

300615

19

2y



Universidad La Salle

ESCUELA DE INGENIERIA

ESTUDIO COMPARATIVO DEL METODO TRADICIONAL
CON EL METODO ELECTRONICO PARA EL CALCULO DE
LA CURVA MASA

Tesis Profesional

Que para obtener el Titulo de
INGENIERO CIVIL
presenta

ALVARO VICTOR ROO CANCINO

México, D. F.

TESIS CON
FALLA LE ORIGEN

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	PAG.
I) <u>PROLOGO</u>	1
II) <u>INTRODUCCION</u>	4
Selección de Ruta	4
Anteproyecto	5
Proyecto	7
III) <u>GENERALIDADES</u>	9
1) Elementos básicos para el Proyecto	9
2) Alineamiento horizontal	51
3) Alineamiento vertical	74
4) Sección transversal	92
5) Proyecto de la subrasante y cálculo de los movimientos de terracerías	117
IV) <u>ESPECIFICACIONES GENERALES PARA PROYECTO</u>	
<u>GEOMETRICO DE CARRETERAS</u>	149
Recomendaciones generales	149
Tabla de clasificación y características de la carreteras	161
Figura de sección transversal en tangente de alineamiento horizontal	162
Tabla de ampliaciones, sobreelevaciones y transiciones	164
Relación de P.U.	168

V)	<u>PROYECTO DEFINITIVO</u>	178
	1) Datos y planos requeridos	178
	2) Revisión	179
	3) Proyecto Método Electrónico	181
	A) Cálculo de sobreelevaciones y ampliaciones	182
	B) Análisis de secciones críticas	188
	C) Proposición de subrasante	191
	D) Codificación de datos para envío a proceso	192
	E) Interpretación de resultados	202
	F) Dibujo de la ordenada de Curva Masa y análisis de la compensadora económica	206
	G) Cálculo de movimiento de tierra	213
	H) Cálculo de cantidades de obra	214
	I) Compensación automática de la ordenada de Curva Masa por medio del cálculo electrónico.	218
	4) Proyecto Método Tradicional	236
	A) Generalidades	236
	B) Cálculo de subrasante y espesores	237
	C) proyecto de secciones	239
	D) Cubicación y cálculo de Curva Masa	241
	ANEXO "A". Clave de compensación de Curva Masa	243
	ANEXO "B". Claves de terraplén a utilizar en - la columna 35 de la forma L-2.76	245

ANEXO "C". Claves de corte a utilizar en -
la columna 36 de la forma L-2.76 255

VI)	<u>PROYECTO ELABORADO POR AMBOS METODOS</u>	268
	1) Datos Preliminares	268
	A) Registro de campo	271
	B) Datos Geotécnicos	307
	C) Relación de obras de alcantarillado	311
	D) Especificaciones de proyecto	312
	2) Proyecto elaborado por el método electrónico	313
	3) Proyecto elaborado por el método tradicional	371
VII)	<u>CONCLUSIONES</u>	379
VIII)	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	384

1) PROLOGO

CAPITULO I

PROLOGO

El Gobierno Federal es el organismo más interesado del progreso cultural, económico, social y político de México. Y uno de los medios dentro del conjunto que existen para lograr este fin, es el desarrollo de la red nacional de carreteras, promoviendo ésta, la integración de los grupos marginados de la población y estimulando el desplazamiento de personas y el intercambio de ideas y mercaderías.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, es dentro del Gobierno Federal, la dependencia que tiene entre sus lineamientos de política general en materia de carreteras los siguientes:

- 1.- Conservar en buen estado la red existente, para asegurar - el servicio eficaz y permanente.
- 2.- Terminar al ritmo adecuado las obras iniciadas, buscando - la oportuna obtención de los beneficios previstos.
- 3.- Construir nuevas carreteras que sirvan a núcleos de población actualmente incomunicados y propicien la incorporación de zonas capaces de aumentar la producción.
- 4.- Construir obras que mejoren el sistema carretero en zonas ya comunicadas, cuando la demanda así lo requiera. Tal es el caso de ampliaciones, acotamientos y autopistas.

La citada Secretaría cuenta para cumplir con dichos lineamientos, con varias Direcciones, una de ellas y que es en la que me apoyo por ser la que mejor me permite cumplir con los objetivos de esta tesis, es la Dirección General de Carreteras Federales; más específicamente su Oficina de Terracerías que está comprendida dentro del Departamento de Proyecto Definitivo, que a su vez es parte de la Subdirección de Proyecto, que es una rama de la Dirección de Proyecto.

La tesis está estructurada de la siguiente forma: Inicio con los Capítulos de Introducción y Generalidades. No es mi objetivo disertar acerca de los principios y las leyes que rigen el Proyecto -- Geométrico de Carreteras, por lo tanto, el único motivo que tiene el Capítulo de Generalidades es de que aquellas personas que no conocen este tipo de Proyecto, aprendan algo acerca de éste y así puedan comprender con mayor facilidad el tema de la tesis, a desarrollar en -- los Capítulos posteriores a éste. Los mencionados Capítulos se refieren a una parte específica del Proyecto Geométrico, denominada Proyecto Definitivo en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes: -- Desde sus especificaciones, el análisis de los métodos que se utilizan para la obtención de la Curva Masa; y un Proyecto de la Carretera Querétaro - San Luis Potosí, en el Tramo Entronque San Miguel de Allende - Entronque Dolores, en el Subtramo del Km. 53 + 000 al Km.- 55 + 000 con Origen en Querétaro, Qro..

El Proyecto Definitivo se realiza mediante una combinación de cómputo electrónico con el llamado método convencional o tradicional.

En ocasiones se utiliza solamente éste último, pero la tendencia es a emplear únicamente el que se mencionó primero. Las razones son tema de ésta tesis.

Fue en el año de 1963 cuando la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, empezó a trabajar con una IBM 1401 en los Programas - de Alineamiento Horizontal, Alineamiento Vertical, Geometría de Secciones de Construcción y Cubicación de Terracerías. Paulatinamente se sucedieron las máquinas, se adaptaron y mejoraron los Programas exis tentes y se desarrollaron otros, hasta integrar el sistema actual de Proyecto Geométrico.

Los programas respectivos tienen por objeto evitar el trabajo rutinario, que representa el cálculo por medios tradicionales.

Por la manera en que se van analizando los conceptos, desde u na forma general hasta ir especificando en los más relevantes, consi dero que éste estudio comparativo del método electrónico con el mét do tradicional es un útil manual para cualquier persona que se dedi- que al cálculo de la Curva Masa.

II) INTRODUCCION

CAPITULO II

INTRODUCCION

Dada la situación económica del país, las inversiones en obras públicas dentro de las que están incluidas los caminos, deben producir los máximos beneficios a la colectividad con la mínima inversión posible. Una condición primordial para alcanzar este objetivo, es el conocimiento profundo de los problemas y la aplicación de las técnicas apropiadas para su resolución.

Lo anterior lleva a pensar que sólo deben ejecutarse aquellas obras cuyo proyecto se encuentre completamente detallado en todas sus partes. Para la elaboración correcta de ese proyecto, se requiere como base, que todos los estudios se hayan elaborado con la mayor precisión.

Por lo que se refiere al proyecto de carreteras dentro de la - Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se ha considerado toda -- una metodología que considera tres etapas: Selección de Ruta, Anteproyecto y Proyecto.

Selección de Ruta.

La Selección de Ruta consiste en realizar una serie de trabajos preliminares que básicamente comprenden el estudio comparativo de todas las rutas posibles y convenientes, para seleccionar en cada caso, la que ofrezca las mayores ventajas económicas y sociales.

Se entiende por ruta, la franja de terreno de ancho variable - entre dos puntos dentro de la cual es factible hacer la localización de un camino.

La selección de ruta es un proceso que involucra varias actividades, desde el acopio de datos, examen y análisis de los mismos, hasta los levantamientos aéreos y terrestres necesarios para determinar a este nivel los costos y ventajas de las diferentes rutas para elegir la más conveniente.

Para el anteproyecto se requiere establecer el trazo del camino previamente seleccionado, haciéndose necesario completar y definir los datos recogidos con anterioridad. Para esto último, se requiere un levantamiento topográfico.

El levantamiento se traducirá en un plano con curvas de nivel de la faja en estudio, un plano del perfil longitudinal del terreno - en el eje de la poligonal que sirvió de base para el levantamiento y un plano de secciones transversales a dicho eje.

Sobre estos planos se efectuará el anteproyecto del eje de la vía, hasta situar en ellos una línea que se considere cumpla con los requisitos establecidos para la carretera.

Anteproyecto

Es el resultado del conjunto de estudios y levantamientos topográficos que se llevan a cabo con base en los datos previos, para si-

tuar en planos obtenidos de esos levantamientos, el eje que seguirá - el camino.

Una vez obtenidos los planos con curvas de nivel a una escala apropiada, se inicia el estudio para el trazo del camino, considerando un número variable de posibilidades, hasta seleccionar la más conveniente que se tomará como tentativa del eje de la carretera, quedando así definidos los alineamientos horizontal y vertical.

Un trazo óptimo es aquel que se adapta económicamente a la topografía del terreno. Sin embargo, la selección de una línea y su - adaptabilidad al terreno, dependen de los criterios adoptados. Estos criterios a su vez dependen del tipo de volumen de tránsito previstos durante la vida útil del camino, así como de la velocidad de proyecto.

Por consiguiente, una vez clasificada la vía y fijadas las especificaciones que regirán el proyecto geométrico, se debe buscar una combinación de alineamientos que se adapten al terreno, planimétrica y altimétricamente y cumplan los requisitos establecidos.

En muchas ocasiones, algunos factores pueden llevar a forzar - una línea; entre ellos pueden citarse los requerimientos del derecho de vía, la división de propiedades, el efecto de la vía proyectada - sobre otras existentes, los cruces con ríos, las intersecciones con - otras carreteras ó ferrocarriles, las provisiones para lograr un buen drenaje, la naturaleza geológica de los terrenos donde se alojará la carretera.

Estos factores y otros semejantes que pudieran establecerse, - influyen en la determinación de los alineamientos horizontal y vertical de un camino. Alineamientos que dependen mutuamente entre sí, por lo que deben guardar una relación que permita la construcción con el menor movimiento de tierra posible y con el mejor balance entre los volúmenes que se produzcan de excavación y terraplén.

Proyecto

Es el resultado de los diversos estudios en los que se han considerado todos los casos previstos y se han establecido normas para la realización de la obra y para resolver aquellos otros casos que pueden presentarse como imprevistos.

La etapa de proyecto se inicia una vez situada la línea, con estudios de una precisión tal, que permiten definir las características geométricas del camino, las propiedades de los materiales que lo formarán y las condiciones de las corrientes que cruza.

Con respecto a las características geométricas, los estudios permitirán definir la inclinación de los taludes de cortes y terraplenes y las elevaciones de subrasante.

Referente a las propiedades de los materiales que formarán las terracerías, se dictan normas para su detección, explotación, manejo, tratamiento y compactación.

Las obras de drenaje quedarán definidas principalmente por las condiciones hidráulicas de las corrientes que cruza el camino, unidas a las características de los materiales en el cauce.

Buscando la mayor economía posible en las construcciones de las carreteras, se procede al cálculo de los movimientos de terracerías por medio del diagrama denominado curva masa; asimismo se dan los procedimientos que deben seguirse durante la construcción.

Todos aquéllos imprevistos que surjan durante la construcción de la obra, se resolverán con base en los estudios realizados en el proyecto de la misma, ampliándose éstos, para los casos que se crean necesarios.

III) GENERALIDADES

C A P I T U L O I I I

G E N E R A L I D A D E S

1.- ELEMENTOS BÁSICOS PARA EL PROYECTO

El Proyecto geométrico de un camino está basado en ciertas características físicas del individuo como usuario del camino, de los vehículos y del camino mismo. En este inciso se tratarán algunos aspectos relativos al usuario como conductor.

El Usuario.-

La planeación y el proyecto de carreteras así como el control y la operación del tránsito, requieren del conocimiento de las características físicas y psicológicas del camino.

Las siguientes condiciones del medio ambiente pueden afectar el comportamiento del usuario:

- a) La Tierra: Su uso y actividades
- b) El Ambiente Atmosférico: Estado del tiempo y visibilidad
- c) Obras Viales: Carreteras, ferrocarriles, puentes y terminales.
- d) La Corriente del Tránsito y sus Características.

En tanto que estas condiciones ambientales estimulan al usuario desde el exterior, este se ve afectado también por su propio sistema orgánico.

A.- Visión del Conductor.

Se considera de importancia para la tarea de manejar, la agudeza visual, la visión periférica, la recuperación al deslumbramiento, la percepción de colores y la profundidad de percepción.

a) Agudeza Visual.-

La máxima agudeza visual tiene lugar en un momento dado, en una pequeña porción del campo visual, limitada por un cono cuyo ángulo es de 3 grados, sin embargo es bastante sensible dentro de un cono visual de 5 a 6 grados y regularmente clara hasta 10 grados, siendo este el punto en el cual la agudeza visual disminuye rápidamente.

Es importante por consiguiente que las señales de tránsito sean diseñadas y colocadas de tal manera que queden dentro de un cono de visión de 10 grados.

b) Movimiento del Ojo.-

El conductor mueve los ojos sobre aquellas áreas que considera significativas; es por ello que la velocidad con que se mueven viene a ser de suma importancia conforme a la velocidad del tránsito aumenta. Para obtener una clara visión del tránsito en el ca

mino, es necesario que el ojo efectúe seis movimientos diferentes, todos los cuales representan tiempo mientras se recorre una distancia.

- El ojo debe fijarse en el objeto que va a ser visto. Esta pausa requiere de un tiempo promedio de 0.17 seg., variando de 0.1 segundos a 0.3 segundos.
- El ojo salta de un punto fijado al siguiente. Este tiempo varía de 0.029 a 0.100 segundos para movimientos de 50 a 40° respectivamente. El tiempo de reacción que se requiere para estos movimientos, varía de 0.125 a 0.235 segundos con un promedio cercano a los 0.2 segundos. Así que el tiempo requerido para mover el ojo varía de 0.15 a 0.33 segundos.
- El ojo debe seguir los elementos en movimiento en la corriente de tránsito.
- Ambos ojos deben moverse armoniosamente para que las pupilas puedan converger o diverger asegurando una visión binocular sobre los objetos que se mueven en el camino. El tiempo requerido para que los objetos puedan converger ó diverger para tener una visión binocular, varía de 0.3 a 0.5 segundos.
- El ojo debe moverse para compensar los movimientos de la cabeza.
- El ojo se mueve a menudo involuntariamente, respondiendo a ruidos u otra clase de estímulos.

c) Visión Periférica.-

Debido a la concentración visual, el rango de visión periférica efectiva se contrae al incrementarse la velocidad desde un ángulo central de 100° a 30 Km/h hasta un ángulo de 40° a 100 Km/h.

Un buen proyecto no se apoya en la visión periférica de los conductores, sino en el cono de agudeza - visual.

d) Visión en Condiciones de Deslumbramiento.-

La adaptación residual al cambio de luz, es una función de la retina. La operación del tránsito y la iluminación, deben tomar en cuenta el problema de recuperación al pasar a condiciones de luz mucho más bajas después de entrar en un túnel ó al encontrarse con deslumbramientos producidos por los faros de los vehículos.

e) Percepción del Espacio.-

Los valores del espacio y del tiempo de percepción basados en la visión, permiten que el conductor se forme juicios de su propio comportamiento, así como del comportamiento de los demás en la corriente del tránsito.

Ejemplos de la necesidad que tiene el conductor para percibir el espacio, son el uso de marcas en el pavimento, guías para estacionamiento, delineación de calles y entronques para obtener ángulos visua--

les grandes, etc.

f) Altura del Ojo del Conductor.-

La altura del ojo del conductor sobre la superficie del camino, ha sufrido una disminución gradual a través de los años, reduciendo la distancia de visibilidad en muchas situaciones.

América, durante el período de 1930 a 1960, la altura del ojo fue cambiada para fines de investigación de 1.37 m. a 1.14 m. y la altura del objeto se - - aumentó de 0.10 m. a 0.15 m.

B) Tiempo de Reacción del Conductor.

El breve intervalo de tiempo entre ver, oír o sentir y empezar a actuar en respuesta al estímulo de una situación del tránsito ó del camino, se conoce como "Tiempo de Reacción". Idealmente esta respuesta del conductor requiere de un tiempo para percepción, intelección, - emoción y volición (voluntad).

Los tiempos de reacción del conductor están involucrados en la determinación de distancias de visibilidad - de parada, velocidades de seguridad en los accesos a - intersecciones y en la programación de semáforos.

El Vehículo

Una carretera tiene por objeto permitir la circulación rápida, económica, segura y cómoda de vehículos autopropulsados sujetos al control de un conductor. Por tanto, la carretera debe proyectarse de acuerdo a las características del vehículo que la va a usar y considerando en lo posible, las reacciones y limitaciones del conductor.

A) Clasificación

La tabla 1 muestra la clasificación general de los vehículos, así como la proporción en que intervienen en la corriente de tránsito, de acuerdo con los estudios de origen y destino, realizados hasta la fecha indicada.

B) Características Geométricas y de Operación.

En el proyecto de los elementos de una carretera, deben tenerse en cuenta las características geométricas y de operación de los vehículos. Las características geométricas están definidas por las dimensiones y el radio de giro. Las características de operación están definidas principalmente por la relación peso/potencia, la cual en combinación con otras características del vehículo y del conductor, determina la capacidad de aceleración y desaceleración, la estabilidad en las curvas y los costos de operación.

TIPO DE VEHICULO	NUM. DE EJES	ESQUEMAS		SIMBOLO	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE CAMIONES		PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE VEHICULOS		
		PERFIL	PLANTA						
VEHICULOS LIGEROS	AUTOMOVILES	2			Ap	—	46	58	
	CAMIONETAS				Ac		12		
VEHICULOS PESADOS	AUTOBUSES	2			B	—	12	42	
	CAMIONES	2			C2	73	100		30
		3			C3	13			
					T2-S1				
		4			T2-S2	7			
		5			T3-S2	7			
					T2-S1-R2				
	OTRAS COMBINACIONES								
VEHICULOS ESPECIALES	CAMIONES V/O REMOLQUES ESPECIALES	VARIABLE			En n=variable	VARIABLE			
	MAQUINARIA AGRICOLA								
	BICICLETAS Y MOTOCICLETAS								
	OTROS								

FUENTE: S.O.P.-

PROMEDIO DE LOS ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO DEL 1 AL 38 (1960 A 1970)

TABLA 1 CLASIFICACION GENERAL DE LOS VEHICULOS

a) Dimensiones.- En la figura 1 se muestran las dimensiones de los vehículos ligeros y pesados que deben tomarse en cuenta para el proyecto geométrico de carreteras. Estas dimensiones son:

L = Longitud total del vehículo

DE= Distancia entre los ejes más alejados de la unidad.

DET=Distancia entre los ejes más alejados del tractor.

DES=Distancia entre la articulación y el eje del semirremolque. Cuando el semirremolque tiene ejes en tándem esta distancia se mide hasta el centro del tándem.

Vd= Vuelo delantero

Vt= Vuelo trasero

Tt= Distancia entre los ejes del tándem del tractor.

Ts= Distancia entre los ejes del tándem del semirremolque.

Dt= Distancia entre el eje delantero del tractor y el primer eje del tándem.

Ds= Distancia entre el eje posterior del tándem del tractor y el eje delantero del tándem del semirremolque.

A = Ancho total del vehículo

EV= Distancia entre las caras extremas de las ruedas (entre vía)

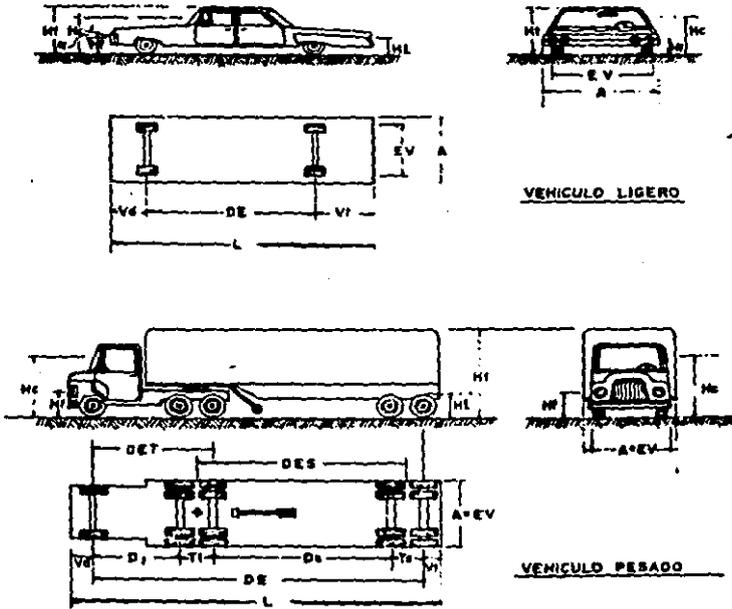


FIGURA 1 DIMENSIONES DE LOS VEHICULOS LIGEROS Y PESADOS

Ht = Altura total del vehículo.
Hc = Altura de los ojos del conductor
Hf = Altura de los faros delanteros
Hl = Altura de las luces posteriores
a = Angulo de desviación del haz luminoso de los faros.

b) Radio de Giro y Trayectoria de las Ruedas.- El radio de giro es el radio de la circunferencia definida por la trayectoria de la rueda delantera externa del - - vehículo, cuando ésta efectúa un giro.

El radio de giro, las distancias entre ejes y la entreeva del vehículo, definen la trayectoria que siguen las ruedas cuando el vehículo efectúa giro. - - Estas trayectorias especialmente la de la rueda delantera externa y la trasera interna, sirven para calcular las ampliaciones en las curvas horizontales de una carretera y para diseñar la orilla interna de la calzada en los ramales de las intersecciones. El radio de giro mínimo está limitado por la deflexión máxima de las ruedas. En los vehículos modernos la rotación máxima de las ruedas es de 50°.

A la distancia entre los límites exteriores de las huellas, de la llanta delantera externa y trasera interna, se le llama distancia entre huellas externas y la entreeva se le denomina desplazamiento de la huella y se le representa con la letra "d", esto es:

$$d = U - EV$$

Para vehículos sencillos, sin remolques articulados y con distancia entre ejes relativamente corta, utilizamos las fórmulas de la figura 2 que nos indican cómo calcular el ancho de vehículo en curva.

Cuando el vehículo consta de tractor semirremolque - y/o remolque, el desplazamiento se calculará como si gue:

Desplazamiento de la huella del tractor (dt):

$$dt = R_G - \sqrt{R_G^2 - (DET)^2}$$

Desplazamiento de la huella del semirremolque (ds):

$$ds = (R_G - dt) - \sqrt{(R_G - dt)^2 - (DES)^2}$$

Desplazamiento total de la huella del vehículo

$$d = dt + ds$$

$$FA = \sqrt{R_G^2 + Vd(2 DET. + Vd)} - RG \text{ y } Fb = 0$$

- c) Relación Peso/Potencia.- El peso del vehículo cargado y la potencia de su motor son los factores más importantes que determinan las características y costos de operación de un vehículo en la carretera.

La relación peso/potencia se expresa en términos del peso total del vehículo cargado, en kilogramos y la potencia neta del motor expresada en caballos de fuerza (HP).

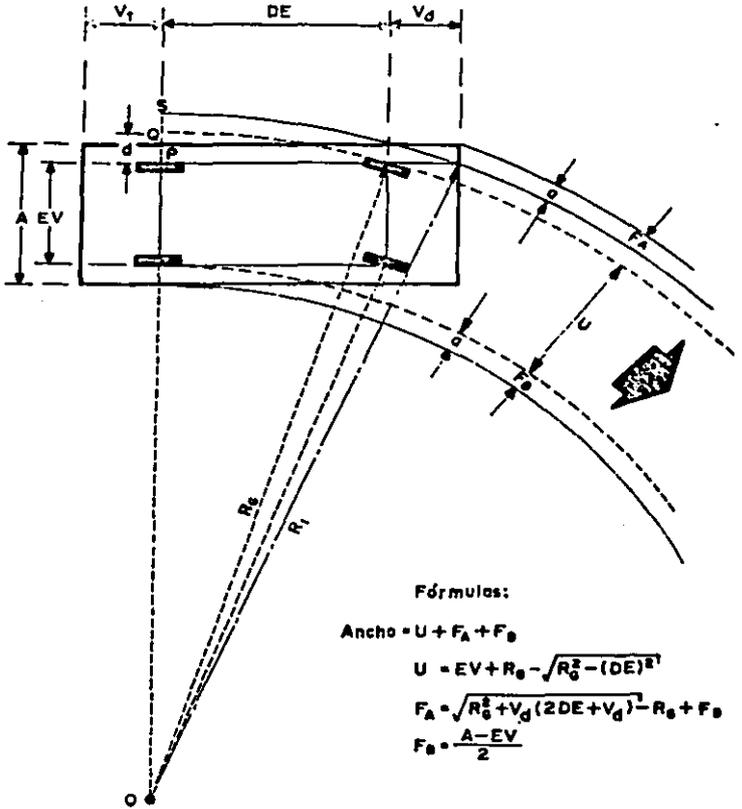


FIGURA 2 ANCHO DEL VEHICULO EN CURVA

d) **Aceleración y Desceleración.**- Un vehículo acelera - cuando la fuerza tractiva que genera el motor es mayor que las resistencias que se oponen al movimiento del vehículo y descelera cuando las resistencias que se oponen al movimiento son mayores que la fuerza - tractiva generada. Cuando las resistencias son iguales a la fuerza tractiva, el vehículo se mueve a una velocidad constante y entonces se dice que ha llegado a su velocidad de régimen.

