosidades que esta ciudad ofrece tanto en obras artísticas como en antigüedades históricas; sin embargo, en el río Grande que se ubica al oriente de la cabecera, se encuentra el hermosísimo puente denominado de Los Esclavos, que facilita el tráfico entre esta república y la del Salvador, puente, cuya construcción y gran tamaño sorprenden con razón a cuantos viajeros lo contemplan.

En lo religioso, la cabecera es considerada parroquia extraurbana de la arquidiócesis de Guatemala. La fiesta titular es el Niño Dios, o sea el 25 de diciembre, en que se celebra el día principal cuando la iglesia conmemora el nacimiento de Nuestro Señor Jesucristo.

1.9 Educación

El índice de analfabetismo supera el 28.8% de la población, si es cierto que es menor al promedio nacional es cierto también que la calidad educativa y el acceso a la misma se ve limitada por el grado de pobreza que en el municipio trasciende el promedio nacional, sumado a diversos factores como la tierra el medio ambiente y la salud, las condiciones en general son más que precarias si se toma en cuenta que sus comunidades son netamente agrícolas y ganaderas, el acceso a la educación es todavía incipiente.

Entre otras, funcionan las escuelas urbanas mixtas de párvulos; de tipo Federación; nocturna anexa a la federación, e Instituto Nacional de Cultura General. Con el nombre de Emilia Meyer Hartzman se denomina a la escuela nacional de párvulos. El 24 de febrero de 1973 se inauguró en Cuilapa el edificio del Instituto Nacional de Educación básica con Orientación Comercial, Consta de seis aulas y demás servicios; su capacidad es para atender a 300 alumnos en una jornada. El plantel cuenta con su propia banda de música.

Hay dos escuelas primarias, una para cada sexo; Varias aldeas ya tienen su escuela, instituto de educación media, escuela de kinder, la Escuela de Comercio y varios colegios privados con educación kinder, nivel medio y diversificado. Actualmente existen las universidades Mariano Gálvez, Rafael Landivar, Por lo que se observa, la educación en el municipio ha ido mejorando pero sus programas son demasiado antiguos.

2. DISEÑO DE TRAMO CARRETERO QUE COMUNICA LA CIUDAD DE CUILAPA CON LA ALDEA LOS PINOS, FINALIZANDO EN EL RÍO LOS ESCLAVOS, MUNICIPIO DE CUILAPA, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA.

2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de la carretera que comunica la ciudad de Cuilapa Santa Rosa, con la aldea los Pinos, finalizando en el río Los Esclavos. En la actualidad únicamente existe una vereda transitable en algunos tramos, pero durante la época de invierno es prácticamente intransitable, por lo que los habitantes tienen que realizar el recorrido a pie o por medio de caballos, los cuales también son utilizados para llevar sus productos. Este tramo tiene una longitud de 5,060.00 mts. Y vendrá a beneficiar a una comunidad de aproximadamente 6,000 personas que conforman la aldea Los Pinos y lugares aledaños.

Para realizar este trabajo se contó con la ayuda del comité de vecinos, el cual proporciono ayuda para descombramiento de maleza en algunos tramos así como la señalización por medio de estacas para dejar las debidas referencias topográficas.

2.1.1 Reconocimiento topográfico

Antes de iniciar propiamente los estudios topográficos se requiere de un reconocimiento preliminar para recopilar datos de gran utilidad en el proyecto como lo relacionado con afectaciones, características de ríos, nombre de lugares intermedios, localización de zonas bajas o inundables, niveles de agua en crecientes.

Concluida esta fase, se procederá a hacer un reconocimiento directo del camino para determinar, en general, las siguientes características:

- Geológicas
- Hidrológicas
- Topográficas y Complementarias

Así se vera el tipo de suelo en el que se construirá el camino, su composición y características generales, ubicación de bancos para revestimientos y agregados para las obras de drenaje, cruces apropiados para el camino sobre ríos y arroyos, existencia de escurrimientos superficiales o subterráneos que afloren a la superficie y que afecten el camino, tipo de vegetación y densidad, así como pendientes aproximadas y ruta a seguir en el terreno.

Este reconocimiento requiere del tiempo que sea necesario para conocer las características del terreno donde se construirá el camino, y para llevarlo a cabo se utilizan instrumentos sencillos de medición como brújulas para determinar rumbos, clinómetro para determinar pendientes, odómetro de vehículos y otros instrumentos sencillos.

2.2 Levantamiento topográfico

Se llama así a la descripción y delineación detallada de la superficie de un terreno de la línea preliminar seleccionada, siguiendo las señales indicadas en el reconocimiento; el levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos y tangentes, donde se deberá establecer lo siguiente:

- Punto de Partida
- Azimut o rumbo de salida
- Kilometraje de salida
- Cota de salida del terreno

Para determinar el levantamiento preliminar, se tomo en el campo: trazo preliminar, niveles de preliminar, secciones transversales de preliminar y referencias.

2.2.1 Planimetría

Esta se define como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su mejor orientación. El levantamiento planimétrico sirve en general para ubicar todos aquellos puntos de importancia.

El levantamiento topográfico planimétrico, se realizó como una poligonal abierta utilizando el método de conservación de azimut, con orientación de estación a estación de 180 grados.

Entre estación y estación se dejaron marcas de trompos en la línea central y estacas a un lado de las mismas, en las cuales se marcó el kilometraje que tiene el trompo Ej.: 0+020, 0+040, 0+060, etc.

Para el replanteo de la línea central, se fundieron mojones o referencias a cada 500 metros, los que están indicados en los planos, convirtiéndose estos en puntos de control para el replanteo de la línea horizontal.

Para la realización de los trabajos de planimetría y señalización en campo de la topografía se utilizó el equipo siguiente:

- Teodolito Sokia modelo DT-6
- Trípode
- Brújula
- 2 plomadas
- cinta métrica
- trompos (para marcar la línea central)
- estacas (para identificar el caminamiento de los trompos)

En los anexos se presentan los planos, en los cuales se puede observar la planimetría del proyecto.

2.2.2 Altimetria

Es la medición de las alturas de una superficie de la tierra, con el fin de representarlas gráficamente, para que junto con la planimetría, se defina la superficie en estudio, representada en tres dimensiones. Técnicamente se recomienda el nivel, por ser fabricado para tal fin, pero las medidas tomadas por el teodolito son correctas si se efectúa un buen levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico de altimetría se realizó de acuerdo a una nivelación de primer orden con bancos de marca ubicados en lugares donde pudieran ser replanteados.

Para la realización de los trabajos de altimetría se utilizó el equipo siguiente:

- Nivel de Precisión marca Sokia
- Trípode
- Estadía

El resultado de los trabajos de altimetría y planimetría se encuentran representados en los planos planta-perfil, adjuntados en el presente trabajo.

Ver Anexos Planos de Planta y Perfil Hojas de la I a la VII.

2.2.3 Trazo preliminar

El trazo se efectuó por el método de deflexiones simples, con estacionamientos cada 20 metros y en los puntos donde se considero necesario.

2.2.4 Niveles de preliminar

La nivelación se efectuó tomando diferencias de nivel en todos los puntos fijados por el trazador de la línea central, situando BM (Banco de Marca). Como cota de salida (BM) se tomara de preferencia una fijada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). En este caso se adopto una cota de salida arbitraria, la cual es de 1000.

2.2.5 Secciones transversales de preliminar

Por medio de las secciones transversales se podrá determinar la topografía de la faja de terreno que se necesita para lograr un diseño apropiado. En las estaciones de la línea central se trazaron perpendiculares, haciendo un levantamiento a cada 20 metros recopilando información del lado izquierdo y derecho de la línea central.

2.3 Estudio de suelos

Es necesario conocer el tipo de suelo con que se cuenta en el area de trabajo donde se construirá la estructura de rodadura. Así en la gran mayoría de los casos, por condiciones de trazo geométrico, topografía y calidad de los suelos naturales de apoyo, es necesario colocar una capa de transición sobre la cual se construirán la capa de rodadura final.

Debido a que la comunidad no cuenta con los recursos necesarios para aplicar cualquier tipo de pavimento, únicamente se dejara hasta la base más una capa de rodadura de 0.15 m. de espesor consistente en balasto.

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

- Para la clasificación del tipo de suelo
- Para el control de la construcción
- Para determinar la resistencia del suelo

2.3.1 Ensayos para la clasificación del suelo

Son los ensayos para clasificar el tipo de suelo que en el area de trabajo, son de mucha importancia para ser descritos y clasificados adecuadamente. Dentro de estos ensayos, los principales son: el análisis granulométrico y los límites de consistencia.

El suelo es un factor determinante en la estabilidad de una carretera. Es necesario llevar un control de su estado para tener la seguridad de la buena calidad de la carretera.

Entre los problemas más frecuentes del suelo están:

- Deslizamientos
- Baches
- Colapsos

Los deslizamientos se manifiestan en los cortes cuya cohesión no es lo suficientemente fuerte para mantener el talud en caso de temblores o saturación. Por lo general los deslizamientos se presentan en puntos donde el terreno presenta capas que pueden deslizarse en sentido perpendicular al trazo de la carretera o es un material muy plástico.

En el trazo mismo de la carretera se pueden presentar baches causados por material altamente plástico; este material, cuando se satura, presenta un soporte casi nulo para el tránsito y por lo general queda deformado permanentemente, dejando un bache en la carretera, que obstaculiza el tránsito y daña a los vehículos que se golpean al pasarlo.

En el trazo de la carretera pueden encontrarse capas rocosas que son aparentemente estables, pero que cuando hay un exceso de presión colapsan, por huecos presentes, dejando prácticamente cavernas donde estuvieron, provocando que la carretera caiga aún solamente por su propio peso. Estas formaciones rocosas son en su generalidad, carbonatos, solubles en el agua de lluvia. Por lo mismo, deben evitarse las filtraciones para que no se disuelvan y formen huecos mayores que hagan fallar el suelo.

Para evitar los deslizamientos, hay que procurar, en lo posible, no situar el trazo de la carretera en sentido perpendicular a las posibilidades de deslizamiento de las capas de rocas presentes.

En caso de tener un material altamente plástico, para evitar baches, debe estabilizarse con cal o cemento, o eliminarse y sustituirlo por otro de mejores características.

Para eliminar las posibilidades de un colapso del material se inyecta lechada de cemento donde se localizan huecos sub-superficiales. Este mismo procedimiento se utiliza para evitar las filtraciones de agua.

Por otra parte es necesario conocer los tipos de suelo que conforman el tramo carretero, para poder dar el tratamiento adecuado y hacer que éstos puedan soportar más cargas sin deformarse, proporcionar mayor impermeabilidad y dar alojamiento a las estructuras que se construyan en el proyecto con mayor seguridad de que no colapsarán.

Las pruebas que se practican a los suelos en el laboratorio tienen como finalidad descubrir la mejor manera de manejarlos para obtener los mejores resultados y que tan buenos pueden ser éstos. También se utilizan para

determinar la proporción granulométrica de los suelos y determinar qué tanta compactación presentan.

2.3.1.1 Análisis granulométrico

La granulometría es la propiedad que tienen los suelos naturales de mostrar diferentes tamaños en su composición. Este ensayo consiste en clasificar las partículas de suelo según tamaños, representando los datos obtenidos en forma grafica. De ellos se calculan los siguientes coeficientes:

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

$$Cu = D 60 / D 10$$

Donde:

Cu = Coeficiente de uniformidad

D 60 = Diámetro máximo del 60%

D 10 = Diámetro máximo del 10%

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

$$Cg. = \frac{(D 30)^2}{D 10} \times D 60$$

Donde:

Cg. = Coeficiente de graduación

D 30 = Diámetro máximo del 30%

D 10 = Diámetro máximo del 10%

D 60 = Diámetro máximo del 60%

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

Los suelos que no son homogéneos, presentan partículas de muy diversos tamaños, formas y componentes. Condiciona el comportamiento geotécnico del suelo y se realiza por tamizado y sedimentación.

2.3.1.1.1 Tamizado

El análisis granulométrico es necesario, debido a que según la distribución del tamaño de los granos del suelo, así será el porcentaje de vacíos que éste pueda tener. Para realizar este análisis se sigue el procedimiento siguiente:

Consiste en pasar la muestra de suelo a través de una serie de tamices con ancho de malla decreciente, pesando la cantidad contenida en cada uno de ellos. Es necesario secar previamente la muestra.

Las partículas se consideran de un tamaño igual a la abertura o ancho de malla del menor tamiz que permite el paso.

Este ensayo se aplica a tamaños gruesos, superiores a 0.1 mm.

La American Society For Testing and Materials (ASTM) clasifica a los suelos por su tamaño, dando el nombre de Arcilla al suelo cuyo tamaño sea menor a 0.005 milímetros, Limo al suelo que oscile entre los 0.005 a 0.05 milímetros, Arena al suelo que oscile entre los 0.05 a los 2 milímetros, Grava al suelo que tiene un tamaño mayor a 2 milímetros y menor de 60 milímetros. A los suelos mayores a los 60 milímetros se les llama pedregones.

Es claro entonces que la granulometría del suelo revela propiedades importantes del suelo que en ingeniería civil es de suma importancia conocer, ya que se sabe, que los suelos finos se caracterizan por su plasticidad y los suelos gruesos por su soltura y se sabe también, que la combinación de suelos finos con gruesos hacen de un material propicio para compactar y soportar cargas.

2.3.1.1.2 Sedimentación

Consiste en estimar el porcentaje de un determinado tamaño de partículas del suelo en función de su velocidad de sedimentación en un líquido según la ley de Stocks.

Se aplica a tamaños finos, menores a 0.1 mm.

En función del tamaño de los granos, se producirá la sedimentación de los mismos a diferente velocidad. La densidad de la suspensión varía en función de la profundidad.

Existen dos métodos: el del Densímetro que es más utilizado y el de la pipeta, que es más exacto, pero mucho más complicado y caro.

2.3.1.2 Límites de Consistencia

Son base para determinar la forma de trabajar el suelo y su respuesta frente a la humedad y por otra parte sirven para el diseño de bases en pavimentos flexibles. Miden la consistencia del suelo en relación a la misma. Un suelo puede ser sólido hasta cierta cantidad de humedad; si ésta aumenta puede deformarse con poca presión, entonces se dice que está en un estado

plástico; si la humedad crece de tal manera que el suelo fluye cuando se golpea, se dice que está en un estado líquido. La determinación de estos estados y los límites entre ellos se da prácticamente arbitrariamente, según los ensayos que se explican a continuación.

2.3.1.2.1 Límite Líquido

Es el estado del suelo cuando se comporta como una pasta fluida. Se define como el contenido de agua necesario para que, a un determinado número de golpes (normalmente 25), en la copa de Casagrande, se cierre 1.27 centímetros a lo largo de una ranura formada en un suelo remoldado, cuya consistencia es la de una pasta dentro de la copa.

El límite líquido fija la división entre el estado casi líquido y el estado plástico. El límite líquido en ocasiones puede utilizarse para estimar asentamientos en problemas de consolidación, ambos límites juntos son algunas veces útiles para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.

El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad. Las investigaciones muestran que el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en el suelo disminuyen. El procedimiento analítico para la determinación de este límite se basa en la norma AASHTO T 89, teniendo como obligatoriedad el hacerlo sobre muestra preparada en húmedo.

2.3.1.2.2 Límite Plástico

El límite plástico es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad, el suelo esta en el vértice de cambiar su comportamiento al dar un fluido viscoso.

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

2.3.1.2.3 Índice Plástico

El índice plástico es el más importante y el más usado; consiste simplemente en la diferencia numérica entre el Limite Plástico y el Limite Líquido. Indica el margen de humedades, dentro del cual se encuentra en estado plástico, tal como lo definen los ensayos. Si el límite plástico es mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se considera no plástico.

Tanto el límite líquido como el plástico, dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende generalmente, de la cantidad de arcilla en el suelo.

Cuando un suelo tiene un índice plástico (IP) igual a cero, es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, el suelo es de baja plasticidad; cuando el índice plástico esta comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es

medianamente plástico, y cuando presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico.

2.3.2 Ensayo para el control de la construcción

La compactación de suelos en general es el método mas barato de estabilización disponible. La estabilización de suelos consiste en el mejoramiento de sus propiedades físicas para obtener una óptima estructura, resistencia al corte y relación de vacíos deseable.

Para determinar las características de resistencia y de esfuerzo deformación de los materiales de apoyo, sera necesario investigarlos por cualquiera de las siguientes características.

- Por Penetración
- Por Resistencia al esfuerzo cortante
- Por aplicación de cargas

2.3.2.1 Determinación del contenido de humedad

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

2.3.2.2 Densidad Máxima y Humedad Optima

La masa de los suelos esta formada por partículas sólidas y vacíos, estos pueden estar llenos de agua, de aire o de ambos a la vez. Si la masa de un suelo se encuentra suelta, tiene mayor número de vacíos, los que, conforme se sometan a compactación, van reduciéndose hasta llegar a un mínimo, que se establece cuando la masa de un suelo, alcanza su menor volumen y su mayor peso; esto se conoce como Densidad Máxima. Para alcanzar la densidad máxima, es necesario que la masa del suelo tenga una humedad determinada, la que se conoce como Humedad Optima.

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

- Reducción del volumen de vacíos de la capacidad de absorción.
- Aumento de la capacidad del suelo, para soportar mayores cargas.

Proctor Estándar

El ensayo de compactación Proctor Estándar consiste en tomar una cantidad de suelo, pasarlo por el tamiz No. 4, añadirle agua y compararlo en un molde cilíndrico en tres capas con veinticinco golpes por capa con un martillo de compactación. Luego de compactar la muestra, esta es removida del molde y demolida nuevamente para obtener pequeñas porciones de suelo, que servirán para determinar el contenido de su humedad en ese momento. Se añade mas agua a la muestra, hasta obtener una muestra más húmeda y homogénea y se hace nuevamente el proceso de compactación. Esto se repite sucesivamente para obtener datos para la curva de densidad seca, contra contenido de humedad.

Proctor Modificado

Los principios y procedimientos son muy semejantes al ensayo proctor estándar. Sus diferencias se enmarcan en la Tabla 2.

