

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA
ALDEAS EL CIPRES-EL TULE, JUTIAPA**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA**

POR

**NESTOR SAUL CONTRERAS IZEPPI
AL CONFERIRSELE EL TITULO DE**

INGENIERO CIVIL.

GUATEMALA, AGOSTO DE 1997

**PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central**

08
T(3983)
c.4

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 tesis titulado**

**DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA
ALDEAS EL CIPRES-EL TULE, JUTIAPA**

**Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil
con fecha 30 de septiembre de 1,996**



Nestor Saúl Contreras Izeppi

FACULTAD DE INGENIERIA



MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL PRIMERO	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL SEGUNDO	Ing. Jack Douglas Ibarra Solózano
VOCAL TERCERO	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL CUARTO	Br. Victor Manuel Lobos Aldana
VOCAL QUINTO	Br. Wagner Gustavo López Cáceres
SECRETARIO	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. Anibal Rodas Mazariegos
EXAMINADOR	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
SECRETARIO	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

Guatemala, Junio 27 de 1997

Ingeniero
Edgar De León Maldonado
Jefe en funciones del
Departamento de Transportes
Escuela de Ingeniería Civil
U.S.A.C.
Ciudad Universitaria

Ingeniero De León:

Tengo el gusto de informarle que he revisado el trabajo de tesis titulado DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA. ALDEAS EL CIPRES-EL TULE. JUTIAPA. del estudiante NESTOR SAUL CONTRERAS IZEPPÍ, para el que fui nombrado asesor.

Considero que su contenido llena los requisitos correspondientes al tema asignado, razón por la cual lo apruebo.

Sin otro particular, me suscribo de usted atentamente.



Ing. Francisco Luis Guevara
Asesor



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, julio 29 de 1997

Ingeniero
Jack Douglas Ibarra
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil,
Facultad de Ingeniería,
U S A C

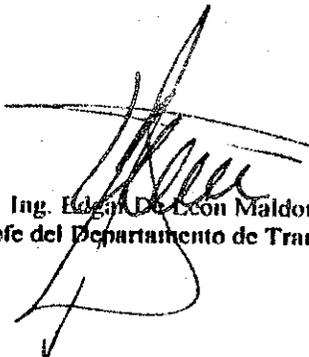
Señor Director

Por medio de la presente informo a usted, que he revisado el trabajo de tesis titulado **DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA, ALDEAS EL CIPRES-EL TULE, JUTIAPA**, elaborada por el estudiante universitario **Nestor Saul Contreras Izeppi** y asesorado por el Ing. **Francisco Luis Guevara Utrilla**.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con lo establecido, y que será de mucha utilidad para estudiantes y profesionales de la ingeniería civil, el suscrito le da su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo de usted,

atentamente,


Ing. Edgar De León Maldonado
Jefe del Departamento de Transportes

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

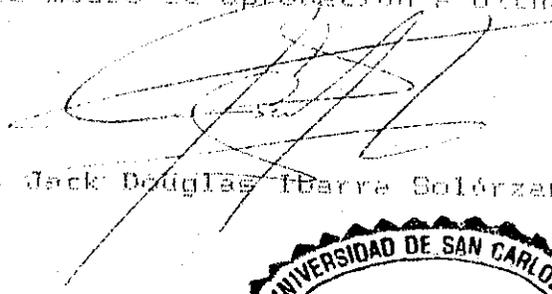


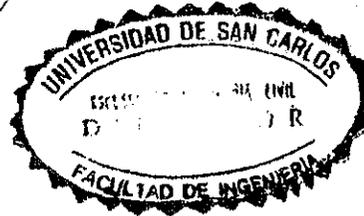
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del asesor Ing. Francisco Luis Guevara y del Jefe del Departamento de Transportes Ing. Edgar de León Maldonado, del trabajo de tesis del estudiante Nestor Saúl Contreras Izeppi, titulado DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA ALDEAS EL CIPRES-EL TULE, JUTIAPA, da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, agosto de 1, 1997.

JDIS/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis **DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERA ALDEAS EL CIPRES-EL TULE, JUTIAPA**, del estudiante Nestor Saúl Contreras Izeppi, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios

DECANO



Guatemala, agosto de 1, 1997

/bbdeb.

RECONOCIMIENTOS A:

Ing. Edgar Sapón

por su incondicional amistad y quien sin su apoyo este día jamás hubiera llegado.

Ing. Marco Antonio Barquín

por su amistad y confianza

**Mónica Contreras y al
Lic. Juan José Narciso.**

Por su cariño y hermandad.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

MIS PADRES

Daniel Contreras

Elba Izeppi de Contreras

MIS HERMANOS

Jaime Iván

Ligia Priscilla

Mónica Odette

MIS SOBRINOS

Gloria Odette

Sofía Alejandra

Mónica Gabriela

Lucía Gabriela

Juán José

MI ABUELA

Natividad Dávila de Osorio

MI TIA

Anabella Solé de Aragón

MIS PRIMOS

Karla Giovanna

Luis Roberto

Cesar Estuardo

Jorge Esteban

Anabella

Hector Manuel Q.E.P.D.

MIS COMPANEROS

MIS PADRINOS DE GRADUACION

LA FACULTAD DE INGENIERIA

INDICE GENERAL

	Pag.
INTRODUCCION	I
GLOSARIO	II
1. PRELIMINAR DE CAMPO.	1
1.1 SELECCION DE RUTA	1
1.2 RECONOCIMIENTO	3
1.3 LEVANTAMIENTO PRELIMINAR	3
1.3.1 TRANSITO PRELIMINAR	4
1.3.2 NIVELES DE PRELIMINAR	4
1.3.3 SECCIONES TRANSVERSALES DE PRELIMINAR	5
2. PRELIMINAR DE GABINETE.	8
2.1 REVISION DE LIBRETAS DE CAMPO	10
2.2 CALCULO DE COORDENADAS DE PRELIMINAR	11
2.3 DIBUJO DE PRELIMINAR EN PAPEL MILIMETRADO OPACO	13
2.4 CALCULO DE NIVELES DE PRELIMINAR	13
2.5 PLOTEO Y ENTINTADO DE NIVELES (DIBUJO DE PERFIL)	14
2.6 PLOTEO DE SECCIONES Y TOPOGRAFIA EN PLANTA	14
3. DISEÑO DE LOCALIZACION	16
3.1 SELECCION DE PUNTOS OBLIGADOS	16
3.2 DISEÑO DE LA LINEA DE LOCALIZACION	16

3.3	DEDUCCION DE PERFIL Y AFINAMIENTO DE DISEÑO	18
3.4	DISEÑO DE SUBRASANTE	18
3.5	DETERMINACION DE CURVAS VERTICALES	19
3.6	CALCULO DE SUBRASANTE	20
4.	CALCULO DE LOCALIZACION	22
4.1	CALCULO DE PI DE LOCALIZACION	22
4.2	CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA Y ESTACIONAMIENTOS	23
5.	HOJAS FINALES	26
5.1	DIBUJO DE PLANTA A LAPIZ	26
5.2	ENTINTADO DE PLANTA	27
5.3	PLOTEO Y ENTINTADO DE PERFIL	27
5.4	COMPLETAR PLANTA Y PERFIL	28
6.	DIBUJO ESPECIAL	30
6.1	HOJA TITULO	30
6.2	HOJA DE PLANTA Y PERFIL GENERAL	30
7.	DRENAJES	33
7.1	DRENAJES	33
7.1.1	DRENAJE LONGITUDINAL	33
7.1.2	DRENAJE TRANSVERSAL	39
	CONCLUSIONES	III
	RECOMENDACIONES	IV
	BIBLIOGRAFIA	V
	ANEXOS	

INTRODUCCION

El presente trabajo de tesis **“Diseño Geométrico de Carretera, Aldeas El Ciprés - El Tule, Jutiapa”**, tiene como principio fundamental el incorporar ambas aldeas, por medio de un camino de acceso, al desarrollo de la región; es necesario facilitar el acceso a lugares aislados en regiones de asentamiento esparcido, para lograr que dichas comunidades puedan tener facilidad de ingresar al desarrollo nacional, por medio de sus cosechas y su mano de obra; además de lograr un mejoramiento en su educación y acceso a los medios de comunicación, centros de salud y en general satisfacer sus necesidades básicas.

Se desarrolló una metodología utilizada actualmente en el Departamento Técnico de Ingeniería de la Dirección General de Caminos, adaptándose a las especificaciones para caminos rurales, para un diseño adecuado que brinde seguridad para el usuario y uniformidad y armonía con el medio ambiente; dentro de dicho diseño se siguió la línea de menor resistencia, evitando obstáculos naturales y curvas muy cerradas que pongan en peligro al usuario.

En Guatemala, a nivel nacional, es necesario ampliar la red de infraestructura vial, y en la mayoría de los casos esto significa mejorar o ampliar caminos existentes, adaptándolos a las especificaciones de caminos, dependiendo de la categoría de cada uno de estos.

Se pretende que este trabajo de tesis sirva de orientación a municipalidades e instituciones que ya han iniciado este tipo de proyectos, para un mejor aprovechamiento de los recursos.



GLOSARIO

ANCHO DE CALZADA.

Es una distancia transversal al eje de la carretera destinada a la circulación de vehículos, y sobre la cual rodarán los mismos.

CAMINO RURAL.

El que comunica centros poblados, distritos rurales, privados o públicos, siendo esencialmente una vía de comunicación para transporte de personas y de la producción hacia mercados de consumo.

ESPECIFICACIONES.

Normas que rigen el diseño geométrico de las carreteras, las cuales son una función del tipo de carretera requerido para llenar la finalidad previamente establecida.

GRADO MAXIMO DE CURVATURA.

De acuerdo con el tipo de carretera se fija un grado máximo de curva a usarse, que llene las condiciones de seguridad para el tránsito a la velocidad de diseño.

SECCION TIPICA.

Es la representación gráfica transversal y acotada que muestra las partes componentes de un camino.

TERRACERIA.

Es la geometría en corte o terraplén, en la cual se construyen las partes del camino mostradas en la sección típica.

VELOCIDAD DE DISEÑO.

Es la velocidad máxima a que un vehículo puede transitar con seguridad por una carretera trazada con determinadas características.

1. PRELIMINAR DE CAMPO

Es necesario que los trabajos topográficos se efectúen con toda oportunidad para evitar que se presente la situación de que el presupuesto del camino ya esté aprobado y que la temporada sea propicia para la ejecución de los trabajos de construcción, pero que no se tenga el trazo definitivo.

Los reconocimientos terrestres se realizan con la amplitud necesaria, para tener datos suficientes de la zona en cuanto a sus características topográficas, hidrológicas, uso de la tierra, población, producción agropecuaria, minería, artesanal, etc., a fin de prevenir el tipo y volumen de tránsito que existe o que se generará con la construcción del camino.

Definida la ruta más conveniente, los levantamientos topográficos, el trazo y los trabajos de proyecto, de secciones de construcción, de cálculo de volúmenes, etc., que integran el proyecto del camino por ejecutar, se efectúen según las especificaciones de la Dirección General de Caminos (D. G. C.).

En terrenos montañosos, el proyecto se desarrolla a base de trazos con tránsito, nivelaciones con nivel fijo y seccionamientos para proyectar y definir los volúmenes de obra.

1.1 SELECCION DE RUTA

El trazo de una carretera tiene dos puntos fijos: el inicial y el final; entre los cuales se pueden definir varias opciones de ruta, de las cuales se toma la que mejor se adapta a las necesidades y posibilidades que se tengan.

La manera más utilizada para seleccionar una ruta en la D. G. C. es por medio de mapas a escalas convenientes, con más frecuencia 1:50,000. En el presente caso, los vecinos de estas aldeas se encuentran aislados por la falta de un camino de acceso adecuado a sus necesidades; sin embargo, construyeron una vereda, que es el actual camino por donde extraen sus productos.

Para la selección de la ruta es importante conocer: la geología y el suelo, erosión, vías de comunicación existentes, etc., mientras en el trabajo de la hidrografía interesa: cuencas, precipitación en la región, densidad de vegetación, patrón de drenaje e información acerca de intensidad, duración y frecuencia de la precepitación.

Los problemas más evidentes en la selección de rutas en zonas montañosas son el vencer los desniveles y atravesar las quebradas. Es conveniente tomar en cuenta algunas recomendaciones en el trazado:

- a. Cuando los puntos a enlazar están en el fondo de un valle, no es aconsejable hacer la ruta por el fondo debido a inundaciones, es preferible hacer el trazo sobre las laderas de las montañas.
- b. Si los puntos están sobre la misma falda, uno en el fondo del valle y otro en una meseta; si la pendiente es baja, entonces mantenerla, pero si la pendiente es alta, entonces descender con una pendiente menor que la máxima, hasta el fondo del valle y seguir en ladera al final.

El derecho de paso se restringió debido a que los vecinos por donde pasará el trazo del camino lo definieron, y por ningún motivo quisieron cambiarlo, pues consideraron que resultaban afectados sus terrenos más de lo aceptable.

1.2 RECONOCIMIENTO

El propósito de un reconocimiento es describir si existe una ubicación práctica entre los puntos terminales propuestos, determinar cuál de las diversas rutas propuestas es la más adecuada, determinar los principales puntos de control y fijar una idea sobre el efecto posible de la ruta en el desarrollo económico por los que atraviesa.

Existen varios puntos de control del trazo que se pueden fijar, en el presente caso; el asta de bandera de la escuela de la Aldea El Ciprés, en el patio, a 16.00 metros de Est. 0+010 lado izquierdo, diversos árboles de encino, pino, rocas, en estaciones 0+500, 1+000, 1+500, 1+972, 2+500, 3+005, 3+495, 3+990 y 4+375 en carretera que conduce hacia Sta. Gertrudis.

El levantamiento de preliminar fue directamente el reconocimiento del terreno utilizando para ello un clinómetro para determinar la pendiente del terreno con bastante exactitud; para encontrar esta preliminar, el trazador fue delante de la brigada, determinando controles y marcando la ruta mediante señales en los árboles, rocas y dejando estacas, las cuales sirven de gran ayuda.

1.3 LEVANTAMIENTO PRELIMINAR

Se llama así al levantamiento topográfico 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:

- a. Establecer punto de partida,
- b. Establecer azimut o rumbo de salida,
- c. Establecer kilometraje de salida,

- d. Establecer cota de salida del terreno.