La fuerza de que dispone el vehículo para acelerarse ó descelerarse, viene dada por la expresión:

$$F_D = F_T - (R_A + R_R + R_F + R_P)$$

En donde:

F_D = Fuerza disponible para acelerar ó desacelerar el vehículo en kg. (cuando esta fuerza es positiva el vehículo acelera; si es negativa, el vehículo desacelera.)

F_T = Fuerza tractiva neta del vehículo en kg. Es generada por el motor menos las resistencias internas producidas por los mecanismos de transmisión y las pérdidas producidas por la altura sobre el nivel del mar y otros factores.

R_A = Resistencia producida por el aire al movimiento del vehículo, en kg.

R_R = Resistencia al rodamiento producida por la deformación de la llanta y la superficie de rodamiento, en kg.

R_f = Resistencia producida por la fricción entre llanta y superficie de rodamiento cuando se aplican los frenos, en kg.

R_p = Resistencia que ofrece la pendiente al movimiento del vehículo, en kg. Cuando la pendiente es ascendente, ofrece resistencia al avance del vehículo pero cuando es descendente, favorece este movimiento.

Las fuerzas y resistencias anteriores, se calculan de la siguiente manera:

- Fuerza tractiva.

$$F_T = \frac{P}{V} K$$

en donde: $K = e_1 \cdot e_2$

F_T = Fuerza tractiva, en kg.

V = Velocidad en m/seg.

P = Potencia, en kg. - m/seg.

e_1 = Eficiencia según la altura sobre el nivel del mar.

$$e_1 = 1.09 \cdot 10^{-4} h \text{ para } h \geq 900 \text{ m.}$$

h = Altura sobre el nivel del mar en metros.

e_2 = Eficiencia mecánica. Varía entre 0.88 y 0.95, si expresamos la potencia en caballos de fuerza y la velocidad en kilómetros por hora, la expres-

sión anterior queda:

$$F_T = \frac{270}{V} \frac{HP}{K}$$

El valor de K varía entre 0.70 y 0.95

- Resistencia del aire.

$$R_A = K_A \cdot AV^2$$

RA = Resistencia del aire, en kg.

A = Area frontal del vehículo, en m²

V = Velocidad del viento, en km/h. Para fines de cálculo se considera que la velocidad del viento, es igual a la velocidad del vehículo.

KA = Factor que usualmente varía entre 0.005 y 0.006.

- Resistencia al rodamiento.

$$R_R = K_R \cdot W$$

R_R = Resistencia al rodamiento, en kg.

W = Peso total del vehículo, en kg.

K_R = Para las condiciones usuales de las llantas, este factor varía según el tipo de superficie de rodamiento: Asfalto ó concreto 0.008 a 0.010
Revestimiento 0.020 a 0.025
Tierra 0.080 a 0.160

- Resistencia por fricción en el frenado

$$R_f = W \cdot f$$

R_f = Resistencia por fricción en el frenado, en kg.

W = Peso total del vehículo

f = Coeficiente de fricción longitudinal entre llanta y pavimento.

Para fines de proyecto se emplean los coeficientes -
enlistados a continuación (para pavimento mojado)

<u>Velocidad en Km/H.</u>	<u>Coefficiente de Fricción Longitudinal (f)</u>
30	0.400
40	0.380
50	0.360
60	0.340
70	0.325
80	0.310
90	0.305
100	0.300
110	0.295

- Resistencia por pendiente.

$$R_p = \frac{WP}{100}$$

R_p = Resistencia por pendiente, en kg.

W = Peso total del vehículo, en kg.

P = Pendiente de la tangente del alineamiento, en -
por ciento.

Una vez calculada la fuerza disponible para acelerar
o desacelerar el vehículo (F_D), puede encontrarse el
tiempo y la distancia que necesita un vehículo para
adquirir una velocidad dada.

$$A1 = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2a} \quad : \quad At = \frac{V_2 - V_1}{a}$$

Siendo $a = \frac{9.81 \times F_D}{W}$ (m./seg.²)

A1 = Longitud que requiere el vehiculo para pasar - de la velocidad inicial (V1) a la velocidad - final (V2), en metros.

g = Aceleración de la gravedad = 9.81 m./seg.²

V1 = Velocidad inicial, en metros/segundo.

V2 = Velocidad final, en metros/segundos

At = Tiempo requerido para pasar de la velocidad - inicial (V1) a la velocidad final (V2)

a = Aceleración, en m./seg.².

Si expresamos la velocidad en km/h. y sustituimos las expresiones anteriores, quedarán:

$$A1 = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2a} = \frac{W}{254 F_D} (V_2^2 - V_1^2)$$

$$At = \frac{V_2 - V_1}{a} = \frac{W}{35.4 F_D} (V_2 - V_1)$$

V2 = Velocidad final, en kms./hora

V1 = Velocidad inicial, en kms./hora

Las expresiones anteriores permiten proyectar todos aquellos elementos del camino en que intervengan la aceleración y desaceleración de los vehiculos

Cuando se calcula la longitud de aceleración o desaceleración de los vehiculos en tangentes del aline

miento vertical, el cálculo debe hacerse por incrementos de velocidad, ya que el tiempo y la longitud dependen de la velocidad. Se recomiendan incrementos - de 2 kms/hora.

- e) Estabilidad en las Curvas.- Un vehículo es estable - cuando no tiene tendencia a salirse de la trayectoria que le fija el conductor por medio del volante. La - inestabilidad del vehículo procede generalmente de - las fuerzas transversales a que está sujeto, ya sea por asimetrías internas tales como carga mal distribuida, neumáticos desinflados y mecanismos de suspensión defectuosos, o bien por la fuerza centrífuga - que aparece cuando el vehículo describe una curva. La inestabilidad debida a la fuerza centrífuga puede manifestarse de dos maneras: por deslizamiento ó por volcamiento. Cuando las fuerzas que tienden a hacer deslizar el vehículo son mayores de las fuerzas que mantienen al vehículo en su trayectoria, el vehículo se desliza; cuando la resultante de las fuerzas del polígono formado por los puntos de contacto de las - ruedas con el pavimento, el vehículo vuelca. Considérese un vehículo que se mueve a una velocidad V (m/seg.) sobre una curva circular horizontal de ra dio R (m) que forma un ángulo α con la horizontal (ver figura 3).

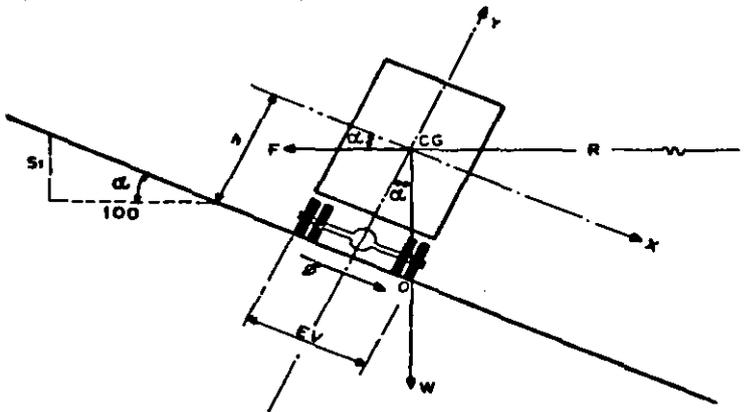


FIGURA 3 ESTABILIDAD DEL VEHICULO EN LAS CURVAS

Las fuerzas que actúan sobre el vehículo, son el peso W (kg.), la fuerza centrífuga F (kg.) y la fuerza de fricción entre llantas y pavimentos (kg.)

Si el radio y la sobreelevación están fijos, la velocidad máxima de seguridad para que no ocurra volcamiento, será:

$$V = \sqrt{\frac{g^R (EV) - 2 g R h S}{S (EV) - 2 h}}$$

Este valor de la velocidad debe ser menor que el valor de la velocidad máxima de seguridad por deslizamiento.

Si el radio, la sobreelevación y el coeficiente de fricción lateral están fijos, la velocidad máxima segura para que no ocurran deslizamientos, será:

$$V = \sqrt{\frac{S + \mu}{0.00785}} R$$

De esta relación puede encontrarse también el radio mínimo para que no ocurra deslizamiento de un vehículo, viajando por la curva a la velocidad V .

De la figura 3:

- Si $W \sin \alpha = F \cos \alpha$. La velocidad que produce este efecto se llama velocidad de equilibrio.
- Si $W \sin \alpha \neq F \cos \alpha$. La fuerza de fricción actúa hacia dentro y el vehículo tiende a volcarse hacia el lado exterior de la curva.

Los valores del coeficiente de fricción lateral μ - se encuentran en la figura 2, del Cap. III-4.

- f) Costos de Operación.- Los costos de operación de un vehículo, pueden dividirse en 2 categorías: costos - fijos y costos variables. Los costos fijos son aquellos que no dependen directamente de la distancia recorrida por el vehículo, tales como amortización, - interés del capital, seguros e impuestos; usualmente se expresan por unidad de tiempo. Los costos variables dependen directamente de las distancias recorridas por el vehículo, tales como: consumos de combustibles, lubricantes, llantas y las reparaciones y - servicios; usualmente se expresa por unidad de longitud.
- g) Tendencias.- En el trayecto de una carretera no solamente deben considerarse las dimensiones de los vehículos actuales, sino que también deben tomarse en cuenta las tendencias de esas características a - - través del tiempo, para prever hasta donde sea posible las modificaciones que puedan sufrir los vehículos durante el lapso de previsión del camino. Las características del vehículo que conviene analizar son las que se refieren a las dimensiones, al radio de - giro mínimo y a la relación peso/potencia.

CARACTERISTICAS		VEHICULO DE PROYECTO					
		DE-335	DE-450	DE-610	DE-1220	DE-1525	
DIMENSIONES	Longitud total del vehículo	L	580	730	915	1525	1678
	Distancia entre ejes extremos del vehículo	DE	335	450	610	1220	1525
	Distancia entre ejes extremos del tractor	DET	—	—	—	397	915
	Distancia entre ejes del semirremolque	DES	—	—	—	762	1610
	Vuelo delantero	Vd	92	100	122	122	92
	Vuelo trasero	Vt	153	180	183	183	61
	Distancia entre ejes tándem tractor	Tt	—	—	—	—	122
	Distancia entre ejes tándem semirremolque	Ts	—	—	—	122	122
	Distancia entre ejes inferiores tractor	DI	—	—	—	397	488
	Dist. entre ejes inferiores tractor y semirremolque	DS	—	—	—	701	793
	Ancho total del vehículo	A	214	244	259	259	259
	Entrenamiento del vehículo	EV	183	244	259	259	259
	Altura total del vehículo	Ht	167	214-412	214-412	214-412	214-412
	Altura de los ejes del conductor	Hc	114	114	114	114	114
	Altura de los faros delanteros	Hf	61	61	61	61	61
Altura de los faros traseros	Ht	61	61	61	61	61	
Angulo de desviación del haz de luz de los faros	α	1°	1°	1°	1°	1°	
Radio de giro mínima (cm)	Rg	732	1040	1281	1220	1372°	
Peso total (Kg)	Vehículo vacío	Wv	2500	4000	7000	11000	14000
	Vehículo cargado	Wc	5000	10000	17000	25000	30000
Relación Peso/Potencia (Kg/HP)	$\frac{W}{P}$	45	90	120	180	180	
VEHICULOS REPRESENTADOS POR EL DE PROYECTO		A _p y A _c	C2	B-C3	T2-S1 T2-S2	T3-S2 OTROS	
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA DISTANCIA ENTRE EJES EXTREMOS (DE) ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO	A _p y A _c	99	100	100	100	100	
	C2	30	90	99	100	100	
	C3	10	75	99	100	100	
	T2-S1	0	0	1	80	99	
	T2-S2	0	0	1	93	78	
T3-S2	0	0	1	18	90		
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA RELACION PESO/POTENCIA ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO	A _p y A _c	98	100	100	100	100	
	C2	62	98	100	100	100	
	C3	20	82	100	100	100	
	T2-S1	6	85	100	100	100	
	T2-S2	6	42	98	98	98	
T3-S2	2	35	80	80	80		

TABLA 2 CARACTERISTICAS DE LOS VEHICULOS DE PROYECTO

C) Vehículos de Proyecto.

Un vehículo de proyecto es un vehículo hipotético cuyas características se emplearán para establecer los lineamientos que regirán el proyecto geométrico de caminos e intersecciones.

El vehículo de proyecto debe seleccionarse de manera que represente un porcentaje significativo del tránsito que circulará por el camino, y las tendencias de los fabricantes a modificar las características de los vehículos.

En la tabla 2 se resumen las características de los - - vehículos de proyecto.

Tránsito

Al proyectar una carretera, la selección del tipo de camino, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen - fundamentalmente de la demanda, es decir, del volumen de - tránsito que circulará en un intervalo de tiempo dado, su - variación, su tasa de crecimiento y su composición.

Un error en la determinación de estos datos ocasionará que la carretera funcione durante el período de previsión, bien con volúmenes de tránsito muy inferiores a aquellos para - los que se proyectó ó que se presenten problemas de congestión.

A) Definiciones.

Volumen de Tránsito.- Es el número de vehículos que -
pasan por un tramo de la carretera en un intervalo de -
tiempo dado; los intervalos más usuales son la hora y -
el día y se tiene el tránsito horario TH y el tránsito
diario TD.

Densidad de Tránsito: Es el número de vehículos que se
encuentran en una cierta longitud de camino en un ins--
tante dado.

Tránsito Promedio Diario: Es el promedio de los volúme-
nes diarios registrados en un determinado período. Los
más usuales son el tránsito promedio diario semanal - -
TPDS y el tránsito promedio diario anual TPDA.

Tránsito Máximo Horario: Es el máximo número de vehícu-
los que pasan en un tramo del camino durante una hora,
para un lapso establecido de observación, normalmente -
un año.

Volumen Horario de Proyecto: Volumen horario de tránsito
que servirá para determinar las características geomé--
tricas del camino. Se presenta como VHP.

Tránsito Generado: Es el volumen de tránsito que se ori
gina por la construcción o mejoramiento de ala carrete
ra y/o por el desarrollo de la zona por donde cruza.

Tránsito Desviado ó Inducido: Es la parte del volumen - de tránsito que circulaba antes por otra carretera y - cambia su itinerario para pasar por la que se construye ó se mejora.

B) Determinación del Volúmen de Tránsito.

Para conocer los volúmenes de tránsito en los diferen-- tes tramos de una carretera, se utilizan como fuentes - los datos obtenidos de los estudios de origen y destino (su objeto primordial es conocer el movimiento del trán-- sito en cuanto a los puntos de partida y de términos de los viajes), los aforos por muestreo y los aforos conti-- nuos en estaciones permanentes.

C) Composición y Distribución del Tránsito por Sentidos.

Para determinar las características geométricas de un - proyecto carretero, es necesario analizar de acuerdo - con el nivel de servicio que se pretenda que debe pro-- porcionar el camino durante el período de previsión, la composición y distribución del tránsito por sentidos.

La fluidez del tránsito depende, además del volumen de tránsito, del porcentaje relativo de vehículos con ca-- racterísticas diferentes y de su distribución por senti-- dos.

La distribución del tránsito por sentidos de circulación,

es fundamental en el proyecto de carreteras de dos ó más carriles, ya que puede obligar a prever una capacidad mayor.

D) Predicción del Tránsito.

Es una estimación del tránsito futuro.

Velocidad.

La velocidad es un factor muy importante en todo proyecto y factor definitivo al calificar la calidad del flujo del tránsito. Su importancia como elemento básico para el proyecto, queda establecida por ser un parámetro en el cálculo de la mayoría de los demás elementos de proyecto.

Con excepción de una condición de flujo forzado, normalmente existe una diferencia significativa entre las velocidades a que viajan los diferentes vehículos dentro de la corriente de tránsito. Esta disparidad en la velocidad, ha conducido al uso de velocidades representativas; frecuentemente la velocidad representativa, es la velocidad media.

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^N d/t_i}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N v_i}{N}$$

\bar{V}_t = Velocidad media con respecto al tiempo.
d = Distancia recorrida.
 t_i = Tiempo de recorrido para el vehículo i.
N = Número total de vehículos observados.
 v_i = Velocidad del vehículo i.

$$V_d = \frac{Nd}{\sum_{i=1}^N t_i}$$

V_d = Velocidad media con respecto a la distancia.
d = Distancia recorrida
 t_i = Tiempo de recorrido del vehículo i.
N = Número total de vehículos observados.

$$\bar{V}_t = \bar{V}_d + \frac{\bar{V}_d^2}{V_d} \quad \bar{V}_t > \bar{V}_d$$

V_d = Desviación estandar de la distribución de velocidades con respecto a la distancia.

A) Definiciones.

- a) Velocidad de punto. Es la velocidad de un vehículo a su paso por un punto de un camino.
- b) Velocidad de Marcha.- Es la velocidad de un vehículo en un tramo del camino.

- c) **Velocidad de Operación.**- Es la máxima velocidad a la cual un vehículo puede viajar en un tramo de un camino, bajo las condiciones atmosféricas favorables, sin rebasar en ningún caso la velocidad de proyecto del tramo.
- d) **Velocidad Global.**- Es el resultado de dividir la distancia recorrida por un vehículo entre el tiempo total de viaje.
- e) **Velocidad de Proyecto.**- Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino y se utiliza para determinar los elementos geométricos del mismo.
- f) **Velocidad de Proyecto Ponderada.**- Cuando dentro de un tramo bajo estudio existen subtramos con diferentes velocidades de proyecto, la velocidad representativa del tramo será el promedio ponderado de las diferentes velocidades de proyecto.

B) **Velocidad de Punto.**

En la velocidad de punto influye el usuario, el vehículo, el camino, el volumen de tránsito, la velocidad permitida y las condiciones prevaletientes.

C) Velocidad de Marcha.

La velocidad de marcha se obtiene dividiendo la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinado de ellos, entre la suma de los - - tiempos de recorrido correspondiente.

La velocidad de marcha a la que circulan los vehículos en un camino, es una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios, por lo tanto para fines de proyecto, es necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por el camino para diferentes volúmenes de tránsito.

D) Velocidad de Proyecto.

La selección de la velocidad de proyecto, está influida principalmente por la configuración topográfica del terreno, el tipo de camino, los volúmenes de tránsito y - el uso de la tierra.

Una vez seleccionada, todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado.

Al proyectar un tramo de un camino, es conveniente, aun que no siempre factible, suponer un valor constante para la velocidad de proyecto. Los cambios en la topografía pueden obligar a hacer cambios en la velocidad de -

proyecto en determinados tramos. Cuando éste sea el caso, la introducción de una velocidad de proyecto mayor ó menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir a los conductores cambiar su velocidad gradualmente, antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto.

Donde los elementos físicos del camino son el principal control de la velocidad y donde la mayoría de los conductores estén condicionados a operar casi todo el tiempo bajo los límites de velocidad comunes en nuestros días, una velocidad límite de 110 km/h. satisfará un porcentual de velocidad, únicamente un pequeño porcentaje de los conductores operarán sus vehículos a velocidades mayores, cuando el volumen es bajo y todas las demás condiciones son favorables.

Se pueden establecer en México los siguientes límites de velocidad de proyecto: 30 km/h. y 110 km/h. Asimismo, la variación recomendada para la velocidad de proyecto de diferentes caminos, debe estar basada en incrementos de 10 km/h.

Relación entre la velocidad, el volumen y la densidad:

En la operación de un camino, el volumen, la velocidad y la densidad de tránsito, están íntimamente relacionados.

Volumen es el número de vehículos que pasan por un tramo de un camino en una unidad de tiempo.

Densidad es el número de vehículos que permanecen en el tramo por unidad de longitud en un momento dado.

Dimensionalmente: $T = VD$

en donde:

T = Volumen de tránsito, en vehículos/hora.

V = Velocidad del tránsito.

D = Densidad de tránsito, en vehículos/km..

$$C = \frac{D_m V_m}{4}$$

C = Capacidad (vehículo/hora)

V_m = Velocidad a bajo volumen (km./h.)

D_m = Densidad en congestión (vehículo/km.).

Distancia de Visibilidad.

A la longitud de carretera que un conductor ve continuamente delante de él, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables, se le llama distancia de visibilidad. En general, se consideran dos distancias de visibilidad: la distancia de visibilidad de parada y la distancia de visibilidad de rebase.

A) Distancia de visibilidad de parada.

Es la distancia de visibilidad mínima necesaria para que un conductor que transita a, ó cerca de la velocidad de proyecto, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él. Es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera.

$$D_p = d + d^1$$

DP = Distancia de visibilidad de parada.

d = Distancia de reacción

d^1 = Distancia de frenado.

$$d = Kvt$$

d = Distancia de reacción (m.)

t = Tiempo de reacción (seg.)

V = Velocidad del vehículo (km/h.)

K = Factor de conversión de km/h. a m/seg., igual a 0.278.

$$d^1 = \frac{v^2}{254 (f + p)}$$

d^1 = Distancia de frenado

V = Velocidad del vehículo (km/h.)

f = Coeficiente de fricción longitudinal.

p = Pendiente de la carretera.

Sustituyendo las dos fórmulas anteriores en la de $D_p = d + d^1$, obtenemos la distancia de visibilidad de parada, en metros.

En dichas fórmulas se ha supuesto que el vehículo se detiene por la sola aplicación de los frenos, despreciando la inercia de las partes móviles, las resistencias internas, la resistencia al rodamiento, la resistencia del aire y la variación en la eficiencia de los frenos.

Las variables no consideradas están involucradas implícitamente en el tiempo de reacción y en el coeficiente de fricción longitudinal. Este coeficiente μ varía a su vez con la velocidad, con la presión, tipo y estado de las llantas y con el tipo y estado de la superficie de rodamiento.

Para proyecto debe utilizarse un tiempo de reacción de 2.5 segundos. El coeficiente de fricción longitudinal (f) varía según la velocidad, así:

Velocidad de Proyecto (km/h.)	Coefficiente de Fricción
30	0.400
40	0.380
50	0.360
60	0.340
70	0.325

Velocidad de Proyecto (km/h.)	Coefficiente de Fricción
80	0.310
90	0.305
100	0.300
110	0.295

B) Distancia de visibilidad de rebase.

Se dice que un tramo de carretera tiene distancia de visibilidad de rebase, cuando la distancia de visibilidad en ese tramo es suficiente para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra.

La distancia de visibilidad de rebase se aplica a carreteras de dos carriles, en carreteras de cuatro ó más carriles, la maniobra de rebase se efectúa en carriles con la misma dirección de tránsito, por lo que no hay peligro de interferir con el tránsito de sentido opuesto; las maniobras de rebase que requieren cruzar el eje de un camino de cuatro ó más carriles sin faja separadora central, son tan peligrosas que no deben permitirse.

No es posible establecer criterios rígidos para determinar la frecuencia y longitud de los tramos de rebase que debe tener una carretera de dos carriles, ya que depende de variables, tales como el volumen de tránsito, la configuración topográfica, la velocidad de proyecto, el costo y el nivel de servicio deseado; sin embargo es aconsejable proporcionar tantos tramos de rebase como sea económicamente posible.

Para proyecto, la expresión para calcular la distancia de visibilidad de rebase mínima es:

$$D_R = 4.5 V$$

En donde D_R es la distancia mínima de visibilidad de rebase en metros y V la velocidad de proyecto en km./h.

C) Medida y registro de la distancia de visibilidad.

La distancia de visibilidad es un elemento que debe tenerse presente desde las etapas preliminares del proyecto. Determinando gráficamente sobre los planos las distancias de visibilidad y anotándolas a intervalos frecuentes, el proyectista puede apreciar de conjunto todo el trazo y realizar un proyecto más equilibrado, con un mínimo de correcciones en la planta y el perfil.

Puesto que la distancia de visibilidad en el camino cambiará rápidamente en tramos cortos, se debe medir la distancia de visibilidad en los alineamientos horizontal y vertical, anotando la menor. En caminos de dos carriles deben medirse las distancias de visibilidad de parada y rebase; en caminos de carriles múltiples, únicamente las distancias de visibilidad de parada.

Para medir la distancia de visibilidad se considera la altura de los ojos del conductor sobre el pavimento, de 1.14 m.

Para medir la distancia de visibilidad de parada, la altura del objeto que debe ver el conductor, es de 0.15 m.

Para medir la distancia de visibilidad de rebase, se fijó una altura del objeto de 1.37 m., con la cual se cubre la altura de la mayoría de los automóviles.

Durante la noche, la distancia de visibilidad queda condicionada por la zona iluminada por los faros del vehículo. Para fines de proyecto de curvas verticales en columpio, se considera que los faros del vehículo están a 0.61 m. sobre el pavimento y los rayos luminosos del cono proyectado, forman un ángulo de 1° , con la prolongación del eje longitudinal del camino.

Los registros de distancias de visibilidad son muy -
útiles para calcular la capacidad y/o nivel de servi
cio, facilitan la verificación y revisión del proyec
to y sirven de guía para señalar las zonas en donde
debe prohibirse rebasar.

D) Distancias de visibilidad en curvas horizontales.