El proctor modificado tiene ventajas sobre el estándar en los aspectos siguientes:

- Mejor acomodación de las partículas que forman la masa de un suelo, reduciendo su volumen y aumentando el peso unitario o densidad.
- Mayor economía en las operaciones de riego, al obtener una humedad óptima mas baja, lo que facilitara la compactación.

Tabla II. Diferencias entre Proctor Estándar y Proctor Modificado

ESPECIFICACIONES	PROCTOR STANDARD	PROCTOR MODIFICADO
Peso del martillo	2.5 Kg.	4,536 Kg.
Distancia del golpe	30.48 Cm.	45.72 Cm.
Número de capas de suelo	3	5
Número golpes por capa	25	25
Volumen del cilindro prueba	0.00094	0.00094
Energía transmitida suelo	60.579 Kg./m ³	274,786.0 Kg./m ³

2.3.2.3 Ensayo de Equivalente de Arena

Esta prueba se aplica para evaluar de manera cualitativa, la cantidad y actividad de los finos presentes en los suelos por utilizar. Consiste en ensayar los materiales que pasan la malla No. 4 en una probeta estándar parcialmente

llena, de una solución que propiciara la sedimentación de los finos. Se hace con el fin de conocer el porcentaje relativo de finos plásticos que contienen los suelos y los agregados pétreos.

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

2.3.3 Ensayo para determinar la resistencia del suelo

2.3.3.1 Ensayo del valor soporte del suelo C.B.R.

El Valor soporte de un suelo (C.B.R.) es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y humedad, y se expresa como el tanto por ciento de la carga necesaria para introducir un pistón de sección circular en una muestra de suelo, respecto a la precisa para que el mismo pistón penetre a la misma profundidad de una muestra tipo de piedra triturada. Por lo tanto si P2 es la carga en Kg. Necesarias para hacer penetrar el pistón en el suelo en estudio, y Px=1.360 Kg., la precisa para penetrar la misma cantidad en la muestra tipo de piedra triturada, el Valor Relativo de Soporte del suelo vale.

$$\text{C.B.R.} = (P2 / Px) \times 100$$

La Carga registrada para la penetración 2.54 mm. Del inicio anterior se debe expresar como un porcentaje de la carga estándar de 1.360 Kg. Y si la prueba estuvo ejecutada, por le porcentaje así obtenido es el Valor Relativo de Soporte Normal (C.B.R.) correspondiente a la muestra ensayada.

Con el fin de saber si la prueba estuvo bien ejecutada se dibuja la curva carga-penetración, anotando en las abscisas las penetraciones y en las ordenadas las cargas registradas para cada una de dichas penetraciones. Si esta curva es defectuosa se debe probablemente a que la carga inicial de la prueba fue mayor a los 10 Kg. Especificados, debiendo por tanto, repetirse la prueba. El procedimiento analítico se rige por la norma AASHTO T 193

2.3.4 Análisis de Resultados

Aunque los ensayos expuestos anteriormente, tienen mayor aplicación en la fase de construcción de un proyecto carretero, en el trabajo de EPS se hicieron los ensayos correspondientes, al tipo de suelo predominante en la subrasante, de La Aldea Los Pinos.

Examen visual:	Arena Limo Arcillosa, color beige
P.R.A.:	A - 4
Clasificación:	S.C.U. SM
Limite Liquido:	31.6%
Índice Plástico:	9.7%
Densidad Seca Máxima	111.3 lb./pie ³
Humedad Optima	13.2%
C.B.R.:	9.3% al 95% de compactación.

3. Diseño de Carretera

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

3.1 Preliminar de gabinete

Para el presente proyecto se tomó el siguiente criterio de diseño:

En la Dirección General de Caminos existen especificaciones para diferentes tipos de carreteras, habiéndose utilizado para este caso las normas correspondientes a una carretera tipo F.

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

- Tráfico Promedio Diario (t.p.d.) de 10 a 100.
- Velocidad de Diseño: la velocidad de diseño disminuye conforme el terreno cambia de plano a ondulado y montañoso. Así, se ha seleccionado la velocidad de 30 k.p.h.
- Ancho de calzada 4 metros.
- Pendiente: La pendiente máxima, para una velocidad de diseño de 30 kph, es de 14%. La pendiente máxima permisible, debe aplicarse únicamente en tramos cortos. Es recomendable que esos pequeños

tramos no sean mayores de 100 metros, a menos que no haya otra solución. En este caso debe empedrarse la superficie de rodamiento, a fin de evitar que los vehículos resbalen, sobre todo cuando la capa se encuentra húmeda y se trate de una zona en general lluviosa.

Tabla III. Estándares de diseño de carretera

Trafico Promedio Diario	Carretera	Velocidad De Diseño (km)	Radio Mínimo (m)	Pendiente Máxima (%)	Ancho De Calzada (m)
	Tipo "A"				2 ×7.20
3000	Llanas	100.00	375.00	3.00	
A	Onduladas	80.00	225.00	4.00	
5000	Montañosas	60.00	110.00	5.00	
	Tipo "B"				7.20
1500	Llanas	80.00	225.00	6.00	
A	Onduladas	60.00	110.00	7.00	
3000	Montañosas	40.00	47.00	8.00	
	Tipo "C"				6.50
900	Llanas	80.00	225.00	6.00	
A	Onduladas	60.00	110.00	7.00	
1500	Montañosas	40.00	47.00	8.00	
	Tipo "D"				6.00
500	Llanas	80.00	225.00	6.00	
A	Onduladas	60.00	110.00	7.00	
900	Montañosas	40.00	47.00	8.00	
	Tipo "E"				5.50
100	Llanas	50.00	75.00	8.00	
A	Onduladas	40.00	47.00	9.00	
500	Montañosas	30.00	30.00	10.00	
	Tipo "F"				5.50
10	Llanas	40.00	47.00	10.00	
A	Onduladas	30.00	30.00	12.00	
100	Montañosas	20.00	18.00	14.00	

3.1.1 Ancho de Corona

Es la conformación final que se le da a la plataforma de la carretera y comprende la calzada y los hombros. Para este proyecto debido al poco espacio con el que se cuenta, ya que se hizo dificultoso entre algunos vecinos obtener mas espacio; únicamente se diseñó para un ancho de 4.00 mts.

3.1.2 Rasante

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

3.1.3 Ancho de Carril

Este se determina de acuerdo al tipo de carretera y al uso de la misma, se clasifican así: Rutas Nacionales o de Primer orden, Rutas Departamentales o de Segundo Orden, Rutas Municipales o de Tercer Orden.

Para el presente diseño es una ruta Municipal o de tercer orden, ya que únicamente comunica 2 o más poblados El ancho de carril es de 2.00 m. Ya que no se cuenta con más espacio. Debido a esto tenemos 1.50 m. menos que lo que nos indica la tabla 3 Pág. 29.

3.2 Ancho de carril en Tangentes

3.2.1 Hombros

Son franjas que se construyen a ambos lados de la superficie de rodadura y tienen numerosas aplicaciones, como por ejemplo: Estacionamiento de vehículos descompuestos; los hombros se conocen también como: Paseos, Arcenes o Bermas. Debido al poco espacio en este proyecto no se dejaron.

3.2.2 Pendiente Transversal

La sección transversal de una obra vial es un corte acorde a un plano vertical y normal al centro de línea en el alineamiento horizontal. Permite observar la disposición y las dimensiones de sus elementos. Es preciso hacer notar que el proyecto geométrico de vías terrestres se realiza al nivel de la línea subrasante que marca el final de la terrecerías, por lo que las dimensiones que se deben manejar son las que se tendrán a ese nivel.

Las características de la subcorona son su ancho y su pendiente transversal. En tangentes horizontales, la pendiente transversal es el bombeo que se hace en la corona hacia ambos lados para permitir el desalojo rápido del agua de lluvia; de acuerdo con el tipo de camino, varía de 2 a 3%.

3.3 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 sub-base y sub-rasante, provocando saturación del terreno, ablandándolo lo

cual generará daños a la capa de rodadura. 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 ½% a 3%, en este proyecto se utilizó un bombeo de 3%.

3.3.1 Drenajes

Estos son colocados en la carretera para evitar el deterioro, debido a que al filtrarse agua en el pavimento dañará el material existente en la sub-rasante provocándole daños. Las acumulaciones de agua son perjudiciales, la forma de que no afecten a la carretera es evacuándola o conduciéndola por medio de drenajes.

La vida útil de la carretera depende mucho de los drenajes, éstos evitan derrumbes o deslizamientos, para que funcionen eficientemente, deben de tener mantenimiento constante. En carreteras existen los drenajes transversales: tuberías, puentes, badenes, etc. Y longitudinales: cunetas y contra cunetas.

3.3.1.1 Estudio hidrológico, Método Racional para la determinación de caudales de diseño

El estudio hidrológico sirve para determinar el tipo de estructura necesario para drenar un punto determinado de la carretera.

Por medio del estudio hidrológico se determinan, las obras de arte de una carretera como: puentes, alcantarillas, bóvedas, cunetas, contra cunetas, etc.

Para el efecto se deberá realizar una inspección de campo, y de preferencia llevar un G.P.S (sistema global de posicionamiento) para ubicar con exactitud los puntos donde será necesario colocar los drenajes. En la inspección de campo se deberá anotar todos los pasos de agua existentes con sus coordenadas y anotar los datos siguientes:

- Creciente máxima (visual)
- Condiciones del lecho (ancho, angosto, rocoso, arenoso, piedra suelta, tamaño)
- Vegetación de la cuenca (clase de cultivos, monte bajo o alto, bosque)
- Esviaje con respecto de la carretera
- Parámetros cuantificables como longitud, perímetro, área y dibujar forma del lecho.
- Socavación
- Si lleva rocas grandes Y árboles
- Puntos de erosión.

Para el caso presente se utilizó el método racional, en el que cual se asume que el caudal máximo para un punto dado, se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía superficial durante un período de precipitación máxima. 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, o sea, el tiempo de concentración.

Las fórmulas a utilizar son las siguientes:

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

- Q = Caudal de diseño en m³/seg.
- A = Área drenada de la cuenca en hectáreas.
- I = Intensidad de lluvia en Mm./hora
- C = Coeficiente de escorrentía (consultar tabla).

La intensidad de lluvia está dada por la fórmula siguiente:

$$I = \frac{a}{t + b}$$

- I = Intensidad de lluvia en Mm./Hora.
- a y b = Varían en cada región, datos proporcionados por INSIVUMEH.
- t = Tiempo de concentración en minutos

$$t = \left[\frac{0.886 * L^3}{H} \right]^{0.385} * 60$$

- t = Tiempo de concentración en minutos
- L = Longitud del cauce principal en Km.
- H = Diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal en metros

Fórmulas auxiliares (*Manning*):

$$V = \frac{I}{N} * R^{2/3} * S^{1/2}$$

- V = Velocidad
- R = Radio Hidráulico
- S = Pendiente

$$Q = V * A \Rightarrow Q = \frac{I}{N} * R^{2/3} * S^{1/2} * A$$

Q = Caudal

A = Área de tubería circular (m²).

$$A = \frac{\Pi * D^2}{4} \text{ Para tubería circular.}$$

D = Diámetro

n = Coeficiente de rugosidad

$$R = \frac{D}{4} \text{ Para tubería circular}$$

Coeficiente de rugosidad para tuberías de concreto:

n = 0.013 Ø > 24", n = 0.015 Ø < 24".

Coeficiente de rugosidad para tuberías de P.V.C.

n = 0.009

La pendiente del terreno en el punto de estudio se determina por medio de las curvas a nivel y la distancia horizontal entre las curvas:

$$P = \frac{\text{Diferencia de curvas de nivel}}{\text{Distancia entre curvas}}$$

3.3.1.2 Drenaje Transversal

Son tuberías que se colocan para aliviar el agua que viene en las cunetas o de arroyos que se encuentran a lo largo de la carretera, son

necesarias pues en un tramo en corte, sirven para conducir el agua al otro lado de la carretera. La dimensión de la tubería a colocar se hace por el método de *Manning*. El drenaje transversal tiene las siguientes partes: caja recolectora de caudal, recibe el agua proveniente de la ladera de la carretera para trasladarla a la tubería, muro cabezal de salida, protege la tubería y el relleno de la carretera para que no se erosione, adicional a estas partes, si la pendiente del terreno en corte, es muy fuerte se colocan disipadores de energía al final de la tubería, servirán para que el agua que desfoga, no erosione el suelo y provoque hundimientos.

Cuando se trata de un arrollo o paso de agua, entonces se coloca un muro cabezal en la entrada, este servirá para proteger el relleno y encausar el agua proveniente del arrollo o quebrada.

Los detalles pueden verse en Plano de Detalles Hoja No. $\frac{3}{4}$

3.3.2 Cunetas

Son canales abiertos que se calculan por el método 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.

De acuerdo a la topografía se diseñarán los aliviaderos de las cunetas, ya que según a la forma del terreno, se colocarán tuberías transversales, aliviaderos con disipadores de energía, fosas de laminación, etc.

Las cunetas pueden tener diferentes formas y dimensiones, Los detalles pueden verse en Plano de Detalles Hoja No. 4/4.

3.3.3 Contra Cunetas

Son canales destinados a evitar que el agua llegue a los taludes y cauce deslizamientos o derrumbes en los cortes de la carretera. La contra cuneta deberá colocarse en la parte más alta del talud, a una distancia no menor de 2 metros de la orilla, tomando en cuenta el tipo de suelo existente en el área para evitar derrumbes. Este tipo de drenaje longitudinal nos sirve para mantener lejos el agua del camino o bien que el agua escurrida no llegue a el, este tipo de cuneta no fue necesaria en este proyecto.

3.4 Curvas Horizontales

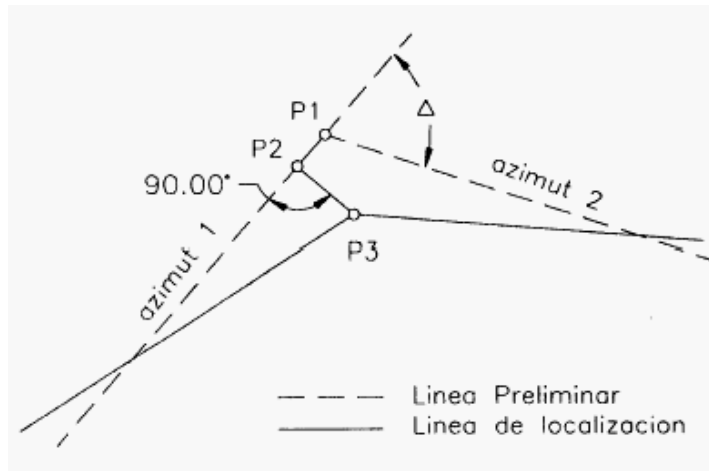
3.4.1 Punto de Intersección

3.4.1.1 Corrimiento de Línea

La línea de localización se diseña de acuerdo a la topografía del terreno, en la cual se ubican puntos fijos como puentes, casas, poblaciones, ríos, rellenos, roca, etc.

Cuando el levantamiento se hace para rehabilitar una carretera, la línea de localización coincide con la línea preliminar, en algunos tramos, en tanto que en donde se hacen modificaciones no coinciden, esto permite establecer puntos de control entre la línea preliminar y de localización como se muestra en la figura siguiente.

Figura 1. Corrimiento de línea



De los cálculos de la línea preliminar, se tienen las coordenadas totales de los Puntos de intersección (PI), para calcular las coordenadas de la línea de localización se siguen los siguientes pasos.

1. Se dibuja una línea perpendicular a la línea preliminar (P2) hasta interceptar con el PI de localización (P3), se mide la distancia entre el PI (P3) y el punto perpendicular (P2), luego desde el PI preliminar (P1) y el punto perpendicular (P2).
2. Con las coordenadas del PI preliminar (P1), el azimut invertido y la distancia del P1 a P2, calcular las coordenadas del punto P2, ubicados en el punto P2, con el azimut invertido restar 90° para el nuevo azimut de la línea P2 – P3.
3. Con las coordenadas del punto P2, el azimut de la línea P2 – P3 y la distancia P2 – P3 se calculan las coordenadas del PI de localización P3, ejemplo:

Datos:

Distancia entre P3 Y P2 = 0.62 m.

Distancia entre P1 Y P2 = 0.55 m.

Coordenadas PI preliminar P1 = -3, 223.18, -7, 221.23

Azimut 1 = 54.1328

Cálculo:

Azimut invertido = $54.1328 + 180 = 234.1328$

$\Delta X = \text{seno}(234.1328) * 0.55 = -0.4457$

$\Delta Y = \text{coseno}(234.1328) * 0.55 = -0.3222$

Coordenadas totales punto P2 = $-3,223.18 + (-0.4457), -7,221.23$
+ (-0.3222)

P2 = $-3,223.6257, -7,221.5522$

Nuevo azimut = $234.1328 - 90 = 144.1328$

$\Delta X = \text{seno}(144.1328) * 0.62 = 0.3633$

$\Delta Y = \text{coseno}(144.1328) * 0.62 = -0.5024$

coordenadas totales punto P3 = $-3,229.6257 + (-0.3633), -7,221.5522$
 (-0.5024)

P3 = $-3,223.9890, -7,222.0546$

El procedimiento es aplicable en todos los puntos de la línea de localización donde usando relación de triángulos, ley de senos y cosenos, se calculan coordenadas totales.