Para este levantamiento preliminar, se tomó en el campo: tránsito preliminar, niveles de preliminar, secciones transversales de preliminar y referencias.

1.3.1 TRANSITO PRELIMINAR

El trazo se efectuó por el método de deflexiones dobles, con estacionamientos cada 20.00 metros y en los puntos donde se consideró necesario. En cada estación se colocó una estaca, en los puntos donde se pudo dejar la estación debió colocarse en un árbol o en una roca.

El punto de partida se colocó en el asta de la bandera de la escuela de Aldea El Ciprés, por ser fácil de localizar; para determinar exactamente el rumbo de partida será necesario efectuar una observación solar o astronómica, lo cual en este caso no fue necesario y se colocó un norte magnético. En cada intersección de dos rectas se localizó la estación y se midió el delta y las distancias se midieron con cinta metálica. Todos estos datos fueron anotados en la libreta denominada LIBRETA DE TRANSITO PRELIMINAR.

1.3.2 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 tomará de preferencia una, fijada por la Dirección General de Cartografía. En este caso se adoptó una cota de salida arbitraria, la cual es de 1,000.000 situada en la base de la escuela de Aldea El Ciprés.

Un adecuado control del aparato utilizado en el levantamiento topográfico permite la obtención de una mayor aproximación en el cierre de los proyectos. Todos los datos de la nivelación de preliminar se anotaron en una libreta denominada LIBRETA DE NIVELES DE PRELIMINAR.

1.3.3 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 20.00 metros del lado derecho e izquierdo de la línea central. La longitud de las secciones transversales variaron hasta los 35.00 metros según criterio del topógrafo y se indicaron viviendas existentes.

En los puntos de intersección la alineación de la sección debe seguir la bisectriz del ángulo interno y su prolongación hacia el exterior. Todos los datos se anotaron en la libreta denominada LIBRETA DE SECCIONES TRANSVERSALES DE PRELIMINAR, en dicha libreta se anotaron los cercos, postes de luz, orillas de ríos, casas y sus dimensiones, orillas de camino, etc.

En el trabajo de campo el levantamiento realizado corresponde a la línea de preliminar. El levantamiento se realizó por el método de deflexiones dobles, que es el más usado en esta clase de trabajos. Se tomó un norte magnético y referencia inicial en la base de la escuela de la Aldea El Ciprés.

El método de Deflexiones Dobles tiene el procedimiento siguiente:

1. 1.a : Centrar y nivelar el aparato en la estación inicial, en este caso "1".

1.b Orientar el aparato con $00^{\circ}00'00''$, hacia el norte, o bien tomar un norte arbitrario, el cual puede ser la dirección de la primera línea del polígono.

1.c Con movimiento azimutal visar la estación de adelante "2" con lo cual queda determinado el azimut o rumbo de la primera línea.

1.d Alineando con el aparato y según tipo de trabajo, dividir las alineaciones cada 20.00 metros colocando estacas, determinando de esta manera la distancia entre estaciones.

1.e Trasladar el aparato a la estación 2.

2. 2.a Centrar y nivelar el aparato en la estación 2.

2.b Dar vuelta de campana y visar la estación de atrás (con anteojo invertido).

2.c Dar vuelta de campana y visar la estación siguiente (con anteojo directo), anotar la deflexión.

2.d Visar la estación de atrás con anteojo directo, dar vuelta de campana.

2.e Hacer lectura del ángulo o doble deflexión, se saca mitad siendo esta la deflexión real.

2.f Repetir todo el proceso en las siguientes estaciones.

La nivelación se realizó de la siguiente manera:

- * Se tomó una cota inicial la cual corresponde a la estación 0+000 dado que en los alrededores de esta región no existe BM geodésico.
- * Se realizó una nivelación compuesta o de perfil.
- * Se establecieron bancos de nivel (BM) a una distancia promedio de 400 metros.
- * El cierre de las nivelaciones, se hizo mediante una nivelación diferencial.

Las secciones transversales se levantaron cada 20.00 metros, y en algunos casos a menor distancia, en donde el terreno es muy accidentado.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

2. PRELIMINAR DE GABINETE

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

En la D.G.C. existen especificaciones para diferente tipo de carreteras (ver anexos), habiéndose utilizado para este caso las normas correspondientes a una carretera tipo "G", aunque se utilizaron algunos criterios 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 0 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 20 k.p.h.
- * Ancho de calzada 4.00 metros.
- * Ancho de terracería

Corte 9.50 mts.
Relleno 8.50 mts.
- * Derecho de vía 15.00 metros.
- * Radio mínimo 18.00 metros.
- * Pendiente: La pendiente máxima, para una velocidad de diseño de 20.00 k.p.h., 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. El empedrado deberá juntarse para pendientes mayores de 8%.

Cuando se tengan tramos largos y en corte, es recomendable colocar una pendiente mínima de 0.5% para facilitar el drenaje en el sentido longitudinal.

* Distancia de Visibilidad de Parada	—	Minima 20.00 metros Recomendada 25.00 metros
* Distancia de Visibilidad de Paso	—	Minima 50.00 metros Recomendada 100 metros

- * **Curvatura:** El grado de curvatura tiene un valor de carácter limitativo y por tanto su utilización no es rutinaria, porque llevaría a proyectos de baja calidad. Si se tiene varias alternativas de trazo, se elige aquella que sin elevar los costos de construcción, permite aplicar menores grados de curvatura.
- * **Corona:** El ancho de corona es de 4.00 metros, con una capa de rodadura de 3.60 metros.
- * **Bombeo:** El bombeo es la pendiente dada a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje para evitar la acumulación de agua sobre la superficie de rodamiento. El bombeo apropiado es aquel que permite un drenaje suficiente de la corona con la mínima pendiente; para ello, es necesaria una pendiente transversal de 3% como mínimo hacia ambos lados del eje tangente y en un sólo sentido en las curvas o las curvas que resulte según la sobreelevación.
- * **Sobreelevación:** La sobreelevación máxima en las curvas horizontales es del 10%.

- * **Curvas Verticales:** La longitud mínima de curvas verticales es de dos estaciones de 20.00 metros. Sin embargo, como los caminos rurales son de un solo carril y la curvatura vertical en cresta está dada en función de la visibilidad, distancia de frenado, etc., la aplicación de normas rígidas podría encarecer el costo de los caminos, por lo que para el proyecto de curvas verticales, se debe tener en cuenta la razonable seguridad.
- **Tránsito Promedio Diario:** Las especificaciones son dadas para un tránsito de hasta 100 vehículos diarios. Este camino por lo tanto estará en su capacidad, ya que tiene un tránsito menor.

Tomando en cuenta todas estas especificaciones se procedió al trabajo de gabinete, procesando todos los datos proporcionados por la brigada de campo encargada del levantamiento preliminar; estos trabajos se efectuaron siguiendo los pasos siguientes:

2.1 REVISION DE LIBRETAS DE CAMPO

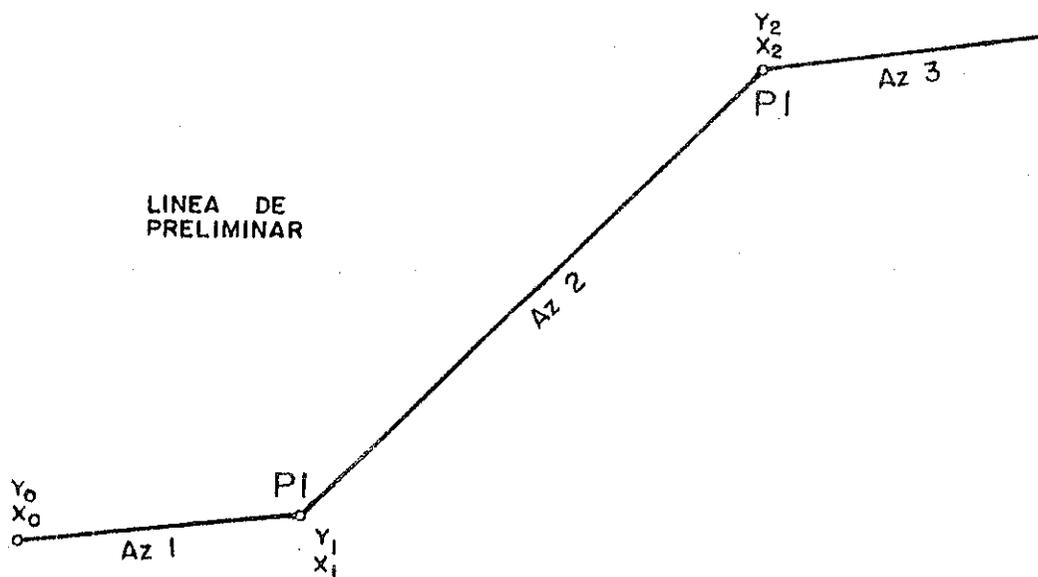
Al llegar las libretas de campo al grupo de diseño, se deben revisar las mismas a conciencia para que no existan problemas posteriores de ningún tipo. A la libreta de tránsito se le revisaron las deflexiones; que tuvieran los cálculos de longitud de curva, subtangente, tangentes, rumbos de estacionamientos de PC y PT.

Para calcular el rumbo de cada línea, se necesita un rumbo de salida, que tendrá que estar colocado en la libreta de tránsito; en este caso se tienen los deltas entre cada dos líneas de preliminar y el azimuth inicial, lo que proporciona facilidad en los cálculos, ya que en las máquinas electrónicas se obtienen los datos con su signo (según sea el cuadrante).

Cuando la deflexión es a la derecha, se suma al azimut anterior y obtiene el nuevo azimut. Cuando la deflexión es a la izquierda, se resta al azimut y se obtiene el nuevo azimut. Si un azimut excede de 360 grados o es negativo, será necesario realizar las correcciones debidas en cada caso.

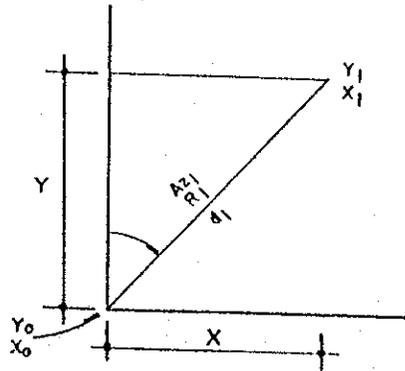
2.2 CALCULO DE COORDENADAS DE PRELIMINAR

Las coordenadas calculadas son las de cada punto de intersección (PI), teniendo la distancia y el azimut entre cada uno; la distancia entre cada PI se calcula restando los estacionamientos de los mismos y los azimuts se calculan como en el inciso anterior.



GRAFICA No.1

Para el cálculo de coordenadas se deben colocar las coordenadas de salida, recomendándose colocar 10,000 en (Y) y 10,000 en (X) para evitar tener coordenadas con signos negativos que dificultarían el cálculo.



$$\text{COS } R_1 = \frac{Y}{d_1}$$

$$Y = d_1 * \text{COS } R_1$$

$$\text{COS } R_1 = \frac{X}{d_1}$$

$$X = d_1 * \text{SEN } R_1$$

GRAFICA No.2

$$Y_1 = Y_0 + Y$$

$$X_1 = X_0 + X$$

$$Y_1 = Y_0 + d_1 * \text{COS } R_1$$

$$X_1 = X_0 + d_1 * \text{SEN } R_1$$

$$Y_2 = Y_1 + d_2 * \text{COS } R_2$$

$$X_2 = X_1 + d_2 * \text{SEN } R_2$$

$$Y_1 = Y_0 + d_1 * \text{COS } Az_1$$

$$X_1 = X_0 + d_1 * \text{SEN } Az_1$$

$$Y_2 = Y_1 + d_2 * \text{COS } Az_2$$

$$X_2 = X_1 + d_2 * \text{SEN } Az_2$$

Como comprobación con las siguientes fórmulas se puede calcular la distancia y el rumbo.

$$d1 = \sqrt{\frac{(Y1-Y0)^2}{2} + \frac{(X1-X0)^2}{2}}$$

$$\text{Tg R1} = \frac{(X1-X0)}{(Y1-Y0)}$$

$$R1 = \text{Tg}^{-1} \frac{(X1-X0)}{(Y1-Y0)}$$

El cálculo de las coordenadas se puede ver en la tabla No.1 en anexos.

2.3 DIBUJO DE PRELIMINAR EN PAPEL MILIMETRADO OPACO

El dibujo de preliminar se efectúa sobre rollos de papel milimetrado opaco, de 1.05 metros de ancho, recomendado incluir en cada rollo 10 kilómetros, utilizando escala 1:1000.

La planta se deberá plotear en el papel milimetrado a escala 1:1000, utilizando para ello las coordenadas totales calculadas en el inciso anterior (ver anexos). Es recomendable dibujar la planta de preliminar con tinta china roja para diferenciarla de la línea de localización, que se trazará con tinta china negra.

2.4 CALCULO DE NIVELES DE PRELIMINAR

El cálculo de niveles se realizó directamente en el papel milimetrado para el trazo del ploteo de secciones transversales, utilizando la libreta de niveles del proyecto preliminar, proporcionada por la brigada de campo. Consiste en calcular

las elevaciones de las estaciones de la línea central, utilizando las siguientes fórmulas:

$AI - Vad = \text{ELEVACION}$

$AI - Vat = \text{ELEVACION}$

$AI = \text{ALTURA DE INSTRUMENTO}$

$Vad = \text{VISTA ADELANTE}$

$Vat = \text{VISTA ATRÁS}$

Los puntos de partida y llegada son bancos, para controlar y poder comprobar la nivelación; si no se tienen cotas ya establecidas, puede suponerse una cualquiera para un banco, la cual debe ser de tal magnitud que permita que no resulten cotas negativas.

2.5 PLOTEO Y ENTINTADO DE NIVELES (DIBUJO DE PERFIL)

El perfil se plotea en rollos de papel milimetrado opaco. Para mayor facilidad, el papel se divide en ancho de 0.525 metros. Con el objeto de obtener una mejor visualización de las depresiones del terreno, se recomienda utilizar escala vertical de 1:100 y escala horizontal de 1:1000. El ploteo consiste en colocar para cada estación el nivel que le corresponde según la libreta de niveles del inciso anterior. Estos niveles deberán unirse con tinta china roja.