En las curvas horizontales, la altura del objeto no
es un factor determinante en la distancia de visibi
lidad de parada. Cuando existe un obstáculo lateral,
si el parámetro del obstáculo es vertical, todos los
objetos de cualquier altura sobre la superficie del
camino, se pueden ver a la misma distancia. Cuando -
el obstáculo es el talud de un corte, la distancia -
de visibilidad se ve afectada por la altura del obje
to, pero este efecto es tan pequeño para el rango de
alturas considerando que podría despreciarse. Para -
ser consistentes con lo expresado anteriormente, la
altura del ojo debe considerarse a 1.14 m. sobre el
pavimento y la altura del objeto a 0.15 m. En los -
cortes, la visual es tangente al talud del corte a -
una altura de 0.60 m. ó 1.20 m. según se trate de -
analizar la distancia de visibilidad de parada ó la
de rebase.

Para calcular la distancia a obstáculos laterales, -
hacemos uso de las siguientes expresiones:

$$m = \frac{D^2}{8 R_1}; \quad P = \frac{D^2}{8 R_1} - \frac{a + A}{4}; \quad R_1 = R - \left[\frac{a + 3A}{4} \right]$$

en donde:

a= Ancho de calzada en tangente (m.)

A= Ampliación de la calzada en curva (m.)

R_1 =Radio de la trayectoria del conductor (m.)

m= Distancia del obstáculo al eje de la trayectoria del conductor (m.)

P= Distancia del obstáculo a la orilla de la calzada (m.)

D= Distancia de visibilidad de parada ó de rebase - (m.)

La distancia de visibilidad en la parte interior de la curva está limitada por obstrucciones tales como edificios, cercas, bosques y taludes.

E) Aplicaciones.

Un camino debe tener en toda su longitud una distancia de visibilidad por lo menos igual a la distancia de visibilidad de parada.

Los elementos del alineamiento horizontal y vertical que interfieren con la visual del conductor son, reg

pectivamente, las curvas horizontales y las curvas -
verticales.

Una aplicación directa de la distancia de visibilidad al proyecto, es determinar la longitud de las curvas verticales ó la distancia a obstáculos laterales en curvas horizontales, de manera que un conductor que circule a la velocidad de proyecto, tenga una distancia de visibilidad de parada ó de rebase a esa velocidad.

Longitud de Curvas Verticales.

La determinación de la longitud de las curvas verticales, es otra aplicación de la distancia de visibilidad en el proyecto. Cabe hacer notar que el criterio de visibilidad es uno de tantos para determinar la longitud de la curva.

A) Longitud de curvas verticales en cresta.

Pueden presentarse dos casos: cuando el conductor y el objeto están en tangente vertical fuera de la curva ($D > L$) y cuando el conductor y el objeto están dentro de la curva ($D < L$).

$$A = P_1 + P_2 ; \frac{H}{P_1^2} = \frac{h}{P_2^2}$$

- Primer caso: $L = 2D - \left[\frac{2 (\sqrt{H} + \sqrt{h})^2}{A} \right]$

Para distancia de visibilidad de parada:

$D = D_p$; $H = 1.14 \text{ m.}$; $h = 0.15 \text{ m.}$; $A \text{ en } \%$

$$L = 2 D_p - \left[\frac{425}{A} \right]$$

Para distancia de visibilidad de rebase:

$D = D_R$; $H = 1.14 \text{ m.}$; $h = 1.37 \text{ m.}$; $A \text{ en } \%$

$$L = 2D_R - \left[\frac{1000}{A} \right]$$

- Para el segundo caso, cuando $D \leq L$:

$$L = \left[\frac{AD^2}{2 (\sqrt{H} + \sqrt{h})^2} \right]$$

Para distancia de visibilidad de parada

$D = D_p$; $H = 1.14 \text{ m.}$; $h = 0.15 \text{ m.}$; $A \text{ en } \%$

$$L = \left[\frac{AD_p^2}{425} \right]$$

Para distancia de visibilidad de rebase:

$D = D_R$; $H = 1.14 \text{ m.}$; $h = 1.37 \text{ m.}$; $A \text{ en } \%$

$$L = \left[\frac{AD_R^2}{1000} \right]$$

- P1 = Pendiente de entrada a la curva.
- P2 = Pendiente de salida a la curva
- A = Diferencia algebraica de pendientes
- H = Altura del ojo ó altura de los faros (m.)
- h = Altura del objeto (m.)
- L = Longitud de la curva vertical (m.)
- D = Distancia de visibilidad de parada ó de rebase - (m.)

B) Longitud de curvas verticales en columpio.

Al igual que en las curvas de cresta, pueden presentarse dos casos: cuando $D > L$ y cuando $D < L$

- Para el primer caso ($D > L$)

$$L = \left[2 D - 2 \left(\frac{H + TD}{A} \right) \right]$$

- Para distancia de visibilidad de parada:

$$D = D_p; H = 0.61 \text{ m. } \approx 0.60 \text{ m.}; T = \tan \alpha = \tan 1^\circ =$$

0.0175 y estando A en por ciento:

$$L = 2 D_p - \left[\frac{120 + 3.5 D_p}{A} \right]$$

- Para distancia de visibilidad de rebase, no hay necesidad de calcular ninguna fórmula, porque se pueden ver los faros del vehículo que viene en sentido contrario.

- Para el segundo caso ($D < L$):

$$L = \left[\frac{AD^2}{2 (TD + H)} \right]$$

- Para distancia de visibilidad de parada:

$D = D_p$; $H = 0.61 \text{ m.} \approx 0.60 \text{ m.}$; $T = \tan \alpha = \tan 1^\circ = 0.0175$ y si A se expresa en por ciento:

$$L = \left[\frac{A D_p^2}{120 + 3.5 D_p} \right]$$

- Para distancia de visibilidad de rebase:

En esta distancia de visibilidad, la fórmula no se aplica porque se pueden ver los faros del vehículo en sentido contrario.

α = Angulo máximo que forman los rayos de luz de los faros con el eje longitudinal del vehículo.

T = Pendiente correspondiente al ángulo.

2)

ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino.

Los elementos que lo integran son las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.

Tangentes

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Su longitud es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se le representa como PI, y el ángulo de deflexión que forman se le representa por A. - A cualquier punto preciso de alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente se le denomina: -- Punto sobre tangente y se le representa por PST.

Curvas Circulares.

Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; pueden ser simples ó compuestas, según se trate de un solo arco de círculo ó de dos ó más sucesivos, de diferente radio.

A) Curvas circulares simples.-

Se denomina así a dos tangentes unidas entre sí por una sola curva circular.

Las curvas circulares simples tienen como elementos los mostrados en la figura 1 y se calculan como sigue:

- 1.- Grado de curvatura (G_c). Es el ángulo subtendido por un arco de 20 m.

$$G_c = \frac{1145.92}{R_c}$$

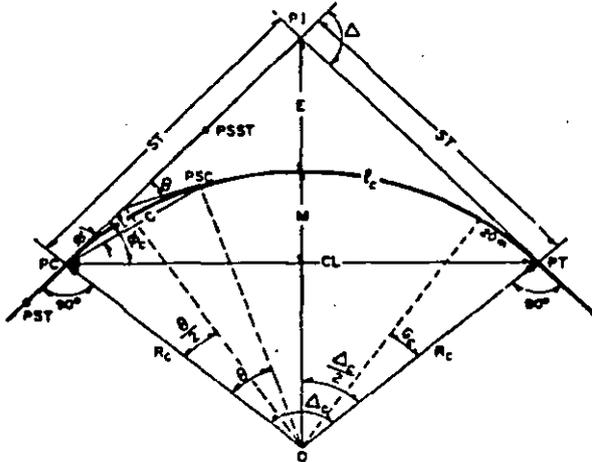
- 2.- Radio de la curva (R_c). Es el radio de la curva circular.

$$R_c = \frac{1145.92}{G_c}$$

- 3.- Angulo central (Δ_c). Es el ángulo subtendido por la curva circular. En curvas circulares simples es - igual a la deflexión de las tangentes.

- 4.- Longitud de curva (l_c). Es la longitud del arco entre el PC y el PT.

$$l_c = 20 \left[\frac{\Delta_c}{G_c} \right]$$



- PI** Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PC Punto en donde comienza la curva circular simple
PT Punto en donde termina la curva circular simple
PST Punto sobre tangente
PSST Punto sobre subtangente
PSC Punto sobre la curva circular
O Centro de la curva circular

- Δ** Angulo de deflexión de las tangentes
Δ_c Angulo central de la curva circular
θ Angulo de deflexión a un PSC
φ Angulo de una cuerda cualquiera
φ_c Angulo de la cuerda larga
G_c Grado de curvatura de la curva circular

- R_c** Radio de la curva circular
ST Subtangente
E Esterna
M Ordenada media
C Cuerda
CL Cuerda larga
l Longitud de un arco
l_c Longitud de la curva circular

FIGURA 1 ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE

- 5.- Subtangente (ST). Es la distancia entre el PI y el PC ó PT, medida sobre la prolongación de las tangentes.

$$ST = Rc \left[\tan \left(\frac{\Delta c}{2} \right) \right]$$

- 6.- Externa (E). Es la distancia mínima entre el PI y la curva. Se tiene:

$$E = Rc \left[\left(\sec \frac{\Delta c}{2} \right) - 1 \right]$$

- 7.- Ordenada media (M). Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. Se tiene:

$$M = Rc \left[\text{Sen ver } \frac{\Delta c}{2} \right]$$

- 8.- Deflexión a un punto cualquiera de la curva (θ). - Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en PC y la tangente en el punto considerado:

$$\theta = \frac{Ccl}{20}$$

- 9.- Cuerda (C). Es la recta comprendida entre dos puntos de la curva. Si esos puntos son el PC y el PT, a la cuerda resultante se le denomina cuerda larga.

$$C = 2 Rc \left[\text{sen } \frac{\theta}{2} \right]$$

10.- Angulo de la cuerda (\emptyset). Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente y la cuerda - considerada.

$$\emptyset = \frac{\emptyset}{2} = \frac{Gc1}{40}$$

Para la cuerda larga ($\emptyset c$):

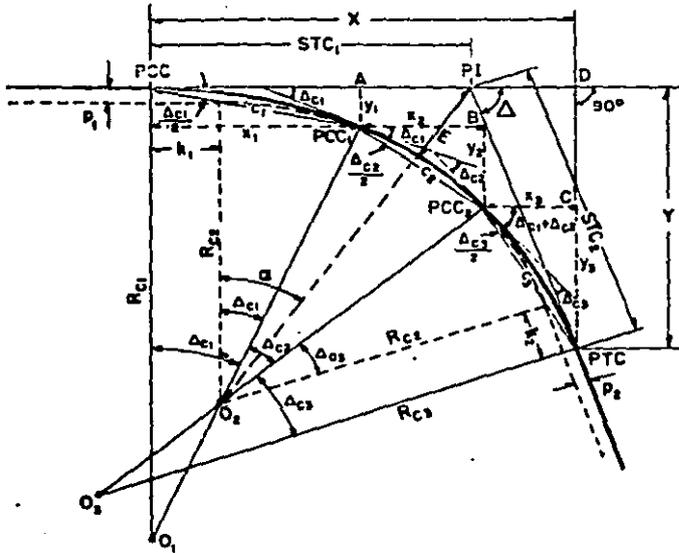
$$\emptyset c = \frac{Gc \quad 1C}{40}$$

Para fines de trazo se considera que la cuerda C - tiene la misma longitud que el arco 1. Para minimizar el error cometido al hacer esta consideración, se toman cuerdas de 20 m. en curvas con $G \leq 8^\circ$; - de 10 m. en curvas con $8^\circ < G \leq 22^\circ$; y de 5 m. para curvas con $22^\circ < G \leq 62^\circ$.

B) Curvas circulares compuestas.

Estan formadas por dos o más curvas circulares simples del mismo sentido y de diferente radio, ó de diferentes sentidos y cualquier radio, pero siempre con un punto - de tangencia común entre dos consecutivas.

Cuando son del mismo sentido se llaman compuestas directas y cuando son de sentido contrario compuestas inversas.



- PI Punto de intersección de las tangentes
- PCC Punto donde se inicia la curva circular compuesta
- PTC Punto donde termina la curva circular compuesta
- PCC₁, PCC₂ Puntos de curvatura compuesta, o sean los puntos en donde termina una curva circular simple y empieza otra
- O₁, O₂, O₃ Centros de las curvas circulares simples que integran la curva circular compuesta

- Δ Angulo de deflexión entre las tangentes
- Δ_{c1}, Δ_{c2}, Δ_{c3} Angulos centrales de las curvas circulares simples
- R_{c1}, R_{c2}, R_{c3} Radios de cada una de las curvas circulares simples
- STC₁, STC₂ Subtangentes de la curva circular compuesta
- p₁, p₂, h₁, h₂ Desplazamientos de la curva central para curva compuesta de tres centros

FIGURA 2 ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR COMPUESTA

Los principales elementos de este tipo de curvas se -
ilustran con una curva de tres centros en la figura 2;
los resultados obtenidos pueden extrapolarse para curvas
de más de 3 centros.

Para su cálculo se utilizan los elementos de las curvas
circulares simples que la integran.

$$x_1 = R_{c1} (\text{Sen } \Delta c_1)$$

$$y_1 = R_{c1} (1 - \text{Cos } \Delta c_1)$$

$$x_2 = 2 R_{c2} \text{ sen } \frac{\Delta c_2}{2} \cos \left(\Delta c_1 + \frac{\Delta c_2}{2} \right)$$

$$y_2 = 2 R_{c2} \text{ sen } \frac{\Delta c_2}{2} \text{ sen } \left(\Delta c_1 + \frac{\Delta c_2}{2} \right)$$

$$x_3 = 2 R_{c3} \text{ sen } \frac{\Delta c_3}{2} \cos \left(\Delta c_1 + \Delta c_2 + \frac{\Delta c_3}{2} \right)$$

$$y_3 = 2 R_{c3} \text{ sen } \frac{\Delta c_3}{2} \text{ sen } \left(\Delta c_1 + \Delta c_2 + \frac{\Delta c_3}{2} \right)$$

Los desplazamientos de la curva central p_1 y p_2 y las -
correspondientes distancias k_1 y k_2 , para una curva de
3 centros se calculan así:

$$p_1 = (R_{c1} - R_{c2}) (1 - \text{cos } \Delta c_1)$$

$$p_2 = (R_{c3} - R_{c2}) (1 - \text{cos } \Delta c_3)$$

$$k_1 = (R_{c1} - R_{c2}) \text{ sen } \Delta c_1$$

$$k_2 = (R_{c3} - R_{c2}) \text{ sen } \Delta c_3$$

La externa (E) se calcula así:

$$E = (Rc2 + p1) \sec \alpha - Rc2$$

En donde $\alpha = \text{ang. tan. } \frac{STC1 - k1}{Rc2 + p1}$

Curvas de Transición

Curva de transición es la que liga una tangente con una curva circular, tiene de característica principal, que en su longitud se efectúa, de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito para la tangente hasta el que corresponde a la curva circular.

$$(R) (l) = K^2$$

La expresión anterior es la ecuación de la curva conocida como clotoide ó espiral de Euler, que cumple con la condición de que el producto del radio y la longitud a un punto cualquiera es constante.

Tienen la propiedad de que cuando aumenta ó reduce su parámetro K, todas las medidas lineales cambian en la misma proporción, permaneciendo los elementos que determinan su forma sin cambio alguno; lo que significa que todas las clotoides tienen la misma forma, pero difieren entre sí por su longitud.

Como la clotoide de curvatura $1/R$ es proporcional a su longitud, se tiene en ella a la curva más apropiada para efectuar transiciones. Aquí se considerará únicamente la clotoide ó espiral por ser el caso más general.

A) Ecuaciones de la clotoide ó espiral de transición.

La clotoide es una curva tal que los radios de curvatura de cada uno de sus puntos están en razón inversa a los desarrollos de sus respectivos arcos, siendo K^2 la constante de proporcionalidad. Esto es:

$$R = \frac{K^2}{l}$$

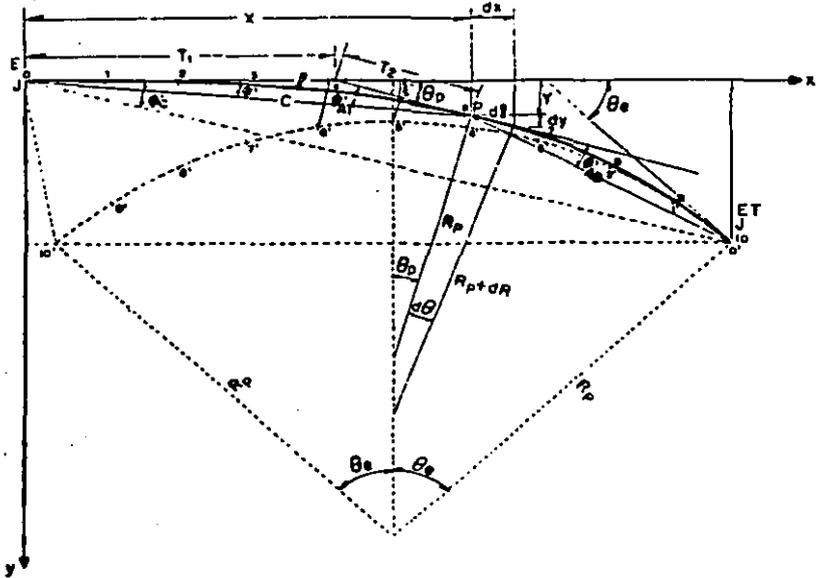
$$\theta = \frac{l^2}{2 K^2} = \frac{l^2}{2 R c l e} \quad (\text{en radianes})$$

$$\theta = \frac{G c l^2}{40 l e} \quad (\text{en grados})$$

$$x = l \left[1 - \frac{\theta^2}{5 \times 2!} + \frac{\theta^4}{9 \times 4!} - \frac{\theta^6}{13 \times 6!} + \dots \right] \quad (\theta \text{ en radianes})$$

$$y = l \left[\frac{\theta}{3} - \frac{\theta^3}{7 \times 3!} + \frac{\theta^5}{11 \times 5!} - \frac{\theta^7}{15 \times 7!} + \dots \right]$$

$$x = \frac{1}{100} (100 - 0.304617 \theta^2 (10)^{-2} + 0.429591 \theta^4 (10)^{-7} - 0.301987 \theta^6 (10)^{-12}), \quad (\theta \text{ en grados})$$



- P Punto cualquiera sobre una espiral
- e Punto en donde se inicia la espiral
- eo Punto en donde termina la espiral
- θ_e Deflexión total de la espiral
- θ_p Deflexión de la espiral en un punto P
- ϕ_c Angulo de la cuerda larga de la espiral
- ϕ' Angulo de la cuerda a un punto P
- ϕ_{AT} Angulo respecto a la tangente en P, de una cuerda anterior que subtiende un arco de espiral JP, de longitud l_{JP}
- ϕ_{AD} Angulo respecto a la tangente en P, de una cuerda posterior que subtiende un arco de espiral JP, de longitud l_{JP}
- l Longitud de la espiral del origen al punto P
- C Cuerda de la espiral desde el origen al punto P
- R_p Radio de curvatura de la espiral en el punto P
- X,Y Coordenadas del punto P
- T₁ Tangente larga al punto P
- T₂ Tangente corta al punto P

FIGURA 3 ELEMENTOS DE LA ESPIRAL O CLOIDO

$$y = \frac{1}{100} (0.581776\theta - 0.126585\theta^3(10)^{-4} + 0.122691\theta^5(10)^{-9} - 0.652559\theta^7(10)^{-15}); \quad (\theta \text{ en grados})$$

De la figura 3 puede deducirse también que:

$$C = \sqrt{x^2 + y^2} = y \csc \theta^1 = x \sec \theta^1$$

$$T1 = x - y \cot \theta$$

$$T2 = y \csc \theta$$

$$\theta^1 = \text{ang tan } \frac{y}{x}$$

En la práctica se ha llegado a que:

$$\theta^1 = \frac{\theta}{3} - Z \quad (\theta \text{ y } \theta \text{ en grados})$$

Z es una corrección dada por la expresión:

$$Z = 3.1 \times 10^{-3} \theta^3 + 2.3 \times 10^{-8} \theta^5 \quad (\theta \text{ en grados}) \\ (Z \text{ en segundos})$$

Para valores de θ menores de 16° el valor de Z es tan pequeño que suele despreciarse.

$$\theta^1 = \frac{\theta e}{3} \left(\frac{J - P}{N} \right)^2 - Z ; \quad \theta e = \frac{Gc \text{ le}}{40}$$

$$\phi^{1ad} = \left[(3P (J-P) + (J-P)^2) \frac{\theta_e}{3 N^2} \right] - Z$$

$$\phi^{1at} = \left[(3P (P-J) - (J-P)^2) \frac{\theta_e}{3 N^2} \right] + Z$$

En donde:

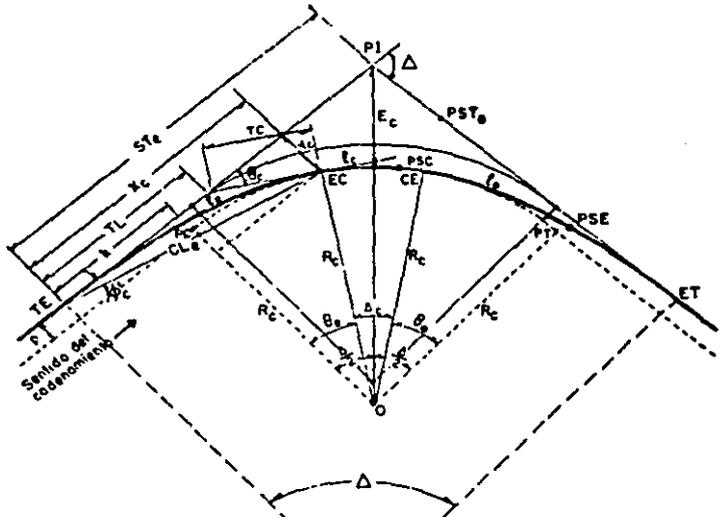
ϕ^{1ad} , ϕ^{1at} = Angulo en grados entre la tangente en el punto P y una cuerda cualquiera \overline{PJ} , adelante ó atrás.
P, J = Número de orden del punto P en donde se está midiendo ϕ^{1ad} ó ϕ^{1at} , y número de orden del otro extremo de la cuerda J.

N = Número de arcos ó cuerdas en que se ha dividido la espiral.

Z = Corrección que depende del ángulo de deflexión θ de la espiral en el punto P. Se calcula con la expresión anteriormente mencionada.

B) Curva circular simple con espirales de transición.

Constan de una espiral de entrada, una curva circular simple y una espiral de salida. Cuando las espirales de entrada y salida tienen la misma longitud, la curva es simétrica, en caso contrario es asimétrica. En la figura 4, se muestran los elementos de una curva simétrica, los que se calculan como sigue:



- PI Punto de intersección de las tangentes
- TE Punto donde termina la tangente y empieza la espiral
- EC Punto donde termina la espiral y empieza la curva circular
- CE Punto donde termina la curva circular y empieza la espiral
- ET Punto donde termina la espiral y empieza la tangente
- PSC Punto sobre la curva circular
- PSE Punto sobre la espiral
- PST_e Punto sobre la subtangente

- Δ Angulo de deflexión de las tangentes
- Δ_c Angulo central de la curva circular
- θ_e Deflexión de la espiral
- φ_c Angulo de la cuerda larga de la espiral

- ST_e Subtangente
- X_c, Y_c Coordenadas del EC o del CE
- k, p Coordenadas del PC o del PT (Desplazamiento)
- TL Tangente larga
- TC Tangente corta
- CL_e Cuerda larga de la espiral
- E_c Externa
- R_c Radio de la curva circular
- l_e Longitud de la espiral de entrada o salida
- l_c Longitud de la curva circular

FIGURA 4 ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR CON ESPIRALES

1.- Grado de curvatura de la curva circular.

Es el ángulo que subtiende un arco de 20 m. en la curva circular.

$$G_c = \frac{1145.92}{R_c}$$

En donde R_c es el radio de la curva circular.

2.- Longitud de la espiral. Es la longitud medida sobre la curva entre el TE y el EC, ó del CE al ET.

3.- Parámetro de la espiral. Es la magnitud que define las dimensiones de la espiral.

$$K = \sqrt{R_c l_e}$$

4.- Deflexión de la curva. Es el ángulo comprendido entre las normales a las tangentes en TE y ET. - Su valor es igual a la deflexión de las tangentes y se representa con Δ .

5.- Deflexión a punto cualquiera de la espiral. Es el ángulo comprendido entre la tangente en TE ó ET y la tangente en un punto cualquiera PSE.

$$\theta = \frac{l^2}{2 K^2} = \left(\frac{l}{l_e} \right)^2 \theta_e$$

6.- Deflexión de la espiral. Es el ángulo comprendido entre las tangentes a la espiral en sus puntos - extremos.

$$\theta_e = \frac{l_e}{2 R_c} \quad (\theta_e \text{ en radianes})$$

$$\theta_e = \frac{G_c l_e}{40} \quad (\theta \text{ en grados})$$

7.- Longitud total de la curva. Es la suma de las - longitudes de las dos espirales de transición y de la longitud de curva circular.

$$L = l_e + \frac{20 \Delta}{G}$$

Lo cual indica que al insertar una curva espiral, se incrementa la longitud total de la curva en l_e .

8.- Coordenadas del EC de la curva.

$$X_c = l_e \left(1 - \frac{\theta_e^2}{10} \right) \quad Y_c = l_e \left(\frac{\theta_e}{3} + \frac{\theta_e^3}{42} \right)$$

En donde θ_e está en radianes.