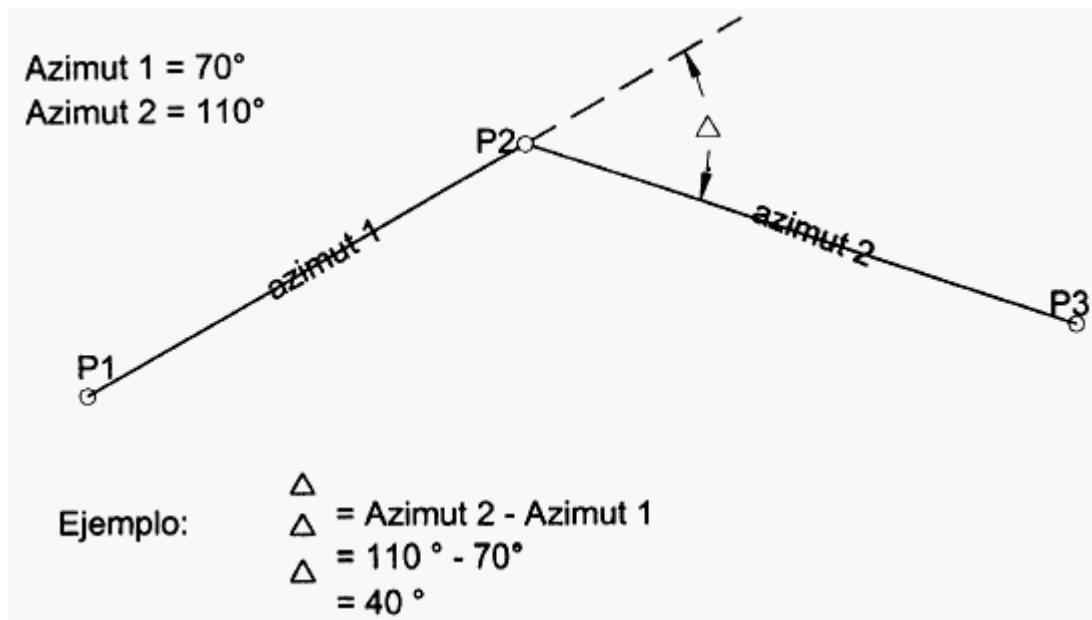
Las distancias P1-P2 y P2-P3, se denominan puntos de control, son importantes ya que amarran las líneas de preliminar y localización las que pueden verificarse en campo.

3.4.2 Ángulo de Deflexión

3.4.2.1 Cálculo de Delta Δ

Entre dos azimut existe un delta o diferencia angular, la forma de calcular es restando el azimut 2 del azimut 1. El Δ sirve para escoger el tipo de curva que se utilizará, mientras más grande es el Δ se utiliza un grado de curvatura mayor.

Figura 2. Cálculo de Delta (Δ)



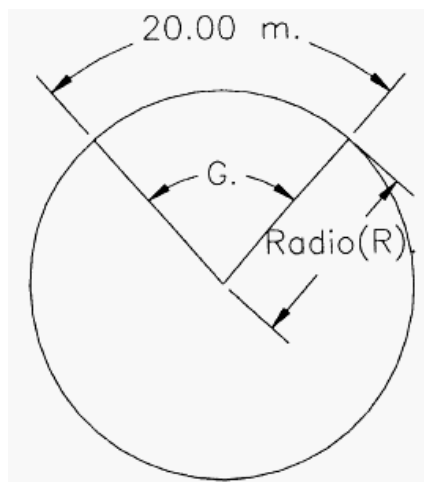
3.4.3 Grado de Curvatura

Para un $\Delta = 40$ grados como en el ejemplo se utiliza una curva grado 24 según la Dirección General de Caminos.

Cálculo de elementos de curva horizontal. Se le llama curva circular horizontal, al arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une dos tangentes, luego de calcular los puntos de intersección, las distancias y los azimut, se procede al cálculo de las partes de curva que servirán para el trazo de la carretera.

Deducción de fórmulas. Las fórmulas de una curva horizontal están definidas por el grado de una curva (G), se define el grado de curva (G) como el ángulo central, sustentado por un arco de 20 metros. A partir de esta definición se obtienen las fórmulas de los diferentes elementos de una curva circular, como se muestra en la figura siguiente:

Figura 3. Círculo para cálculo de grado de curvatura



3.4.3.1 Grado máximo de curvatura

El valor máximo del grado de curvatura correspondiente a cada velocidad de proyecto, estará dado por la expresión:

$$G_{\text{máx}} = 14600 \times [(\mu + S_{\text{máx}}) / V^2]$$

En donde:

$G_{\text{máx}}$ = Grado máximo de curvatura

μ = Coeficiente de fricción lateral

$S_{\text{máx}}$ = Sobre elevación máxima de la curva en m/m

V = Velocidad de proyecto en Km/h

Tabla IV. Valores máximos de curvatura para cada velocidad.

Velocidad de Proyecto (km/h)	Coeficiente de Fricción Lateral	Sobre Elevación Máxima (m/m)	Grado Máximo de Curvatura Calculado (Grados)	Grado máximo De Curvatura Para Proyecto (Grados)
30	0.280	0.10	61.6444	60
40	0.230	0.10	30.1125	30
50	0.190	0.10	16.9360	17
60	0.165	0.10	10.7472	11
70	0.150	0.10	7.4489	7.5
80	0.140	0.10	5.4750	5.5
90	0.135	0.10	4.2358	4.25
100	0.130	0.10	3.3580	3.25
110	0.125	0.10	2.7149	2.75

3.4.3.1.1 Longitud mínima: La longitud mínima de una curva circular con transiciones mixtas deberá ser igual a la semisuma de las longitudes de esas transiciones. La longitud mínima de una curva circular con espirales de transición podrá ser igual a cero.

3.4.3.1.2 Longitud máxima: La longitud máxima de una curva circular no tendrá límite especificado.

3.4.3.1.3 Distancia de visibilidad de parada: La distancia de visibilidad de parada se obtiene con la expresión:

$$D_p = V \times t = V^2 / 254 \times f$$

Donde:

Dp = Distancia de visibilidad de parada en metros

V = Velocidad de marcha, en km/h

t = Tiempo de reacción en segundos

f = Coeficiente de fricción longitudinal

En la siguiente tabla se muestra los valores para proyecto de la distancia de visibilidad de parada, que corresponden a velocidades de proyecto de treinta a ciento diez Km/h.

Tabla V. Visibilidad de parada.

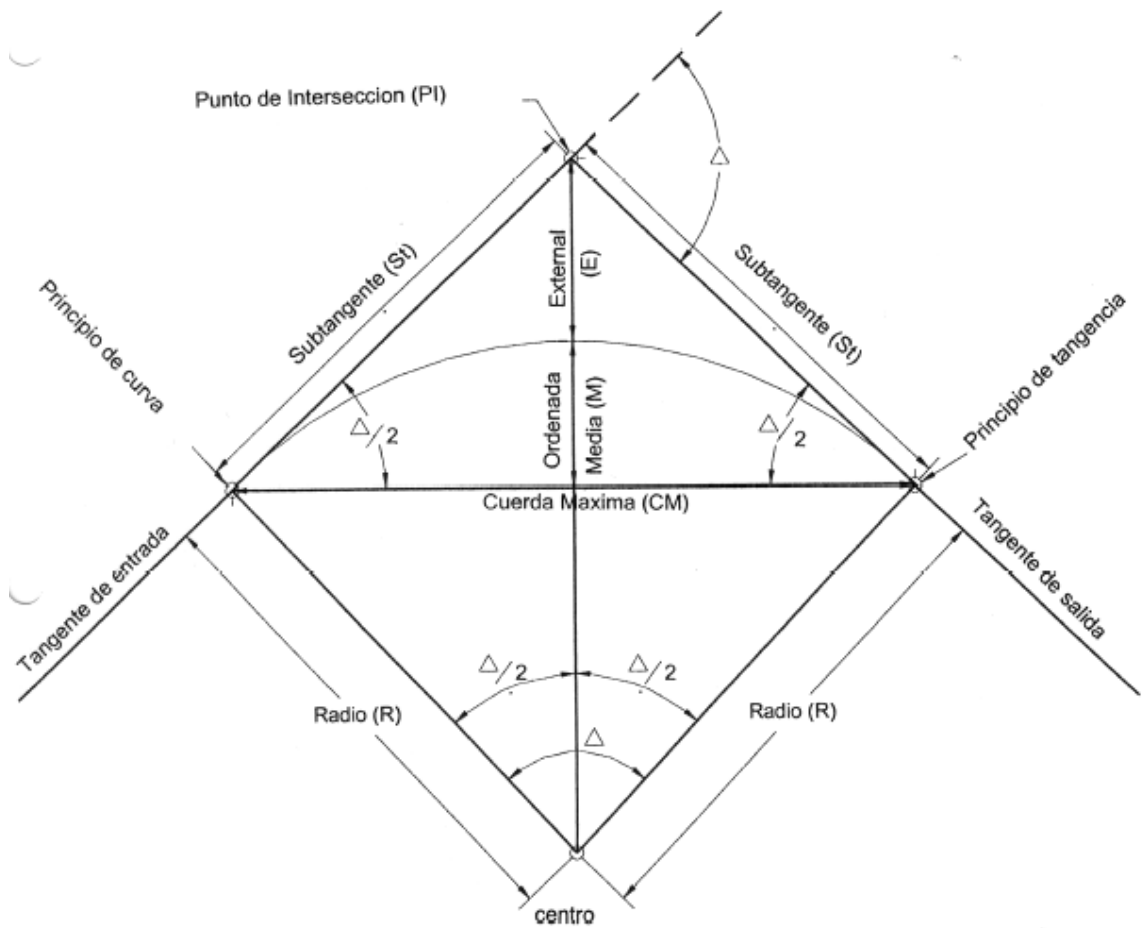
Velocidad De Proyecto (km/h)	Velocidad de Marcha (km/h)	Reacción		Coeficiente De Fricción Longitudinal	Distancia De Frenado (m)	Distancia De Visibilidad	
		Tiempo (seg)	Distancia (m)			Calculada (m)	Para Proyecto (m)
30	28	2.5	19.44	0.400	7.72	27.16	30
40	37	2.5	25.69	0.380	14.18	39.87	40
50	46	2.5	31.94	0.360	23.14	55.08	55
60	55	2.5	38.19	0.340	35.03	73.22	75
70	63	2.5	43.75	0.325	48.08	91.83	95
80	71	2.5	49.30	0.310	64.02	113.32	115
90	79	2.5	54.86	0.305	80.56	135.42	135
100	86	2.5	59.72	0.300	97.06	156.78	155
110	92	2.5	63.89	0.295	112.96	176.85	175

3.4.4 Longitud de curva (LC)

Es la longitud del arco comprendida entre el principio de curva (PC) y el principio de tangencia (PT) según figura No. 4

$$L_c = 20 \times (\Delta / G)$$

Figura 4. Elementos de curva horizontal

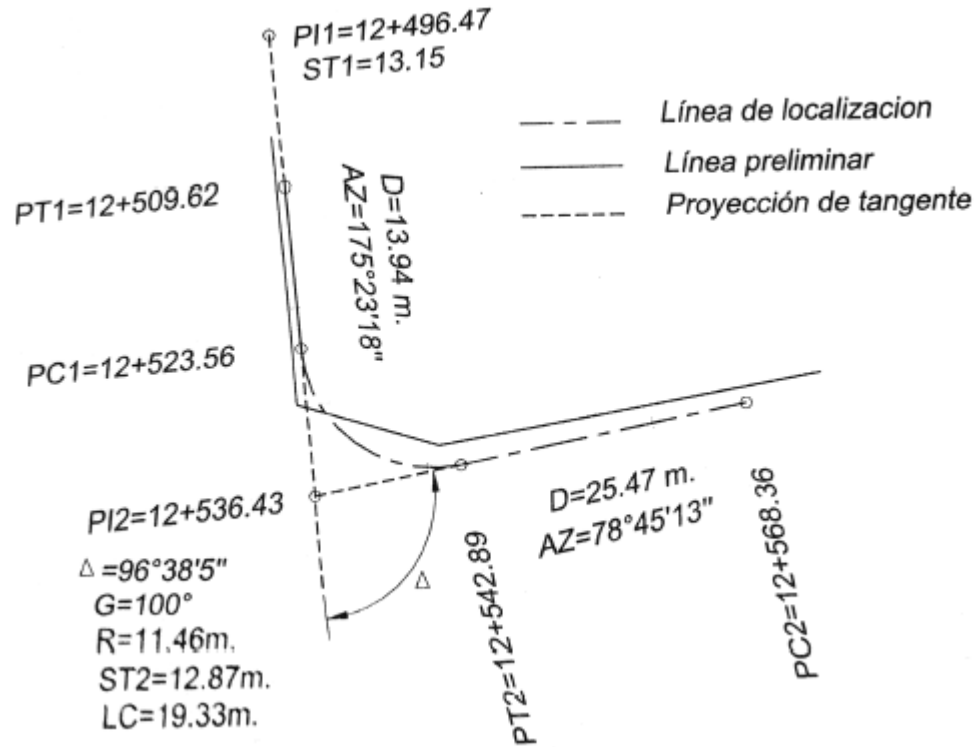


Ejemplo:

De la figura 5, obtenemos $\Delta = 96^\circ 38' 5'' = 96.6472$, $G = 100$ para calcular la longitud de curva (LC).

$$LC = \frac{20 * \Delta}{G} = \frac{20 * 96.6472}{100} = 19.33$$

Figura 5. Curva horizontal



3.4.5 Tangentes

Las tangentes horizontales estarán definidas por su longitud y su azimut.

- **Longitud mínima:** Dependiendo de la forma de las curvas circulares, la longitud mínima tiene las siguientes propiedades:

- 1.- Entre dos curvas circulares con transición mixta, deberá ser igual a la semisuma de las longitudes de dichas transiciones.
 - 2.- Entre dos curvas circulares inversas cuando una de ellas tiene espiral de transición y la otra tiene transición mixta, deberá ser igual a la mitad de la longitud de la transición mixta.
 - 3.- Entre dos curvas circulares del mismo sentido, la longitud mínima de tangente no puede ser cero ni estar especificada.
- **Longitud máxima:** La longitud máxima de tangentes no tiene límite especificado.
 - **Azimut:** El azimut definirá la dirección de las tangentes.

3.4.6 Subtangente

Es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto de intersección (PI), ya que la curva es simétrica, la distancia entre el punto de intersección (PI) y el principio de tangencia (PT) es igual. Ver figura 4.

$$Tg \frac{\Delta}{2} = \frac{St}{R} \Rightarrow St = r * Tg \frac{\Delta}{2}$$

Ejemplo:

De la figura 5 tenemos $\Delta = 96^\circ 38' 5'' = 96.6472$, $G = 100$, $r = 11.46$

$$St = r * Tg \frac{\Delta}{2} = 11.46 * Tg \frac{96.6472}{2} = 12.8731$$

3.4.7 Cuerda máxima (cm)

Es la distancia en línea recta desde el principio de curva (PC) al principio de tangencia (PT) ver figura 4.

$$\text{Sen} \frac{\Delta}{2} = \frac{Cm/2}{R} \Rightarrow \frac{Cm}{2} = R * \text{Sen} \frac{\Delta}{2} \Rightarrow Cm = 2 * R * \text{Sen} \frac{\Delta}{2}$$

Ejemplo: De la figura 5 tenemos $\Delta = 96^\circ 38' 5'' = 96.6472$, $G = 100$, $r=1.46$

$$Cm = 2 * R * \text{Sen} \frac{\Delta}{2} = 2 * 11.46 * \text{sen} \frac{96.6472}{2} = 17.1192$$

3.4.8 External (E)

Es la distancia desde el PI al punto medio de la curva. Ver figura 4.

$$E = R * \text{Sec} (\Delta / 2)$$

Ejemplo: De la figura 5 tenemos $\Delta = 96^\circ 38' 5'' = 96.6472$, $G=100$, $r=11.46$

$$E = R * \text{Sec} \frac{\Delta}{2} = 11.46 * \text{Sec} \frac{96.6472}{2} = 5.7751$$

3.4.9 Ordenada media (Om)

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima, ver figura 4.

$$M = R \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right)$$

Ejemplo: de la figura 5 tenemos $\Delta = 96^{\circ}38'5'' = 96.6472$, $G=100$, $r=11.46$

$$M = R \left(1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right) = 11.46 \left(1 - \cos \frac{96.6472}{2} \right) = 3.84$$

3.4.10 Principio de curva (PC)

Es el punto en donde finaliza la tangente y se inicia la curva, (PC). Al mismo tiempo en este punto inicia la subtangente. Del punto de centro de curva al PC tendremos el radio de la curva. Ver figura 4.

3.4.11 Principio de tangente (PT)

Para el cálculo de los estacionamientos de la línea de localización, se utilizan los datos de subtangente y longitud de curva, para obtener el PC, se restan la subtangente del punto de intersección, luego para obtener el principio de tangencia se suma la longitud de curva. Ver Figura 4.

Ejemplo:

Datos:

$$G2 = 100^\circ$$

$$\Delta 2 = 96^\circ 38' 5''$$

$$LC = 19.33$$

$$St2 = 12.87$$

$$St1 = 13.15$$

Solución:

$$P / 1 = 12 + 496.47$$

$$P / 2 = 12 + 536.43$$

$$Tg = (Est P / 1) - (St1 + St2)$$

$$Tg = (12536.43 - 12496.47) - (13.15 + 12.87)$$

$$Tg = 13.94$$

$$Pc1 = P / 1 + Tg$$

$$Pt2 = Pc1 + Lc2$$

$$Pc1 = 12 + 496.47 + 13.94$$

$$Pt2 = 12 + 523.56 + 19.33$$

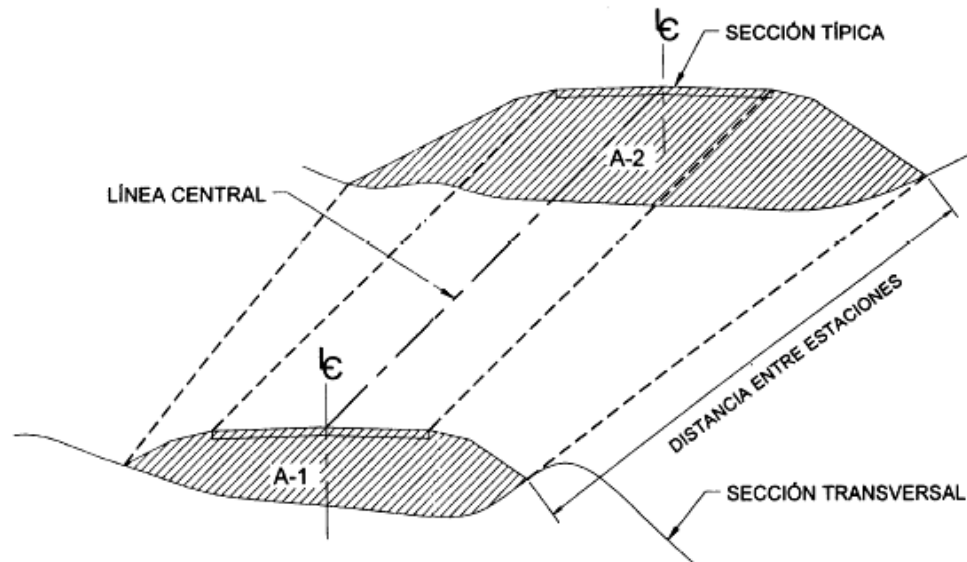
$$Pc1 = 12 + 523.56$$

$$Pt2 = 12 + 542.89$$

3.4.12 Movimiento de tierras

Estos se calculan entre estaciones, cuando en las dos secciones que se desea obtener el volumen se encuentran únicamente en corte o relleno es posible hacerlo con el volumen de un prisma irregular que es la semisuma de las áreas externas por la distancia entre las estaciones.