2.6 PLOTEO DE SECCIONES Y TOPOGRAFIA EN PLANTA

Sobre la línea preliminar dibujada en la planta, se localizan todas las estaciones de las cuales se ha levantado sección, dibujando líneas perpendiculares en los PI.

En la libreta de secciones transversales aparecen distancias y elevaciones en cada sección; estas distancias se medirán en las líneas perpendiculares al estacionamiento respectivo y se marcará en el papel cada punto. Se identifican los puntos donde existan orillas de ríos, quebradas, casas, cercos y orillas de camino si existieran; luego de haber marcado cada sección, se deberá calcular cada sección teniendo calculados los niveles de la línea central, restando o sumando al nivel de la línea central según el signo que tenga cada punto de la sección (baje o suba).

Luego se forman las curvas de nivel uniendo los puntos de igual elevación, generalmente, múltiplos de cuatro metros, finalmente, completar la topografía dibujando los ríos y quebradas con crayón azul, indicando nombre y dirección de la corriente, orillas de camino con crayón café, casas indicando el tipo de construcción con crayón negro y cercos, si existieran.

3. DISEÑO DE LOCALIZACION

Consiste en diseñar la línea final o línea de localización, la cual será la definitiva para el proyecto, proporcionando todos los datos que surjan de ésta a la brigada de campo para que se proceda a ubicarla en el campo.

3.1 SELECCION DE PUNTOS OBLIGADOS

Se fijó el cruce de carretera a nivel con el camino que conduce hacia Sta. Gertrudis. No existe zonas de inundación; se toma en cuenta que en los lugares donde la pendiente permisible en taludes de relleno y de corte se separa de la línea de preliminar una distancia considerable para evitar posibles fallas al estar construida la carretera.

3.2 DISEÑO DE LA LINEA DE LOCALIZACION

El diseño de la línea de localización es un proceso de tanteos y comparaciones. Lo primordial en este diseño es la seguridad al tránsito, por lo cual no deben existir tangentes largas ni excesivas.

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

Además de las consideraciones anteriores también es recomendable:

- a. Evitar curvas de radios mínimos antes de entrar a un cruce de caminos o algún otro elemento que pueda originar condiciones desfavorables a la seguridad.
- b. Evitar curvas demasiado largas al emplear radios muy pequeños, especialmente cuando edificaciones, árboles o taludes de corte puedan reducir la visibilidad.
- c. Diseñar un alineamiento uniforme que no tenga quiebres bruscos en su desarrollo. En este caso se evitaron curvas de radios mínimos al final de tangentes demasiado largas; se evitaron estas curvas también al final de un alineamiento de curvas de radios grandes o en la parte baja de tramos de carretera con pendientes fuertes en el alineamiento vertical.
- d. En el diseño para terrenos ondulados es preferible un alineamiento con curvas amplias continuas en lugar de tangentes largas.

Existen varias condiciones críticas en el proyecto por lo que fue necesario modificar en todo lo posible cualquier longitud de tangente que tendiera a ser crítica.

Tomando en cuenta estas consideraciones, se prosiguió al diseño de la línea de localización, utilizando un juego de escuadras, escalímetro y las especificaciones; las curvas de diseño se adaptaron lo mejor posible a las características del terreno, moviendo constantemente las escuadras y las curvas hasta que el proyecto pareciera lógico.

Se tuvo el cuidado en que las tangentes tengan una longitud no menor de la suma de las dos mitades de las longitudes de espirales correspondientes y que la longitud de la curva sea cuando menos igual a la longitud de la espiral, efectuándose un control gráfico de dichas longitudes.

3.3 DEDUCCION DE PERFIL Y AFINAMIENTO DE DISEÑO

Para deducir el perfil se marcaron estacionamientos cada 20.00 metros, cada estación tiene una elevación que se determina interpolando entre las curvas de nivel, estas elevaciones se colocan en el perfil de localización para cada estación correspondiente, uniéndose estos puntos con una línea punteada, trazando sobre este nuevo perfil una nueva subrasante, teniendo siempre los puntos obligados y todas las especificaciones para el diseño.

El diseño de los alineamientos horizontal y vertical no se debe considerar independientemente uno del otro, debido a que ambos se complementan entre sí.

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

La máxima velocidad de diseño es la máxima velocidad a que un vehículo puede transitar con seguridad por una carretera trazada con determinadas características geométricas. La velocidad de diseño para este caso es de 20Km/h., la velocidad podrá variar según las condiciones topográficas.

3.4 DISEÑO DE SUBRASANTE

La subrasante se proyectó sobre el perfil longitudinal del terreno, siendo anotados en el rollo de perfil de localización los principio de curva , principio de tangente y los grados de curva, para facilitar la combinación de ambos alineamientos.

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

- a. Coeficiente de contracción e hinchamiento,
- b. Pendiente máxima,
- c. Pendiente mínima,
- d. Longitud crítica de una tangente del alineamiento vertical,
- e. Condiciones topográficas.

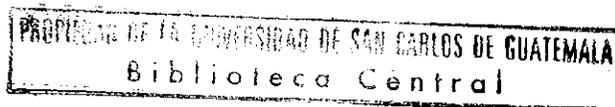
3.5 DETERMINACION DE CURVAS VERTICALES

La finalidad de una curva vertical es proporcionar suavidad al cambio de una pendiente a otra; estas curvas pueden ser circulares, parabólicas simples, parabólicas cúbicas, etc. La que se utiliza en el Departamento de Carreteras de la D.G.C. es la parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo y a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación.

Las especificaciones de la D.G.C. tienen tabulados valores para longitudes mínimas de curvas verticales, en función de la velocidad de diseño. Al momento del diseño se consideraron las longitudes mínimas permisibles de curvas verticales; las cuales se calcularon según la siguiente fórmula:

VISIBILIDAD DE PARADA:

$$L = k * a$$



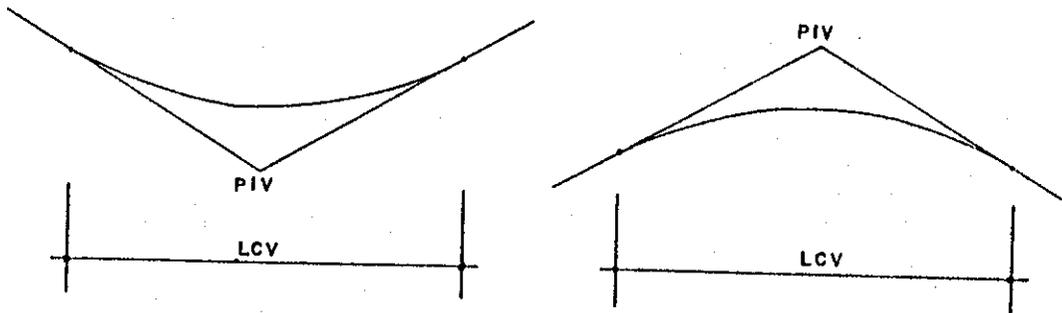
L = Longitud mínima de curva vertical (cóncava o convexa para la visibilidad)

k = Constante que depende de la velocidad de diseño (ver cuadro en inciso siguiente)

a = Diferencia algebraica de pendientes

CONCAVA

CONVEXA



GRAFICA No.3

3.6 CALCULO DE SUBRASANTE

El cálculo de la subrasante se efectúa en dos fases:

- * Cálculo de subrasante en rollo de perfil longitudinal,
- Cálculo de subrasante en hojas de movimiento de tierras.

En rollo de perfil longitudinal consiste en calcular las elevaciones de los puntos de intersección vertical PIV, en base a las pendientes y a las estaciones de los PIV del diseño de subrasante.

- * La pendiente (p) se introduce en la fórmula con su signo.
- * LCV (longitud de curva vertical).

Los valores de "k" según la velocidad de diseño fueron tomados según la tabla de especificaciones siguientes:

Vel. De diseño K. P. H.	Valor de "K" según tipo de curva	
	CONCAVA	CONVEXA
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Para el diseño de las curvas verticales también se tomaron en cuenta factores tales como:

- a. apariencia,
- b. comodidad,
- c. drenaje,
- d. seguridad.

4. CALCULO DE LOCALIZACION

El cálculo de localización es un procedimiento matemático por medio del cual se definen totalmente las características geométricas y trigonométricas de la línea de localización. Debe hacerse lo más minuciosamente posible para que no existan diferencias de lo efectuado en gabinete con lo que posteriormente se trazará en el campo.

4.1 CALCULO DE LOS PI DE LOCALIZACION

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

Luego de calcular las coordenadas de todos los PI de localización, se procedió a calcular las distancias y los azimuts entre los PI, utilizando las fórmulas del capítulo 2, inciso 2.2. Entre cada dos azimuts existirá un delta, ya sea hacia la derecha o hacia la izquierda.

En la mayoría de cálculos para afinar distancias o encontrarlas, se hizo necesario calcular una intersección. Calcular una intersección consiste en encontrar las distancias y las coordenadas del punto de intersección entre dos rectas conociéndose un punto de cada una de ellas y su dirección. Se utilizan las siguientes fórmulas:

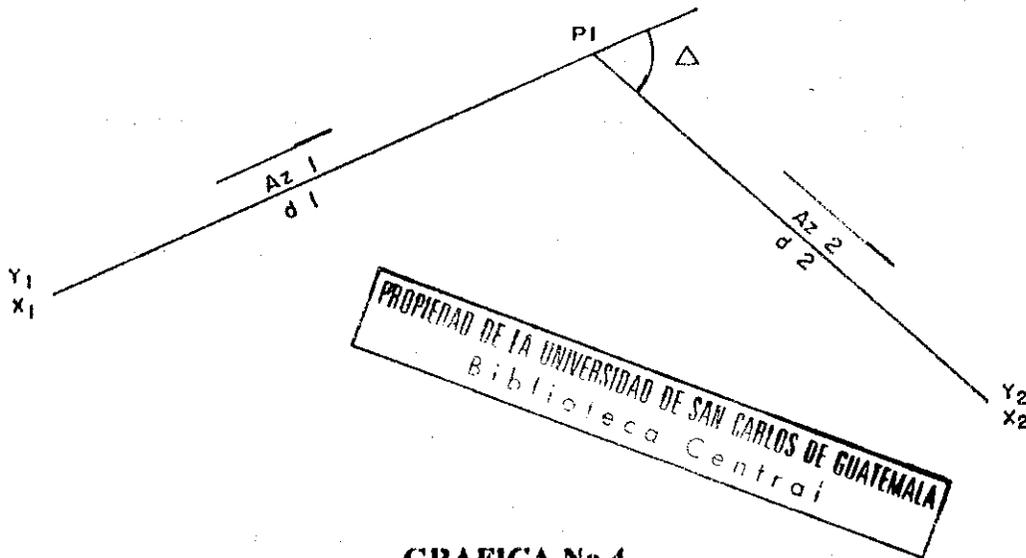
$$dI = \frac{X \cdot \cos Az_2 - Y \cdot \sin Az_2}{\sin \Delta}$$

$$d2 = \frac{X \cdot \cos \Delta - Y \cdot \sin \Delta}{\sin \Delta}$$

X = diferencia algebraica entre longitudes (X2-X1).

Y = diferencia algebraica de latitudes (Y2-Y1).

Δ = deflexión entre ambas líneas (delta).



GRAFICA No.4

Es importante que en la fórmula los azimuts que se utilicen sean los de entrada y salida. El cálculo de los PI de localización se puede ver en la tabla No.2 en anexos.

4.2 CALCULO DE ELEMENTOS DE CURVA Y ESTACIONAMIENTOS

Para el cálculo de elementos de curva es necesario tener las distancias entre los PI de localización, los deltas calculados en el inciso anterior y el grado de curva (G) que será colocado por el diseñador.

Con el grado (G) y el delta (Δ) se calculan los elementos de la curva.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de curvas horizontales son las siguientes:

Longitud de curva (l_c):

La longitud de la curva es la distancia, siguiendo la curva, desde el PC hasta el PT, (ver gráfica No.5).

$$l_c = \frac{20 \cdot \Delta}{G}$$

Subtangente (St):

Es la distancia entre el PC y el PI o entre el PI y el PT, (ver gráfica No.5).

$$St = R \cdot \text{Tg } \Delta / 2$$

Cuerda Máxima (Cm):

Es la distancia en línea recta desde el PC al PT (ver gráfica No.5).

$$Cm = 2 \cdot R \cdot \text{SEN } \Delta / 2$$

External (E):

Es la distancia desde el PI al punto medio de la curva (ver gráfica No.5).

$$E = R \cdot (\text{SEC } \Delta / 2 - 1)$$

Ordenada Media (M):

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima (ver gráfica No.5).

$$M = R \cdot (1 - \text{COS } \Delta / 2)$$

Los estacionamientos se calculan en base a las distancias entre los PI de localización, calculando una estación para cada PI, restando la estación del PI menos la subtangente se ubicará el principio de la curva (PC); sumando el PC más la longitud de curva se ubicará el principio de tangente (PT) al final de la curva.