Si expresamos a θ_e en grados:

$$X_c = \frac{l_e}{100} (100 - 0.00305 \theta_e^2)$$

$$Y_c = \frac{l_e}{100} (0.5820 - 0.0000126 \theta_c^3)$$

9.- Coordenadas del PC de la curva circular.

$$p = Y_c - R_c \text{ sen } \theta_e$$

$$k = X_c - R_c \text{ sen } \theta_e$$

10.- Subtangente.- Es la distancia entre el PI y el TE ó ET de la curva, medida sobre la prolongación de la tangente. Se denomina STe.

$$STe = k + (R_c + p) \tan \frac{\Delta}{2}$$

11.- Externa.- Es la distancia entre el PI y la curva y se denomina Ec.

$$Ec = (R_c + p) \sec \frac{\Delta}{2} - R_c$$

12.- Cuerda larga. Es la recta que une el TE y EC ó el ET y el CE y se le llama CLc.

$$CLc = \sqrt{X_c^2 + Y_c^2}$$

13.- Angulo de la cuerda larga (θ_c^1). Es el ángulo - comprendido entre la tangente en TE y la cuerda larga.

$$\theta_c^1 = \left[\frac{\theta_e}{e} \right] - Z$$

En donde: $Z = 3.1 \times 10^{-3} \theta_e^3 + 2.3 \times 10^{-8} \theta_e^5$

14.- Tangente larga.- Es el tramo de subtangente comprendido entre el TE ó ET y la intersección con la tangente a EC ó CE:

Se le llama TL.

$$TL = Xc - Yc \cot \theta_e$$

15.- Tangente corta.- Es el tramo de la tangente a CE ó EC comprendida entre uno de estos puntos y la intersección con la subtangente correspondiente; se representa como TC.

$$TC = Yc \csc \theta_e$$

C) Longitud mínima de la espiral de transición (l_e).

Mencione los distintos criterios para obtener l_e en metros:

$$\text{- Shortt ++} \quad l_e = \frac{v^3}{Rc}$$

V = Velocidad del vehículo en m/seg.

Rc = Radio de la curva circular en metros.

$$- \text{Smirnoff } l_e = 0.035 V \left(\frac{V^2}{R_c} + 127 S \right)$$

V = Velocidad del vehículo en km./h.

R_c = Radio de la curva, en metros.

S = Sobreelevación en la curva circular, en valor absoluto.

$$- \text{AASHO } l_e = m a S$$

$$m = 1.5625 V + 75$$

m = Talud de la orilla de la calzada respecto al eje - del camino. Es igual al recíproco de la pendiente.

V = Velocidad de proyecto, en km./h.

a = Semiancho de la calzada en tangente para caminos de dos carriles.

S = Sobreelevación de la curva circular, en valor absoluto.

$$- \text{S.O.P. } l_e = 8 V S$$

V = Velocidad de proyecto, en kms./h.

S = Sobreelevación, en valor absoluto.

Las longitudes de transición antes determinadas se refieren a caminos de dos carriles. Cuando el camino es

de más de dos carriles el criterio para obtener la longitud de transición es el mismo, pero considerando el desnivel del eje del carril más alejado con respecto al eje del camino, por lo que la longitud de transición para caminos de cuatro y seis carriles se incrementa en 1.5 y 2.5 veces con respecto a la de dos carriles.

Curvatura máxima para una deflexión y velocidad dadas.

Para determinados valores de la velocidad de proyecto, grado de curvatura y deflexión, ocurre que la suma de las deflexiones de la espiral sobrepasa a la deflexión entre las tangentes traslapándose entonces las espirales.

Como es inadmisibles que se traslapen las espirales de transición, habrá un valor de deflexión, abajo del cual no se podrán insertar espirales para una curva de grado dado, ó inversamente habrá un valor del grado arriba del cual no se podrán insertar espirales cuando se tenga una cierta deflexión entre tangentes.

Ahora bien, en el anteproyecto y proyecto del alineamiento horizontal se tienen como datos la deflexión para cada curva y la velocidad de proyecto V.

En la gráfica de la figura 5, la intersección del valor de la deflexión con la línea V correspondiente, dará el grado máximo de curvatura G, para que con esa deflexión no se traslapen las espirales.

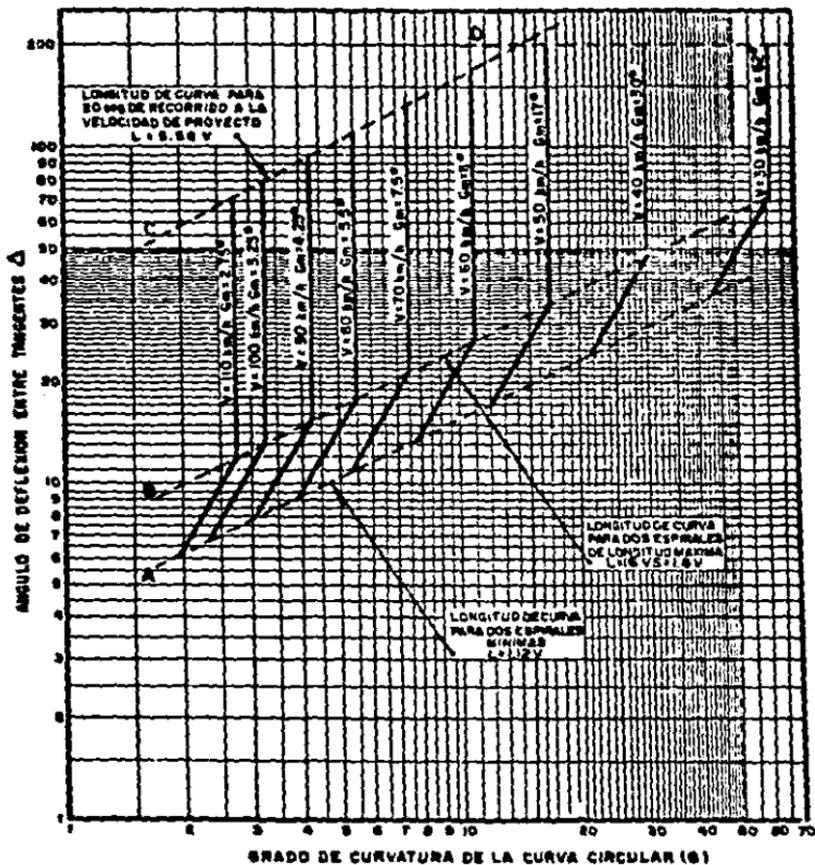


FIGURA 5 CURVATURA Y DEFLEXION MAXIMAS PARA QUE LAS ESPIRALES DE TRANSICION NO SE TRASLAPEN

En la zona limitada por las líneas A y B, el Grado G - así obtenido da una longitud nula de curva circular l_c y la longitud total de curva será: $L = 2 l_c$; pero de - emplearse un grado menor, habrá curva circular, en cam- bio, en la porción comprendida entre las líneas B y C, la intersección de la deflexión con las líneas vertica- les correspondientes a cada velocidad siempre dará un- valor de longitud para la curva circular intermedia, - siendo la longitud de espiral la máxima especificada.

Arriba de la línea C ó abajo de la línea A, las curvas resultantes caen fuera de las especificaciones fijadas para longitus de curva y para que queden dentro de lí- mites aceptables se tendrá que modificar la deflexión- ó la velocidad de proyecto, ó bien ambas.

Distancia de Visibilidad en Curvas del Alineamiento Ho- rizontal.

En las curvas del alineamiento horizontal que parcial- ó totalmente queden alojadas en corte ó que tengan obs- táculos en su parte interior que limiten la distancia- de visibilidad, debe tenerse presente que esa distan- cia sea cuando menos equivalente a la distancia de vi- sibilidad de parada.

Si las curvas no cumplen con ese requisito, deberán to- marse las providencias para satisfacerlo, ya sea recor- tando ó abatiendo el talud del lado interior de la cur-

va, modificando el grado de curvatura ó eliminando el obstáculo.

La gráfica de la figura 6 permite comparar las condiciones existentes en el proyecto con las recomendaciones.

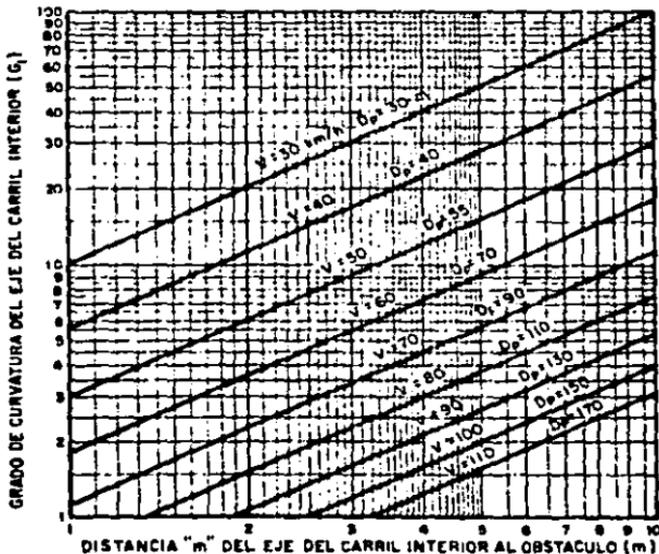
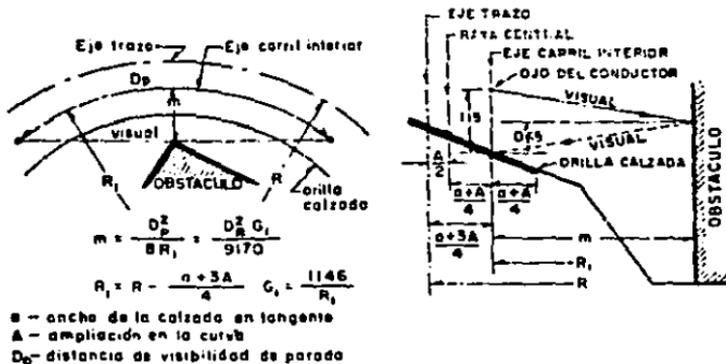


FIGURA 1 DISTANCIA MINIMA NECESARIA A OBSTACULOS EN EL INTERIOR DE CURVAS CIRCULARES PARA DAR LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

3.- ALINEAMIENTO VERTICAL

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano horizontal del desarrollo del eje de la subcorona. Este eje se llama también: Línea Subrasante.

Este alineamiento se compone de tangentes y curvas.

Tangentes:

Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente y están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente (T_v) es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente.

La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le denomina PIV, y la diferencia algebraica de pendientes en ese punto se le representa por la letra A.

A).- Pendiente Gobernadora.-

Es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado, en función de las características del tránsito y la configuración del terreno.

Sirve de norma reguladora a la serie de pendientes - que se deban proyectar para ajustarse en lo posible - al terreno.

B) Pendiente máxima.

Es la mayor pendiente que se permita en el proyecto.

Se emplea siempre que no rebase la longitud crítica.

TIPO DE TERRENO	PORCIENTO EN PENDIENTE MÁXIMA PARA DIVERSAS - VELOCIDADES DE PROYECTO, EN KM./H.						
	50	60	70	80	90	100	110
Plano	6	5	4	4	3	3	3
Lonerío	7	6	5	5	4	4	4
Montañoso	9	8	7	7	6	5	5

TABLA 1 Relación entre pendiente máxima y velocidad de proyecto.

(Caminos Principales)

La AASHO recomienda que para caminos principales las pendientes máximas no excedan a las dadas en la tabla 1. Para caminos secundarios, con escaso volumen de -- tránsito, las pendientes dadas en la tabla pueden incrementarse hasta en dos por ciento.

C) Pendiente mínima.

Se fija para permitir el drenaje.

D) Longitud crítica de una tangente del alineamiento vertical.-

Es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite previamente establecido.

Los elementos que intervienen para la determinación de la longitud crítica de una tangente son fundamentalmente el vehículo de proyecto, la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito.

Las gráficas del estudio de Firey y Peterson, permiten para una relación dada de peso/potencia del vehículo, obtener su velocidad de marca para diferentes pendientes y longitudes de las mismas.

En las figuras 1, 2 y 3 se muestran las gráficas para relaciones de peso/potencia de 90 Kg/HP, 120 Kg/HP y 180 Kh/HP, respectivamente; con base en ellas, se han desarrollado dos criterios para determinar la longitud crítica de una tangente vertical, los cuales se detallan a continuación:

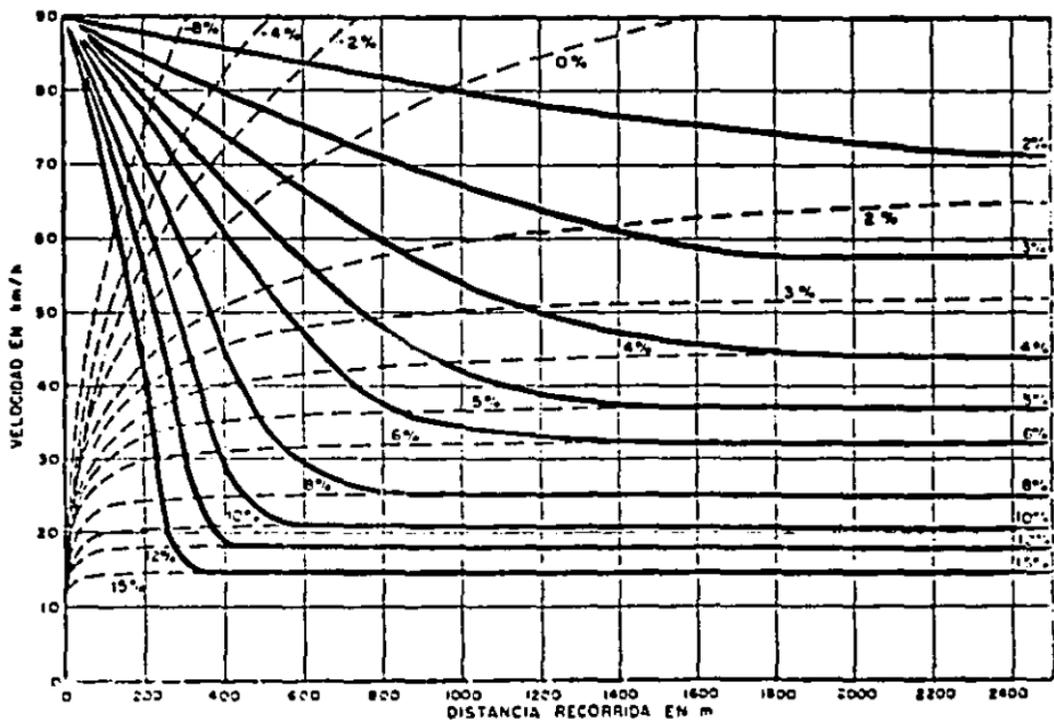


FIGURA 1 EFECTO DE LAS PENDIENTES EN LOS VEHICULOS CON RELACION PESO/POTENCIA DE 90 KG/HP

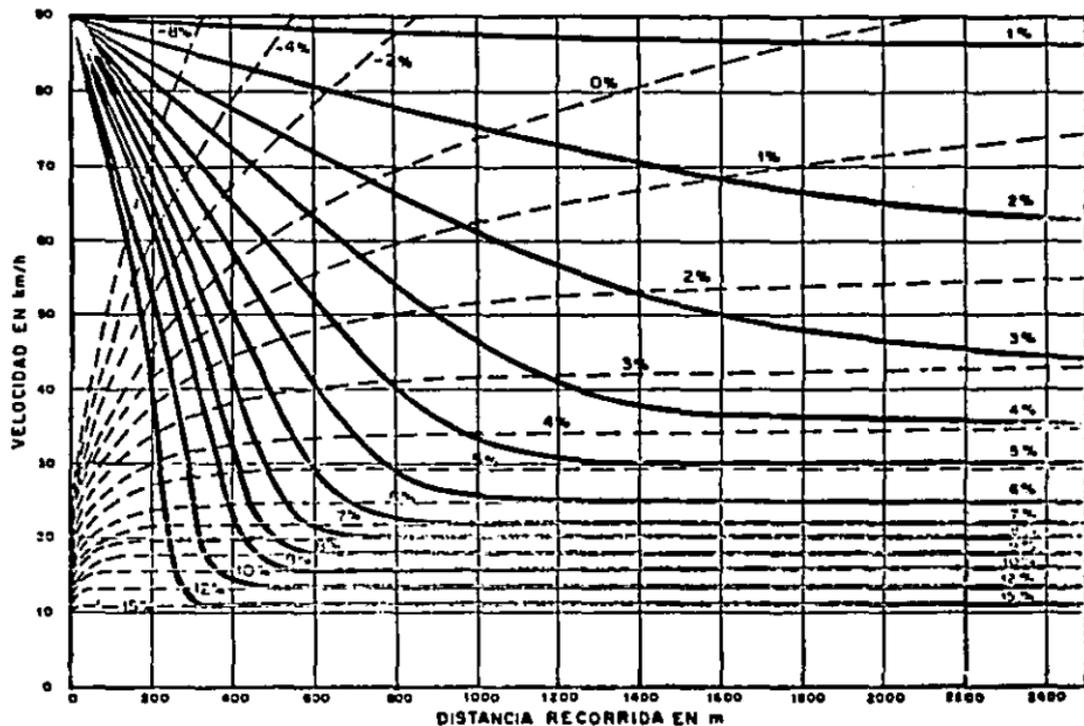


FIGURA 2 EFECTO DE LAS PENDIENTES EN LOS VEHICULOS CON RELACION PESO/POTENCIA DE 130 KG/HP

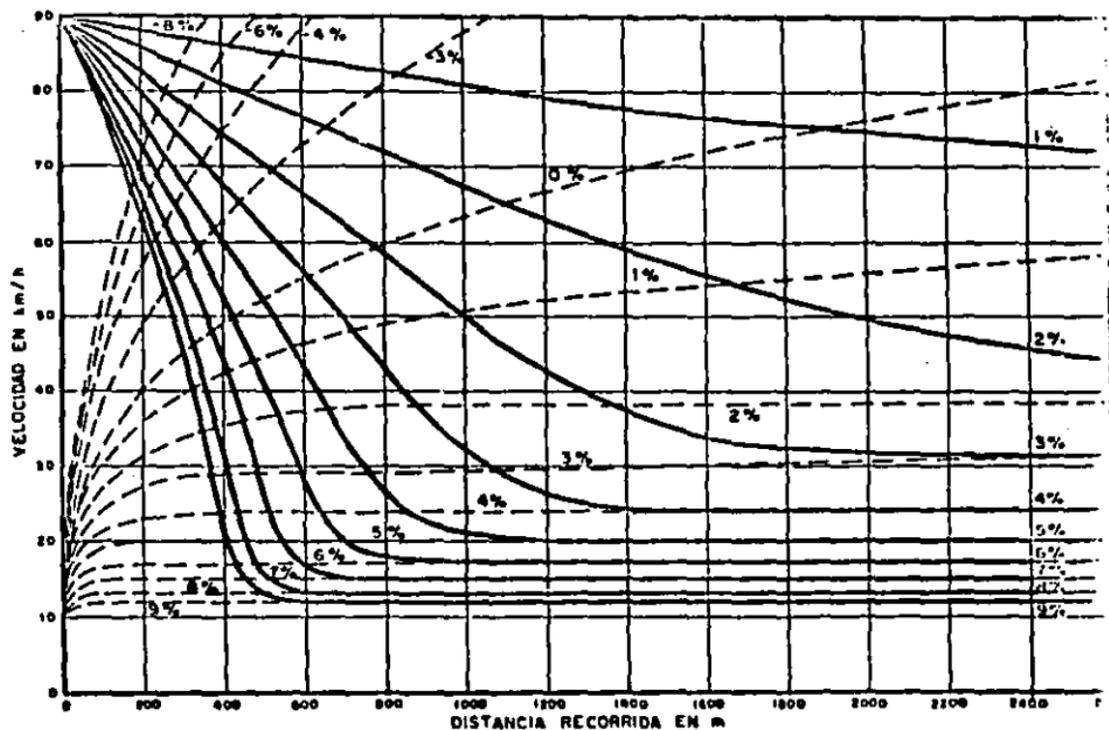


FIGURA 3 EFECTO DE LAS PENDIENTES EN LOS VEHICULOS CON RELACION PESO/POTENCIA DE 100 KG/HP

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 1.- Cuando se trata de caminos con volúmenes de tránsito - alto en cualquier tipo de terreno ó bien, con cualquier volumen de tránsito en terreno sensiblemente plano ó - en lomerío suave, se ha considerado que la longitud - crítica de cualquier pendiente es aquella que ocasiona una reducción de 25 km./h., en la velocidad de marcha del vehículo de proyecto.

En este primer criterio la velocidad de entrada tiene influencia directa en la determinación de las longitudes críticas de las tangentes verticales, lo que hace evidente la necesidad de que la obtención del dato velocidad de entrada sea lo más cercano a la realidad, - para lo cual se deben considerar los tres siguientes - casos:

- a) Si el punto para el cual se desea conocer la velocidad de entrada le antecede una tangente horizontal, la velocidad de entrada será igual a la velocidad de marcha, obteniéndose ésta de su relación con la velocidad de proyecto.
- b) Si al punto para el cual se desea conocer la velocidad de entrada le antecede una tangente vertical en descenso, aún cuando la velocidad de entrada sea mayor a la velocidad de marcha en una magnitud que se estima del orden de 10 a 15 km./h., la velocidad de salida será la de marcha menos 25 km./h.

- c) Si al punto para el cual se desea conocer la velocidad de entrada le antecede una tangente vertical en ascenso, la velocidad de entrada será menor a la velocidad de marcha y la velocidad de salida - deberá ser la de marcha menos 25 km./h.

Es importante aclarar que para que estas consideraciones sean aplicables, se requiere que las condiciones del alineamiento vertical en el tramo que antecede al punto en que se desea obtener la velocidad de entrada, permitan que el vehículo transite con velocidades que no varíen en más de 15 km./h., con respecto a la de marcha.

- 2.- La Secretaría de Obras Públicas ha desarrollado otro criterio basado en el tiempo de recorrido, el cual se aplica a caminos con bajos volúmenes de tránsito y - alojados en terrenos clasificados como lomerío fuerte ó montañoso, en donde por razones de configuración, - es necesario considerar una pendiente gobernadora con valor previamente especificado, como resultado de un estudio económico.

Cuando interviene la pendiente gobernadora, la longitud crítica de tangente para las diferentes pendientes no debe considerarse con valores rígidos y fijos como en el primer caso, su valor puede tener pequeñas variaciones para diferentes tramos, en función del -

efecto que el conjunto de las tangentes tenga en la -
velocidad de marcha y por ende en el tiempo de reco-
rrido para el tramo.

Se conoce la velocidad al principio del tramo, así -
como las distintas pendientes de las tangentes que -
comprenden dicho tramo, y su distancia horizontal, -
igualmente que en el primer criterio es necesario re-
currir a las gráficas de la figura 1, 2 y 3.

Para determinar el tiempo de recorrido en cualquier -
tramo donde la velocidad de salida sea igual a la de
régimen (velocidad de régimen es la máxima que puede
desarrollar un vehículo sobre una pendiente determina-
da, indefinidamente), es necesario fijar un punto -
auxiliar donde la curva cambia de pendiente, pues no
sería válido tomar un promedio de las velocidades ex-
tremas.

En las gráficas, las líneas punteadas que indican ace-
leración, se emplean cuando la velocidad de entrada -
es inferior a la velocidad de régimen, correspondien-
te a la pendiente a que se entra.

< Se forma una tabla en la cual se identifica el tramo,
su pendiente, su longitud, la velocidad de entrada, -
la velocidad de salida y la velocidad media de éstas -
dos, para finalmente anotar el tiempo de recorrido de

ese tramo a partir de la expresión: tiempo = distancia/ velocidad.

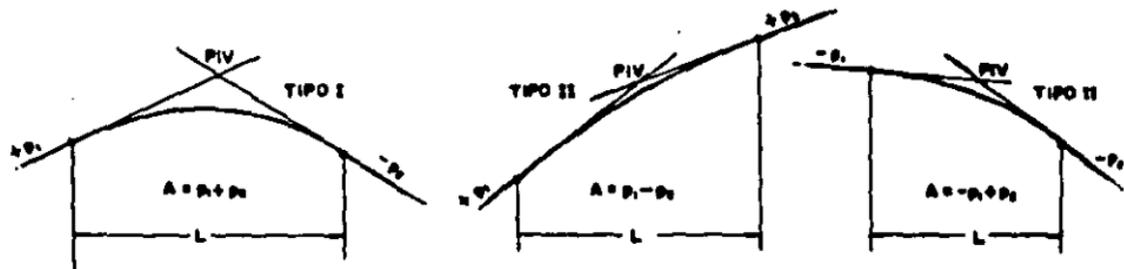
El cálculo de tiempo de recorrido en la pendiente gobernadora, se lleva a cabo siguiendo la misma metodología que para las determinaciones de velocidades a partir de las gráficas velocidad - distancia - pendiente, haciéndose una tabla similar.

Para saber si el alineamiento vertical propuesto es aceptable, se verifica que el tiempo de recorrido en varias tangentes es menor que el tiempo de recorrido en una sola con la pendiente gobernadora.

Se recomienda que los análisis de alineamiento vertical bajo criterio, se verifiquen en tramos del orden de 4 kms. como máximo.