Figura 6. Volúmenes de tierra



$$V = \frac{A1 + A2}{2} * d$$

$V = \text{Volumen}$

$A1 = \text{Areal}$

$A2 = \text{Area2}$

$d = \text{distancia}$

Ejemplo: Calcular el volumen de relleno entre las secciones de relleno siguientes:

Área de relleno 1 = 11.25 m²

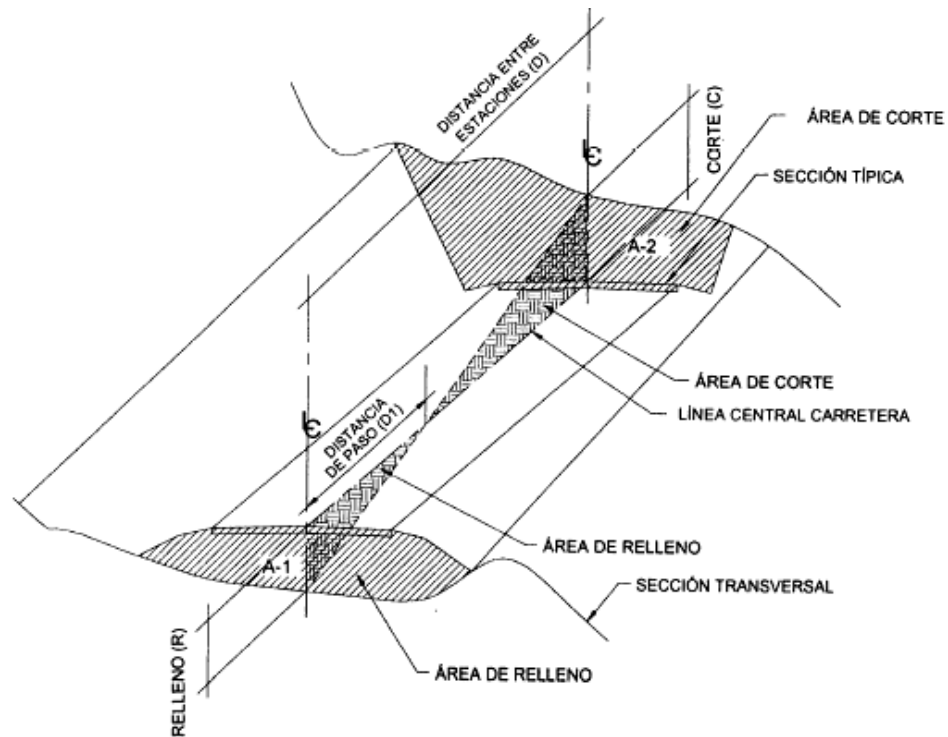
Área de relleno 2 = 8.45 m²

Distancia entre secciones = 20.00 metros.

$$V = \frac{A1 + A2}{2} * d = \frac{11.25 + 8.45}{2} * 20 = 197.00 \text{ m}^3$$

Cuando en la sección transversal existan áreas de corte y relleno deberán calcularse las distancias de paso, que son los puntos donde el área de la sección entre estaciones cambia de corte a relleno o viceversa.

Figura 7. Distancias de paso



Para determinar la distancia de paso se efectúa una relación de triángulos con la distancia entre estaciones, los cortes y los rellenos.

$$\frac{C+R}{D} = \frac{R}{D1} \Rightarrow D1 = \frac{R \cdot D}{C+R}$$

Ejemplo: calcular la distancia de paso teniendo las secciones de relleno y corte siguientes:

Área de relleno 1 = 11.25

Área de corte = 8.45

$$D1 = \frac{R \cdot D}{C+R} = \frac{11.25 \cdot 20}{11.25 + 8.45} = 11.4213$$

3.4.13 Sub-rasante

El diseño de la sub-rasante en el perfil de localización, se realiza por tanteos, los cuales disminuirán únicamente de acuerdo a la experiencia del diseñador. El movimiento de tierras deberá ser un factor importante a la hora del trazo de las tangentes verticales pues cuando este es menor, influye en la economía de la carretera, el balance de masas es uno de los criterios que se tienen que utilizar, pues, con este, se busca en un tramo de 500 metros, balancear los cortes con los rellenos para no tener material de préstamo, es recomendable que los cortes queden pendiente arriba de los rellenos, con el fin de facilitar el transporte del material, entre los aspectos que hay que tener en cuenta cuando se diseña el alineamiento vertical están los siguientes:

3.4.13.1 Ancho de sección típica

Se escogió el tipo "F" de la Dirección General de Caminos. Con este ancho, según tablas, se pueden observar en las secciones los cortes y rellenos que genera el movimiento de tierras, y permitirá ver si en alguna sección, los taludes no se pueden hacer debido a viviendas, roca, monumentos, postes etc.

3.4.13.2 Alineamiento Horizontal

Este es importante pues a partir de este alineamiento se dibuja el perfil actual de la carretera. En el alineamiento horizontal es donde se indican los azimut, distancias, curvas horizontales, principios de curvas, principios de tangencia, longitudes de curva, etc. que son los que definen el caminamiento de la carretera.

3.4.13.3 Puntos obligatorios

Tanto en el alineamiento horizontal como en el vertical existen puntos obligatorios, están definidos por las elevaciones obligatorias que debe tener un estacionamiento, como en el caso de un puente existente, en el que la sub-rasante deberá pasar por este punto, debido a que el puente no puede variar su posición, otros puntos obligatorios son nacimientos de agua, para los cuales se deben construir las obras de protección necesarias, terreno rocoso, crecientes de ríos en las cuales se determina la creciente máxima y la altura final del puente para definir la sub-rasante, casas a la orilla de la carretera, etc.

3.4.13.4 Pendiente máxima

Cuando en tramos, se presente una pendiente grande, es recomendable que se deje la mayor al principio y tratar de suavizarla en el final para evitar que los vehículos pierdan velocidad al estar cargados. Si la pendiente es larga se recomienda hacer un descanso en medio de tangentes para lograr avance.

3.4.13.5 Pendiente mínima

En tramos de relleno no hay una pendiente mínima pues el agua se drena por el bombeo de la carretera, cuando la sección transversal es de corte se recomienda una pendiente mínima de 0.5% para que el agua que cae en la cuneta pueda ser drenada hasta el cabezal de descarga.

3.4.13.6 Datos de tipo de suelo

Para resolver los problemas que se presentan en puntos específicos de la carretera es importante conocer el tipo de suelo y darle la solución necesaria, como en el caso de material rocoso, material arcilloso, pantanos, arenas, etc.

3.4.13.7 Condiciones topográficas

La D.G.C. clasifica tres tipos de terreno de acuerdo a la topografía, la que puede ser terreno llano, terreno ondulado, terreno montañoso.

3.4.13.8 Curvas verticales

Debe evitarse curvas verticales cóncavas en corte, pues en estas se forman depósitos de agua que será difícil drenar. Se deben evitar depresiones pequeñas en la sub-rasante que puedan ocultar los vehículos, es recomendable que los cambios sean graduales. Para simplificar los cálculos es recomendable colocar los puntos de intersección verticales en estaciones exactas.

3.4.13.9 Cálculo de correcciones por curva vertical a sub-rasante

Las curvas verticales pueden ser cóncavas o convexas, según su forma; la corrección máxima en la curva vertical es la ordenada media y puede calcularse con la fórmula siguiente:

$$OM = \frac{P2 - P1}{800} * L.C.V.$$

OM = Ordenada media.

P1 = Pendiente de entrada

P2 = Pendiente de salida.

L.C.V.= Longitud de curva vertical.

La corrección para cualquier punto en una curva vertical se obtiene de la fórmula siguiente:

$$Y = \frac{OM}{\left[\frac{L.V.C.}{2}\right]^2} * D^2$$
$$Y = K * D^2$$
$$K = \frac{OM}{\left[\frac{L.V.C.}{2}\right]^2}$$

Donde:

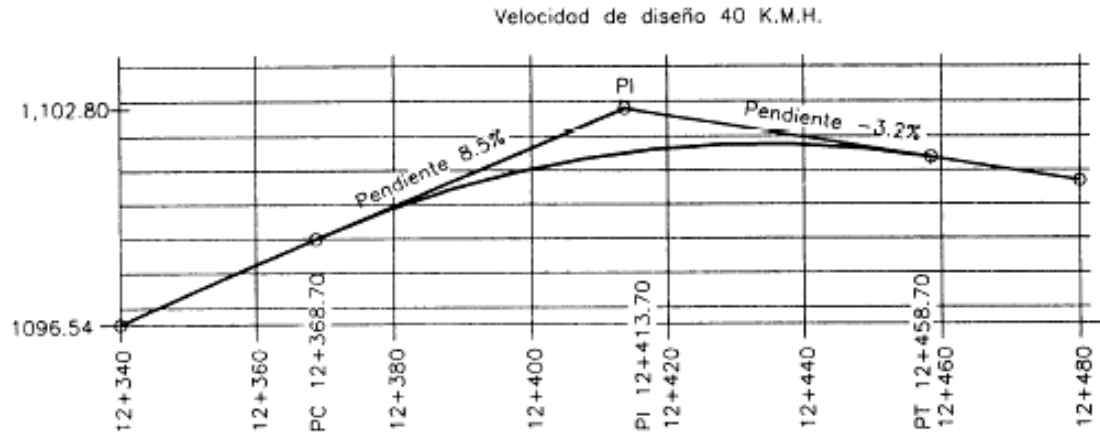
Y = corrección en cualquier punto de la curva

D = distancia del punto intermedio de la curva a la estación deseada.

Tabla VI. Valores de “k” según tipo de curva.

Velocidad de Diseño	Valor de "k" según Tipo de Curva	
	CÓNCAVA	CONVEXA
K.P.H		
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

Figura 8. Curva vertical



Ejemplo: encontrar las cotas de la rasante corregida de la siguiente curva vertical.

$K = 4$ según tabla

Diferencia algebraica $A = 8.5 - (-3.2) = -11.7$

$L = K * A$

$L = 7 * 11.7 = 81.90$

Como la longitud mínima es 81.90 usaremos $L.C.V. = 90$

Ordenada media:

$$OM = \frac{A}{800} * L.C.V. = \frac{11.7}{800} * 90 = 1.3163$$

$$K = \frac{OM}{\left[\frac{L.C.V.}{2}\right]^2} = \frac{1.3163}{\left[\frac{90}{2}\right]^2} = 0.0006500$$

Tabla VII. Cálculo de corrección de curva vertical

Estación	Línea	Pendiente	Rasante	Corrección	Rasante corregida
12+340		8.5%	1,096.54	0.0000	1,096.54
12+360		8.5%	1,098.24	0.0000	1,098.24
12+368.70	PC	8.5%	1,098.98	0.0000	1,098.98
12+380		8.5%	1,099.94	0.0830	1,099.86
12+400		8.5%	1,101.64	0.6368	1,101.00
12+413.70	PI	8.5%	1,102.80	1.3163	1,101.48
12+420		-3.2%	1,102.60	0.9735	1,101.63
12+440		-3.2%	1,101.96	0.2273	1,101.73
12+458.70	PT	-3.2%	1,101.36	0.0000	1,101.36
12+460		-3.2%	1,101.32	0.0000	1,101.32
12+480		-3.2%	1,100.68	0.0000	1,100.68

3.4.14 Sub-base

Es la capa de la estructura de una carretera destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores de la estructura, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar.

Tiene por objeto:

- Servir de capa de drenaje al pavimento.
- Controlar o eliminar los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material del terreno de fundación.

- Controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las capas freáticas cercanas, o de otras fuentes, protegiendo el pavimento contra los hinchamientos. Este hinchamiento es debido al congelamiento del agua capilar, fenómeno que se observa especialmente en suelos limosos, donde la ascensión capilar del agua es grande.

El material de sub-base debe ser seleccionado y tener mayor capacidad soporte que el terreno de fundación compactado. El material de la sub-base puede ser: arena, grava, granzón, escoria de altos hornos, o residuos de material de cantera. En algunos casos se puede emplear para sub-base el material del terreno de fundación, mezclado con granzón, cemento, etc.

El material de la sub-base debe tener las características de un suelo A-1 o A-2, aproximadamente. Su límite líquido debe ser inferior a 35% y su índice plástico no mayor de 6, el CBR no debe bajar de 15%.

Si la función principal de la sub-base es servir de capa de drenaje, el material a emplearse debe ser granular, la cantidad de material fino (limo y arcilla) que pase el tamiz número 200 no debe ser mayor del 8%.

Para este caso se reacondicionara la sub-rasante a lo largo de la longitud completa, a lo ancho de la misma, homogenizando humedeciendo y compactando al 90% con un espesor de 0.10 m. El detalle puede verse en Plano de Detalles Hoja No. 2/4.

3.4.15 Base

Esta capa tiene por finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos, repartiéndolos a la sub-base y al terreno de fundación.

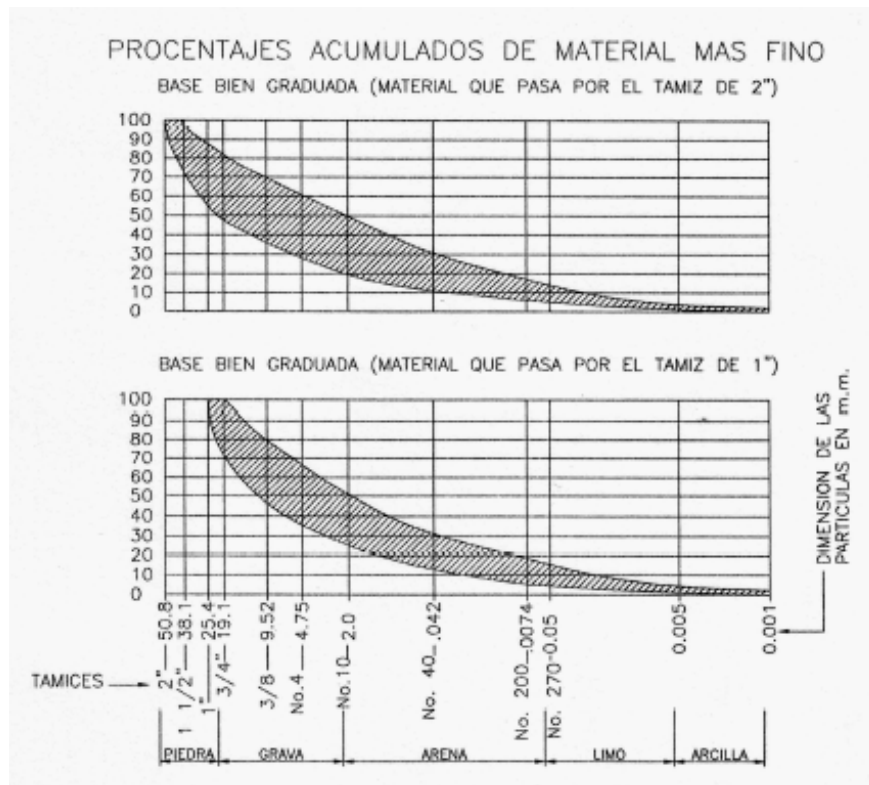
Las bases pueden ser granulares o bien estar formadas por mezclas bituminosas o mezclas con cemento u otro material ligante.

El material que se emplee en la base deberá llenar los siguientes requisitos:

- Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura.
- No presentar cambios de volumen que sean perjudiciales.
- El porcentaje de desgaste, según el ensayo de abrasión con la Máquina de los Ángeles, debe ser inferior a 50.
- La fracción del material que pase el tamiz No. 40, debe tener un límite líquido menor de 25% y un índice de plasticidad inferior a 6.
- La fracción que pasa por el tamiz No. 200, no debe exceder de 1/2", y en ningún caso de los 2/3 de la fracción que pase el tamiz No. 40.
- La graduación del material de la base debe hallarse dentro de los límites indicados en la figura 7.
- El C.B.R. debe ser superior a 50%.

Por lo general, para la capa de base se emplea piedra triturada, grava o mezclas estabilizadas de suelo cemento, suelo bituminoso, etc.

Figura 9. Curvas de granulometría para Bases



3.5 Presupuesto

Para realizar este presupuesto se consideraron los siguientes aspectos: Los materiales, mano de obra de acuerdo a lo que se paga actualmente en el Municipio, el transporte fue incluido en cada renglón, los precios de maquinaria son puestos en el lugar.

Se recomienda utilizar un factor de Imprevistos del 10%.

Y un factor de Utilidad del 12%.

Tabla VIII. Resumen de presupuesto

PRESUPUESTO					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo
1	Replanteo Topográfico, Limpia, Chapeo y Destronque	ml	5,060.00	Q 6.50	Q 32,890.00
2	Corte y Acarreo	m ³	64,000.00	Q 15.00	Q 960,000.00
3	Relleno, en capas no mayores de 0.30 m. y una compactación del 90% Proctor Modificado	m ³	31,000.00	Q 15.00	Q 465,000.00
4	Drenaje Transversal, con una longitud de 5.00 m. Con caja recolectora en un extremo y cabezal de salida en el otro.	U	7.00	Q 9,000.00	Q 63,000.00
5	Estabilización de la Sub-Rasante Escarificación y Compactación a un 95% Procto Modificado. Para un ancho de 4.50 m.	m ²	22,500.00	Q 5.50	Q 123,750.00
6	Colocación de Capa de Balasto, con una compactación a un 95% Proctor Modificado. Para un ancho de 4.00 m. Y un espesor de 0.15 m.	m ³	3,000.00	Q 17.00	Q 51,000.00
7	Transporte de Maquinaria	Flete	4.00	Q 1,200.00	Q 4,800.00
8.1	Cunetas Naturales de 0.50 m. de ancho Y 0.25 m. de profundidad.	ml	7,410.00	Q 5.00	Q 37,050.00
8.2	Cunetas De Concreto con un espesor de 0.10 m. ancho de 0.50 m. y 0.25 de profundidad.	ml	2,590.00	Q 110.00	Q 284,900.00
9	Rótulos	U	2.00	Q 500.00	Q 1,000.00
COSTO DIRECTO					Q2,023,390.00

CONCLUSIONES

El programa de E.P.S. le da la oportunidad, al futuro ingeniero, de convivir con comunidades que necesitan se les resuelvan ciertos problemas de infraestructura e ingeniería y, a su vez, enfrentarse por primera vez a un problema real de ingeniería y darle una solución técnica y adecuada al mismo.