$$\text{Est PC1} = \text{Est PI1} - St1$$

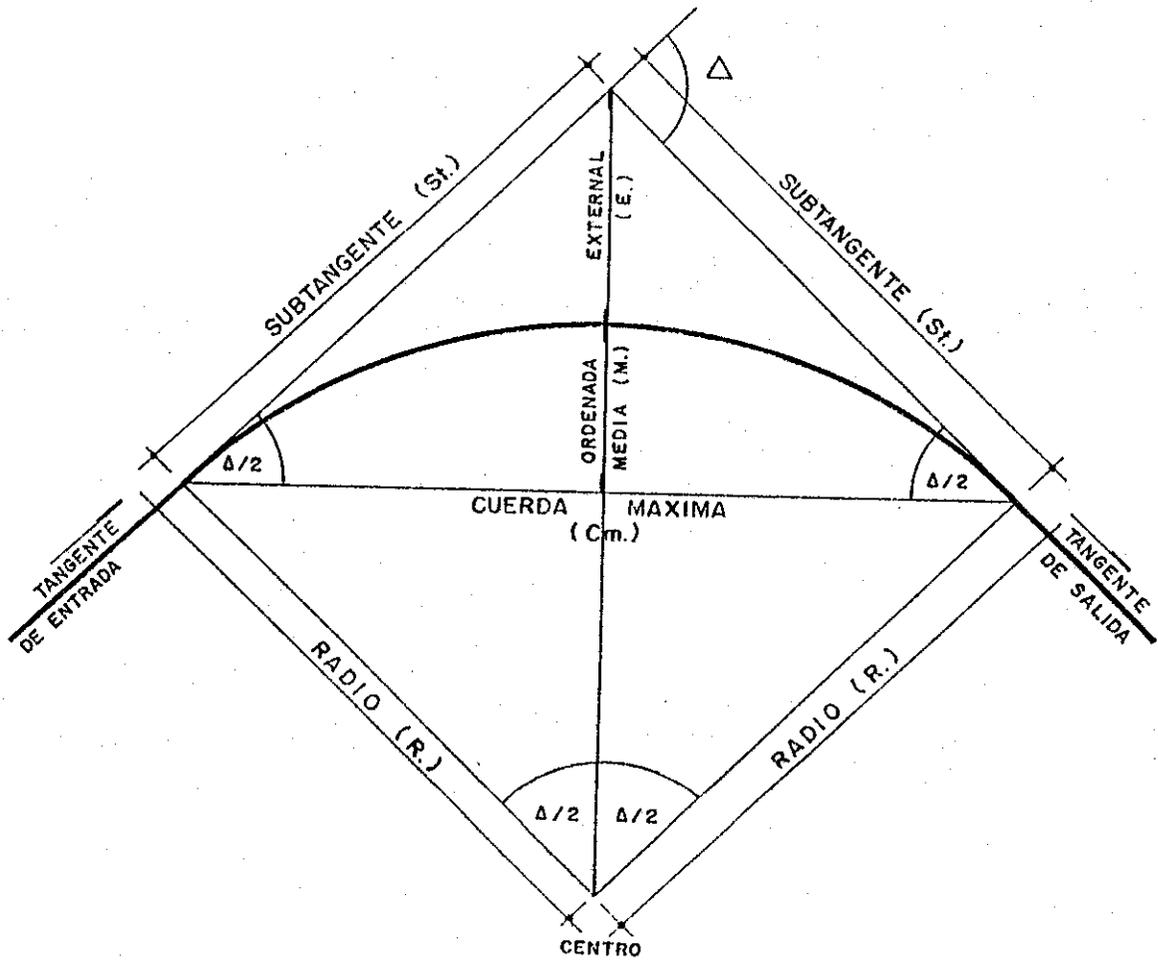
$$\text{Est PT1} = \text{PC1} + l_{c1}$$

$$Tg = (\text{Est PI2} - \text{Est PI1}) - (St1 + St2)$$

$$\text{Est PC2} = \text{Pt1} + Tg$$

$$\text{Est Pt2} = \text{PC2} + l_{c2}$$

ELEMENTOS DE LAS CURVAS CIRCULARES SIMPLES



GRAFICA No. 5

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

5. HOJAS FINALES

Son hojas o planos de presentación que contienen todos los detalles analíticos de la planta y del perfil del terreno, el procedimiento para la elaboración de estos planos es el siguiente:

5.1 DIBUJO DE PLANTA A LAPIZ

La planta se dibuja en una hoja diferente para luego calcarla en la hoja final de presentación; en el Departamento Técnico de Ingeniería de la D.G.C., se dibuja en una hoja final 800 metros. Las plantas están compuestas por tangentes (Tg), subtangentes (St), puntos de intersección (PI), deltas (Δ), grado de curva (G), longitud de curva (l_c), principio de curva (PC) y principio de tangente (PT); toda la planta debe llevar indicada la franja del derecho de vía, la cual varía dependiendo de las diversas clases de caminos existentes según especificaciones, en este caso 15.00 metros.

Al iniciar la planta se dibujó una línea de base, donde se localizó la estación de inicio, luego se definió la estación del PC, restando la estación del PC menos la estación de inicio da la tangente, sumando al PC la subtangente, da el punto de llegada PI (punto de intersección de tangentes).

En el PI se midió con un transportador la deflexión o delta, para el lado que indique la curva, luego se midió la subtangente en esa dirección y se obtuvo el PT. Para el trazo de la curva, se colocó el compás con una abertura igual a la del radio de la curva, que es igual a:

$$R = \frac{1145.9156}{G}$$

Luego se colocó el compás en el PC y se trazó un sector de círculo, perpendicular a la línea anterior al PC, trasladando el compás al PT quedando también perpendicular el radio a éste, ubicados en el PT se mide la tangente siguiente para luego trazar la curva siguiente. Los estacionamientos de los PC y PT se colocaron a lápiz para lograr localizar cualquier estación.

5.2 ENTINTADO DE PLANTA

Primero se calca la planta dibujada a lápiz (la cual está en escala 1:1000) a la hoja final de presentación, entintando a rapidógrafo 0.2 el derecho de vía y con rapidógrafo 0.8 la línea central, colocando un círculo pequeño en el principio de curva y en el principio de tangente, este círculo se coloca únicamente en la línea central y será de un tamaño similar al grosor del rapidógrafo 0.8; primero se entintan las curvas y luego las rectas ya que es más fácil el empalme entre ambas.

Al realizar el trazo se debe tener cuidado de que la planta esté centrada, ya que se necesita el espacio necesario para colocar el cajetín, además de toda la información que se necesita en la planta. También al centrar la planta, se tendrá el cuidado de dibujar los 800 metros o menos que caben en el perfil para poder indicar las líneas de traslape. En el PC y el PT se trazan líneas perpendiculares las cuales se entintan con rapidógrafo 0.2, dejando un espacio para poder colocar la información de los estacionamientos del PC y del PT.

5.3 PLOTEO Y ENTINTADO DE PERFIL

El ploteo y entintado del perfil se realiza en la parte inferior de la hoja final, la cual se encuentra milimetrada. Se plotea cada nivel con su estación correspondiente, generalmente cada 20.00 metros. Si la pendiente del terreno es muy pronunciada se realiza un corte o se cambia la escala vertical, pero generalmente la escala utilizada es de 1:200 y la escala horizontal es de 1:1000.

En la parte superior del perfil se deja un centímetro a todo lo largo para colocar la velocidad de diseño del proyecto y en la parte inferior, se deja alrededor de 5 cms. para colocar los puntos de balance cuando en el proyecto se necesite establecer éstos. Ya plotados todos los puntos, se procede a entintar dichos puntos con el rapidógrafo 0.2.

Al plotear la rasante o subrasante se utiliza el rollo de perfil con la rasante diseñada y calculada. El ploteo consiste en colocar la elevación de la rasante en las estaciones de inicio, final, PIs con la rasante corregida obtenida de la hoja de movimiento de tierras; en cada PI existirá una curva, ésta empezará a una distancia $LCV/2$ del PI y terminará a $LCV/2$ del mismo.

Esta rasante se plotea a lápiz para luego entintarla con rapidógrafo 0.8. Al igual que la planta, se entintan primero las curvas y luego las rectas. En los PCV y PTV se entinta con rapidógrafo 0.2 un círculo pequeño de rasante. La pendiente antes del PI se denomina pendiente de entrada, la siguiente se denomina pendiente de salida, al llegar al siguiente PI, la pendiente de salida anterior será la pendiente de entrada y así sucesivamente.

5.4 COMPLETAR PLANTA Y PERFIL

- a. Rotular PC y PT.
- b. Rotular datos de curva (G , Δ , l_c , St), deberán rotularse donde más convenga.
- c. Kilometraje de inicio y final, estaciones cada 100 metros e indicación de cada 20.00 metros en la planta.
- d. Rumbos y tangentes.
- e. Bancos de marca o referencias de nivelación.

- f. Monumentación, topografía (colocación de orillas de camino, cercos, orillas de río, quebradas, fondos, casas, postes, mallas, muros, puentes, etc.), kilómetro exacto.
- g. Nombre del proyecto, norte, cajetín.

Al completar el perfil se le coloca la estación, elevación, LCV en cada PIV; pendientes, escala vertical de elevación y velocidad de diseño (kph). Todos estos datos se encuentran en las libretas de tránsito y del movimiento de tierras.

6. DIBUJO ESPECIAL

El dibujo especial se elabora en plano del mismo tamaño que las hojas finales para poder presentar un juego de planos estándar, el dibujo especial comprende la hoja título, hoja de planta y perfil general y un plano de detalles del proyecto.

6.1 HOJA TITULO

Este plano es un mapa de Guatemala, en el cual se indica el nombre del proyecto, la longitud neta del mismo, además de un índice total de hojas que existen en este proyecto. En el mapa se localiza el inicio y el final del proyecto aproximadamente, marcándolos con un círculo pequeño o unidos por medio de una recta.

6.2 HOJA DE PLANTA Y PERFIL GENERAL

Este plano se encuentra dividido en dos partes, una planta y un perfil de todo el proyecto. La planta se dibuja en la parte superior del plano en una escala conveniente según la longitud del proyecto. En dicha planta se colocan los kilómetros hasta llegar al estacionamiento final.

En la parte inferior del plano se dibuja el perfil que se obtiene de la libreta de niveles, la escala se modifica de acuerdo a la longitud del proyecto y al desnivel obtenido desde el inicio hasta el final del mismo. El perfil se dibuja en papel milimetrado para luego calcarlo en la hoja de planta y perfil general. El inicio y el final del perfil se unen con una línea continua, donde se rotula la estación e inicio del proyecto y el final rotulado también con el estacionamiento final del proyecto.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Existe otro plano que completa el juego final, el cual presenta secciones típicas de terracería y detalles de drenajes.

Las especificaciones utilizadas se encuentran en anexos, tomando en cuenta el tipo de tránsito que circulará por esta vía, que será de vehículos turísticos, mineros y agrícolas. La clasificación actual de las carreteras según resolución del Ministerio de Comunicaciones es:

- a. Rutas nacionales o de primer orden,
- b. Rutas departamentales o de segundo orden,
- c. Rutas municipales o de tercer orden,
- d. Rutas particulares.

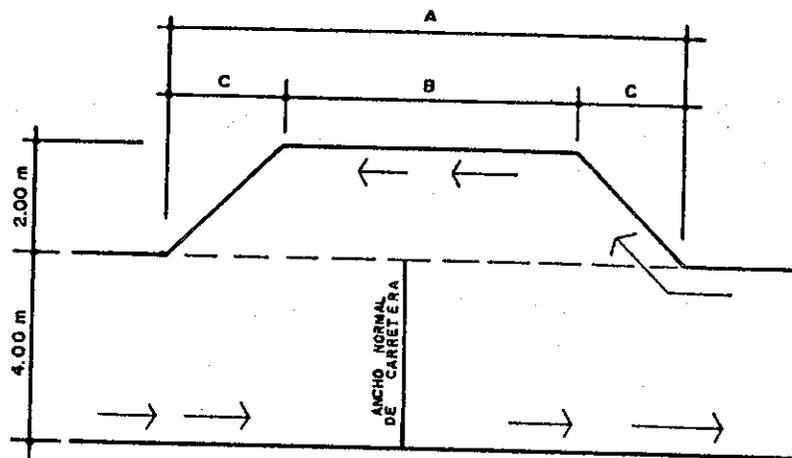
En el presente caso, este camino se clasifica como municipal o de tercer orden, por lo que al tener un ancho de calzada de 4.00 metros es necesario prever un ensanchamiento llamado zona de rebase.

Zona de Rebase:

Es el ensanchamiento de la corona de un camino, debido al ancho de la sección típica que es utilizada sólo para una vía. La distancia de separación entre zonas será de acuerdo a las pendientes del camino y según condiciones topográficas encontradas al construir la carretera.

La distancia recomendada para el ensanchamiento del mismo y según pendientes es la siguiente:

PENDIENTE %	DISTANCIA
0 a 6	300 mts.
más de 6	150 mts.



PLANTA

**ENSANCHAMIENTO DE CORONA
(AREAS DE REBASE.)**

TIPO DE TERRENO	DIMENSIONES (mts.)		
	A	B	C
PLANO	40	20	10
ONDULADO	24	12	6
MONTAÑOSO	16	8	4

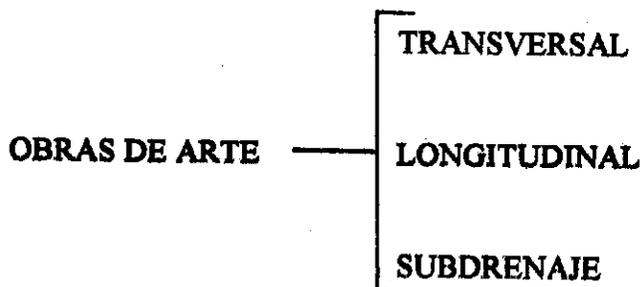
7. DRENAJES

7.1 DRENAJES

El objetivo fundamental del drenaje en los caminos, es reducir al máximo la cantidad de agua que de una u otra forma llega al mismo, y pueda perjudicar la carretera dando salida al agua que llegue al camino.

Para que un camino tenga buen drenaje, debe evitarse que el agua circule en cantidades grandes por el mismo destruyendo los pavimentos, creando la formación de baches, también que el agua que corre por las cunetas se estanque y reblandezca las terracerías, perdiendo su estabilidad las mismas.

El drenaje se le ha denominado también como obras de arte, clasificándose de la siguiente forma:



7.1.1 DRENAJE LONGITUDINAL

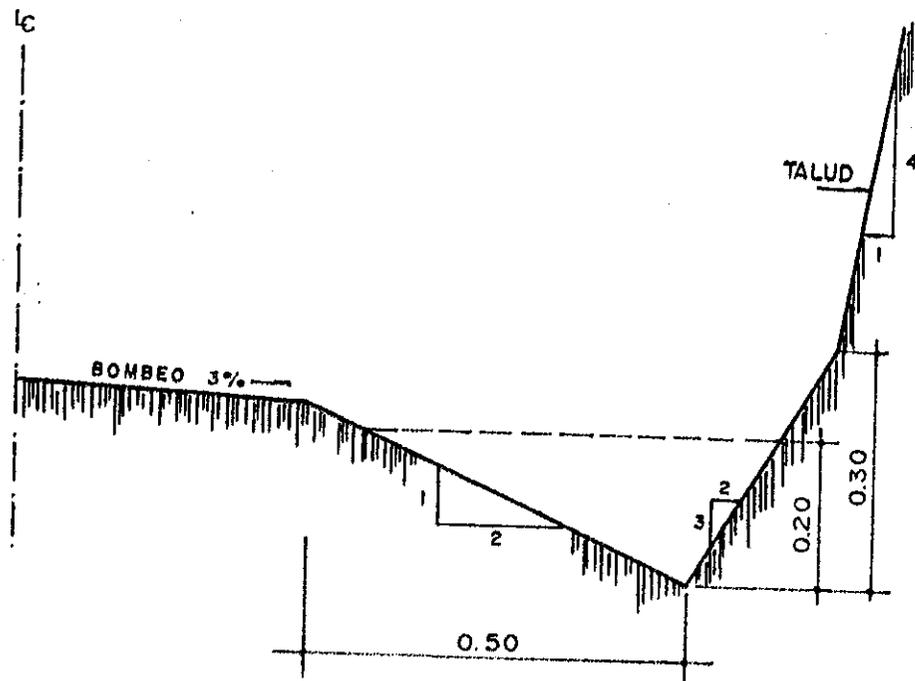
Este tipo de drenajes se refiere a las obras de captación y defensa tales como cunetas, contracunetas, bombeo, fosas de laminación.