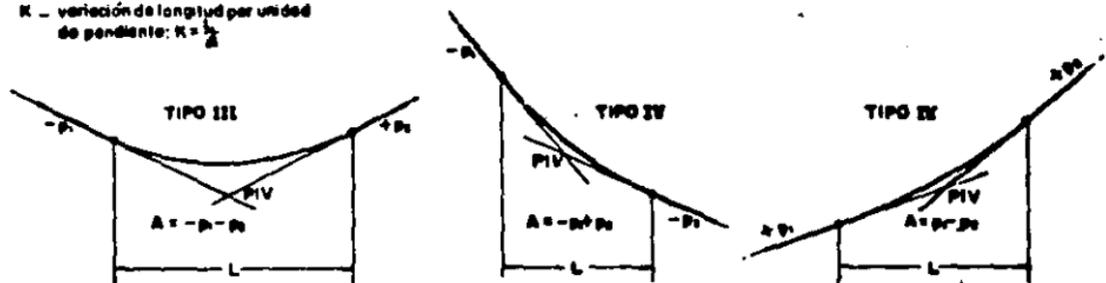
Curvas Verticales

Son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Deben dar por resultado un camino de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de ésta, se representa como PCV y como PTV el punto común de la tangente y la curva al final de ésta.



p_1 - pendiente de entrada.
 p_2 - pendiente de salida.
 A - diferencia de pendientes.
 L - Longitud de la curva.
 K - variación de longitud por unidad de pendiente: $K = \frac{L^3}{A}$

CURVAS VERTICALES EN CRESTA



CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO.

FIGURA 4 TIPOS DE CURVAS VERTICALES

A) Forma de la curva:

$$y = Kx^2 + Px$$

La expresión anterior corresponde a la ecuación de una parábola que es la recomendada para emplearse en las curvas verticales. Las curvas verticales pueden tener concavidad hacia abajo ó hacia arriba, recibiendo el nombre de curvas en columpio ó en cresta respectivamente. En la figura 4, se ilustran los tipos representativos de curvas verticales en columpio y en cresta.

B) Cálculo de los elementos de la curva parabólica:

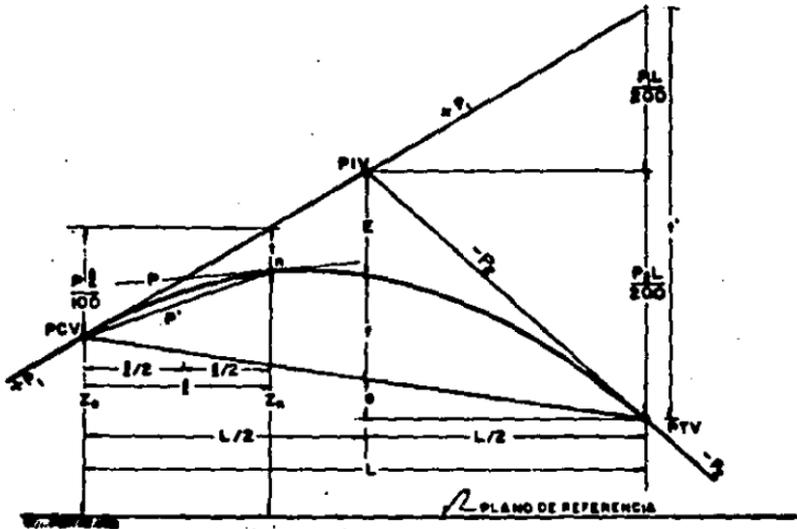
Los elementos de una curva vertical son los mostrados en la figura 5 y se calculan como sigue:

(Ver Figura No. 5)

1.- Longitud.- Es la distancia medida horizontalmente entre el PCV y el PTV. Existen cuatro criterios para determinar la longitud de las curvas, que son:

a) Criterio de comodidad. Se aplica al proyecto de curvas verticales en columpio, en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección, se suma al peso propio del vehículo.

$$K = \frac{L}{A} \geq \frac{v^2}{395}$$



- PIV — Punto de intersección de las tangentes.
- PCV — Punto en donde comienza la curva vertical.
- PTV — Punto en donde termina la curva vertical.
- n — Punto cualquiera sobre la curva.
- p_1 — Pendiente de la tangente de entrada en por ciento.
- p_2 — Pendiente de la tangente de salida en por ciento.
- p — Pendiente en un punto cualquiera de la curva en por ciento.
- P — Pendiente de una cuerda a un punto cualquiera en por ciento.
- A — Diferencia algebraica entre las pendientes de la tangente de entrada y la de salida.
- L — Longitud de la curva.
- E — Externa
- f — Flecha
- l — Longitud de curva a un punto cualquiera
- r — Desviación respecto a la tangente de un punto cualquiera.
- K — Variación de longitud por unidad de pendiente, $K = L/A$
- Z_s — Elevación del PCV.
- Z_n — Elevación de un punto cualquiera.

FIGURA 5 ELEMENTOS DE LAS CURVAS VERTICALES

V. en Km/h. y A en por ciento.

K es el recíproco de la variación de pendiente por unidad de longitud.

- b) Criterio de apariencia. Se aplica al proyecto de curvas verticales con visibilidad completa, ó sea las curvas en columpio, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente. Empíricamente la AASHO ha determinado que:

$$K = \frac{L}{A} \geq 30$$

- c) Criterio de drenaje. Se aplica al proyecto de curvas verticales en cresta ó en columpio, cuando están alojadas en corte. La pendiente en cualquier punto de la curva, debe ser tal que el agua pueda escurrir fácilmente. La AASHO dice que para que esto ocurra debe cumplirse.

$$K = \frac{L}{A} \leq 43$$

- d) Criterio de seguridad. Se aplica a curvas en cresta y en columpio. La longitud de curva debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor ó igual que la de parada. En algunos casos, el nivel de servicio -

deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de rebase. Las expresiones son:

Para curvas en cresta:

$$D > L \quad L = 2D - \left[\frac{C1}{A} \right]$$

$$D < L \quad L = \frac{AD^2}{C1}$$

Para curvas en columpio:

$$D > L \quad L = 2D - \left[\frac{C2 + 3.5 D}{A} \right]$$

$$D < L \quad L = \frac{AD^2}{C2 + 3.5 D}$$

En donde:

L = Longitud de la curva vertical, en m.

D = Distancia de visibilidad de parada ó de rebase en m.

A = Diferencia algebraica de pendientes, en por ciento.

C1 y C2 = Constantes que dependen de la altura del ojo del conductor ó altura de los faros y de la altura del obstáculo ó altura del vehículo.

<u>Constante</u>	<u>Para distancia de visibilidad</u>	
	<u>De parada</u>	<u>De rebase</u>
C 1	425	1,000
C 2	120	-

Las curvas diseñadas para distancia de visibilidad de rebase resultan de gran longitud y sólo lo deberán proyectarse cuando no se afecte el costo del camino más allá de lo permisible ó donde lo amerite el nivel de servicio.

La AASHO establece un valor mínimo para la longitud de curva, dado por la expresión empírica:

$$L = 0.6 V$$

L = Longitud mínima de la curva, en m.

V = Velocidad de proyecto en Km./h.

Para proyecto, el criterio a seguir debe ser el de seguridad, que satisfaga cuando menos la distancia de visibilidad de parada. El criterio de apariencia sólo debe emplearse en caminos de tipo muy especial. Por otra parte, el drenaje siempre debe resolverse, sea con la longitud de curva ó modificando las características de las cunetas.

2.- Pendiente en un punto cualquiera de la curva.

$$P = P_1 - \frac{Al}{L}$$

En donde P, P₁ y A están expresados en por ciento y l y L en metros.

3.- Pendiente de la cuerda a un punto cualquiera (P¹)

$$P^1 = P_1 - \frac{Al}{2L}$$

4.- Desviación respecto a la tangente (t). Es la diferencia de ordenadas entre la prolongación de la tangente y la curva.

$$t = \frac{A}{200 L} l^2$$

5.- Externa (e). Es la distancia entre el PIV y la curva, medida verticalmente.

$$E = \frac{AL}{800}$$

6.- Flecha (f). Es la distancia entre la curva y la -
cuerda PCV - PTV, medida verticalmente.

$$f = E = \frac{AL}{800}$$

7.- Elevación de un punto cualquiera de la curva Z_n .

Llamando n y N a las longitudes l y L en estacio-
nes, se tiene:

$$Z_n = Z_o + \frac{(P_1}{5} - \frac{A}{10 N} n) n$$

El cálculo con esta fórmula tiene la ventaja de -
su simplicidad, pero la desventaja de que no es -
autocomprobante, puesto que un error en una eleva-
ción intermedia no se refleja en la elevación del
punto final.

Una expresión que permite hacer un cálculo autocom-
probante, es la siguiente:

$$Z_n = Z_{n-1} + \frac{P_1}{5} - \frac{A}{10 N} (2n - 1)$$

4.- SECCION TRANSVERSAL

La sección transversal de un camino en un punto cualquiera de éste, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal. Permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman el camino en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Los elementos que integran y definen la sección transversal son: la corona, la subcorona, las cunetas y contracunetas, los taludes y las partes complementarias. En la figura 1 se muestra una sección transversal típica de un camino en una tangente del alineamiento horizontal.

Corona

Es la superficie del camino terminado que queda comprendida entre los hombros del camino, ó sean las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o las aristas interiores de las cunetas. En la sección transversal está representada por una línea. Los elementos que definen la corona son la rasante, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.

A) Rasante.- Es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la corona del camino. En la sección transversal está representada por un punto.

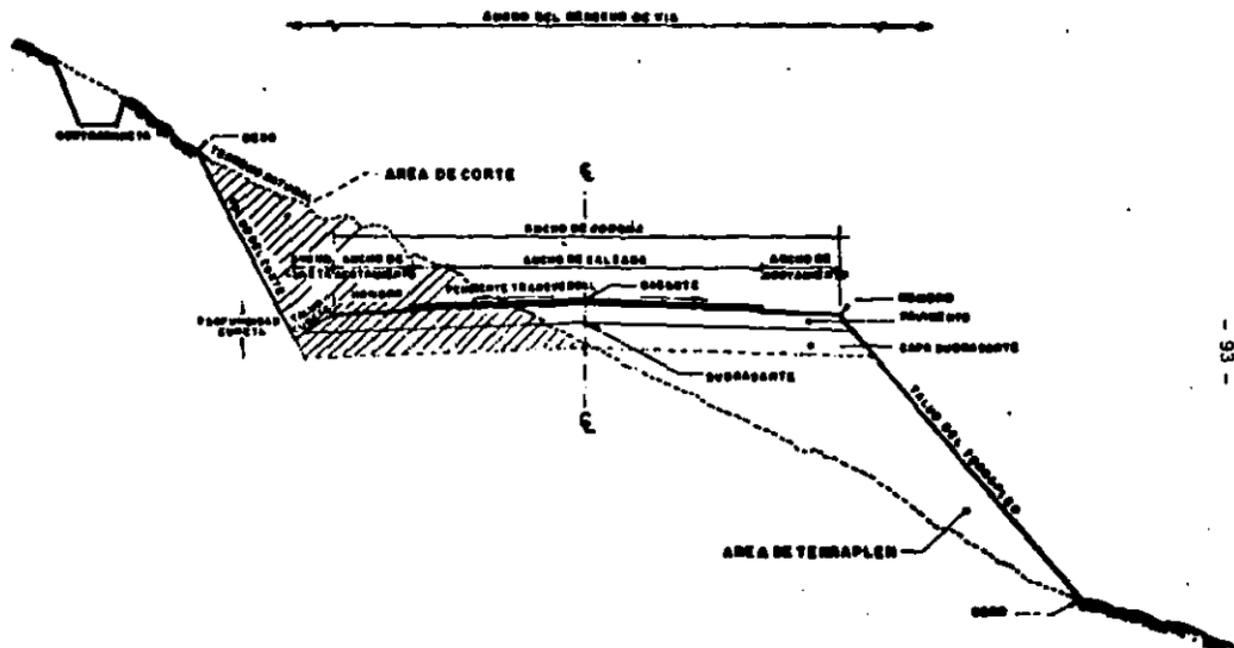


FIGURA 1 SECCION TRANSVERSAL TÍPICA EN UNA TANGENTE DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

B) Pendiente transversal.- Es la pendiente que se da a la corona normal a su eje. Según su relación con los elementos del alineamiento horizontal se presentan tres casos:

TABLA 1

	<u>TIPO DE SUPERFICIE DE RODAMIENTO</u>	<u>BOMBEO</u>
Muy buena	Superficie de concreto hidráulico ó asfáltico, tendido con extendedoras mecánicas.	0.010 a 0.020
Buena	Superficie de mezcla asfáltica tendida con motoconformadora. Carpeta de riegos.	0.015 a 0.030
Regular o Mala	Superficie de tierra ó grava.	0.020 a 0.040

1.- Bombeo.- Es la pendiente que se da a la corona en las tangentes del alineamiento horizontal hacia uno y otro lado de la rasante, para evitar la acumulación del agua sobre el camino (Tabla 1).

2.- Sobreelevación.- Es la pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas del alineamiento horizontal.

Para calcular la sobreelevación necesaria en una curva circular, utilizamos esta expresión:

$$S = 0.00785 \frac{V^2}{R} - \mu$$

S = Sobre elevación, en valor absoluto.

V = Velocidad del vehículo, en Km./h.

R = Radio de la curva, en m.

μ = Coeficiente de fricción lateral (Figura 2)

Existen cuatro valores de sobre elevación máxima: -
12% en aquellos lugares en donde no existen heladas
ni nevadas y el porcentaje de vehículos pesados en
la corriente de tránsito es mínimo.

10% en los lugares en donde sin haber nieve ó hielo
se tiene un gran porcentaje de vehículos pesados.

8% en zonas en donde las heladas ó nevadas son fre-
cuentes.

6% en zonas urbanas.

Una vez fijada la sobre elevación máxima, el grado
máximo de curvatura queda definido para cada veloci-
dad mediante la aplicación de la expresión anterior;
de ella, expresando el radio en función del grado,
se tendrá:

$$G \text{ máx.} = \frac{146,000 (\mu + S \text{ máx})}{v^2}$$

A las curvas que tienen el grado de curvatura máxi-
mo, corresponderá la sobre elevación máxima.

En las curvas con grado menor al máximo, se puede -
proporcionar la sobre elevación necesaria, conside-
rando el máximo coeficiente de fricción correspon--

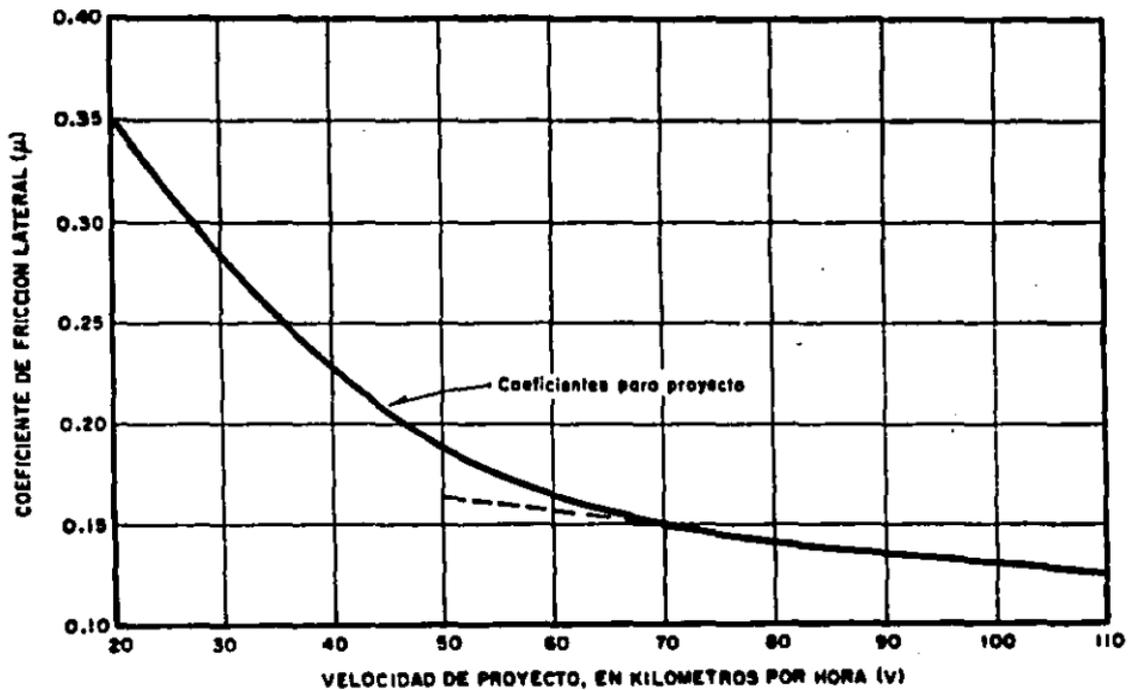


FIGURA 2 COEFICIENTES DE FRICCIÓN LATERAL PARA PROYECTO A DIFERENTES VELOCIDADES

diente a la velocidad de proyecto, lo que sólo sería correcto para los vehículos que circularán a la velocidad de proyecto.

Para tener en cuenta las distancias, combinaciones de grado y velocidad se han planteado cuatro procedimientos para calcular la sobre elevación en curvas de grado menor al máximo; estos procedimientos son:

- a) Calcular la sobre elevación proporcionalmente - al grado de curvatura de manera que $S = 0$ para $G = 0$ y $S = S \text{ máx.}$ para $G = G \text{ máx.}$; ó sea que para un grado G cualquiera:

$$S = (S \text{ máx.} / G \text{ máx.}) G$$

- b) Calcular la sobre elevación de manera que un - - vehículo que circule a la velocidad de proyec -- to tenga toda la fuerza centrífuga contrarresta da por la sobre elevación; esto se hará hasta - que se llegue a la sobre elevación máxima con un grado menor al máximo. Para curvas más agudas, ó sea con un grado comprendido entre el acabado de citar y el máximo, se utilizará el coeficiente - de fricción para que, junto con la sobre eleva-- ción máxima, contrarresten la fuerza centrífuga.

- c) Calcular la sobre elevación en la misma forma -- que en el procedimiento anterior, pero conside--

rando la velocidad de marcha en vez de la velocidad de proyecto.

- d) Calcular la sobre elevación a través de una relación parabólica con valores comprendidos entre - los obtenidos con el procedimiento a y el procedimiento c.

La AASHO recomienda el procedimiento d, que reduce el coeficiente de fricción sin que llegue a - tener valores negativos ó nulos. En la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se emplea el procedimiento a.

- 3.- Transición del bombeo a la sobre elevación. En el - alineamiento horizontal, al pasar de una sección en tangente a otra en curva, se requiere cambiar la - pendiente de la corona, desde el bombeo hasta la sobre elevación correspondiente a la curva; este cambio se hace gradualmente en toda la longitud de la espiral de transición. La longitud de la espiral debe ser tal, que permita hacer adecuadamente el cambio de pendientes transversales. Cuando la curva - circular no tiene espirales de transición, se recomienda dar parte de la transición en las tangentes y parte sobre la curva circular. Las transiciones - pueden introducirse dentro de la curva circular hasta en un cincuenta por ciento, siempre que por lo -

menos la tercera parte de la longitud de la curva -
quede con sobre elevación completa.

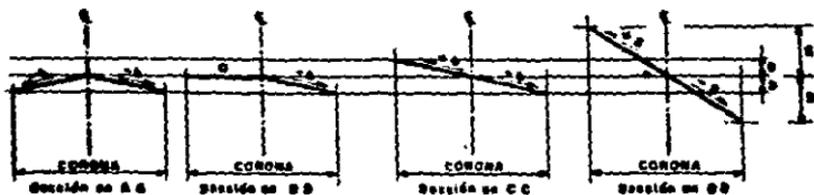
La consideración anterior limita la longitud mínima de la tangente entre dos curvas circulares consecutivas de sentido contrario que no tengan espirales de transición; esa longitud debe ser igual a la semisuma de las longitudes de transición de las dos -
curvas.

La longitud mínima de transición para dar la sobre-
elevación puede calcularse de la misma manera que -
una espiral de transición y numéricamente sus valo-
res son iguales.

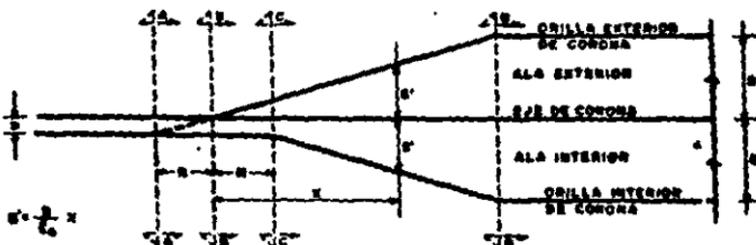
Para pasar del bombeo a la sobre elevación, se tie-
nen tres procedimientos. El primero consiste en gi-
rar la sección sobre el eje de la corona; el segun-
do es girar la sección sobre la orilla interior de
la corona y el tercero en girar la sección sobre la
orilla exterior de la corona. El primer procedimien-
to es el más conveniente, ya que requiere menor lon-
gitud de transición y los desniveles relativos de -
los hombros son uniformes; los otros dos métodos -
tienen desventajas y sólo se emplean en casos espe-
ciales. (Fig. 3)

En la figura 3 se ilustra el primer procedimiento,
indicando la variación de la sobre elevación y las

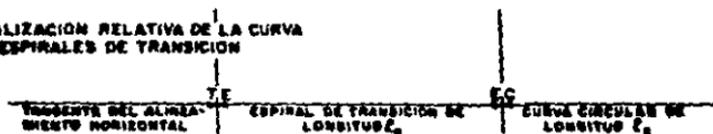
SECCIONES TRANSVERSALES



VARIACION DE LA SOBREELEVACION



LOCALIZACION RELATIVA DE LA CURVA CON ESPIRALES DE TRANSICION



LOCALIZACION RELATIVA DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE

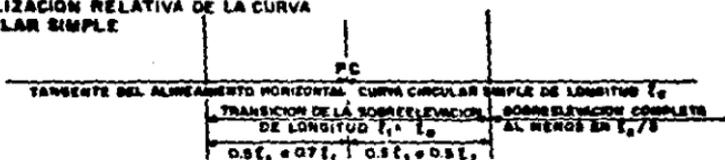


FIGURA 3 TRANSICION DE LA SECCION EN TANGENTE A LA SECCION EN CURVA ORLANDO SOBRE EL EJE DE CORONA

secciones transversales en la mitad de la curva; la otra mitad es simétrica. En la sección A, a una distancia N antes del punto donde comienza la transición, se tiene la sección normal en tangente; en esa sección se empieza a girar el ala exterior con centro en el eje de la corona, a fin de que en el TE esté a nivel como se muestra en la sección B y el ala interior conserve su pendiente original de bombeo b; a partir de ese punto se sigue el ala exterior hasta que se hace colineal con el ala interior, como se muestra en la sección C, a partir de la cual, se gira la sección completa hasta obtener la sobre elevación S de la curva en el EC. Se hace notar que cuando la curva no tiene espirales de transición y se introduce la transición de la sobre elevación dentro de la curva circular, la sobre elevación en el PC es menor que la requerida teóricamente; este aparente defecto se elimina al considerar que el vehículo no puede cambiar de radio de giro instantáneamente, por lo que en el PC tendrá necesariamente un radio de giro mayor y por tanto se requiere una sobre elevación menor.

En caminos divididos por una faja separadora central, el procedimiento para dar la sobre elevación, depende de los anchos de la corona y de la faja; en general, pueden considerarse los siguientes procedimientos:

- a) La sección total del camino se sobre eleva girando sobre el eje de simetría, girando también la faja separadora central.
 - b) La faja separadora central se mantiene horizontal y cada ala se gira sobre la orilla contigua a la faja.
 - c) Las dos alas se giran independientemente, en torno al eje de cada una.
- C) Calzada.- Es la parte de la corona destinada al tránsito de vehículos y constituida por uno ó más carriles, entendiéndose por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

El ancho de la calzada es variable a lo largo del camino y depende de la localización de la sección en el alineamiento horizontal y excepcionalmente en el vertical. Normalmente el ancho de calzada se refiere al ancho en tangente del alineamiento horizontal.

- 1.- Ancho de calzada en tang.- Los anchos de carril usuales son: 2.75 m., 3.05 m., 3.35 m. y 3.65 m. y normalmente se proyectan dos, cuatro ó más carriles.

En tangente del alineamiento vertical con fuerte pendiente longitudinal, puede ser necesario ampliar

la calzada mediante la adición de un carril para - que por él transiten los vehículos lentos, mejorando así la capacidad y el nivel de servicio.

- 2.- Ancho de calzada en curvas del alineamiento horizontal.- Cuando un vehículo circula por una curva del alineamiento horizontal, ocupa un ancho mayor que - cuando circula sobre una tangente y el conductor experimenta cierta dificultad para mantener su vehículo en el centro del carril, por lo que se hace necesario dar un ancho adicional a la calzada respecto al ancho en tangente. A este sobre ancho se le llama ampliación, la cual debe darse tanto a la calzada como a la corona.

Para caminos de dos carriles, el ancho de calza - da en curva se calcula, sumando el ancho definido - por la distancia entre huellas externas U de dos vehículos que circulan por la curva; la distancia - libre lateral C entre los vehículos y entre éstos y la orilla de la calzada; el sobre ancho F_A debido a la proyección del vuelo delantero del vehículo que circula por el lado interior de la curva; y un ancho adicional z que toma en cuenta la dificultad de maniobra en curva. En la figura 4 se ilustra la forma en que intervienen cada uno de los elementos mencionados en el cálculo de la ampliación para obtener el ancho de calzada en curva.