Así, también, el programa de E.P.S. proporciona la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería, ya que, se tuvo la oportunidad de confrontar teoría y práctica, para resolver un problema real.

La Población de las comunidades de Cuilapa, Aldea Los Pinos y Aldea Los Esclavos se verán directamente beneficiados con la construcción de esta carretera. La cual tendrá una capa de Rodadura consistente en Balasto según carretera tipo "F" de la Dirección General de Caminos.

Los miembros del comité de vecinos de la aldea Los Pinos estuvieron directamente involucrados en el proyecto, ayudando en la topografía y en investigación del área de influencia, se impartieron pláticas de la importancia de la carretera para el desarrollo socioeconómico de la región.

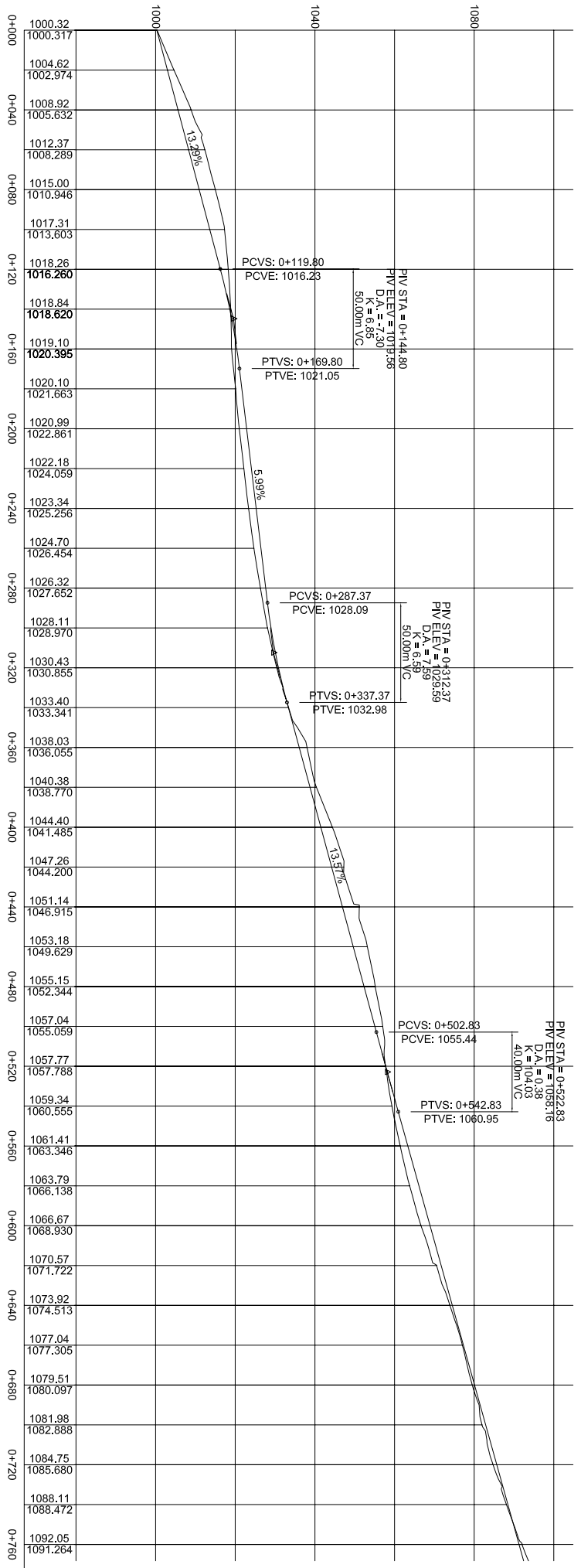
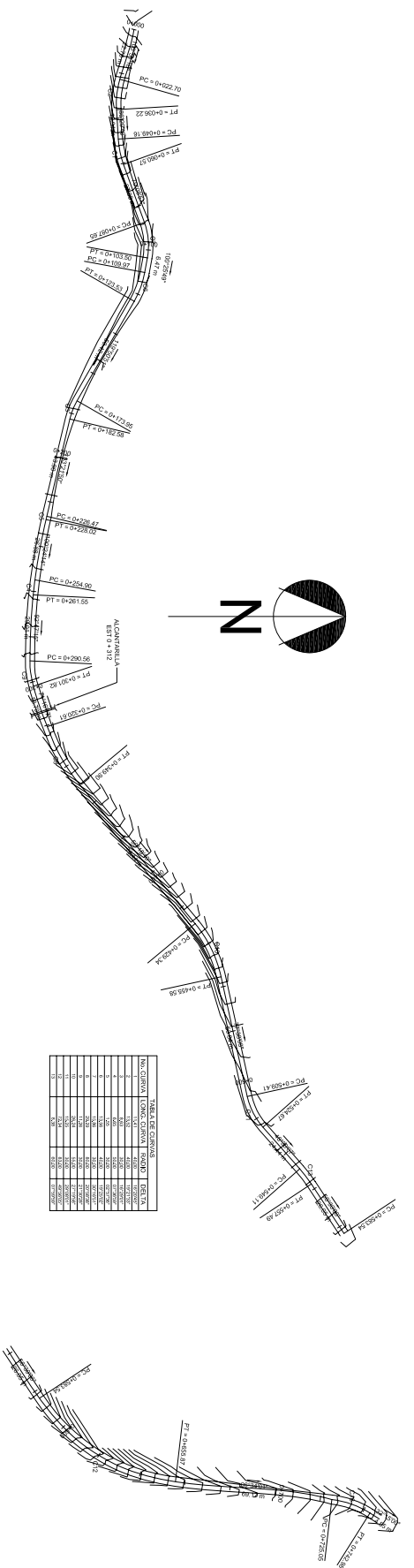
RECOMENDACIONES

1. Continuar con el programa de E.P.S. para que las comunidades del interior de la republica sigan siendo beneficiadas con este programa de proyección social.
2. Educar y concienciar a la población respecto del buen uso que hay que darle a la infraestructura vial, dándole el mantenimiento necesario a la carretera, manteniéndola limpia, limpiando las cunetas, drenaje transversal, drenaje mayor, etc. Y de esta manera evitar su deterioro.
3. Que la contratación de la carretera se haga lo antes posible y, así, evitar el incremento en los costos de construcción debido a la constante inflación de todos los materiales y mano de obra. Por consiguiente, se insta a las autoridades municipales realizar las gestiones correspondientes para conseguir los fondos necesarios y de ésta manera llevar a cabo este proyecto.
4. Para la ejecución del proyecto, se deben seguir, cuidadosamente, las especificaciones técnicas del mismo, para garantizar la calidad y el buen funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes.** Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. Septiembre 2001.
2. **Mecánica de suelos,** Rodríguez Rico y Badillo Juárez, 3ª. edición, Editorial Limusa.
3. **Manual del Ingeniero Civil,** Merrit Frederick S., 3ª. edición, Editorial McGraw Hill.
4. Estudio y Diseño de la Ampliación y Mejoramiento del Tramo Carretero, que une la aldea Las Victorias y la finca Las Conchas, municipio de Villa Canales, Palma Hernández Joel Estuardo. Trabajo de Graduación de Ingeniero Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2003.

ANEXOS



PLANTA - PERFIL

ESC HORIZONTAL 1:1000
ESC VERTICAL 1:500

MINISTERIO DE CHILAN
PLAN DE ALANTA PERIL

PROYECTO: PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION Y REFORMA DE LA CARRETERA QUE UNEN LOS PUEBLOS DE CHILAN Y SAN PEDRO DE LA PAZ, MUNICIPIO DE CHILAN, SANTA FE.

INGENIERIA CIVIL

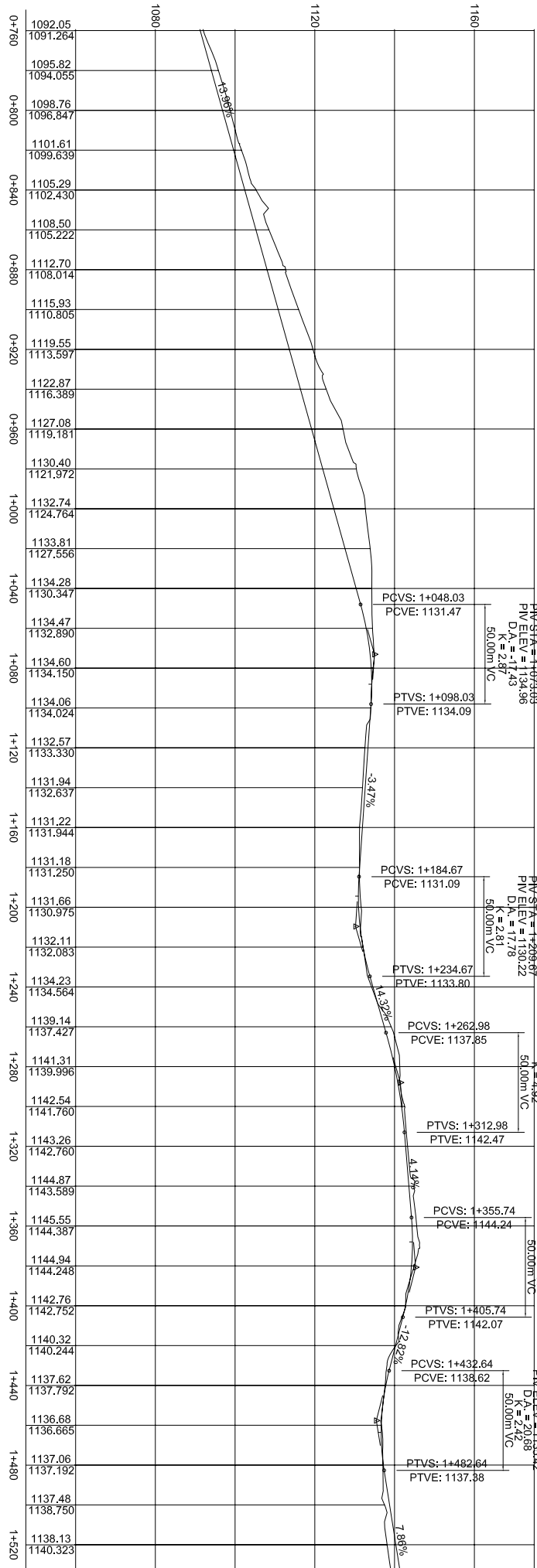
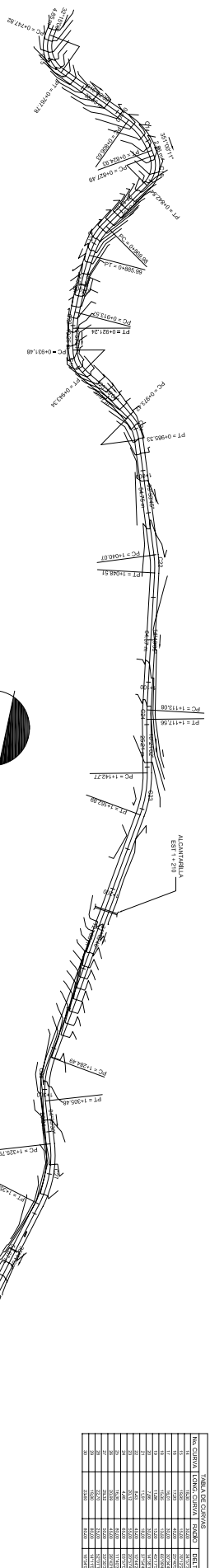
INGENIERO: JUAN JOSÉ MORA SANDOVAL

FECHA: OCTUBRE 2008

NO. DE: 1008

ESCALA: 1/1000

INGENIERIA CIVIL S.A.S.



NO.	ESTACION	ELEVACION	TIPO
1	0+760	1092.05	PI
2	0+800	1098.76	PI
3	0+840	1105.29	PI
4	0+880	1112.70	PI
5	0+920	1119.55	PI
6	0+960	1127.08	PI
7	1+000	1132.74	PI
8	1+040	1134.28	PI
9	1+080	1134.60	PI
10	1+120	1132.57	PI
11	1+160	1131.22	PI
12	1+200	1131.18	PI
13	1+240	1132.23	PI
14	1+280	1141.31	PI
15	1+320	1144.87	PI
16	1+360	1144.94	PI
17	1+400	1142.76	PI
18	1+440	1137.62	PI
19	1+480	1137.06	PI
20	1+520	1140.23	PI

PLANTA - PERFIL

Escala Horizontal 1:1000
Escala Vertical 1:500

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALABO

PAQUIDINFERIA

I.D.S.

PROYECTO: PASADIZO DE CALABO

CLIENTE: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALABO

FECHA: OCTUBRE 2008

HOJA: 11/11

ELABORADO POR: [Nombre]

REVISADO POR: [Nombre]

APROBADO POR: [Nombre]

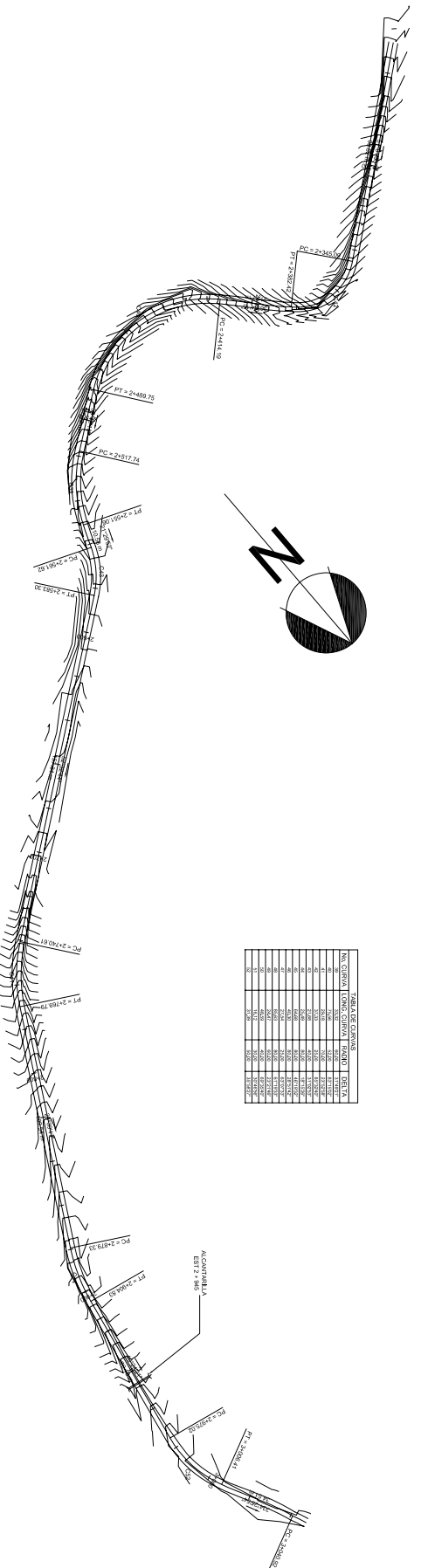
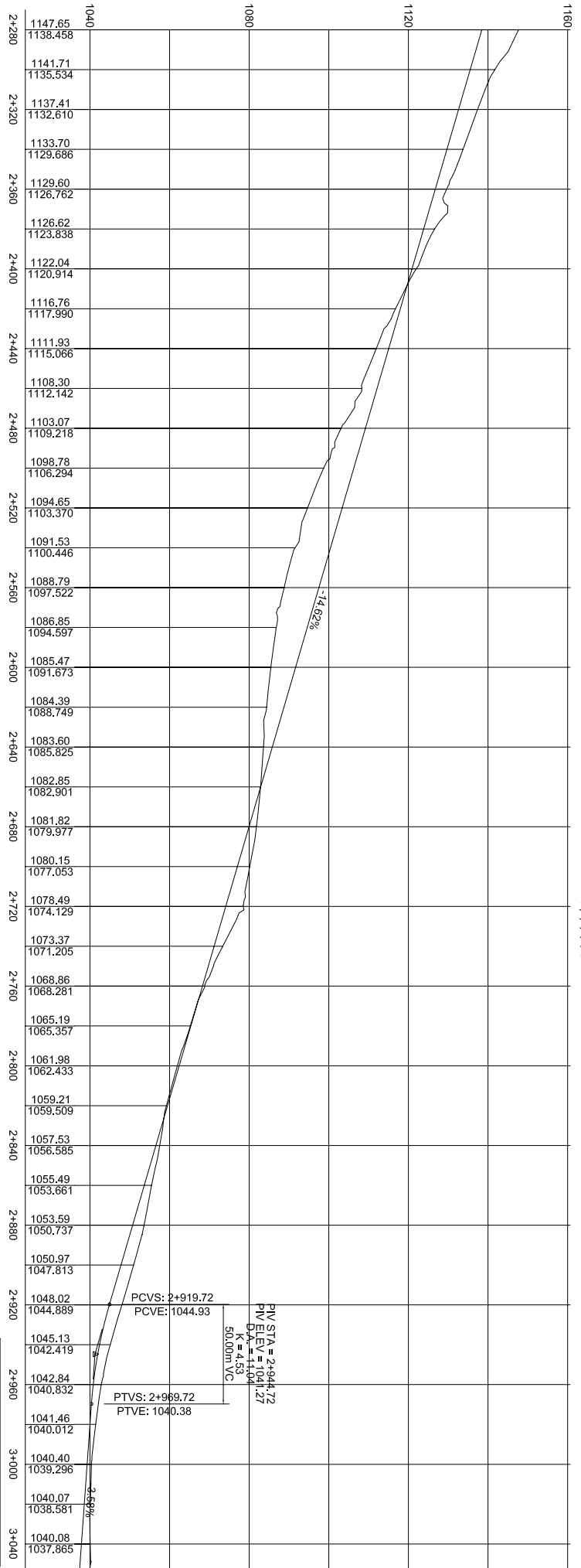


TABLE OF STATIONS

NO.	STATION	TYPE	DATE	BY
1	2+280	PC	10/20/20	J.M.
2	2+320	PT	10/20/20	J.M.
3	2+360	PC	10/20/20	J.M.
4	2+400	PT	10/20/20	J.M.
5	2+440	PC	10/20/20	J.M.
6	2+480	PT	10/20/20	J.M.
7	2+520	PC	10/20/20	J.M.
8	2+560	PT	10/20/20	J.M.
9	2+600	PC	10/20/20	J.M.
10	2+640	PT	10/20/20	J.M.
11	2+680	PC	10/20/20	J.M.
12	2+720	PT	10/20/20	J.M.
13	2+760	PC	10/20/20	J.M.
14	2+800	PT	10/20/20	J.M.
15	2+840	PC	10/20/20	J.M.
16	2+880	PT	10/20/20	J.M.
17	2+920	PC	10/20/20	J.M.
18	2+960	PT	10/20/20	J.M.
19	3+000	PC	10/20/20	J.M.
20	3+040	PT	10/20/20	J.M.