Cunetas:

Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino con el fin de conducir el agua que escurre de la mitad del camino o en todo el camino en el caso que existan curvas. Cuando las cunetas pasan de corte a relleno se prolongan a lo largo del pie del relleno, dejando una berma entre dicho pie y el borde de la cuneta, evitando de esta forma que se moje el relleno, lo que origina asentamientos.

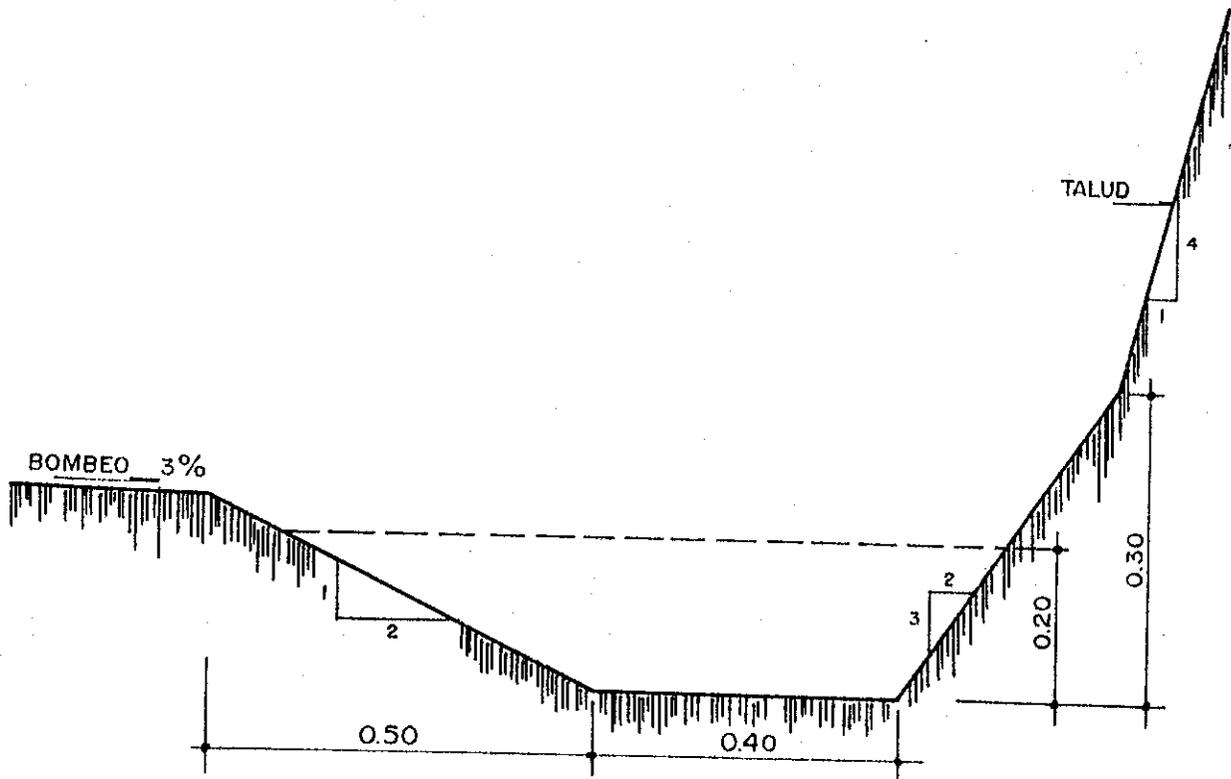
El diseño de cunetas se basa en los principios del flujo de canales abiertos, éstas se pueden construir de forma trapezoidal o triangular, en este caso, se recomienda cualquiera de las secciones tipo que se dan a continuación, quedando a criterio del constructor del proyecto cuál debe usar.

DETALLE DE CUNETA TRIANGULAR



Este tipo de cuneta tiene una menor capacidad que la trapezoidal, la cual no se erosiona fácilmente.

DETALLE DE CUNETA TRAPEZOIDAL



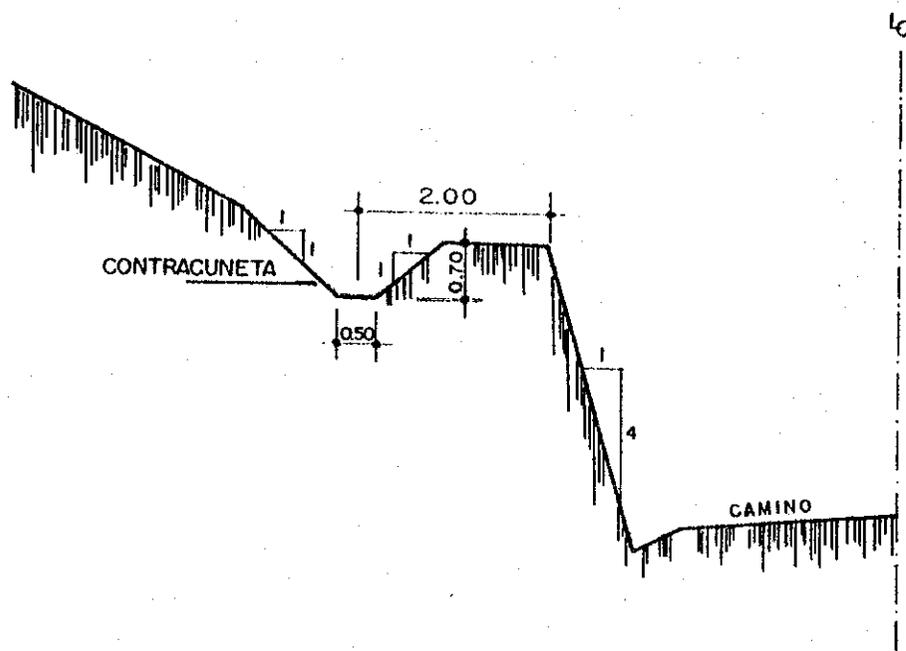
Las cunetas deben protegerse en pendiente fuertes, cuando su longitud sea mayor de 50.00 metros por medio de una fosa de laminación o una alcantarilla de alivio, debido a que mientras más larga sea la cuneta, más agua llevará, por lo que se erosionará más, resultando antieconómica la conservación.

Contracunetas:

Son zanjales que se hacen en lugares convenientes, evitando que llegue a las cunetas más agua que aquella para la cual fue diseñada.

Las contracunetas se construyen transversales a la pendiente del terreno, las que interceptan el paso del agua y la alejan de los cortes y rellenos. Cuando el camino sigue la dirección de la misma pendiente del terreno no se deben construir contracunetas.

La contracuneta tipo recomendada es la siguiente:



La longitud de las contracunetas será la necesaria para llevar las aguas a una hondonada adyacente.

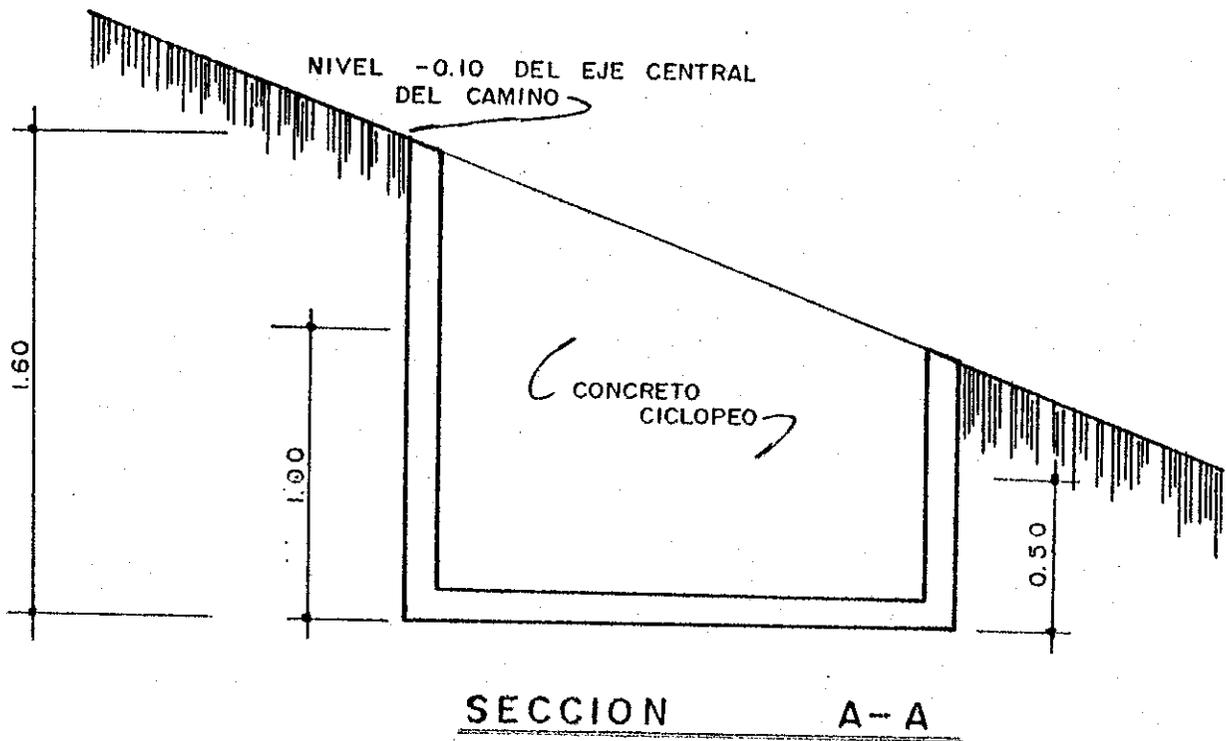
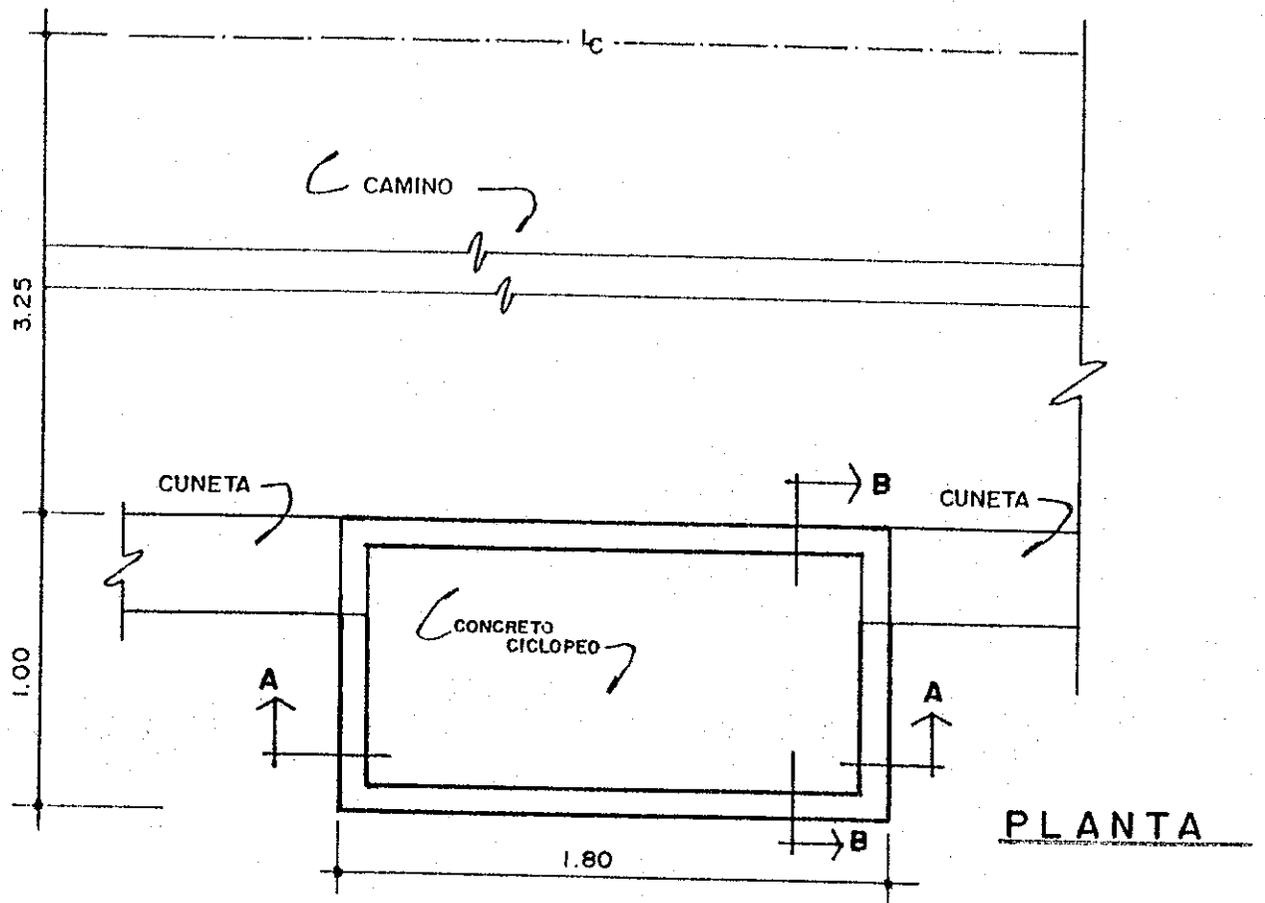
Bombeo:

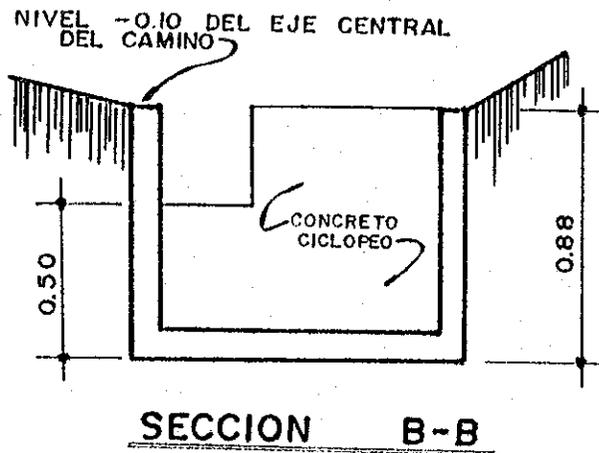
Se llama bombeo de un camino a la forma de la sección transversal del mismo, cuyo objetivo es drenar hacia los lados el agua que cae en el camino. El bombeo sugerido para este proyecto es del 3%.