SÍMBOLOS

- Q - Ancho de calzada en tangente
- Q_c - Ancho de calzada en curva
- A - Ampliación en curva
- V_t - Vuelo trasero
- V_d - Vuelo delantero
- DE - Distancia entre ejes
- EV - Entre ejes (en caso caso igual al ancho total del vehículo)
- C - Distancia libre entre vehículos
- U - Distancia entre huellas externas
- F_s - Proyección del eje delantero
- Z - Sobrecarga por dificultad de maniobra

NOTA: Todos los medidos en metros y en metros al cuadrado en el caso de los horizontales.

EXPRESIONES PARA EL CALCULO:

$$A = e_t - e$$

$$e_t = 2U + 2C + F_s + Z$$

$$U = \frac{EV + R - \sqrt{R^2 - DE^2}}{2}$$

$$F_s = \sqrt{R^2 - V_d^2} (2DE + V_d) - R$$

$$Z = 0.1 \frac{V}{\sqrt{R}}$$

GRAFICAS PARA EL CALCULO.

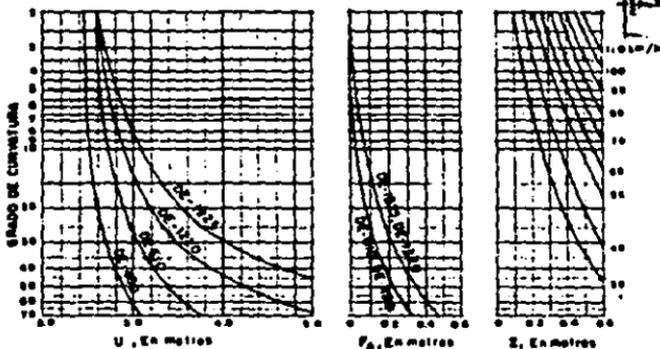
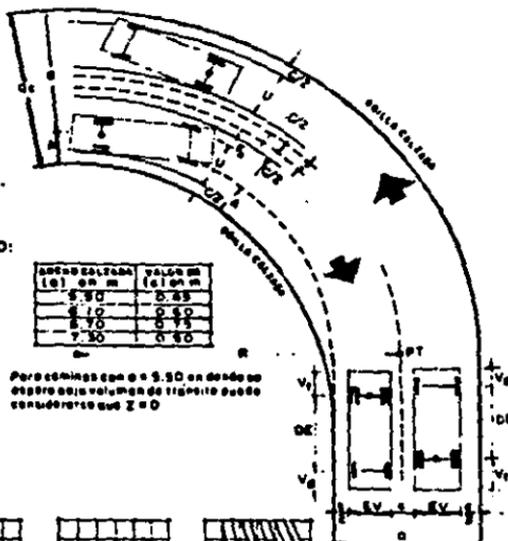


FIGURA 4 AMPLIACIONES EN CURVAS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL



Para caminos con e = 0.50 en donde se desee este volumen de trabajo puede considerarse que Z = 0

Para caminos de cuatro carriles sin dividir, la ampliación en curva tendrá un valor doble que el calculado para caminos de dos carriles. Si están divididos, a cada calzada le corresponde la ampliación calculada.

Para fines de proyecto, no se consideran las ampliaciones que resulten menores de 20 cm.

La ampliación de la calzada en las curvas, se da en el lado interior; la raya central se pinta posteriormente en el centro de la calzada ampliada. Para pasar del ancho de calzada en tangente al ancho de calzada en curva, se aprovecha la longitud de transición requerida para dar la sobre elevación de manera que la orilla interior de la calzada forme una curva suave sin quiebres bruscos a lo largo de ella.

En curvas circulares con espirales, la ampliación en la transición puede darse proporcionalmente a la longitud de la espiral, esto es:

$$A^1 = \frac{A}{lc} l$$

En donde A^1 , es la ampliación en una sección que está a l metros del TE, lc es la longitud de la espiral y A es la ampliación total en curva. Procediendo de esta manera se tendrá ampliación nula en el -

TE, ampliación total en el EC, y la orilla interior de la calzada tendrá la forma de una espiral modifi cada.

En curvas circulares sin espirales, puede seguirse el mismo criterio, pero resultarán quiebres que pue den eliminarse durante la construcción.

- D) Acotamientos.- Son las fajas contiguas a la calzada, - comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas - por los hombros del camino. Sus ventajas principales - son: Dar seguridad al usuario del camino, proteger con- tra la humedad y posibles erosiones a la calzada, mejo- rar la visibilidad en los tramos en curva, facilitar - los trabajos de conservación, dar mejor apariencia al - camino. El ancho de éstos depende del volumen de tránsi to y del nivel de servicio a que el camino va a funcio- nar. Su pendiente transversal será la misma que la de - calzada.

Subcorona.

Es la superficie que limita a las terrace-- rías y sobre la que se apoyan las capas del pavimento. En sección transversal es una línea.

Terracerías.- Son el volumen de material que hay que - cortar ó terraplenar para formar el camino hasta la sub corona. La diferencia de cotas entre el terreno natural y la sub-corona, define los espesores de corte ó terra-

plén en cada punto de la sección. A los puntos intermedios en donde esa diferencia es nula, se les llama puntos de paso y a las líneas que unen esos puntos en un tramo del camino, línea de paso. A los puntos extremos de la sección donde los taludes cortan al terreno natural, se les llama ceros y a la línea que los unen a lo largo del camino, líneas de ceros.

Pavimento.- Es la capa ó capas de material seleccionado y/o tratado, comprendidas entre la sub-corona y la corona, que tiene por objeto soportar las cargas inducidas por el tránsito y repartirlas de manera que los esfuerzos transmitidos a la capa de terracerías subyacente a la subcorona, no le causen deformaciones perjudiciales; al mismo tiempo proporciona una superficie de rodamiento adecuada al tránsito. Los pavimentos están formados por la sub-base, la base y la carpeta, definiendo esta última la calzada del camino.

Los elementos que definen la subcorona y que son básicos para el proyecto de las secciones de construcción del camino, son la subrasante, la pendiente transversal y el ancho.

A) Subrasante.- Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. En la sección transversal es un punto cuya diferencia de elevación con la rasante está determinada por el espesor del pavimento y cuyo desnivel con respecto al

terreno natural, sirve para determinar el espesor de corte ó terraplén.

- B) Pendiente transversal.- De la subcorona es la misma que la de la corona, logrando mantener uniforme el espesor del pavimento. Puede ser bombeo ó sobreelevación, según que la sección esté en tangente, en curva ó en transición.
- C) Ancho.- De la subcorona es la distancia horizontal comprendida entre los puntos de intersección de la subcorona con los taludes del terraplén, cuneta ó corte.

$$As = C + e_1 + e_2 + A$$

En donde:

As = Ancho de la subcorona en m.

C = Ancho de la corona en tangente, en m.

e_1 y e_2 = Ensanche ó cada lado del camino, en m.

A = Ampliación de la calzada en la sección considerada, en m.

El ensanche es el sobre ancho que se da a cada lado de la subcorona para que, con los taludes de proyecto, pueda obtenerse el ancho de corona después de construir las capas de base y sub-base; es función

del espesor de base y sub-base, de la pendiente transversal y de los taludes.

Cuando el camino va en corte y se proyecta cuneta provisional, el hombro de la subcorona queda en la misma vertical que el de la corona y el ensanche es nulo (ver figura 5); pero cuando el camino se va a pavimentar, inmediatamente después de construídas las terracerías y no hay necesidad de construir la cuneta provisional, la cuneta definitiva quedará formada con el material de base y sub-base y por el talud del corte. (Figura 5).

En este caso el ensanche de la sub-corona se calcula como sigue:

$$e = \frac{B}{\frac{1}{t} + S}$$

e = Ensanche, en m.

B = Espesor de base y sub-base en m.

T = Talud de la cuneta.

S = Sobreelevación ó pendiente transversal de la corona y la subcorona, con su signo.

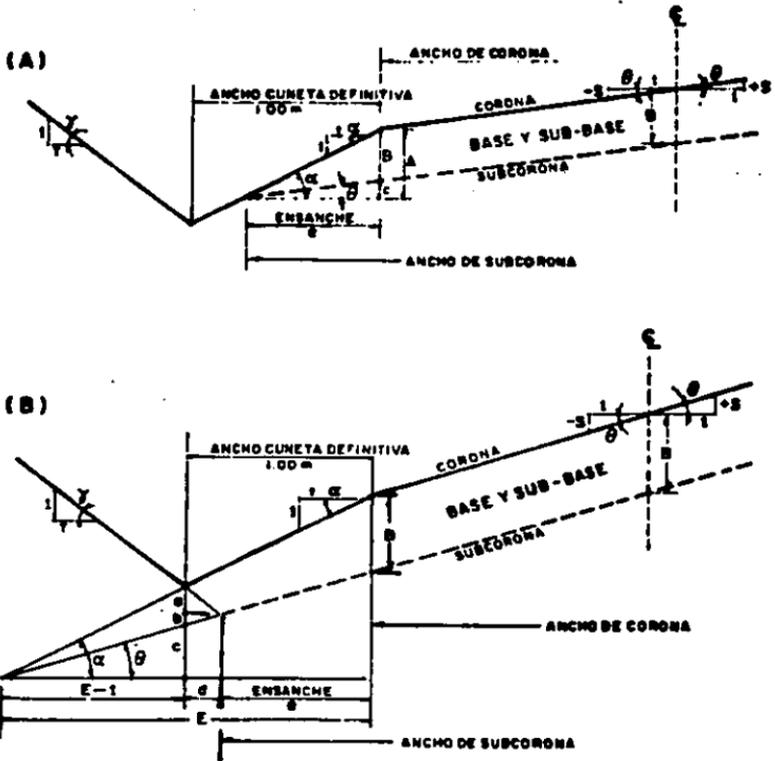


FIGURA 1 ENSANCHE DE LA SUBCORONA

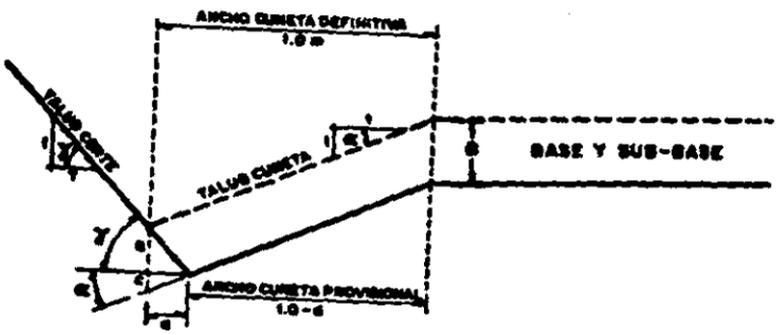


FIGURA 8 CURVA PROVISIONAL

La expresión anterior puede aplicarse también para el cálculo del ensanche en terraplenes, en cuyo caso, t es el talud del terraplén. (Fig. 5 y Fig. 6).

Cuando el espesor del pavimento y/o la pendiente transversal tienen valores altos, la subcorona corta primero al talud del corte que al talud de la cuneta, como se muestra en la figura 6. En este caso la aplicación de la expresión anterior daría como resultado la magnitud E , que es mayor que 1 m., lo que indica que el ensanche debe calcularse con otra expresión:

$$e = \frac{\frac{1}{T} + \frac{1}{t} - B}{\frac{1}{T} - S}$$

En donde:

e = Ensanche en m.

B = Espesor de base y sub-base, en m.

T = Talud de corte

t = Talud de cuneta

S = Sobre elevación ó pendiente transversal de la corona y la sub-corona, con su signo.

Cunetas y contracunetas.- Son obras de drenaje que por su naturaleza quedan incluidas en la sección transversal.

- A) Cunetas.- Son zanjas que se construyen en los tramos en corte a uno ó ambos lados de la corona, contiguas a los hombros, con el objeto de recibir en ellas el agua que escurre por la corona y los taludes del corte.

Normalmente, la cuneta tiene sección triangular con un ancho de 1.00 m., medido horizontalmente del hombro de la corona al fondo de la cuneta; su talud es generalmente de 3: 1, del fondo de la cuneta parte el talud del corte.

Cuando los caminos no se pavimentan inmediatamente después de construídas las terracerías, es necesario proyectar una cuneta provisional para drenar la subcorona. El ancho de esta cuneta provisional debe diferir en una cantidad "d" al ancho de la cuneta definitiva, para que cuando se pavimente o se recubra el camino, la cuneta definitiva quede con su ancho de proyecto. En la figura 6 se ilustra la forma y dimensiones de la cuneta provisional y su relación con la cuneta definitiva.

$$d = \frac{B}{\left(\frac{1}{T} + \frac{1}{t} \right)}$$

En donde B es el espesor de base y sub-base en m.; T y t son los taludes del corte y de la cuneta respectivamente, y d es la reducción que hay que hacer de la cuneta definitiva para tener el ancho de la cuneta provisional en m.

La pendiente longitudinal de las cunetas, generalmente es la misma que la del camino.

La longitud de una cuneta está limitada por su capacidad hidráulica, pues no debe permitirse que el agua rebase su sección y se extienda por el acotamiento, por lo que deberá limitarse esta longitud colocando alcantarillas de alivio ó proyectando las canalizaciones convenientes.

- B) Contracunetas.- Generalmente son zanjas de sección trapezoidal, que se excavan arriba de la línea de ceros en un corte, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural. Se construyen perpendiculares a la pendiente máxima del terreno, con el fin de lograr una interceptación eficiente del escurrimiento laminar.

Taludes.- El talud es la inclinación del paramento de los cortes ó de los terraplenes, expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente. Por extensión, en caminos, se le llama también talud a la superficie -

que en cortes queda comprendida entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta; y en terraplenes, la que queda comprendida entre la línea de ceros y el hombro correspondiente.

Los taludes de los cortes y terraplenes se fijan de acuerdo con su altura y la naturaleza del material que los forman.

En terraplenes, dado el control que se tiene en la extracción y colocación del material que forma el talud, el valor comúnmente empleado para éste es de 1.5.

Partes complementarias.- Bajo esta denominación se incluyen aquellos elementos de la sección transversal que concurren ocasionalmente y con los cuales se trata de mejorar la operación y conservación del camino.

A) Guardaciones y Bordillos.- Las guarniciones son elementos parcialmente enterrados, comúnmente de concreto hidráulico que se emplean principalmente para limitar las banquetas, camellones, isletas y delinear la orilla del pavimento.

Los bordillos son los elementos, generalmente de concreto asfáltico, que se construyen sobre los acostamientos junto a los hombros de terraplenes, a fin de encauzar el agua que escurre por la corona y que

de otro modo causaría erosiones en el talud del terraplén.

El caudal recogido por el bordillo se descarga en lavaderos contruidos sobre el talud del terraplén.

- B) Banquetas.- Son fajas destinadas a la circulación de peatones, ubicadas a un nivel superior al de la corona y a uno ó a ambos lados de ella. En zonas urbanas y suburbanas, la banqueta es parte integrante de la calle; en caminos rara vez son necesarias.
- C) Fajas separadoras y camellones.- Fajas separadoras son las zonas que se disponen para dividir unos carriles de tránsito de otros de sentido opuesto, ó bien para dividir carriles del mismo sentido pero de diferente naturaleza. Las primeras se llaman fajas separadoras centrales y las segundas son laterales. Cuando a estas fajas se les construyen guarniciones laterales y entre ellas se coloca material para obtener un nivel superior al de la calzada, toman el nombre de camellones, que igualmente pueden ser centrales ó laterales.

Derecho de Vía.- Es la faja que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y en general, para el uso adecuado de esa vía y de sus servicios auxiliares. Su ancho será el requerido para satisfacer esas necesidades.

5.- PROYECTO DE LA SUBRASANTE Y CALCULO DE LOS MOVIMIENTOS DE TERRACERIAS.

El costo de construcción, parte integrante de los costos - en que se basa la evaluación de un camino, está gobernado por los movimientos de terracerías. Esto implica una serie de estudios que permitan tener la certeza de que los movimientos a realizar sean los más económicos, dentro de los requerimientos que el tipo de camino fija.

La subrasante a la que corresponden los movimientos de terracerías más económicos, se le conoce como subrasante - económica.

Proyecto de la Subrasante.

Al iniciarse el estudio de la subrasante en un tramo, se - deben analizar el alineamiento horizontal, el perfil longitudinal y las secciones transversales del terreno, los datos relativos a la calidad de los materiales y la elevación mínima que se requiere para dar cabida a las estructuras. La subrasante económica es aquella que ocasiona el menor - costo de la obra, entendiéndose por esto, la suma de las - erogaciones ocasionadas durante la construcción y por la - operación y conservación del camino, una vez abierto al - tránsito. No obstante, en lo que sigue se tratará la forma de encontrar la subrasante económica determinándola únicamente por el costo de construcción, por ser este concepto

el que generalmente presenta variaciones sensibles. Bajo este aspecto, para el proyecto de la subrasante económica, hay que tomar en cuenta que:

- a) La subrasante debe cumplir con las especificaciones de proyecto geométrico dadas.
- b) En general, el alineamiento horizontal es definitivo, - pues todos los problemas inherentes a él han sido previstos en la fase de ante-proyecto. Sin embargo habrá - casos en que se requiera modificarlo localmente.
- c) La subrasante a proyectar debe permitir alojar las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel y su elevación debe ser la necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerías ó al pavimento, causadas por zonas de inundación ó humedad excesiva en el terreno natural.

A) Elementos que definen el proyecto de la subrasante.

De acuerdo con lo anterior, se considera que los elementos que definen el proyecto de la subrasante económica, son los siguientes:

- a) Condiciones topográficas.- De acuerdo con su configuración se consideran los siguientes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

Se estima que la definición de estos tres conceptos de-

be estar íntimamente ligada con las características que cada uno de ellos imprime al proyecto, tanto en los alijamientos horizontal y vertical como en el diseño de - la sección de construcción.

Se considera terreno plano, aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y de corta magnitud, - con pendiente transversal escasa ó nula. Como lomerío, se considera al terreno cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión, cimas y depresiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de 25°. Como montañoso se considera al terreno que ofrece pendientes transversales mayores de 25° , caracterizado por accidentes topográficos notables y cuyo perfil obliga a fuertes movimientos de tierra.

- b) Condiciones geotécnicas.- La calidad de los materiales que se encuentran en la zona en donde se localiza el camino, es factor muy importante para lograr el proyecto de la subrasante económica, ya que además del empleo - que tendrán en la formación de las terracerías, servirán de apoyo al camino.

Por la dificultad que ofrecen a su ataque, los materiales de terracerías, se clasifican como A, B y C; y por el tratamiento que van a tener en la formación de los - terraplenes, se clasifican en materiales compactables y no compactables.

- Material A: Se ataca mediante pico, pala de mano, escrepa ó pala mecánica de cualquier capacidad. Son los poco ó nada cementados, con partículas hasta de - 7.5 cms.

- Material B: Se ataca mediante arado ó explosivos ligeros. Contienen piedras sueltas mayores de 7.5 cms. y menores de 75 cms.

 - Material C: Sólo se ataca mediante explosivos, requiriendo para su remoción el uso de pala mecánica de gran capacidad.

 - Material compactable: Es aquel material cuya compactación es posible controlar mediante alguna de las pruebas de laboratorio usuales en la técnica S.C.T. En caso contrario se considera no compactable, aún cuando se reconozca que estos materiales puedan ser sujetos a un proceso de compactación en el campo.

 - Material no compactable: Generalmente es producto de los cortes y excepcionalmente obtenido de los préstamos, se le implica el tratamiento de bandeado al emplearse en la formación de los terraplenes, tratamiento que tiene por objeto lograr un mejor acomodo de los fragmentos, reduciendo los vacíos u oquedades mediante el empleo del equipo de construcción adecuado. Dentro de este grupo quedan incluidos los materiales clasificados como C, y aquellos cuya clasificación B es debida a la presencia de fragmentos medianos y grandes.
- Para el proyecto de la subrasante se deben conocer principalmente las propiedades de los materiales que

que intervendrán en la formación de las terracerías, los datos relativos a su clasificación para fines - del presupuesto y el tratamiento a darles.

- c) Subrasante mínima: La elevación mínima correspondiente a puntos determinados del camino, a los que el estudio de la subrasante económica debe sujetarse, define en esos puntos el proyecto de la subrasante mínima.

Los elementos que fijan estas elevaciones mínimas son:

1º.- Obras menores: Para lograr la economía y no alterar el buen funcionamiento del drenaje, es necesario que el estudio de la subrasante respete la elevación mínima que requiere el proyecto de las alcantarillas.

La metodología para encontrar la elevación a la cual debe sujetarse la subrasante, está en función de las características propias de la alcantarilla y de la sección de construcción, principalmente la elevación del desplante, la pendiente según el eje de la obra, el colchon mínimo, el ángulo de esviajamiento, la altura de la obra hasta su coronamiento, el ancho de la semicorona, y las pendientes longitudinal y transversal de la obra.

2°.- Puentes.- Aún cuando en los cruces de corrientes que hacen necesaria la construcción de puentes, la elevación definitiva de la subrasante no será conocida hasta que se proyecte la estructura, es necesario tomar en consideración los elementos que intervienen para definir la elevación mínima con el objeto de que el proyecto del alineamiento vertical se aproxime lo más posible a la cota que se requiere. Para lograr lo anterior se debe contar con los siguientes datos:

- Elevación del nivel de aguas máximas extraordinarias (N.A.M.E.)
- Sobre elevación de las aguas ocasionada por el estrechamiento que origina el puente en el cauce.
- Espacio libre vertical necesario para dar paso a cuerpos flotantes.
- Peralte de la superestructura.

La suma de los valores de estos elementos determina la elevación mínima de rasante necesaria para alojar el puente, de la cual habrá que deducir el espesor de pavimento para obtener la elevación de la subrasante.

3°.- Zonas de inundación.- El paso de un camino por zonas de inundación obliga a guardar cierta elevación de la subrasante que se fija de acuerdo con el

nivel de aguas máximas extraordinarias, con la sobre elevación de las aguas producidas por el obstáculo - que a su paso presentará el camino y la necesidad de asegurar la estabilidad de las terracerías y del pavimento. En estos casos se recomienda que la elevación de la subrasante sea como mínimo un metro arriba del nivel de aguas máximas extraordinarias, estando el dato preciso en función de las características de la zona inundable.

4º.- Intersecciones.- Los cruces que un camino tiene con otras vías de comunicación terrestre, ya sean en proyecto ó existentes, dan lugar a intersecciones - que pueden ser a nivel o a desnivel. En este caso el proyecto de la subrasante deberá considerar la vía terrestre que se cruce.

Para fijar la elevación de la subrasante económica, se sigue una metodología semejante a la ya explicada para el caso de obras menores, tomando en consideración además, para el caso de los entronques, que deberán estudiarse los enlaces con los caminos que originan el cruce.

- d) Costo de las terracerías.- La posición que debe guardar la subrasante para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerías, depende de los siguientes conceptos:

- + Costos unitarios:
- Excavación de corte.

- Excavación de préstamo
- Compactación en el terraplén del material de corte.
- Compactación en el terraplén del material de préstamo.
- Sobre-acarreo del material de corte a terraplén.
- Sobre-acarreo del material de corte a desperdicio.
- Sobre-acarreo del material de préstamo a terraplén.
- Costo del terreno afectado para préstamo, desmonte y despaldo, dividido entre el volumen de terracerías extraído del mismo.
- + Coeficientes de variabilidad volumétrica:
 - Del material de corte.
 - Del material de préstamo.
- + Relaciones:
 - Entre la variación de los volúmenes de corte y terraplén, al mover la subrasante de su posición original.
 - Entre los costos unitarios de terraplén formado con material producto de corte y con material obtenido de préstamo.
 - Entre los costos que significa el acarreo del material de corte para formar el terraplén y su compactación en éste y el que significa la extracción del material de corte y acarreo para desperdiciarlo.

+ Distancia económica de sobre-acarreo: El empleo del material producto de corte en la formación de terraplenes, está condicionado tanto a la calidad del material como a la distancia hasta la que es económicamente posible su transporte. Esta distancia está dada por la ecuación:

$$DME = \frac{(P_p + ad) - P_c}{P_{sa}} + AL$$

en donde:

DME = Distancia máxima de sobre-acarreo económico

ad = Costo unitario de sobre-acarreo del material de corte de desperdicio.

Pc = Precio unitario de la compactación en el terraplén del material producto del corte.

AL = Acarreo libre del material, cuyo costo está incluido en el precio de excavación.

P_p = Costo unitario de terraplén formado con un material producto de préstamo.

Psa = Precio unitario del sobre-acarreo del material de corte.

Cálculo de Volúmenes y Movimiento de Terracerías.

Para lograr la aproximación debida en el cálculo de los volúmenes de tierra, es necesario obtener la elevación de la subrasante tanto en las estaciones cerradas como en las intermedias en que se acusan cambios en la pendiente del terreno. - Asimismo es conveniente calcular la elevación de los puntos principales de las curvas horizontales, en los que la sección transversal sufre un cambio motivado por la sobre-elevación y la ampliación.

Obtenida la elevación de la subrasante para cada una de las estaciones consideradas en el proyecto, se determina el espesor correspondiente dado por la diferencia que existe entre las elevaciones del terreno y de la subrasante.