PLANTA - PERFIL

ESC HORIZONTAL 1:1,000
 ESC VERTICAL 1:500

UNIVERSIDAD DE CUNDACU
 FACULTAD DE INGENIERIA
I.E.S.

PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA DE
 CONEXION A LA CARRETERA DE
 CHIMBORAZO DE CUNDACU, SAN RAMON
 MUNICIPIO DE CUNDACU, SAN RAMON

FECHA: 10/20/20	INSTRUMENTO: IV/VIII
ESCALA: 1:500	PROYECTO: 10/20/20
FECHA: 10/20/20	INSTRUMENTO: IV/VIII
ESCALA: 1:500	PROYECTO: 10/20/20

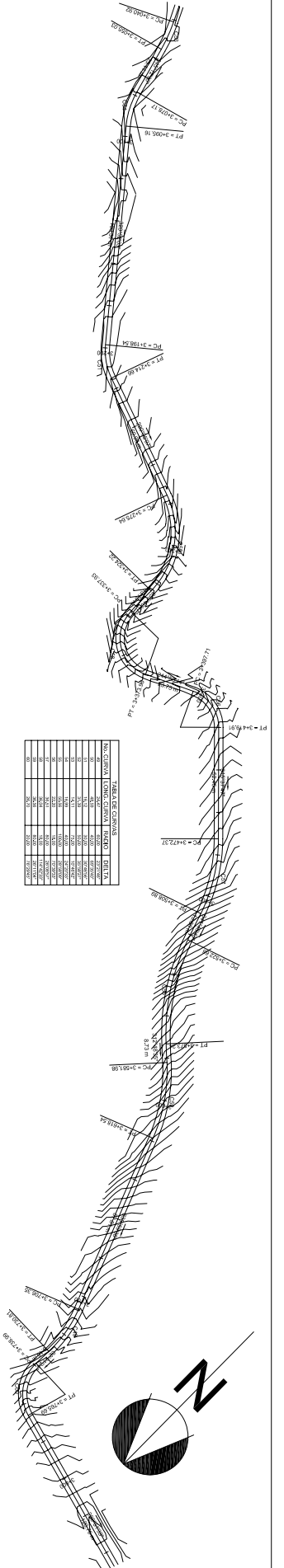
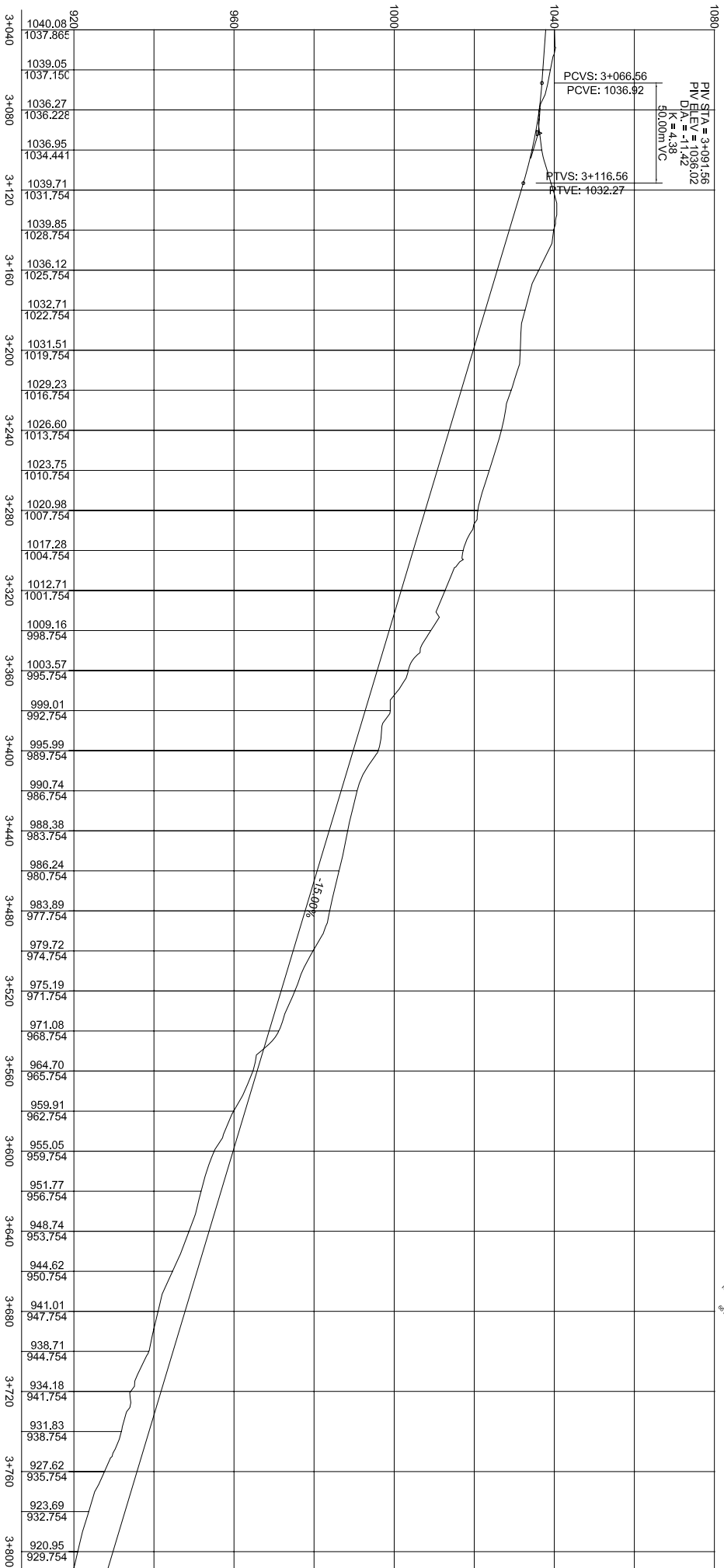


TABLA DE DATOS CURVAS				
ESTACION	LONGITUD CURVA	RADIO	GRADO	DELTA
3+066.56	50.00	1000	1.42	15.00
3+477.27	50.00	1000	1.42	15.00



PLANTA - PERFIL

Escala Horizontal 1:1000
Escala Vertical 1:500

MINISTERIO DE CIENCIAS
PAVOS DE ALANTA HERTEL

PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA CARRERA DE
COMUNICA A LA CIUDAD DE
MUNICIPIO DE CIUDAD ALANTA HERTEL

**INVESTIGACIONES
CIVILES**

I.C.S.

ENCARGADO: JUAN JOSÉ MORA SANCHEZ
DISEÑADOR: JUAN JOSÉ MORA SANCHEZ
FECHA: OCTUBRE 2008
Hoja No. 1 de 1

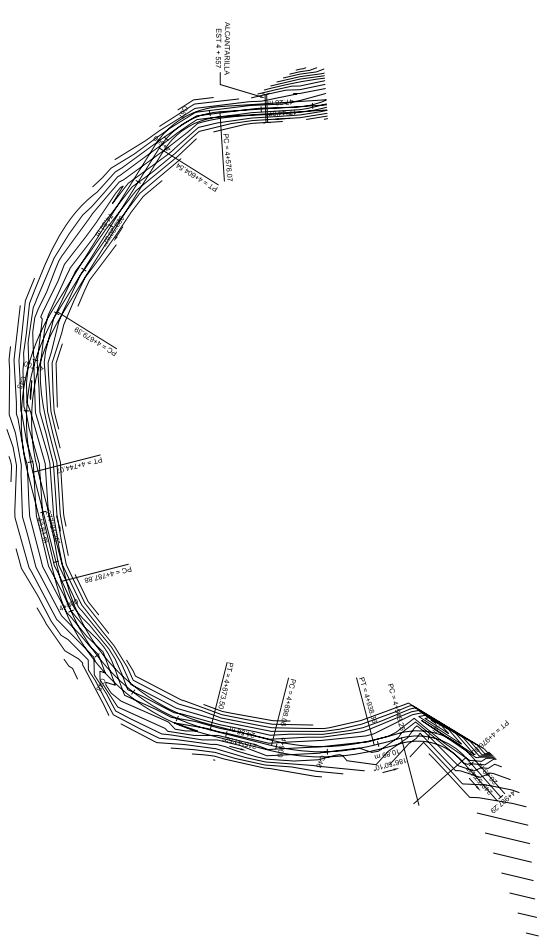
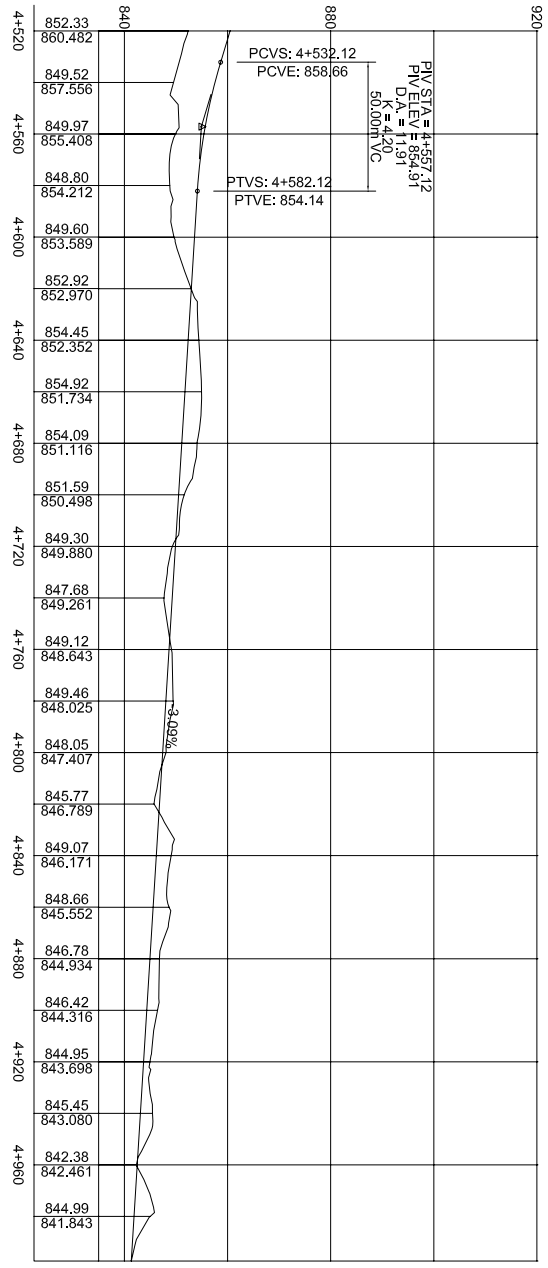


TABLA DE CANTOS			
No. CUBA	LONG. CUBA	BORDO	TELITA
1	10.00	10.00	10.00
2	10.00	10.00	10.00
3	10.00	10.00	10.00
4	10.00	10.00	10.00
5	10.00	10.00	10.00
6	10.00	10.00	10.00
7	10.00	10.00	10.00
8	10.00	10.00	10.00
9	10.00	10.00	10.00
10	10.00	10.00	10.00
11	10.00	10.00	10.00
12	10.00	10.00	10.00
13	10.00	10.00	10.00
14	10.00	10.00	10.00
15	10.00	10.00	10.00
16	10.00	10.00	10.00
17	10.00	10.00	10.00
18	10.00	10.00	10.00
19	10.00	10.00	10.00
20	10.00	10.00	10.00
21	10.00	10.00	10.00
22	10.00	10.00	10.00
23	10.00	10.00	10.00
24	10.00	10.00	10.00
25	10.00	10.00	10.00
26	10.00	10.00	10.00
27	10.00	10.00	10.00
28	10.00	10.00	10.00
29	10.00	10.00	10.00
30	10.00	10.00	10.00
31	10.00	10.00	10.00
32	10.00	10.00	10.00
33	10.00	10.00	10.00
34	10.00	10.00	10.00
35	10.00	10.00	10.00
36	10.00	10.00	10.00
37	10.00	10.00	10.00
38	10.00	10.00	10.00
39	10.00	10.00	10.00
40	10.00	10.00	10.00
41	10.00	10.00	10.00
42	10.00	10.00	10.00
43	10.00	10.00	10.00
44	10.00	10.00	10.00
45	10.00	10.00	10.00
46	10.00	10.00	10.00
47	10.00	10.00	10.00
48	10.00	10.00	10.00
49	10.00	10.00	10.00
50	10.00	10.00	10.00



PLANTA - PERFIL

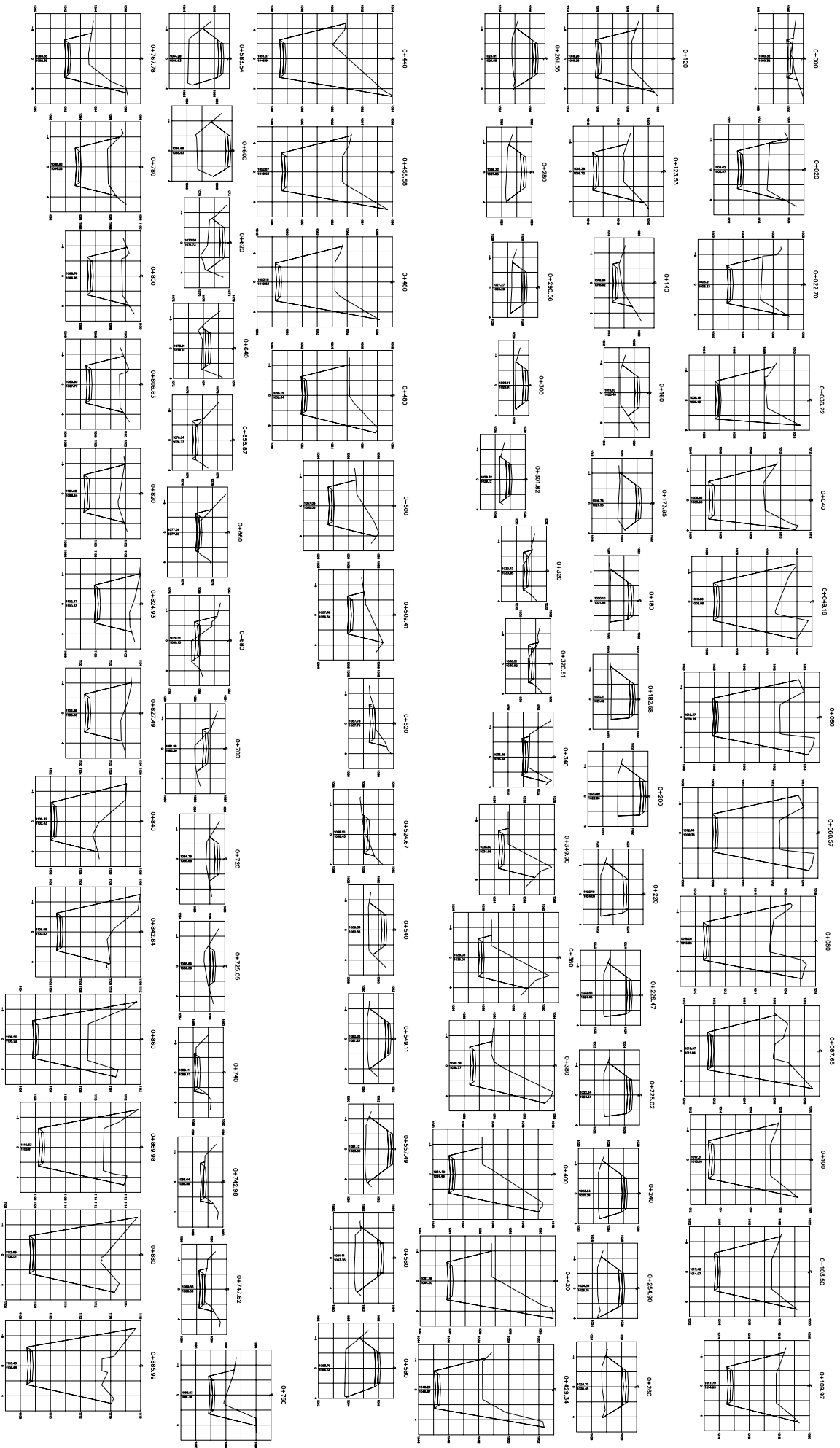
Escala Horizontal 1:1000
Escala Vertical 1:500

MINISTERIO DE CIENCIAS
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.I.S.