Fosa de Laminación:

Cuando se tienen cunetas demasiado largas y es imposible sacar el agua por medio de aliviaderos, se construyen estas fosas con el objeto de disipar la energía cinética del agua, evitando con ello la erosión de las cunetas. Se recomienda colocarlas según se indica en la siguiente tabla:

PENDIENTE	DISTANCIA
15 a 18%	50 metros
8 a 15%	100 metros
0 a 8%	no son necesarias





7.1.2 DRENAJE TRANSVERSAL

El objetivo del drenaje transversal es el dar paso rápido al agua que no pueda desviarse en otra forma y tenga que cruzar de una lado a otro del camino. En estas obras de drenaje transversal están comprendidos los puentes y las alcantarillas.

En cuanto a las alcantarillas es recomendable construirlas a cada 200 metros como máximo, y obligadamente en las curvas verticales cóncavas utilizando tubería de 24" como mínimo.

Las alcantarillas se pueden construir abriendo zanjas transversales al camino de sección equivalente de la tubería de 24" tapándola con tablones, economizando de esta manera tubería; la madera a utilizar en este tipo de alcantarillas se puede obtener de los bosques de la región.

Area de un tubo de 24" y su respectiva área equivalente en metros es de 0.2918 metros cuadrados; por lo que se puede hacer una zanja de 0.35 mts. de ancho por 0.85 mts. de profundidad, el área es de $0.35 \times 0.85 = 0.2975$ metros cuadrados.

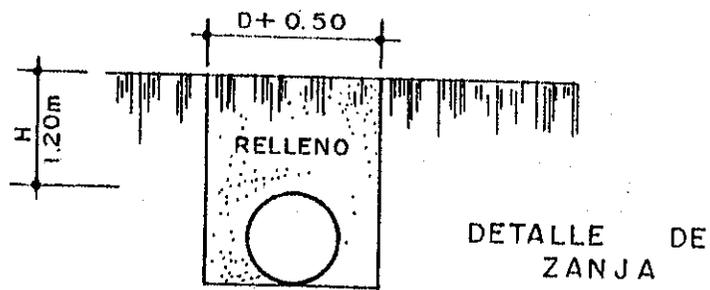
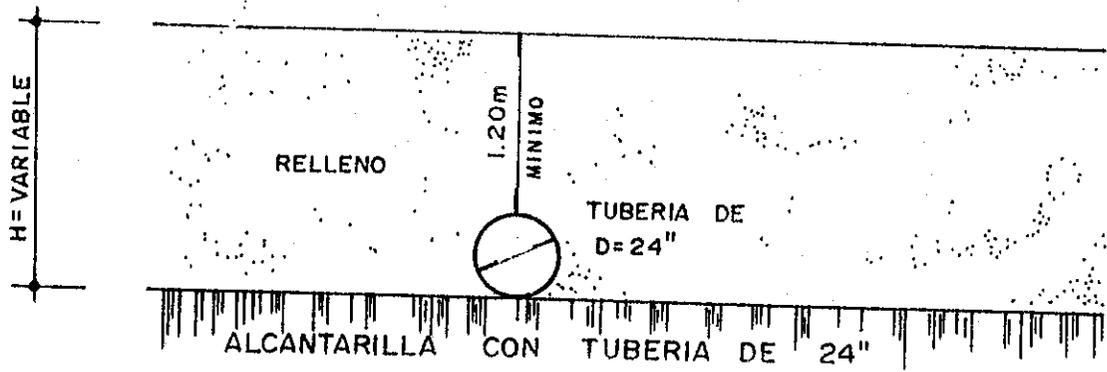
Estas alcantarillas de zanja únicamente sirven para sacar el agua de las cunetas, si existe relleno se tendrá que usar la tubería recomendada.

Como obras de protección se pueden mencionar; muros, revestimientos, desarenadores y disipadores de energía. Se les construirán muros cabezales en la entrada y salida, y tragante en la entrada, cuando se trate de alcantarillas que servirán para aliviar cunetas o se trate de corrientes muy pequeñas. Cuando se trata de corrientes que su área de descarga no pase de 2 mts. cuadrados se les hará muros cabezales y en lugar de tragante de entrada se les construyen aletones, rectos, a 45 grados o en "L".

El colchón mínimo para protección de los tubos, deberá ser de 0.60 mts. para que la carga viva se considere uniformemente distribuida.

Badenes:

Se trata de una obra de drenaje de tipo superficial, por medio del cual el agua escurre transversalmente; es de espesor reducido y se construye sobre un pequeño tramo de superficie de rodamiento, debidamente protegido, de manera que no impida la circulación de vehículos.



CONCLUSIONES

1. La dispersión de las comunidades rurales y la carencia o mal estado de los caminos rurales, obstaculizan el progreso de la región por la dificultad de incorporación a mercados o zonas de desarrollo, acentuándose así las grandes diferencias en los estratos sociales de una y otra región.
2. Para el diseño de este camino se utilizaron especificaciones del Departamento de Carreteras y de Caminos Rurales de la Dirección General de Caminos, por lo que se incluyen nuevos criterios para dar mayor economía al proyecto, modificando en todo lo posible alineamientos para así tener un menor movimiento de tierras y un mejor aprovechamiento de recursos financieros.
3. Para el revestimiento del camino donde exista pendiente muy fuerte, se deberá contratar el equipo necesario para este tipo de trabajo y lo supervisará el ingeniero encargado del programa de ejecución
4. En algunos tramos del camino es necesario renegociar el derecho de vía, pues por razones de diseño hubo necesidad de cambiar el alineamiento horizontal ya que se trata de no perjudicar terrenos cultivados, casas, bosques, etc.

RECOMENDACIONES

1. La mínima pendiente transversal o bombeo será del 3% para que se evacúe el agua en la capa de rodadura, evitando así que se erosione y se reduzca su vida útil.
2. Se recomienda a las municipalidades u otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que se dedican a la construcción de caminos, utilizar mejor los recursos con los que cuentan, utilizando mano de obra de las comunidades beneficiadas .
3. Para el desarrollo de este proyecto y su pronta ejecución es adecuado utilizar mano de obra calificada (albañiles, caporales, etc.), así como los gastos de materiales de construcción y adquisición de herramientas menores, las cuales deberán de ser aportadas por las comunidades de la región tales como: arena, piedrin, piedra, madera y otros.
4. Al cambiar el alineamiento horizontal (en algunos tramos), al no ser pagado el derecho de vía, el comité de vecinos deberá presentar al programa un acta de derecho de paso donde aparezcan las firmas de los dueños de los terrenos donde pasará el camino, autorizando el derecho de vía.

BIBLIOGRAFIA

1. ESPECIFICACIONES PARA CARRETERAS;

Metodología utilizada actualmente por el Departamento Técnico de Ingeniería, de la Dirección General de Caminos, Guatemala, 1996.

2. LOPEZ, EDGAR OTONIEL;

Manual de priorización para la Construcción de Caminos Rurales. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1994.

3. PEREZ MENDEZ, AUGUSTO;

Metodología de Actividades para el Diseño Geométrico de Carreteras. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1989.

A N E X O S

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

T.P.D. de	VALORES LÍMITES RECOMENDADOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA EN ESTADO FINAL		VELOCIDAD DE DISEÑO (K.P.H.)	ANCHO DE CALZADA (M.)	ANCHO DE TERRACERIA		DERECHO DE VIA (M.)	RADIO MÍNIMO (M.)	PENDIENTE MÁXIMA (M.)	DISTANCIA VISIB. PARADA RECOMEND.		DISTANCIA VISIB. PASO RECOMEND. (M.)
	CORTE (M.)	RELLENO (M.)			MÍNIMA (M.)	MÁXIMA (M.)						
3000 A	TIPO "A"	2 x 7.20		25	24	50						
	REGIONES LLANAS		100				375	3		160	200	700
	ONDULADAS MONTAÑOSAS		80				225	4		110	150	520
1500 A	TIPO "B"	7.20		13	12	25				70	100	350
	REGIONES LLANAS		80				225	6		110	150	520
	ONDULADAS MONTAÑOSAS		60				110	7		70	100	350
900 A	TIPO "C"	6.50		12	11	25	47	8		40	50	180
	REGIONES LLANAS		80				225	6		110	150	520
	ONDULADAS MONTAÑOSAS		60				110	7		70	100	350
500 A	TIPO "D"	6.00		11	10	25	47	8		40	50	180
	REGIONES LLANAS		80				225	6		110	150	520
	ONDULADAS MONTAÑOSAS		60				110	7		70	100	350
100 A	TIPO "E"	5.50		9.50	8.50	25	47	8		40	50	180
	REGIONES LLANAS		50				75	8		55	70	260
	ONDULADAS MONTAÑOSAS		40				47	9		40	50	180
10 A	TIPO "F"	5.50		9.50	8.50	15	30	10		30	35	110
	REGIONES LLANAS		40				47	10		40	50	180
	ONDULADAS MONTAÑOSAS		30				30	12		30	35	110

NOTAS:

CARGA H-15-S-12
 ALTURA LIBRE 4.75 m.
 ANCHO RODADURA 7.90 m.

ESFUERZOS UNITARIOS

Concreto Clase "A" 3,000 #/D"
 Acero de Refuerzo 18,000 #/D"
 Acero Estructural 33,000 #/D"

* Distancia de visibilidad de parada = Longitud mínima de curva Vertical.

- 1) T.P.D.: Promedio de Tráfico Diario
- 2) La sección típica para carreteras tipo "A" incluye isla central de 1.50 m. de ancho.
- 3) Las características de las estructuras son generadas para todos los tipos de carretera, con excepción de la Tipo "A", en donde el ancho es doble.
- 4) La calidad de la capa de recubrimiento de la calzada podrá ser para carreteras Tipo "A": Hormigón, Concreto Asfáltico (frío o caliente) Tratamiento Superficial Multiple; para Tipo "B" y "C" Concreto Asfáltico (frío o caliente) o Tratamiento Superficial Doble; para Tipo "D": Trat. Sup. Doble; para Tipo "E": Trat. Superficial Simple y para Tipo "F": recubrimiento de material selecto. Los recubrimientos para las carreteras, desde el Tipo "A" al "E", dependerán de las características mecánicas del suelo y de las propiedades de los materiales de construcción de la zona.

VELOCIDAD - G°	30		40		50		60		70		80		90		100		110		120																		
	Db=27		Db=30		Db=33		Db=37		Db=40		Db=43		Db=46		Db=50		Db=53		Db=56																		
	e%	Ls	e%	Ls	e%	Ls	e%	Ls	e%	Ls	e%	Ls	e%	Ls	e%	Ls	e%	Ls	e%	Ls																	
1°	1145.9156	8N	17	0°31'	8N	23	1°09'	8N	28	1°44'	1.4	34	1°42'	1.9	39	1°57'	2.5	46	2°15'	3.1	50	2°30'	3.8	56	2°48'	4.7	62	3°08'	5.5	67	3°21'						
2°	572.96	8N	17	1°42'	8N	23	2°18'	1.9	28	2°48'	2.8	34	3°24'	3.8	39	3°54'	4.9	45	4°30'	6.2	51	5°06'	7.7	64	6°24'	9.0	79	7°54'	9.9	94	9°24'						
3°	381.97	8N	17	2°35'	8N	23	3°27'	2.9	28	4°12'	4.1	34	5°06'	5.6	40	6°00'	7.3	53	7°37'	8.9	69	10°21'	9.9	83	12°21'												
4°	286.48	1.4	17	3°24'	2.5	23	4°36'	3.8	28	5°56'	5.3	35	7°00'	7.4	49	9°49'	9.1	65	13°00'	10.00	77	15°24'															
5°	229.16	1.7	17	4°15'	3.1	23	5°46'	4.8	28	7°00'	6.8	42	10°30'	8.7	58	14°30'	9.9	71	17°45'																		
6°	190.99	2.1	17	5°06'	3.7	23	6°54'	5.8	32	9°36'	7.9	48	14°24'	9.6	64	18°12'																					
7°	163.70	2.4	17	5°57'	4.3	24	8°24'	6.6	37	12°57'	6.6	54	18°54'	10.00	67	25°21'																					
8°	143.24	2.8	17	6°48'	4.9	25	10°00'	7.4	41	16°24'	9.4	58	23°12'																								
9°	127.32	3.1	17	7°39'	5.5	28	12°36'	8.1	40	20°18'	9.8	60	27°00'																								
10°	114.99	3.5	17	8°30'	6.1	31	15°30'	8.7	48	24°30'	10.00	61	30°30'																								
11°	104.17	3.8	17	9°21'	6.6	33	18°09'	9.1	51	28°03'																											
12°	95.49	4.2	19	11°24'	7.1	36	21°36'	9.5	53	31°48'																											
13°	88.15	4.5	20	13°00'	7.6	38	24°42'	9.8	55	35°45'																											
14°	81.88	4.8	22	15°24'	8.0	40	28°00'	9.9	58	39°12'																											
15°	76.39	5.2	23	17°15'	8.4	42	31°30'	10.00	56	42°00'																											
16°	71.82	5.5	25	20°00'	8.7	44	35°12'																														
17°	67.41	5.8	26	22°06'	9.0	45	39°15'																														
18°	63.68	6.1	27	24°18'	9.3	47	42°18'																														
19°	60.31	6.4	29	27°33'	9.5	48	45°36'																														
20°	57.30	6.7	30	30°00'	9.7	49	49°00'																														
21°	54.37	7.0	32	33°36'	9.8	49	51°27'																														
22°	52.09	7.2	32	36°12'	9.9	50	55°00'																														
23°	49.82	7.5	34	39°06'	10.0	50	57°36'																														
24°	47.75	7.8	35	42°00'	10.0	50	60°00'																														
25°	45.84	7.9	36	45°00'																																	
26°	44.07	8.1	37	48°06'																																	
27°	42.44	8.3	37	49°37'																																	
28°	40.93	8.5	38	53°12'																																	
29°	39.51	8.7	38	56°33'																																	
30°	38.20	8.9	40	60°00'																																	
31°	36.97	9.0	41	63°33'																																	
32°	35.81	9.2	41	65°36'																																	
33°	34.73	9.3	42	69°18'																																	
34°	33.70	9.4	42	71°24'																																	
35°	32.74	9.5	43	75°15'																																	
36°	31.83	9.6	43	77°24'																																	
37°	30.97	9.7	44	81°24'																																	
38°	30.16	9.8	44	85°36'																																	

PERALTE RECOMENDADO, MINIMAS LONGITUDES DE TRANSICION Y DELTAS MINIMOS.