Este espesor se considera en la sección transversal del terreno previamente dibujada, procediéndose al proyecto de la sección de construcción.

El cálculo de los volúmenes se hace con base en las áreas medidas en las secciones de construcción y los movimientos de los materiales se analizan mediante un diagrama llamado curva masa.

A) Secciones de Construcción.

Se llama así a la representación gráfica de las secciones transversales, que contienen tanto los datos propios del -

diseño geométrico, como los correspondientes al empleo y -
tratamiento de los materiales que formarán las terracerías,
véase figuras 1 y 2.

Los elementos y conceptos que determinan el proyecto de una
sección de construcción, pueden separarse en dos grupos -
claramente definidos:

a) Los propios del diseño geométrico.

- Espesor de corte ó de terraplén
- Ancho de corona
- Ancho de calzada
- Ancho de acotamiento
- Pendiente transversal
- Ampliación en curvas
- Longitud de transición
- Espesor de pavimento
- Ancho de subcorona
- Talud de corte ó de terraplén
- Dimensiones de las cunetas.

Estos elementos ya fueron tratados en el Capítulo III-4

b) Los impuestos por el procedimiento a que debe sujetarse
la construcción de las terracerías.

- Despalme.- Es la remoción de la capa superficial del
terreno natural, que por sus características no es -
adecuada para la construcción (Figs. 1 y 2)

- Compactación del terreno natural.- Es la que se da al material del terreno sobre el que se desplantará un terraplén ó al que quede abajo de la subcorona ó de la capa subrasante en un corte, para proporcionarle a ese material el peso volumétrico requerido. También se aplica en el caso de terracerías antiguas que vayan a ser ampliadas. (ver figs. 1 y 2)

- Escalón de liga.- Es el que se forma en el área de desplante de un terraplén, cuando la pendiente transversal del terreno es poco menor que la inclinación del talud 1.5 : 1, a fin de obtener una liga adecuada entre ellos y evitar un deslizamiento del terraplén. También se proyecta en casos de ampliación ó reconstrucción de caminos existentes, cuando la distancia horizontal entre taludes, es menor que el ancho del equipo de construcción, por lo cual hay que recortar el terraplén existente, hasta obtener la distancia mínima necesaria. Las dimensiones de los escalones de liga se fijan de acuerdo con las características de los materiales y del equipo de construcción.

- Cuerpo del terraplén.- Se llama así a la parte del terraplén que queda abajo de la subcorona (ver. fig. 1)

- Capa subrasante.- Es la porción subyacente a la subcorona, tanto en corte como en terraplén. Su espesor es comúnmente de 30 cm. y está formada por suelos seleccionados para soportar las cargas que le transmite el pavimento (ver. fig. 1).

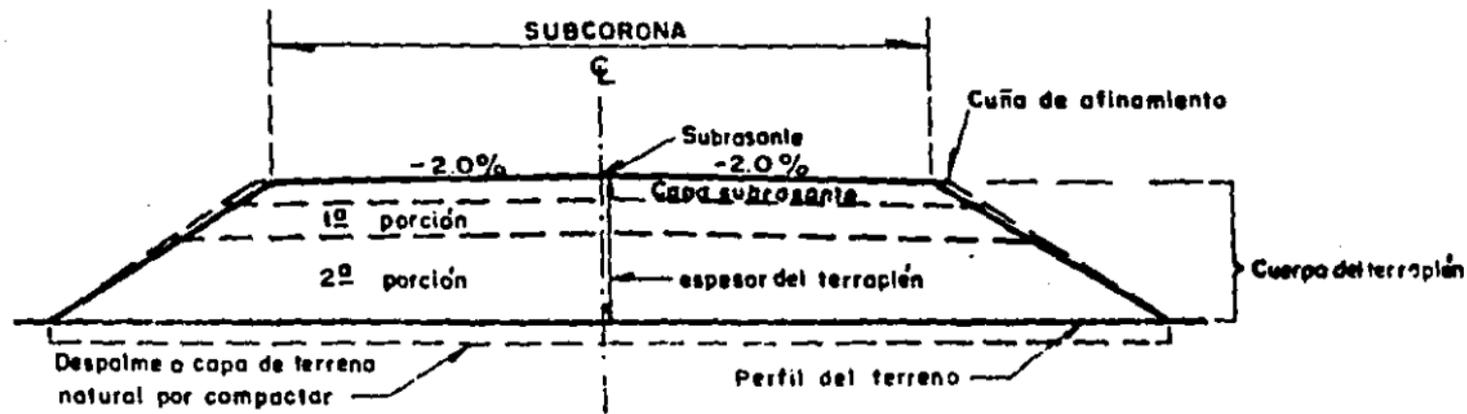


FIGURA 1 SECCION DE CONSTRUCCION DE UN TERRAPLEN EN TANGENTE

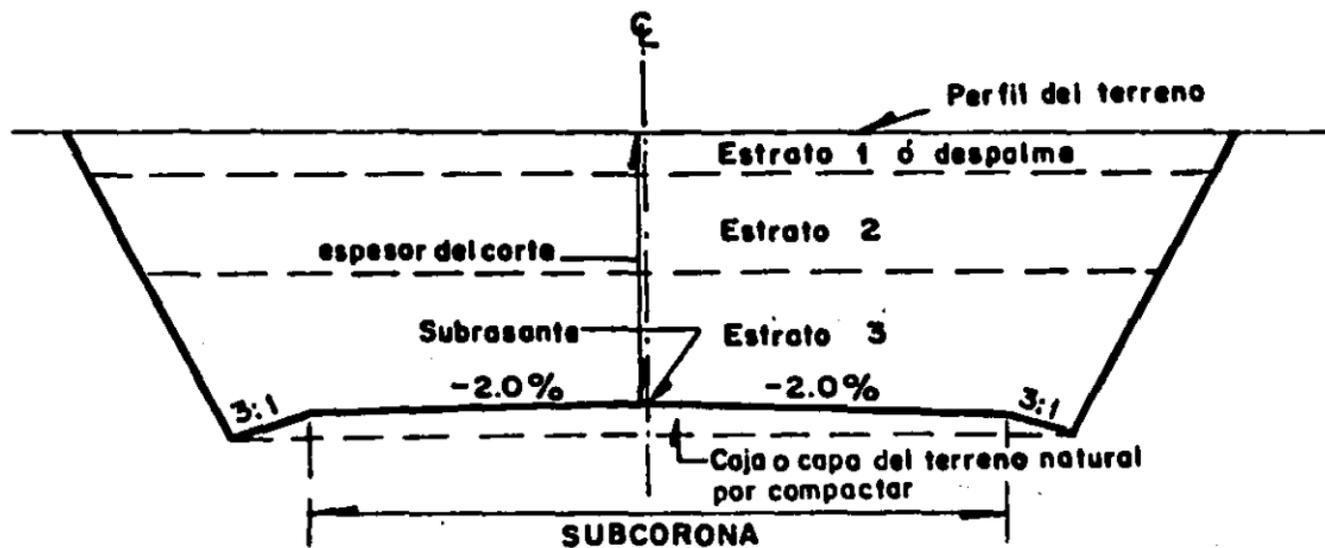


FIGURA 2. SECCION DE CONSTRUCCION DE UN CORTE EN TANGENTE

- **Cuña de afinamiento.**- Es el aumento lateral que se le da a un talud de terraplén, para lograr la compactación debida en las partes contiguas a él. Es de forma triangular, comúnmente de 20 cm. de ancho en su parte superior al nivel del hombro de la sub-corona y termina en la línea de ceros del talud ó en el lecho superior de la porción inferior, si ésta es de material no compactable. Esta cuña debe recortarse en el afinamiento final. (fig. 1)

- **Muro de retención.**- Cuando la línea de ceros del terraplén no llega al terreno natural, es necesario construir muros de retención, cuya ubicación y altura estarán dadas como resultado de un estudio económico. (ver. fig. 3)

- **Berma.**- En un terraplén, está formada por el material que se coloca adosado a su talud, a fin de darle mayor estabilidad al terraplén. En corte, es un escalón que se hace recortando el talud, con el objeto de darle mayor estabilidad y de tener en él al material que se pueda desprender, evitando así que llegue hasta la corona del camino. (fig. 3)

- **Estratos en cortes.**- Así se designan a las diferentes capas que aparecen en un corte, cuando cada una de ellas está formada por material de distintas características de las demás.

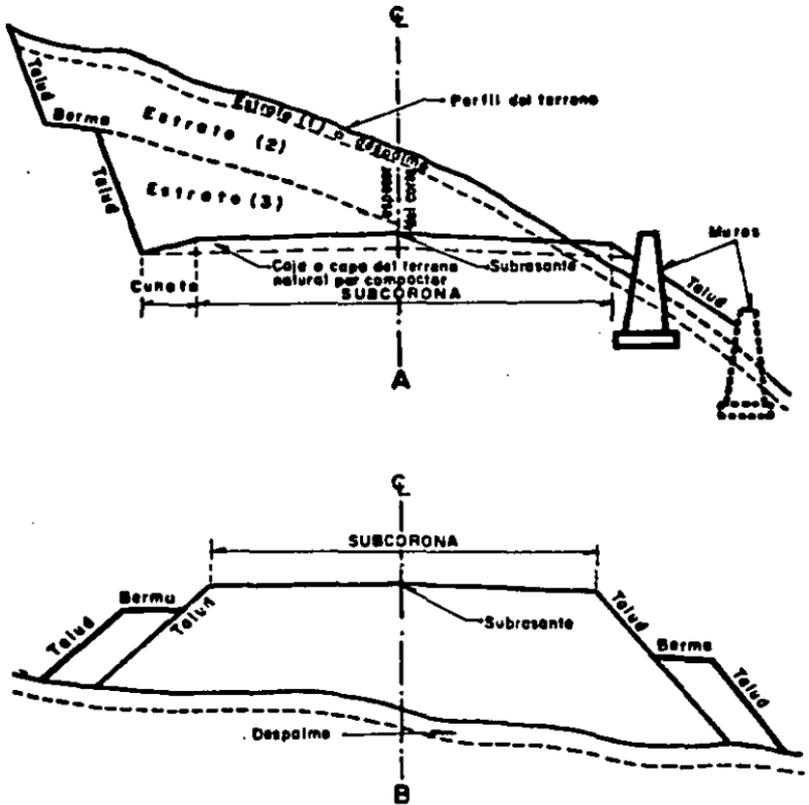


FIGURA 3 MUROS Y BERMAS

- Caja de corte.- Es la excavación del material subyacente a la subcorona, inadecuado para formar la capa subrasante. Este material debe ser sustituido por otro de características apropiadas. (ver. fig. 2).

B) Determinación de áreas.- Para fines de presupuesto y pago de la obra, es preciso determinar los volúmenes tanto de corte como de terraplén, para lograr lo anterior, es necesario calcular el área de las distintas porciones consideradas en el proyecto de la sección de construcción.

C) Cálculo de volúmenes.- Una vez que se han determinado las áreas de las secciones de construcción, se procede al cálculo de los volúmenes de tierras. Para ello es necesario suponer que el camino está formado por una serie de prismoides tanto en corte como en terraplén. Cada uno de estos prismoides está limitado en sus extremos por dos superficies paralelas verticales representadas por las secciones de construcción y lateralmente por los planos de los taludes de la subcorona y del terreno natural.

a) Fórmula del prismoide.

Los prismoides definidos por las secciones transversales de un camino se asemejan a un prismoide trapecial. Se considera un prismoide con base I y II.

$$V = \frac{L}{2} (A_I + A_{II})$$

Es norma común considerar secciones en las estaciones cerradas de 20 m., en los puntos principales de las curvas del alineamiento horizontal y en donde ocurren cambios notables en la pendiente longitudinal ó transversal del terreno.

b) Coeficiente de variabilidad volumétrica.

El material ya sea de corte ó de préstamo empleado en la formación de los terraplenes, experimenta un cambio de volumen al pasar de su estado natural a formar parte del terraplén, siendo esencial el conocimiento de este cambio para la correcta determinación de los volúmenes y de los movimientos de tierra correspondientes.

Se llama coeficiente de variabilidad volumétrica a la relación que existe entre el peso volumétrico del material en su estado natural y el peso volumétrico que ese mismo material tiene al formar parte del terraplén. Este coeficiente se aplica al volumen del material en su estado natural para obtener su volumen en el terraplén.

c) Ordenadas de curva masa.

La ordenada de curva masa en una estación determinada, es la suma algebraica de los volúmenes de terraplén -

y de corte, estos últimos afectados por su coeficiente de variabilidad volumétrica, considerados los volúmenes desde un origen hasta esa estación; se establece que los volúmenes de corte son positivos y los de terraplén negativos.

Estas ordenadas servirán como se verá más adelante, - para dibujar el diagrama de masas en un sistema de - coordenadas rectangulares.

Ocurre con frecuencia que la calidad del material pro ducto de corte, no es la adecuada para formar la tot alidad del terraplén, sino que únicamente puede emplear se en la construcción de parte del cuerpo del mismo. Cuando esta situación se presenta, es necesario calcu lar ordenadas de curva masa para cada porción del te rraplén que tenga distinta fuente de aprovechamiento.

d) Registro de cálculo.

En el capítulo V-4 podemos ver el registro de cálculo de subrasante y curva masa empleado por la S.C.T. - Dada la liga que existe entre los datos que conducen a la determinación de las ordenadas de curva masa, se hace hincapié en que los distintos cálculos que es - obligado efectuar, deben siempre verificarse progresi vamente, con el objeto de evitar la propagación de - errores.

e) Empleo de computadoras. Ver Capítulo V-3

D) Movimiento de terracerías.-

Los volúmenes ya sean de corte ó de préstamo, deben ser transportados para formar los terraplenes; sin embargo, en algunos casos, parte de los volúmenes de corte deben desperdiciarse, para lo cual se transportan a los lugares convenientes fuera del camino.

Para determinar todos estos movimientos de terracerías y obtener su costo mínimo, el diagrama de masas es el instrumento con que cuenta el proyectista. El diagrama de masas es la curva resultante de unir todos los puntos dados por las ordenadas de curva masa, obtenidos de acuerdo con lo establecido en el apartado c) del subinciso C); correspondiendo las abscisas al cadenamiento del camino.

a) Propiedades del diagrama de masas.- En la figura 4, se representa el diagrama de masas A B C D E F G correspondiente a los volúmenes de terracerías a mover, al ubicar la subrasante a c e g en el perfil a b c d e f g del terreno. Las principales propiedades del diagrama de masas son las siguientes:

- El diagrama es ascendente cuando predominan los volúmenes de corte sobre los de terraplén y descendente en caso contrario. En la figura se tiene que las líneas ABC y EFG son ascendentes por derivarse de los

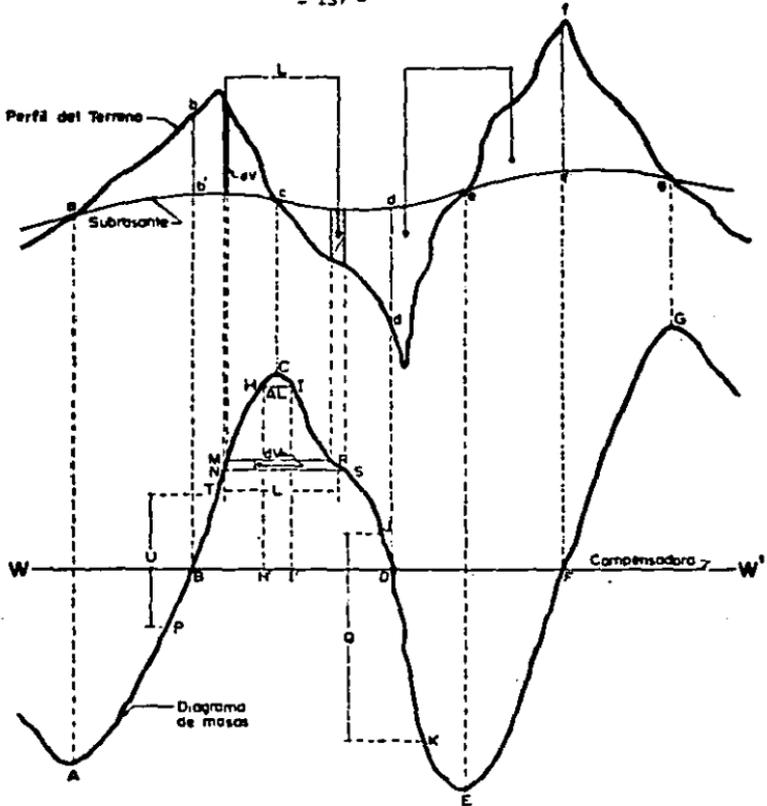


FIGURA 4 PROPIEDADES DEL DIAGRAMA DE MASAS

volúmenes de los cortes abc y efg, en tanto que la línea CDE es descendente por referirse al terraplén cde.

- Cuando después de un tramo ascendente en el que predominan los volúmenes de corte, se llega a un punto del diagrama en el cual empiezan a preponderar los volúmenes de terraplén, se dice que se forma un máximo; en el caso inverso se dice que se forma un mínimo. En la figura, los puntos A y E del diagrama son mínimos y corresponden a los puntos a y e del terreno que son los extremos de tramos en terraplén, en tanto que los puntos C y G del diagrama son máximos y corresponden a los extremos de los cortes abc y efg.

- La diferencia entre las ordenadas de la curva masa, en dos puntos cualesquiera P y T, expresa un volumen U que es igual a la suma algebraica de todos los volúmenes de corte, positivos, con todos los volúmenes de terraplén, negativos, comprendidos en el tramo limitado por esos dos puntos. En el diagrama citado, la diferencia de ordenadas entre P y T es U; por quedar T arriba de P, expresa que en el tramo hay un excedente U del volumen de corte sobre el de terraplén; si los dos puntos son como el J y el K y este queda abajo de aquél, la diferencia de ordenadas Q indica el volumen de terraplén en exceso del corte en ese tramo.

- Si en un diagrama de masas se dibuja una línea horizontal en tal forma que lo corte en dos puntos consecutivos, éstos tendrán la misma ordenada y por consecuencia en el tramo comprendido entre ellos serán iguales los volúmenes de corte y los volúmenes de terraplén, ó sea que estos dos puntos son los extremos de un tramo compensado.

Esta línea horizontal se llama compensadora. La distancia entre los dos puntos se llama abertura del diagrama y es la distancia máxima de acarreo al llevar el material del corte al terraplén.

En la figura 4 la horizontal BD es la compensadora, pues la línea BC representa los volúmenes del corte $bc b^1$ que son iguales a los volúmenes del terraplén cdd^1 , representados por la línea CD del diagrama. La abertura BD es la distancia máxima del acarreo al transportar el volumen del corte b^1bc al terraplén cdd^1 .

- Cuando en un tramo compensado el contorno cerrado que origina el diagrama de masas y la compensadora ww^1 , queda arriba de ésta, el sentido del acarreo es hacia adelante; contrariamente, cuando el contorno cerrado queda abajo de la compensadora, el sentido del movimiento es hacia atrás.

Así el diagrama, el contorno cerrado BCDB indica un movimiento hacia adelante por estar arriba de la compensadora ww^1 , pues el volumen BC del corte $bc b^1$, se

rá llevado al terraplén cdd^1 que está adelante. En cambio, el contorno cerrado DEFD que está abajo de la compensadora ww^1 , indica que el volumen EF del corte eff^1 será llevado al terraplén ded^1 , mediante un acarreo cuyo sentido es hacia atrás.

- Las áreas de los contornos cerrados comprendidos entre el diagrama y la compensadora, representan los acarreos. Si en el corte $bc b^1$ se toma un volumen elemental dV , que está representado en el diagrama de masas por el segmento MN, que será transportado a una distancia L, para ser colocado en el segmento RS del terraplén, el acarreo elemental será $dV \times L$ que es precisamente el área del trapecio elemental MNSR; por lo tanto, la suma de todas las áreas de los trapecios elementales, representativos de acarreos elementales, será el área de contorno cerrado BCDB, que representará el monto del acarreo total. Así pues, si se tiene un contorno cerrado formado por el diagrama de masas y por una compensadora, bastará con determinar el área de él, para que, considerando las escalas respectivas, se encuentre el valor del acarreo total.

- b) Precio unitario y forma de pago de los conceptos que integran los movimientos de terracerías.

El precio unitario es la remuneración pecuniaria que se cubre al contratista por unidad de obra realizada y que

comprende el costo directo, el costo indirecto y la utilidad, en cada concepto para el que se establece. En el caso de la determinación de la subrasante económica, es preciso conocer el precio unitario de cada uno de los conceptos que comprenden los movimientos de terracerías, para que al multiplicarlo por el volumen de obra respectivo, se obtenga la erogación correspondiente a cada uno de esos conceptos y se concluya si la subrasante así obtenida es realmente la más económica. Puede decirse que la subrasante que se determine, se acercará a la económica, en la misma forma que los precios unitarios supuestos para el proyecto, se acerquen a los precios unitarios de la obra.

c) Determinación de los acarreos.

- Acarreo libre.- Es la distancia máxima a la que puede ser transportado un material, estando el precio de esta operación incluido en el de la excavación. Por convención la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha adoptado una distancia de acarreo libre de 20 m., ésta se representa por medio de una horizontal en la zona inmediata a los máximos ó mínimos del diagrama de masas. Al preparar los programas para la computadora electrónica, se requiere fijar analíticamente, las estaciones que limitan el acarreo libre.

- Distancia media de sobreacarreo.

Para poder cuantificar los movimientos de terracerías, es necesario establecer la distancia de sobreacarreo y la porción del volumen que hay que transportar más allá del límite establecido por el acarreo libre.

La distancia media de sobreacarreo se obtiene con base en la propiedad de la curva masa que dice que las áreas de los contornos cerrados comprendidos entre el diagrama y la compensadora representan el monto de los acarreos, es decir, un volumen por una distancia. Si el área de estas figuras se divide entre la ordenada de las mismas, que representa un volumen, se obtendrá como resultado una distancia que restándole el acarreo libre, dará la distancia media de sobreacarreo.

d) Posición económica de la compensadora.

En un tramo la compensadora que corta el mayor número de veces al diagrama de masas y que produce los movimientos de terracerías más económicos, recibe el nombre de compensadora general.

Es conveniente obtener una sola compensadora general para un tramo de gran longitud; sin embargo, la economía buscada obliga la mayor parte de las veces a que la compensadora no sea una línea continua, sino que debe interrumpirse en ciertos puntos para reiniciarla en otros situados arriba ó abajo de la anterior, lo que origina tramos que no están compensados

longitudinalmente y cuyos volúmenes son la diferencia de las ordenadas de las compensadoras.

Una compensadora genera un préstamo entre ésta y otra si está situada por debajo de la segunda y un desperdicio si se presenta el caso contrario, es decir, la primera encima de la segunda.

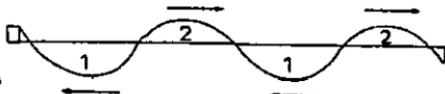
Generalmente, los préstamos se originan por exceso de volumen de terraplén y los desperdicios por exceso de volumen de corta, pero pueden coexistir préstamos y desperdicios.

En el estudio de la compensación longitudinal se presentan cuatro casos, dependiendo de la ubicación de la compensadora general. La compensadora puede quedar ubicada entre préstamos, entre desperdicio y --préstamo; entre préstamo y desperdicio y entre desperdicios.

$$\begin{aligned}
 \text{Pest.} & \left(\frac{\text{Est. } 1}{\text{Cc}_1} - \frac{\text{Est. } 2}{\text{Cc}_2} \right) + \text{Ptm} \left(\frac{\text{Hm}_1}{\text{Cc}_1} - \frac{\text{Hm}_2}{\text{Cc}_2} \right) + \dots \\
 \dots + \text{Ptm exc} & \left(\frac{\text{Hm.exc. } 1}{\text{Cc}_1} - \frac{\text{Hm.exc. } 2}{\text{Cc}_2} \right) + \dots \\
 \dots + \text{P } 1/2 \text{ km.} & \left(\frac{1/2 \text{ km. } 1}{\text{Cc}_1} - \frac{1/2 \text{ km. } 2}{\text{Cc}_2} \right) + \dots \\
 \dots \text{ Ptm exc.} & \left(\frac{\text{Hm.exc. } 1}{\text{Cc}_1} - \frac{\text{Hm.exc. } 2}{\text{Cc}_2} \right) = A + B
 \end{aligned}$$

Esta es la fórmula para obtener la compensadora económica. (est.= Estación de 20m.; Hm.= Hectómetro; -- Hm.exc.= Hectómetros excedentes; km.= Kilómetro).

En la fórmula, todos los sobrecarreos arriba de la com pensadora se denominan con el número 2 y los de abajo con el número 1.



P = Precio ó costo

Cc= Coeficiente de corte (de abundamiento ó de reducción)

A = Si existe desperdicio atrás, vale 0

B = Si existe desperdicio adelante, vale 0

A = Si existe préstamo atrás, vale el precio del préstamo atrás (Pp.at).

B = Si existe préstamo adelante, vale el precio del préstamo adelante (Pp. ad.)

$$P_p = \frac{\$ \text{ Exc.}}{Cc} + \$ \text{ Cm.}$$

Cc= Coeficiente de compactación.