PROYECTO: PLAN DE ALIMENTACIÓN
COMUNIDAD A LA CIUDAD DE
MAGUIRE DE CIUDAD SANTA ROSA

PROFESOR: JUAN JOSÉ MORA SANCHEZ
FECHA: OCTUBRE 2008

ESTUDIANTE: JUAN JOSÉ MORA SANCHEZ
FECHA: OCTUBRE 2008



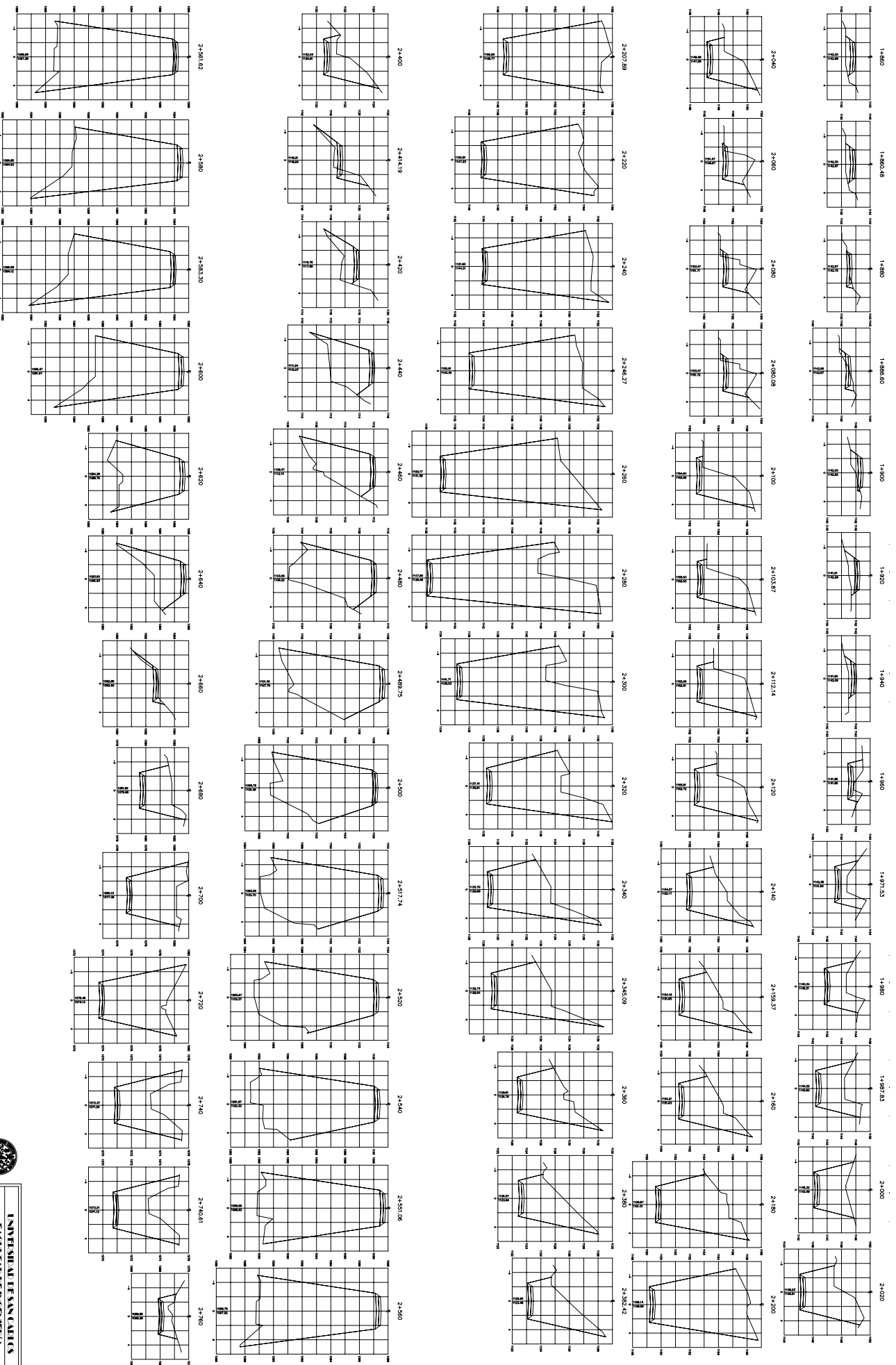
SECCIONES TRANSVERSALES 0+000 - 0+895.99

ESC HORIZONTAL 1:250
 ESC VERTICAL 1:125



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
 PATATEQUENENIA
 U.T.S.**

MINISTERIO DE EDUCACIÓN	
FAVOR DE SECCIONES	
PROYECTO	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE SAN CARLOS
COMISIÓN DE CALIFICACIÓN DE GRADUADOS	COMISIÓN DE CALIFICACIÓN DE GRADUADOS
FECHA	OCTUBRE 2005
16. de.	16 de 1 / 6
AUTORIZACIÓN PARA LA IMPRESIÓN	



SECCIONES TRANSVERSALES 1+860 - 2+760

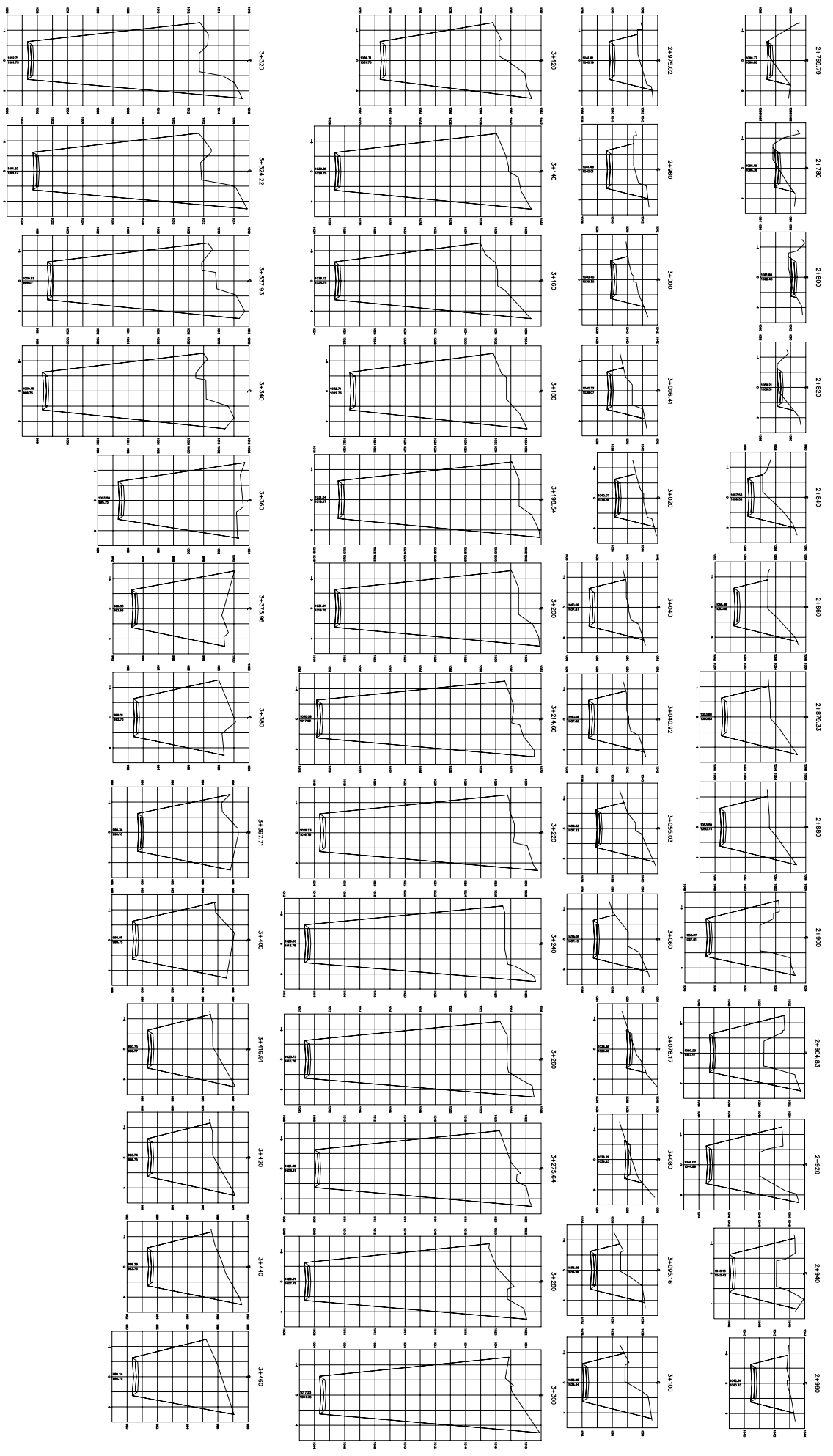
ECS HORIZONTAL 1:250
 ECS VERTICAL 1:125

**INVERSIÓN DE LAS CARRETERAS
 PATALEÑENSES
 I.P.S.**

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
 PLAN DE ACCIONES
 PROYECTO DE OBRAS DE
 CONSTRUCCIÓN Y LA RECONSTRUCCIÓN
 DEL SECTOR DE OBRAS PÚBLICAS
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

ELABORADO POR: JUAN JOSÉ BARRERA
 DISEÑADO POR: JUAN JOSÉ BARRERA
 ESCALA: 1:250
 FECHA: OCTUBRE 2008

16. de. 1998. 3 / 6
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS



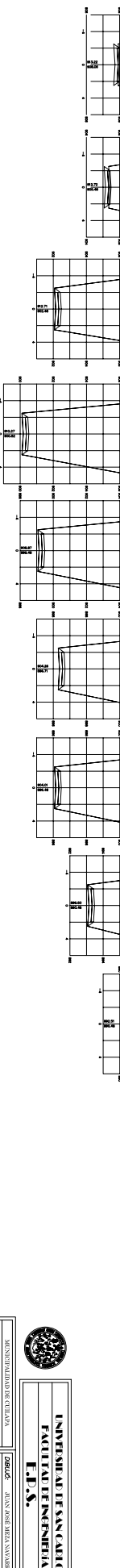
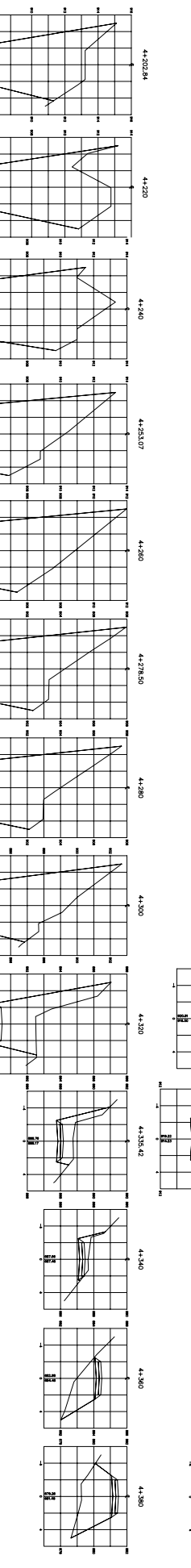
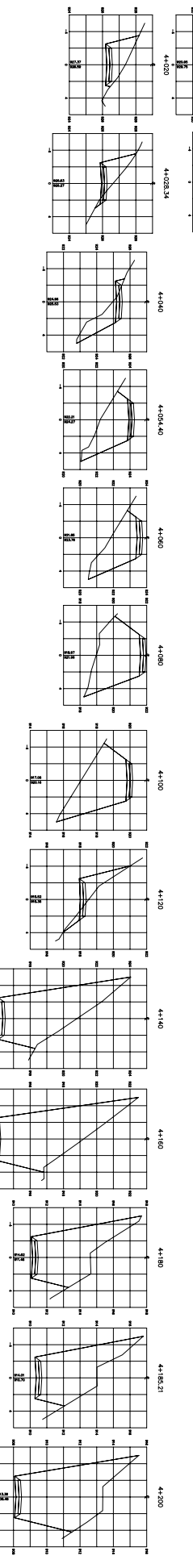
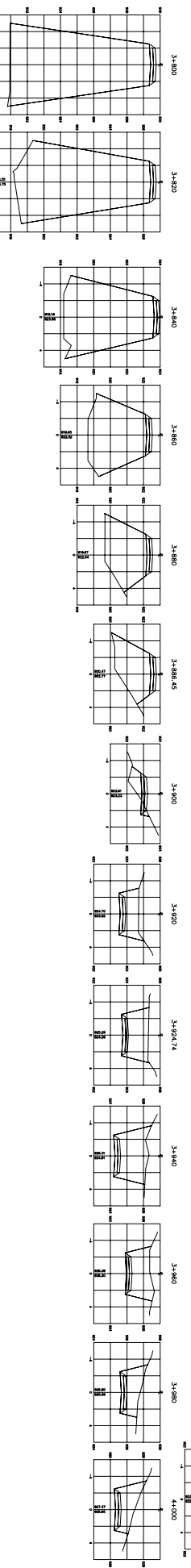
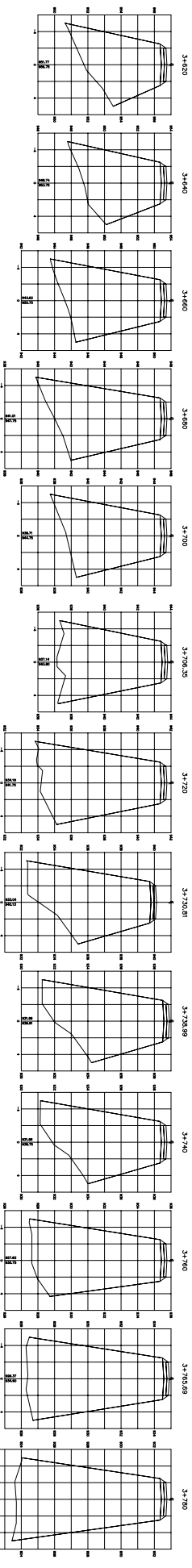
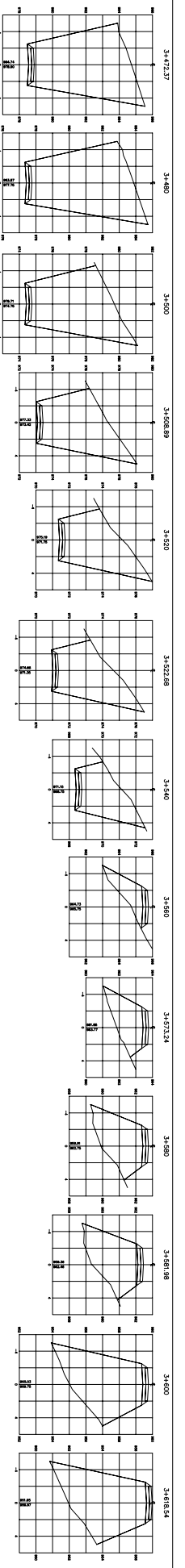
SECCIONES TRANSVERSALES 2+769.79 - 3+460

DSC HORIZONTAL 1:250
 DSC VERTICAL 1:125



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PANAMÁ
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.I.S.

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN	
PAVU DE INGENIERÍA	
PROYECTO	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA CATEDRAL DE INGENIERÍA DEL SIGLO XXI
FECHA	OCTUBRE 2008
Ho. No.	Hoja 4 / 6
AUTORIZADO POR	



SECCIONES TRANSVERSALES 3+472.37 - 4+380

Escala Horizontal 1:250
Escala Vertical 1:125



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE COSTA RICA**

MINISTERIO DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA

PAVO DE DIRECCIONES

PROYECTO PROYECTO DE CARRERA DE
COMUNICACIÓN Y LA CATEDRATIL
MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DISEÑO JUAN JOSÉ RIVERA SANCHEZ

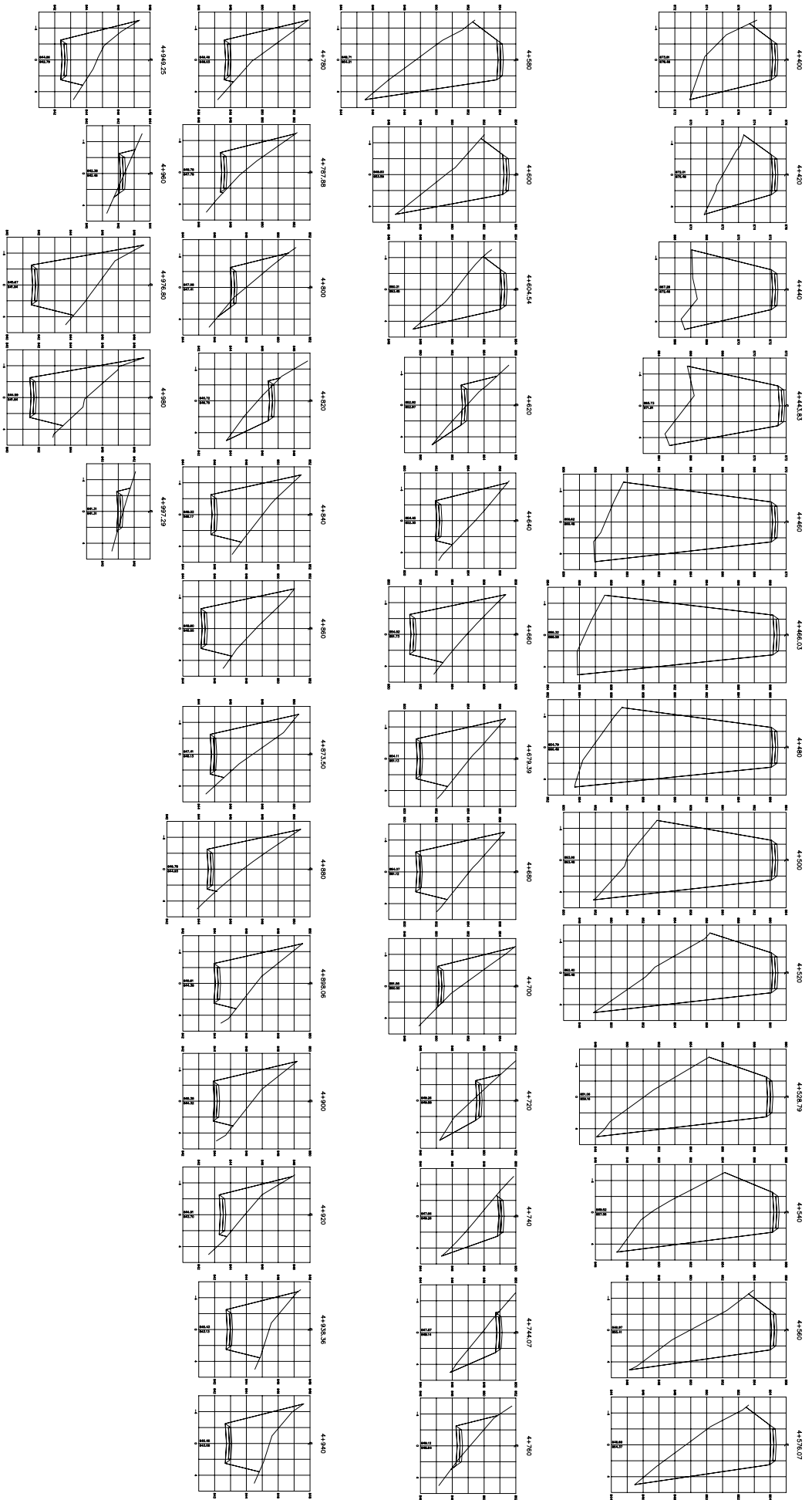
ESCALA 1:125

FECHA OCTUBRE 2008

HOJA 5 / 6

10. 00.