- 1.- EL PERALTE FUE CALCULADO SEGUN EL METODO "4" RECOMENDADO POR LA AASHO.
- 2.- EL PERALTE SE REPARTIRA PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE LA ESPIRAL USADA, DEBIENDO SER EL PC O PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL.
- 3.- EN LAS CURVAS CON PERALTE CALCULADO MENOR QUE LA PENDIENTE DEL BOMBEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DEL BOMBEO.
- 4.- EL PASO DEL BOMBEO AL 0% EN EL PRINCIPIO O EL FINAL DE LA ESPIRAL (TS o ST) DEBE NAGERSE PROPORCIONALMENTE A LA DISTANCIA, SE CALCULA EN BASE AL BOMBEO, EL ANCHO DEL ASFALTO Y LA MITAD DE LA PENDIENTE DE DESARROLLO DEL PERALTE SIN EMBARRO SE RECOMIENDA USAR LAS QUE APARECEN EN ESTE CUADRO QUE SON LAS CORRESPONDIENTES A UN BOMBEO DE 3%, UN ANCHO ASFALTICO DE 7.20 M. Y LA MITAD DE LAS PENDIENTES INDICADAS.
- 5.- LAS LONGITUDES DE ESPIRAL FUERON CALCULADAS SEGUN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DEL PERALTE INDICADAS ARRIBA Y RECOMENDADAS POR AASHO.
- 6.- LOS MINIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL SON LOS CORRESPONDIENTES A LAS DISTANCIAS RECORRIDAS EN 2 SEGUNDOS A LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
- 7.- VELOCIDAD EN KILOMETROS POR HORA.

ESPECIFICACIONES PARA CAMINOS DE PENETRACION

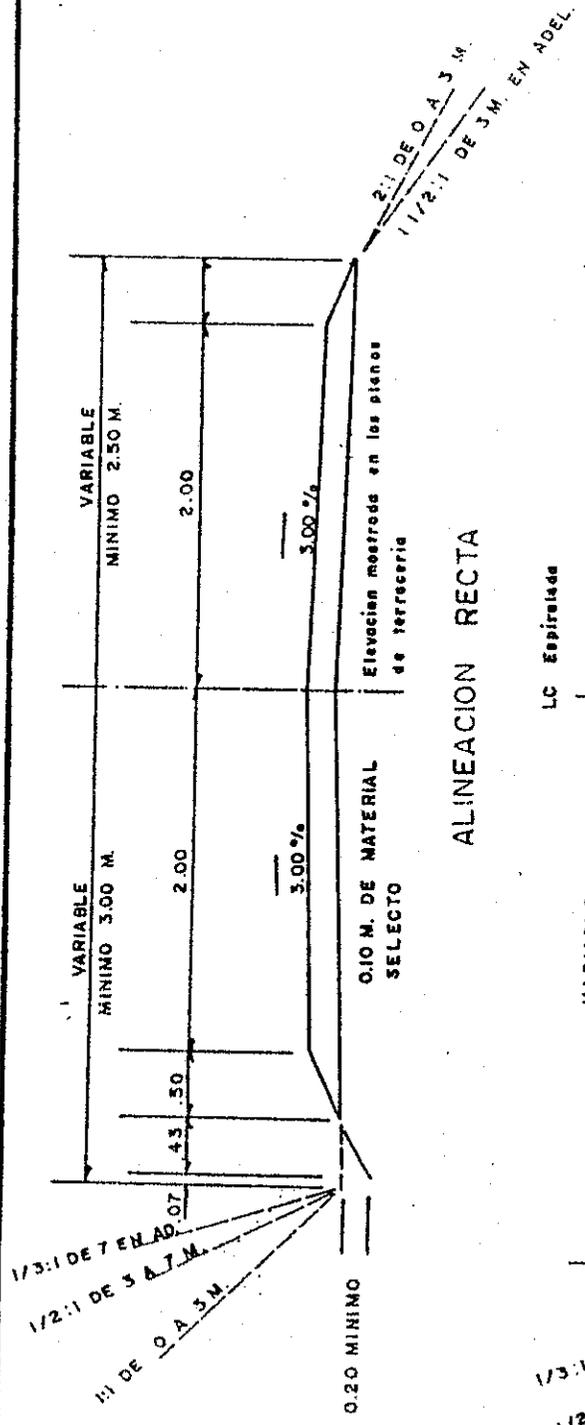
SECCION TIPICA "G"

		20 K.P.H.			30 K.P.H.			40 K.P.H.		
G	RADIO	DB=7			DB=8			DB=8		
		e%	LS	Δ	e%	LS	Δ	e%	LS	Δ
1°	1145.92	0.2	11	0.6	0.5	17	0.8	0.8	22	1.1
2°	572.96	0.4	11	1.1	0.9	17	1.7	1.6	22	2.2
3°	381.97	0.6	11	17.0	13.0	17	2.5	2.3	22	3.3
4°	286.48	0.8	11	2.2	17.0	17	3.3	3.0	22	4.4
5°	229.18	1.0	11	2.8	2.1	17	4.2	3.7	22	5.6
6°	190.99	1.2	11	3.3	2.5	17	5.0	4.4	22	6.7
7°	163.70	1.3	11	3.9	2.9	17	5.8	5.0	22	7.8
8°	143.24	1.5	11	4.4	3.3	17	6.7	5.5	22	8.9
9°	127.32	1.7	11	5.0	3.7	17	7.5	6.1	22	10.0
10°	114.59	1.9	11	5.6	4.0	17	8.3	6.6	22	11.1
11°	104.17	2.1	11	6.1	4.4	17	9.2	7.0	22	12.2
12°	95.49	2.2	11	6.7	4.7	17	10.0	7.5	22	13.3
13°	88.15	2.4	11	7.2	5.0	17	10.8	7.9	22	14.4
14°	81.85	2.6	11	7.8	5.4	17	11.7	8.2	23	16.3
15°	76.39	2.7	11	8.3	5.7	17	12.5	8.6	24	18.1
16°	71.72	2.9	11	8.9	6.0	17	13.3	8.9	25	20.0
17°	67.41	3.1	11	9.4	6.2	17	14.2	9.1	26	21.9
18°	63.66	3.2	11	10.0	6.5	17	15.2	9.4	26	23.7
19°	60.31	3.4	11	10.6	6.8	18	16.7	9.5	27	25.6
20°	57.30	3.6	11	11.1	7.0	18	18.2	9.7	27	27.4
21°	54.57	3.7	11	11.7	7.3	19	19.8	9.8	28	29.1
22°	52.09	3.9	11	12.2	7.5	19	21.4	9.9	28	30.8
23°	49.82	4.0	11	12.8	7.7	20	23.0	10.0	28	32.3
24°	47.75	4.2	11	13.3	7.9	21	24.7	10.0	28	33.8
25°	45.84	4.3	11	13.9	8.1	21	26.4			
26°	44.07	4.5	11	14.4	8.3	22	28.1			
27°	42.44	4.6	11	15.0	8.5	22	29.8			
28°	40.93	4.8	11	15.9	8.7	22	31.5			
29°	39.51	4.9	12	17.0	8.8	23	33.2			
30°	38.20	5.1	12	18.0	9.0	23	34.9			
31°	36.97	5.2	12	19.2	9.1	24	36.7			
32°	35.81	5.3	13	20.3	9.3	24	38.4			
33°	34.73	5.5	13	21.5	9.4	24	40.1			
34°	33.70	5.6	13	22.6	9.5	25	41.8			
35°	32.74	5.7	14	23.8	9.6	25	43.4			

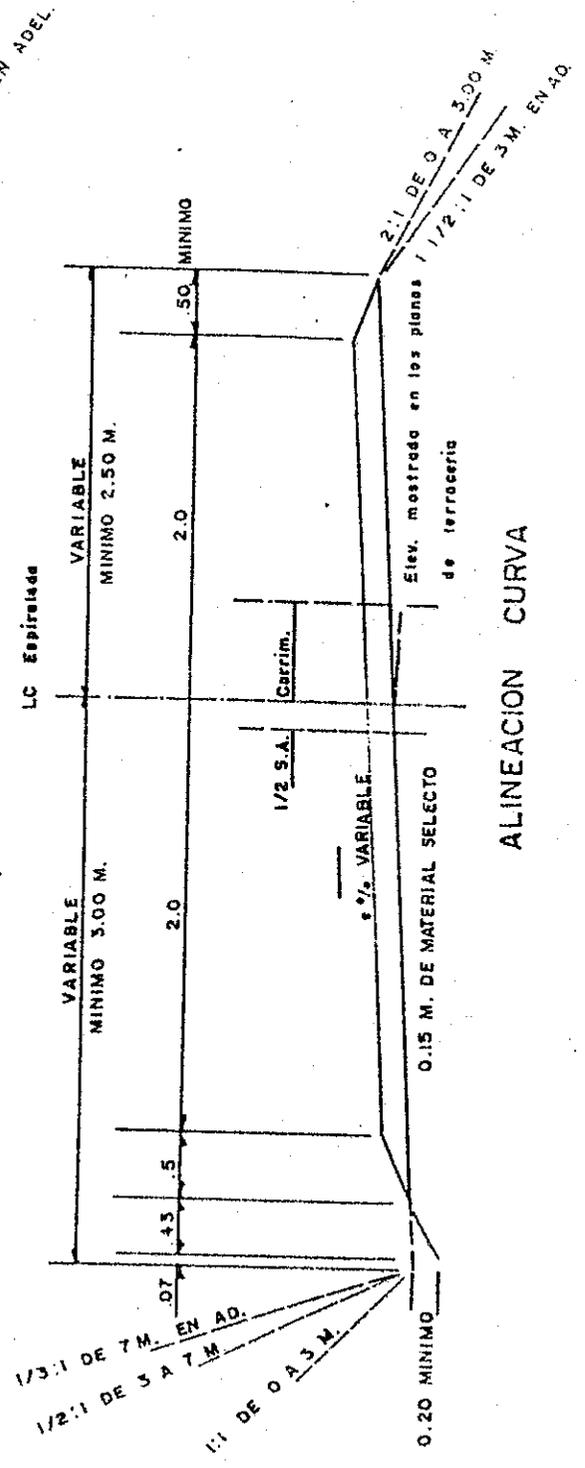
ESPECIFICACIONES PARA CAMINOS DE PENETRACION

SECCION TIPICA "G"

		20 K.P.H.			30 K.P.H.		
G	RADIO	DB=7			DB=8		
		e%	LS	Δ	e%	LS	Δ
36"	31.83	5.9	14	25.1	9.7	25	45.1
37"	30.97	6.0	14	26.3	9.8	25	46.7
38"	30.16	6.1	15	27.6	9.8	25	48.3
39"	29.38	6.2	15	28.9	9.9	26	49.8
40"	28.65	6.4	15	30.2	9.9	26	51.4
41"	27.95	6.5	15	31.6	10.0	26	52.8
42"	27.28	6.6	16	32.9	10.0	26	54.3
43"	26.65	6.7	16	34.3	10.0	26	55.6
44"	26.09	6.8	16	35.7			
45"	25.47	6.9	16	37.1			
46"	24.91	7.0	17	38.5			
47"	24.58	7.1	17	39.9			
48"	23.87	7.2	17	41.4			
49"	23.39	7.3	17	42.8			
50"	22.92	7.4	18	44.3			
51"	22.47	7.5	18	45.8			
52"	22.04	7.6	18	47.5			
53"	21.62	7.7	18	48.8			
54"	21.22	7.8	19	50.3			
55"	20.87	7.9	19	51.8			
56"	20.46	8.0	19	53.4			
57"	20.10	8.1	19	54.9			
58"	19.76	8.2	19	56.5			
59"	19.42	8.3	20	58.0			
60"	19.70	8.4	20	59.6			
61"	18.79	8.4	20	61.2			
62"	18.48	8.5	20	62.7			
63"	18.19	8.6	20	64.3			
64"	17.91	8.7	21	65.9			
65"	17.63	8.7	21	67.5			
66"	17.36	8.8	21	69.1			
67"	17.10	8.9	21	70.7			
68"	16.85	8.9	21	72.2			
69"	16.61	9.0	21	73.8			
70"	16.37	9.1	22	75.4			