LABORATORIO 005



SECCIONES TRANSVERSALES 4+400 - 4+997.29

ESC HORIZONTAL 1:250
 ESC VERTICAL 1:125



UNIVERSIDAD SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
E.N.

MINISTERIO DE EDUCACION		CARRERA: INGENIERIA EN INGENIERIA	
PLAN 20		CATEDRA: INGENIERIA EN INGENIERIA	
SECCIONES		ESCALA: NUMERICA	
PROYECTO: DISEÑO DE LA TORRE DE OBSERVACION DE LA CIUDAD DE GUATEMALA		FECHA: OCTUBRE 2008	
AUTOR: ESTEBAN RAMIREZ		PAGINA: 6 / 6	
REVISOR: DR. JUAN CARLOS RAMIREZ		FECHA: OCTUBRE 2008	
APROBADO: DR. JUAN CARLOS RAMIREZ		FECHA: OCTUBRE 2008	
DISEÑADO: ESTEBAN RAMIREZ		FECHA: OCTUBRE 2008	
REVISADO: DR. JUAN CARLOS RAMIREZ		FECHA: OCTUBRE 2008	
APROBADO: DR. JUAN CARLOS RAMIREZ		FECHA: OCTUBRE 2008	

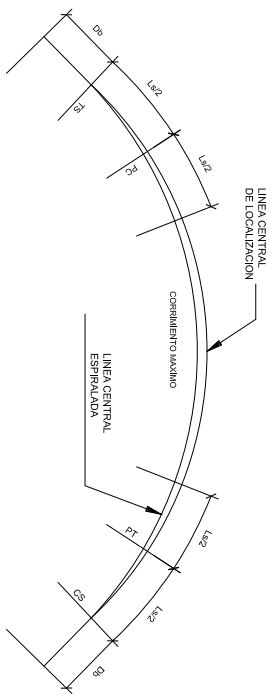


FIGURA 1
DETALLE DE APLICACION DE CORRIMIENTO
SIN ESCALA

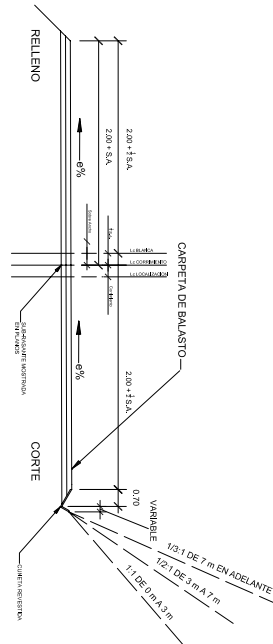


FIGURA 2
DETALLE DE GIRO DEL PERALTE CUANDO LA TANGENTE ES LARGA
SIN ESCALA

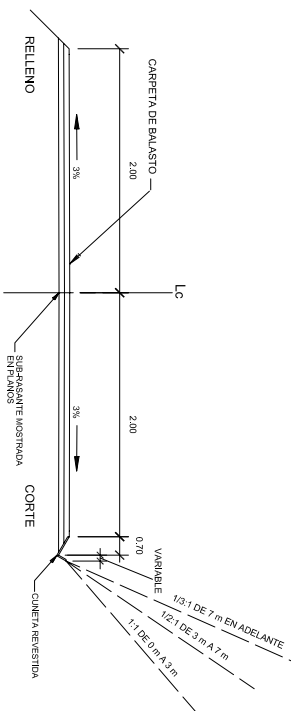


FIGURA 3
DETALLE DE GIRO DEL PERALTE CUANDO LA TANGENTE ES MINIMA
SIN ESCALA

ALINEACION RECTA

SIN ESCALA

NOTAS:
1.- EN EL TRAZO DE LA LINEA CENTRAL SE SIGUIERON CURVAS CIRCULARES SIMPLES CUYO GRADO DE CURVATURA SE DEFINIÓ COMO EL ANGLULO SUBTENDIDO POR UN ARCO DE 20 METROS.
2.- LA LINEA CENTRAL, ASPIRALADA SE FORMARÁ APLICANDO HACIA EL INTERIOR DE LA CURVA, CORRIMIENTOS A LA LINEA CENTRAL DE LOCALIZACION OBTENIDOS DE LOS GRAFICOS CORRESPONDIENTES (VER FIGURA 1)
3.- LA RESANTE QUE DESARROLLA CONFORME AL ESTACIONAMIENTO DEL EJE DEL PROYECTO Y SERÁ TAMBIEN EL DE LA LINEA ESPIRALADA.
4.- LA VARIACION DE LA SOBREELEVACION SE HARÁ GRADUALMENTE A LO LARGO DE LA ESPIRAL. LOS PUNTOS PC Y PT DEBERÁN SER LOS PUNTOS MEDIOS DE DICHA ESPIRAL.
5.- EL GIRO PARA OBTENER EL PERALTE SE HARÁ SOBRE EL EJE DE LA SECCION (VER FIGURAS 2 Y 3)
6.- LA DISTANCIA "D" INDICADA EN LA FIGURA 2, PARA PASAR DE SECCION CON BOMBEO A ANCHO DE ESPIRAL, VARIA CON LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
7.- EL SOBREELEVACION MÁXIMO EN CURVAS SE OBTIENE DE LA TABLA CORRESPONDIENTE EN FUNCION DEL GRADO DE CURVATURA Y LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
8.- EL SOBREELEVACION SE DARÁ EN FORMA PROPORCIONAL A LO LARGO DE LA ESPIRAL.

VELOCIDAD EN KPH	SOBREELEVACIONES EN CURVAS																									
	GRADOS DE CURVATURA																									
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	30°
30	AN	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
40	AN	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
50	AN	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
60	AN	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

AN - ANCHO NORMAL

DATOS TOMADOS DE LA TABLA SOBREELEVACIONES EN METROS PARA ANCHOS DE CALZADA EN METROS Y VELOCIDADES EN KPH, DE LA DIRECCION GENERAL DE CAMINOS

PERALTE RECOMENDADO, MINIMAS LONGITUDES DE TRANSICION Y DELTAS MINIMOS

G	RADIO	30 KPH		40 KPH		50 KPH		60 KPH		70 KPH		80 KPH		90 KPH	
		LT	DT	LT	DT	LT	DT	LT	DT	LT	DT	LT	DT	LT	DT
1°	1145,92	BN	17	2295	BN	23	2924	BN	28	2715	1,4	34	1942		
2°	572,96	BN	17	2344	BN	23	3009	1,9	28	248	2,8	34	324		
3°	381,97	BN	17	3116	BN	23	3924	2,9	28	412	4,1	34	506		
4°	286,48	1,4	17	4195	3,1	23	4936	3,8	28	536	5,5	34	694		
5°	229,18	1,4	17	5096	3,7	23	6944	4,8	28	704	6,8	35	894		
6°	190,98	2,1	17	6149	4,3	23	8244	5,8	28	824	8,4	45	1194		
7°	163,70	2,4	17	6948	4,9	23	8944	6,6	31	1044	9,4	48	1594		
8°	143,24	2,8	17	7598	5,5	23	10244	8,1	38	1164	11,4	50	2224		
9°	127,32	3,1	17	8207	6,1	26	11944	9,7	40	1284	13,4	51	2594		
10°	114,59	3,5	17	8797	6,8	28	13444	11,4	42	1404	15,4	54	3094		
11°	104,17	4,2	17	9271	7,6	32	14944	13,4	44	1524	17,4	56	3694		
12°	95,49	4,8	17	10256	8,4	34	16444	15,4	46	1644	19,4	58	4294		
13°	88,15	4,8	18	11296	9,2	36	17944	17,4	48	1764	21,4	60	4894		
14°	81,95	4,8	18	12336	10,0	38	19444	19,4	48	1884	23,4	62	5494		
15°	76,39	5,2	20	14027	11,0	42	20944	21,4	47	2004	25,4	64	6094		
16°	71,62	5,5	21	14907	12,0	44	22444	23,4	47	2124	27,4	66	6694		
17°	67,41	5,8	22	15806	13,0	46	23944	25,4	47	2244	29,4	68	7294		
18°	63,66	6,1	23	16726	14,0	48	25444	27,4	47	2364	31,4	70	7894		
19°	60,31	6,4	24	17666	15,0	50	26944	29,4	47	2484	33,4	72	8494		
20°	57,30	6,7	25	18626	16,0	52	28444	31,4	47	2604	35,4	74	9094		
21°	54,57	7,0	26	19606	17,0	54	29944	33,4	47	2724	37,4	76	9694		
22°	52,09	7,2	27	20606	18,0	56	31444	35,4	47	2844	39,4	78	10294		
23°	49,82	7,5	28	21626	19,0	58	32944	37,4	47	2964	41,4	80	10894		
24°	47,75	7,8	29	22666	20,0	60	34444	39,4	47	3084	43,4	82	11494		
25°	45,88	8,1	30	23726											
26°	44,07	8,3	31	24806											
27°	42,44	8,5	32	25906											
28°	40,99	8,8	33	27026											
29°	39,71	9,1	34	28166											
30°	38,20	9,5	35	29326											

- NOTAS:
1.- EL PERALTE SE REPARTIRÁ PROPORCIONALMENTE SER EL PC O PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL.
2.- EN LAS CURVAS CON PERALTE MENOR QUE LA PENDIENTE DEL BOMBEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DE BOMBEO.
3.- EL PASO DE BOMBEO A 0 % EN EL PRINCIPIO O EL PROPORCIONALMENTE A LA DISTANCIA DE LA QUE SE CALCULA EN BASE AL BOMBEO EL ANCHO DEL BALASTO DESARROLLADO DEL PERALTE LAS QUE UN BOMBEO DE 3% CON UN ANCHO DE 4 METROS Y LA MITAD DE LAS PENDIENTES INDICADAS.
4.- LAS LONGITUDES DE ESPIRAL FUERON CALCULADAS SEGUN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DE PERALTE INDICADAS.
5.- LOS MINIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL RECORRIDAS EN Z SEÑALAN A LA VELOCIDAD DE DISEÑO.

NOMENCLATURA

- CS - Punto de cambio de Curva a Espiral.
TX - Punto de Cambio de Espiral a Tangente.
PC - Principio de Curva.
PT - Principio de Tangente.
Ls - Longitud de Espiral.
Lc - Línea Central.
Sa - Sobreelevación.
e% - Porcentaje de Peralte.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
E. I. T. N.

PROYECTO: DISEÑO DE CALZADA PARA LA ALDEA LAS PAMPAS, CANTÓN SAN CARLOS, PROV. LOS RIOS.
FECHA: OCTUBRE 2010.
AUTOR: JUAN PABLO NAVARRO.
REVISOR: JUAN PABLO NAVARRO.
MAYOR REVISOR: JUAN PABLO NAVARRO.

ANEXO 1

PROYECTO: DISEÑO DE CALZADA PARA LA ALDEA LAS PAMPAS, CANTÓN SAN CARLOS, PROV. LOS RIOS.
FECHA: OCTUBRE 2010.
AUTOR: JUAN PABLO NAVARRO.
REVISOR: JUAN PABLO NAVARRO.
MAYOR REVISOR: JUAN PABLO NAVARRO.

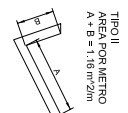
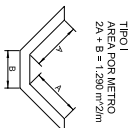
DIMENSIONAMIENTO DE CUNETETAS

Estacion	Longitud metros	Acab. m/m	Decl. %	Flujo l/m ²	Pendiente promedio (%)	Tipo de Cuneta
De A 20	172	172	40	X	8	II
240	250	250	30	X	8	II
470	540	540	30	X	8	II
650	600	40	X	8	13,76	I
900	1040	40	X	8	13,96	I
1170	1200	30	X	8	3,47	II
1420	1450	30	X	8	12,82	I
1540	1640	190	X	8	6,55	I
1860	1980	420	X	8	3,55	II
3040	3340	300	X	A	11,07	II
3450	3740	310	X	A	11,07	II
4040	4200	160	X	A	12,00	I
4280	4520	240	X	A	12,00	I
4480	4740	200	X	A	9,55	I
4580	4850	200	X	A	9,55	I
TOTALES	23900,00					

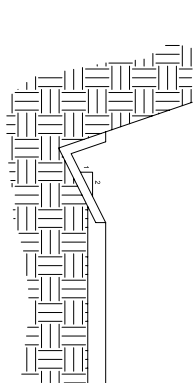
RESUMEN DE CANTIDADES DE TRABAJO
CUNETAS REVESTIDAS

CUNETETA	LONGITUD metros	AREA m ² /m	AREA TOTAL m ²
TIPO I	1380,00	1,29	1754,40
TIPO II	1230,00	1,16	1428,80
TOTALES			3183,20

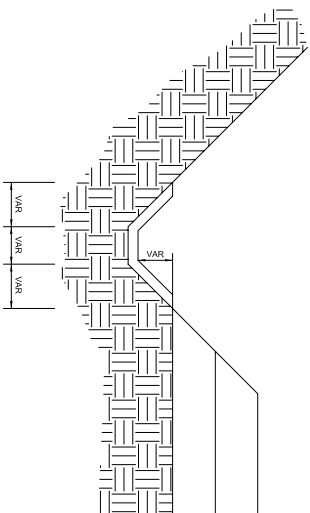
NOTA:
Sentido A: De Culieva a la adriana Los Pinos
Sentido B: De la adriana Los Pinos a Culieva



SUPERFICIE DE PAGO DE CUNETAS REVESTIDAS

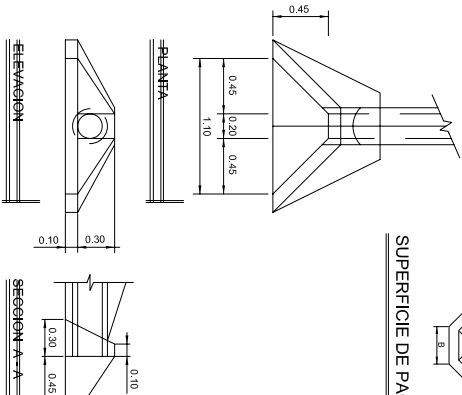


ESCALA 1/20



DETALLE DE CUNETETA TIPO I EN CORTE

ESCALA 1/20



CABEZAL PARA SUB DRENAJE

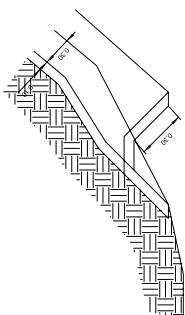
ESCALA 1/20

PERDIENTE %	CAPACIDAD l/m ² s	VELOCIDAD m/s
1.0	80	0.46
2.0	120	0.65
3.0	140	0.80
4.0	170	0.92
5.0	180	1.03
6.0	200	1.13
7.0	220	1.22
8.0	230	1.30
9.0	250	1.38
10.0	280	1.45

PERDIENTE %	CAPACIDAD l/m ² s	VELOCIDAD m/s
1.0	35	0.25
2.0	50	0.35
3.0	61	0.43
4.0	70	0.49
5.0	78	0.55
6.0	86	0.60
7.0	93	0.65
8.0	99	0.69
9.0	105	0.74
10.0	110	0.78
11.0	116	0.81
12.0	121	0.85

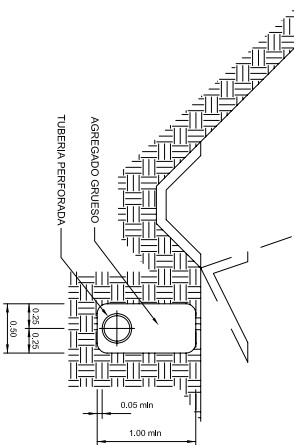
DETALLE DERRAMADERO

SIN ESCALA



DETALLE DE SUB - DRENAJE

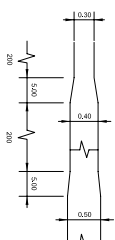
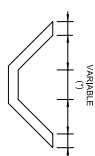
ESCALA 1/25



CUNETAS ESPECIALES

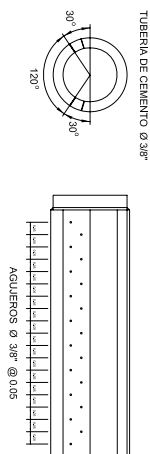
SIN ESCALA

(*) 1 DEL PISO 3" SE INCREMENTARA
CADA 300 METROS EN 10cm CUANDO
LA PENDIENTE NO SEA MAYOR AL 5%
CON UNA TRANSICION DE 5 METROS
2 ESPESORES DE 7 cm CONCRETO CLASE 2000.



DETALLE TUBERIA PERFORADA

ESCALA 1/70



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALABAZAS

INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CUNETA DE DRENAJE EN LA CARRETERA DE CALABAZAS A LA ESTACION 17+00 DEL TRAMO CALABAZAS - SAN ANTONIO

PROFESOR: DR. JUAN JOSÉ RIVERA NAVARRO

ALUMNO: JUAN JOSÉ RIVERA NAVARRO

FECHA: OCTUBRE 2008

HOJA 1/1

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALABAZAS

INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CUNETA DE DRENAJE EN LA CARRETERA DE CALABAZAS A LA ESTACION 17+00 DEL TRAMO CALABAZAS - SAN ANTONIO

PROFESOR: DR. JUAN JOSÉ RIVERA NAVARRO

ALUMNO: JUAN JOSÉ RIVERA NAVARRO

FECHA: OCTUBRE 2008

HOJA 1/1