ALINEACION RECTA



ALINEACION CURVA

SECCION TIPICA

ANCHO DE CALZADA	4.00
ANCHO DE TERRACERIA CORTE	6.00
RELLENO	5.00
ANCHO DE DERECHO DE VIA	15.00

TABLA No. 1

COORDENADAS TOTALES DE PRELIMINAR

Est.	P.O.	Azimut	dist. mts.	COORDENADAS TOTALES	
				Y	X
0+000	0+020	121°30'	20.00	9989.55	10017.05
0+020	0+057	155°00'	37.00	9956.02	10032.69
0+057	0+103	97°00'	46.00	9950.41	10078.35
0+103	0+103.38	139°00'	30.38	9927.48	10098.28
0+103.38	0+170	106°00'	36.62	9917.39	10133.48
0+170	0+242	114°00'	72.00	9888.10	10199.26
0+242	0+311	100°30'	69.00	9875.53	10267.10
0+311	0+351	129°30'	40.00	9850.09	10297.96
0+351	0+386	149°00'	35.00	9820.09	10315.99
0+386	0+420	118°00'	34.00	9804.13	10346.01
0+420	0+470	139°00'	50.00	9766.39	10378.81
0+470	0+530	164°00'	60.00	9708.71	10395.35
0+530	0+577	184°00'	47.00	9661.82	10392.07
0+577	0+669	164°30'	92.00	9573.17	10416.66
0+669	0+718	151°30'	49.00	9530.11	10440.04
0+718	0+860	133°30'	142.00	9432.36	10543.04
0+860	0+978	144°30'	118.00	9336.29	10611.56
0+978	1+030	161°30'	52.00	9286.98	10628.06
1+030	1+192	161°30'	162.00	9133.35	10679.46
1+192	1+254	83°30'	62.00	9140.37	10741.06
1+254	1+350	167°30'	96.00	9046.65	10761.84
1+350	1+398.71	176°00'	48.77	8997.99	10765.24
1+398.71	1+480	196°00'	81.23	8919.91	10742.85
1+480	1+580	186°00'	100.00	8820.46	10732.40
1+580	1+650	194°30'	70.00	8752.69	10714.87
1+650	1+702	267°30'	52.00	8750.42	10662.92
1+702	1+756	225°30'	54.00	8712.57	10624.40
1+756	1+840	245°30'	84.00	8677.74	10547.96
1+840	1+940	234°30'	100.00	8619.67	10466.55
1+940	2+040	241°30'	100.00	8571.95	10378.67
2+040	2+061.92	247°00'	21.92	8563.39	10358.49
2+061.92	2+148	264°00'	86.08	8554.39	10272.88
2+148	2+190.20	276°00'	42.20	8558.80	10230.91
2+190.20	2+228.61	262°30'	38.41	8553.79	10192.83
2+228.61	2+280	276°30'	51.39	8559.61	10141.77
2+280	2+330.62	264°30'	50.62	8554.76	10091.38
2+330.62	2+338.10	319°30'	7.48	8560.45	10086.52
2+338.10	2+352	319°30'	13.90	8571.02	10077.49
2+352	2+363	319°30'	11.00	8579.38	10070.35
2+363	2+372.10	319°30'	9.10	8586.30	10064.44
2+372.10	2+491	247°00'	118.90	8539.84	9954.99
2+491	2+530	257°00'	39.00	8531.07	9916.99

Est.	P.O.	Azimut	dist. mts.	COORDENADAS TOTALES	
				Y	X
2+530	2+590	234°00'	60.00	8495.80	9868.49
2+590	2+678	213°00'	88.00	8421.99	9820.56
2+678	2+768.90	236°00'	90.90	8371.16	9745.20
2+768.90	2+876	268°00'	107.10	8367.42	9638.17
2+876	2+939.50	202°00'	63.50	8308.54	9614.38
2+939.50	2+981.35	166°30'	41.85	8267.85	9624.15
2+981.35	3+068.59	184°30'	87.24	8180.88	9617.31
3+068.59	3+110	152°00'	41.41	8144.32	9636.75
3+110	3+156	185°30'	46.00	8098.53	9632.34
3+156	3+285	278°00'	129.00	8116.48	9504.60
3+285	3+311.76	283°30'	26.76	8122.73	9478.58
3+311.76	3+377	249°00'	65.24	8099.35	9417.67
3+377	3+428.90	253°30'	51.90	8084.61	9367.91
3+428.90	3+523	257°30'	94.10	8064.24	9276.04
3+523	3+560	250°00'	37.00	8051.59	9241.27
3+560	3+603.79	250°00'	43.79	8036.61	9200.12
3+603.79	3+710.07	259°00'	97.28	8018.05	9104.63
3+710.07	3+720	305°00'	18.93	8028.91	9089.12
3+720	3+761.69	308°30'	41.69	8054.86	9056.49
3+761.69	3+780	243°30'	18.31	8046.69	9040.10
3+780	3+840	214°30'	60.00	7997.24	9006.12
3+840	3+881	218°30'	41.00	7965.15	8980.60
3+881	3+940	262°30'	59.00	7957.45	8922.10
3+940	4+017	258°30'	77.00	7942.10	8846.65
4+017	4+180	241°30'	163.00	7864.32	8703.40
4+180	4+214	269°30'	34.00	7864.02	8669.40
4+214	4+280	300°30'	66.00	7897.52	8612.53
4+280	4+344	211°00'	64.00	7842.66	8579.57
4+344	4+346.50	211°00'	2.50	7840.52	8578.28
4+346.50	4+353	211°00'	6.50	7834.95	8574.93
4+353	4+375	256°30'	22.00	7829.81	8553.54

TABLA No. 2

COORDENADAS DE PI DE LOCALIZACION

Est.	P.O.	Azimut	dist.	COORDENADAS TOTALES	
				Y	X
	POT			10000.00	10000.00
POT	PI1	122°19'51.2"	92.72	9950.41	10078.35
PI1	PI2	111°38'20.33"	230.72	9865.33	10292.81
PI2	PI3	139°00'00"	160.11	9744.49	10397.85
PI3	PI4	184°00'00"	163.89	9581.00	10386.42
PI4	PI5	133°30'00"	289.42	9381.78	10596.36
PI5	PI6	161°30'00"	261.97	9133.35	10679.46
PI6	PI7	83°30'00"	76.20	9141.98	10755.17
PI7	PI8	176°00'00"	144.33	8997.99	10765.24
PI8	PI9	196°00'00"	81.23	8919.91	10742.85
PI9	PI10	186°00'00"	100.00	8820.46	10732.40
PI10	PI11	225°01'48"	152.65	8712.57	10624.40
PI11	PI12	240°42'36"	304.90	8563.39	10358.49
PI12	PI13	267°56'24"	127.66	8558.80	10230.91
PI13	PI14	279°22'48"	227.72	8595.91	10006.23
PI14	PI15	234°00'00"	171.71	8495.80	9868.49
PI15	PI16	224°41'24"	175.32	8371.16	9745.20
PI16	PI17	268°00'00"	107.10	8367.42	9638.17
PI17	PI18	202°00'00"	63.50	8308.54	9614.38
PI18	PI19	172°14'24"	227.89	8082.74	9645.14
PI19	PI20	283°30'00"	171.30	8122.73	9478.58
PI20	PI21	252°48'36"	382.42	8009.73	9113.23
PI21	PI22	308°30'00"	81.40	8060.40	9049.55
PI22	PI23	214°30'00"	122.19	7959.20	8980.32
PI23	PI24	262°30'00"	134.82	7942.10	8846.65
PI24	PI25	241°30'00"	183.43	7854.57	8685.45
PI25	PI26	300°30'00"	84.62	7897.52	8612.53
PI26	PI27	211°00'00"	73.00	7834.95	8574.93
PI27	POT	256°30'00"	22.00	7829.81	8553.54



JUTIAPA, GUATEMALA

0 1 2 3 4 5

1:50,000

NORTE MAGNÉTICO

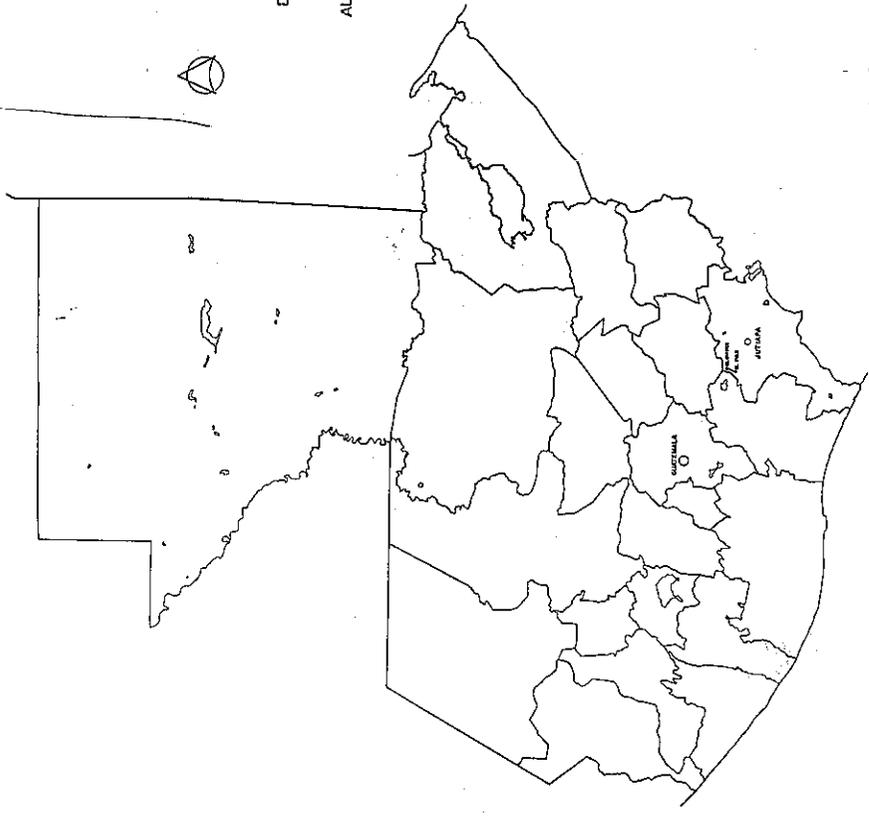
NORTE VERDADERO

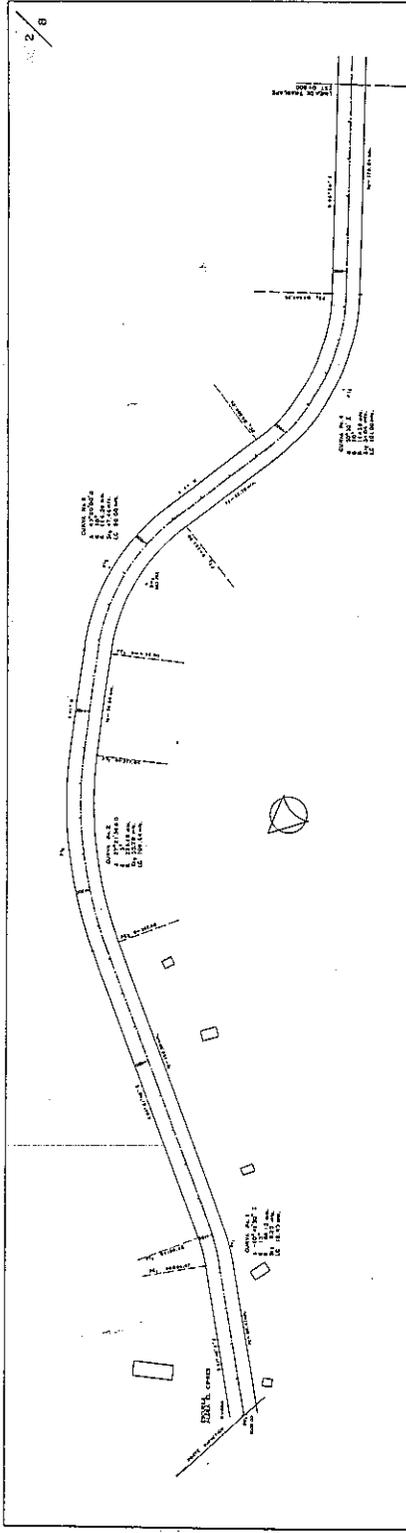


DISEÑO GEOMETRICO DE
CARRETERA
ALDEAS EL CIPRES-EL TULE

LONGITUD DEL PROYECTO
4,201.88 KM.

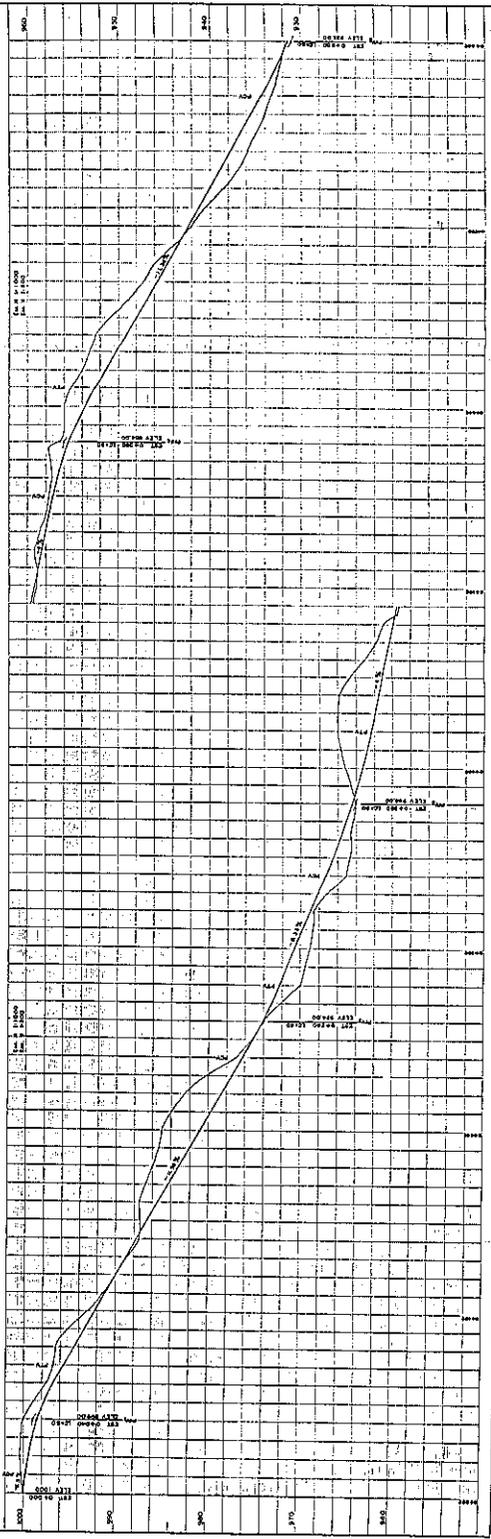
PROYECTO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central





PROYECTO DE LA CARRETERA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Bibliotec Central

ESTADO GUATEMALA



PLANTA
PERFIL

ESTADO GUATEMALA
CANTON DE SAN CARLOS
CANTON DE SAN CARLOS

PLANTA	1:1000
PROYECTO	...
FECHA	...

PERFIL	1:1000
PROYECTO	...
FECHA	...

J. FERRER, CO., LTD.
 150, Canal Street, Singapore
 Tel. 231-8666 - 232-9091

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Biblioteca Central

ESTACIONAMIENTO DE 1000 M. DE PROFUNDIDAD