Pp= Precio del préstamo

\$ Exc. = Precio de excavación

\$ Cm. = Precio de compactación

La aplicación práctica de esta ecuación es sencilla; - basta medir las aberturas en la unidad correspondiente al sobre-acarreo en cada movimiento, restarle el acarreo libre y multiplicarlas por el precio unitario; los productos así obtenidos serán de signo positivo ó negativo según correspondan a movimientos hacia atrás o hacia adelante y se efectúa la suma algebraica de estos pro--

ductos. Esta suma debe ser igual al segundo miembro; - si no lo fuere se moverá la compensadora hasta encontrar esa igualdad.

e) Posición económica de la compensadora auxiliar.

Cuando dentro de un movimiento ocasionado por la compensadora general, existen otros máximos y mínimos (figura 5) que dan lugar a otra serie de movimientos adicionales, es necesario utilizar una compensadora auxiliar que - - haga mínimo el costo de los sobreacarreos en esos movimientos.

En el diagrama de masas mostrado en la figura 5 en el - que ya está ubicada la compensadora general MN, la compensadora auxiliar AA¹, ha originado los cuatro movimientos siguientes:

bcdef que es hacia atrás y cuya abertura es d1.

fgh que es hacia adelante y cuya abertura es d2.

hijklmn que es hacia atrás y cuya abertura es d3 y el

sobre acarreo abfhno que es hacia atrás y cuya -
abertura es d4.

Si se mueve la compensadora auxiliar a la posición BB¹ mediante un desplazamiento dV se tendrá que:

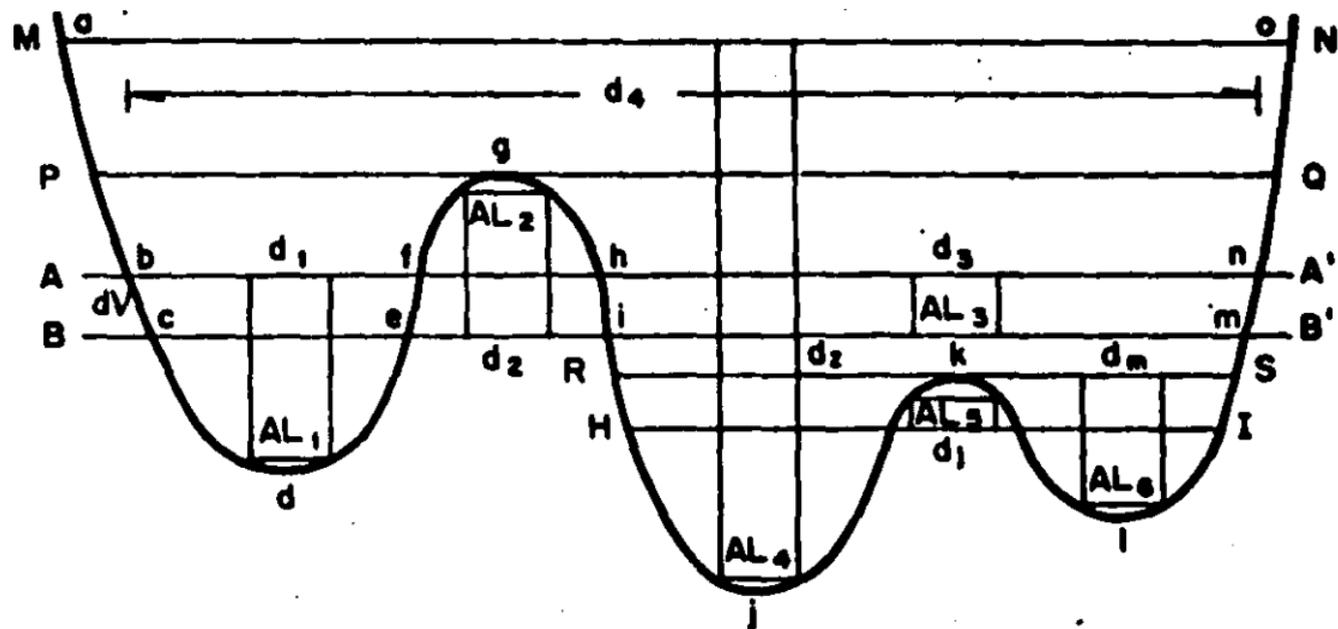


FIGURA 3 COMPENSADORA AUXILIAR

- El movimiento bcdef disminuyó en el área bcef
- El movimiento fgh aumentó en el área efhi
- El movimiento hijklm disminuyó en el área himn
- Y el movimiento abfnno aumentó en el área bcmm

Entonces, viendo en la figura 5 que abertura corresponde a cada movimiento, la compensadora auxiliar económica debe satisfacer la ecuación general siguiente:

$$(d_1 - AL)PU_1 + (d_3 - AL)PU_3 = (d_2 - AL)PU_2 + (d_4 - AL)PU_4$$

PU - Precio unitario de sobre-acarreo en cada movimiento.

AL - Acarreo libre.

Pudiera darse el caso de que todas las aberturas fueran del mismo tipo de sobre-acarreo, cuyos precios unitarios fueran iguales, esto es, todas menores, iguales ó mayores que una distancia máxima determinada; entonces para este caso, se tiene que:

$$d_4 = d_1 + d_2 + d_3$$

y sustituyendo este valor de d_4 en la ecuación general, se obtiene que: $0 = 2d_2$. Resultado que indica que el área del movimiento limitado por la abertura d_2 se consideraría dos veces. Para evitar esta duplicidad de pago, la compensadora auxiliar económica debe colocarse pasando tangente a los máximos ó a los mínimos del diagrama, según sea el sentido del movimiento. Este ejemplo está indicado con la compensadora PQ.

Refiriéndose nuevamente a la figura 5 y considerando que la compensadora auxiliar económica es la BB^1 , quedará la porción del diagrama $ijklm$ sin proyecto de movimiento, por lo que requiere también de una compensadora auxiliar. Esta compensadora RS pasará por el máximo k si las aberturas $d3$, $d2$ y $d4$ son de la misma especie, ó bien, podrá ser una como HI , si aquellas aberturas son de movimientos cuyos precios unitarios sean diferentes.

**IV) ESPECIFICACIONES GENERALES PARA PROYECTO
GEOMETRICO DE CARRETERAS**

CAPITULO IV

ESPECIFICACIONES GENERALES.

RECOMENDACIONES GENERALES.

1.- DE LA CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS CARRETERAS.

1.1 Para la selección del tipo de carretera con fines de proyecto, se observará lo siguiente:

a) Con base en la TDPA probable para el horizonte de proyecto, el cual no será mayor de veinte (20) años, se adoptará uno de los tipos de carretera existentes:

- Tipo "A" para un TDPA superior a 3000 vehículos.
- Tipo "B" para un TDPA de 1500 a 3000 vehículos.
- Tipo "C" para un TDPA de 500 a 1500 vehículos.
- Tipo "D" para un TDPA de 100 a 500 vehículos.
- Tipo "E" para un TDPA de hasta 100 vehículos.
- TDPA = Tránsito Diario Promedio Anual: Número de vehículos, que pasan por un lugar dado durante un año, dividido entre el número de días del año.

b) En la aplicación de los distintos tipos de carretera, deberá tenerse en cuenta que a lo largo de la carretera en proyecto, podrán existir tramos con volúmenes de tránsito muy diferentes. En tales casos, se deberá contar con los datos del párrafo a) de este inciso, para proyectar cada tramo de acuerdo al tipo de carretera que corresponda.

- c) Cuando el TDPA estimado para el horizonte de proyecto sea similar ó coincida con alguno de los límites establecidos para clasificar los diferentes tipos de carretera y se presente en consecuencia un caso de frontera, se deberá seleccionar el tipo de carretera de rango inferior.

- d) En algunos casos de frontera y cuando las condiciones particulares lo ameriten, para decidir el tipo de carretera, es recomendable efectuar evaluaciones operacionables y económicas que contemplen tanto los costos de construcción de la obra, como los correspondientes a la operación y conservación de la misma. Eventualmente se podrán considerar estrategias de construcción de tipo evolutivo, contemplando la posibilidad de pasar de un tipo de carretera a otro rango superior.

1.2 Para la determinación de las características de la carretera, se observará lo siguiente:

- a) En lo que se refiere a la configuración del terreno, para la correcta interpretación de estas especificaciones, se conviene en clasificarlo como sigue:
 - TERRENO PLANO. Aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y generalmente de corta magnitud, con pendiente transversal escasa ó nula.

- TERRENO LOMERIO. Aquel cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión cimas y depresiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de cuarenta y cinco (45) por ciento.

 - TERRENO MONTAÑOSO. Aquel que tiene pendientes transversales mayores de cuarenta y cinco (45) por ciento, caracterizado por accidentes topográficos notables.
- b) La clasificación del terreno, se definirá no solamente por la configuración topográfica general, sino por las características que el terreno imprime a la carretera, tanto por lo que se refiere a su geometría, como a la magnitud de sus movimientos de tierra; como puede ser el caso de una carretera localizada en un parteaguas de zona montañosa en donde el terreno pudiera clasificarse como plano ó lomerío.
- c) La velocidad de proyecto, se seleccionará de acuerdo a la severidad de las condiciones topográficas y a la función de la carretera. Cuando la magnitud de los volúmenes de tránsito lo ameriten, se requiere hacer análisis económicos para determinar la velocidad de proyecto óptima.
- d) La velocidad de proyecto máxima especificada para el tipo de carretera de que se trate, podrá emplearse siempre que el terreno lo permita, y no se incrementen significativamente, los costos de construcción.

- e) Cuando en el proyecto, por razones topográficas, se pase de un tramo de alta velocidad a otro de baja, se procurará intercalar un tramo de transición con velocidades intermedias, para que el cambio sea gradual. Los decrementos en velocidad de proyecto serán de diez (10) kilómetros por hora.

2.- DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD.

Como mínimo las carreteras deberán proyectarse con la distancia de visibilidad de parada, ó de encuentro para carreteras - tipo "E". Sin embargo, para carreteras de dos carriles, se procurará proyectar tramos con distancia de visibilidad de rebase siempre que no se eleven considerablemente los costos de construcción, de manera que en tramos de cinco (5) kilómetros, se tengan los siguientes subtramos con distancia de visibilidad - de rebase.

Para carreteras tipo "D"	Un subtramo de 600 m., ó	-
	Dos subtramos de 300 m.	
Para carreteras tipo "C"	Un subtramo de 1500 m., ó	-
	Dos subtramos de 750 m., ó	-
	Tres subtramos de 500 m., ó	-
	Cuatro subtramos de 375 m.	
Para carreteras tipo "B" y "A "	Un subtramo de 3000 m., ó	-
	Dos subtramos de 1500 m., ó	-
	Tres subtramos de 1000 m., ó	-

Cuatro subtramos de 750 m., 6 -
Cinco subtramos de 600 m., 6 -
Seis subtramos de 500 m.

3.- DE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS.

3.1 Para el proyecto del alineamiento horizontal, conviene observar lo siguiente:

- a) Las tangentes muy largas pueden resultar peligrosas, sobre todo para carreteras con altas velocidades de proyecto. Esta situación podrá evitarse sustituyendo dichas tangentes - por otras de menor longitud unidas entre sí por curvas suaves.
- b) El grado de las curvas circulares se debe elegir de manera que se ajusten lo mejor posible a la configuración del terreno y que se minimice el costo total de la obra. En general, el grado de curvatura será el menor posible para permitir la mayor fluidez del tránsito, pero sin perder de vista el costo de construcción.
- c) Se evitarán cambios bruscos en el alineamiento horizontal. Así, al pasar de una tangente larga a una curva, esta debe ser de grado pequeño, bastante menor que el máximo especificado. Análogamente, si el proyecto comprende un tramo sinuoso entre dos (2) de buen alineamiento, se procurará que el

grado duro de las curvas vaya aumentando paulatinamente hacia las curvas de mayor grado usadas en el tramo sinuoso.

- d) El alineamiento debe ser tan direccional como sea posible, sin dejar de ser congruente con la topografía. Un alineamiento que se adapta al terreno es preferible a otro con tangentes largas pero con repetidos cortes y terraplenes.

- e) Conviene evitar las curvas circulares compuestas y las curvas consecutivas en el mismo sentido. El efecto desfavorable que estas curvas ejercen sobre el conductor de un vehículo se reduce cuando:
 - 1) La longitud en metros de la tangente que separa el PT del PC de dos curvas circulares con transiciones mixtas, es mayor ó igual a uno punto siete (1.7) veces la velocidad de proyecto en kilómetros por hora.

 - 2) La longitud en metros de la tangente que separa el PT - del TE ó el ET del PC de dos curvas circulares, teniendo una de ellas espiral y la otra transición mixta, es mayor ó igual a uno punto siete (1.7) veces la velocidad - de proyecto en kilómetros por hora, menos la longitud de la espiral.

- f) Cuando la longitud de la tangente entre curvas consecutivas en el mismo sentido no cumpla con lo indicado en el párrafo anterior, se podrán sustituir por:

- 1) Una sola curva que se ajuste en lo posible, al trazo original.
 - 2) Otras curvas de mayor grado, pero menores al máximo, para lograr la condición de tangente libre de uno punto - siete (1.7) veces la velocidad de proyecto, expresada anteriormente.
- g) Cuando en una curva horizontal con talud de corte en su lado interior, no se satisfaga la distancia de visibilidad de parada, se puede recurrir a cualquiera de las soluciones siguientes:
- 1) Recortar el talud interior de la curva.
 - 2) Disminuir el grado de la curva.
- h) La longitud máxima de una curva horizontal con ó sin espirales de transición, se procurará que no exceda la distancia recorrida por el vehículo en 20 segundos a la velocidad de proyecto. Si la curva tiene un grado mayor de quince (15), la longitud máxima será la que corresponde a un ángulo central máximo de doscientos (200 s) grados.
- 1) Cuando los ángulos centrales de las curvas sean pequeños, - se evitarán longitudes de curva cortas para quitar la apariencia de codo.

3.2.- Con relación al alineamiento vertical, se procurará observar lo siguiente:

- a) Se proyectarán alineamientos con cambios de pendientes - suaves, en vez de tangentes verticales con variaciones - bruscas de pendiente. Los controles para el proyectista son la pendiente gobernadora, la pendiente máxima y su - longitud crítica, que siempre que sea posible se escogerán menos a los máximos especificados.
- b) Cuando para salvar desniveles apreciables se disponga de tangentes verticales correspondientes escalonadas, se - procurará poner las pendientes más fuertes al comenzar - el ascenso.
- c) Es preferible un perfil escalonado, en lugar de una pendiente sostenida. Para proyectar este tipo de alineamiento, deben tomarse en cuenta los conceptos de pendiente - gobernadora y longitud crítica de pendiente.
- d) El alineamiento vertical deberá preveer el espacio para - alojar las obras de drenaje u otra estructura que se requiera.
- e) Se debe evitar que la cima de un columpio quede alojada en corte ó balcón a menos que se justifique económicamente.

- f) Los alineamientos verticales que tienen sucesivamente - curvas pronunciadas en cresta y en columpio, suelen presentarse en alineamientos horizontales rectos en donde - el alineamiento vertical sigue sensiblemente el perfil - del terreno, resultando caminos antiestéticos y peligrosos en las maniobras de rebase. Estos perfiles pueden - evitarse introduciendo ciertas curvaturas horizontal y/o suavizando las pendientes con algunos cortes y terraplenes. Esta recomendación es particularmente aplicable a - caminos con altos volúmenes de tránsito.
- g) Siempre que económicamente sea posible, se procurará que la longitud de las curvas verticales sea mayor que la mínima, aún para bajas velocidades de proyecto.
- h) Deberá evitarse el proyecto de curvas verticales sucesivas con la misma concavidad ó convexidad, con tangentes intermedias muy cortas; esta recomendación es particularmente aplicable a curvas en columpio.
- i) Cuando el terreno lo permita y no se incremente sensiblemente el costo de construcción, las curvas verticales deberán proyectarse para satisfacer las distancias de visibilidad de rebase.

- j) Cuando el desnivel a vencer ó las limitaciones de desarrollo motivan largas pendientes sostenidas, se puede agregar un carril de ascenso si los niveles de servicio deseables lo justifican. Estos carriles pueden ser convenientes localmente cuando se rebasa la longitud crítica de pendiente.
- k) Cuando esté previsto el proyecto de un entronque a nivel en tangentes con pendiente, se procurará disminuir la pendiente en la zona del entronque.

3.3.- Con relación a la combinación del alineamiento horizontal con el vertical, se procurará observar lo siguiente:

- a) En alineamientos verticales que originen terraplenes altos y largos son deseables alineamientos horizontales ó de muy suave curvatura.
- b) Los alineamientos horizontal y vertical, deben estar balanceados. Las tangentes ó las curvas horizontales suaves en combinación con pendientes fuertes y curvas verticales cortas, ó bien una curvatura excesiva con pendientes suaves corresponde a diseños pobres. Un diseño apropiado es aquel que combina ambos alineamientos ofreciendo el máximo de seguridad, capacidad, facilidad y uniformidad, en la operación, además de una apariencia agradable dentro de las restricciones impuestas por la topografía.

- c) Cuando el alineamiento horizontal está constituido por curvas con grados menores al máximo, se recomienda proyectar curvas verticales con longitudes mayores que las mínimas especificadas; siempre que no se incremente considerablemente el costo de construcción de la carretera.
- d) Conviene evitar la coincidencia de la cima de una curva vertical en cresta, con el inicio ó terminación de una curva horizontal.
- e) Debe evitarse proyectar la cima de una curva vertical en columpio en ó cerca de una curva horizontal.
- f) En general, cuando se combinen curvas verticales y horizontales, ó una esté muy cerca de la otra, debe procurarse que la curva vertical esté fuera de la curva horizontal ó totalmente incluida en ella, con las salvedades mencionadas.
- g) Los alineamientos deben combinarse para lograr el mayor número de tramos con distancias de visibilidad de rebase, tal y cómo se indica en la clausula 2 de esta parte.
- h) En donde esté previsto el proyecto de un entronque, los alineamientos deben ser lo más suaves posibles.

3.4.- Con relación a la sección transversal, se procurará observar lo siguiente:

- a) Cuando se prevean defensas, bordillos, señales, etc., a los lados del camino, deberá ampliarse la corona, de manera que los anchos de los acotamientos correspondan a los especificados.
- b) Los bordillos sólo deberán proyectarse en terraplenes con taludes erosionables.

Habrán terraplenes que no los requieran, ya sea por la baja precipitación ó porque el talud no sea erosionable.

- c) Las dimensiones del derecho de vía deberán determinarse por tramos ó zonas de acuerdo al tipo de carretera, para lo cual se establecerá en cada caso su función, su evolución, requerimientos de construcción, conservación, futuras ampliaciones, uso actual y futuro de la tierra, servicios requeridos por los usuarios, etc. Esta determinación debe apoyarse en un análisis económico y en la disponibilidad de recursos.

CONCEPTO	UNIDAD	TIPO DE CARRETERA																													
		E					D					C					B					A									
TDPA EN EL HORIZONTE DE PROYECTO	vel/dm	HASTA 100					100 a 500					500 a 1500					1500 a 3000					MAS DE 3000									
TIPO DE TERRENO	MONTAÑOSO LOMERIO PLANO	[Grid of terrain types]																													
VELOCIDAD DE PROYECTO	km/h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	40	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	60	70	80	90	100	110	
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	m	30	40	55	75	95	30	40	55	75	95	40	55	75	95	115	135	155	55	75	95	115	135	155	175	75	95	115	135	155	175
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE	m	—	—	—	—	—	135	155	175	195	215	40	55	75	95	115	135	155	125	145	165	185	205	225	175	195	215	235	255	275	
GRADO MAXIMO DE CURVATURA	°	4	7	10	15	20	6	10	15	20	25	8	12	16	20	25	30	10	15	20	25	30	35	12	16	20	25	30	35		
CURVAS	K	CRESTA A	[Grid of curve data]																												
		COLUMPIOV	[Grid of curve data]																												
VERTICALES	LONGITUD MINIMA	m	30	30	30	40	40	20	30	30	40	40	30	30	40	40	50	50	30	40	40	50	50	60	40	40	50	50	60	60	
PENDIENTE GOBERNADORA	%	3					4					5					6					7									
PENDIENTE MAXIMA	%	13					12					8					7					6									
LONGITUD CRITICA	m	VER FIG. N° IX-4					VER FIG. N° IX-4					VER FIG. N° IX-4					VER FIG. N° IX-4					VER FIG. N° IX-4									
ANCHO DE CALZADA	m	40					60					6.0					7.0					8.0									
ANCHO DE CORONA	m	4.0					6.0					7.0					9.0					10.0									
ANCHO DE ACOTAMIENTOS	m	—					—					0.8					1.0					1.0									
ANCHO DE FAJA SEPARADORA CENTRAL	m	—					—					—					—					—									
BOMBEO	%	3					3					3					3					3									
SOBREELEVACION MAXIMA	%	10					10					10					10					10									
SOBREELEVACIONES PARA GRADOS MENORES AL MAXIMO	%	[Grid of elevation data]																													
AMPLIACIONES Y LONGITUDES MINIMAS DE TRANSICIONES	m	VER TABLA N° III-1					VER TABLA N° III-1					VER TABLA N° III-2					VER TABLA N° III-3					VER TABLA N° III-4									

TABLA II-1 CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS CARRETERAS.

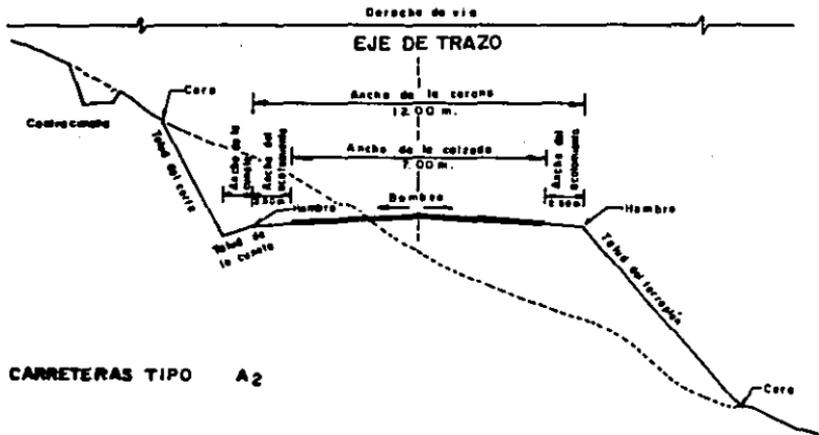


FIG. 8.1 SECCION TRANSVERSAL EN TANGENTE DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL PARA CARRETERAS TIPO E,D,C,B y A2

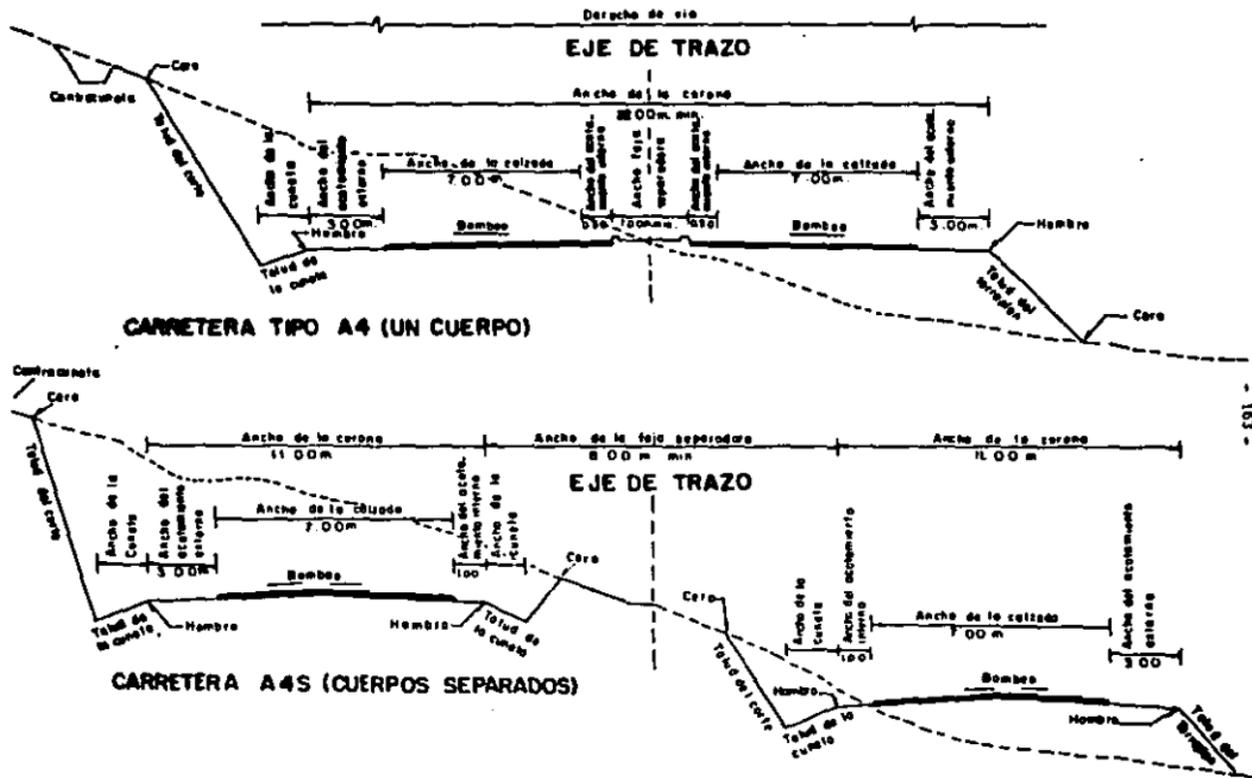


FIG. II-8-2. SECCION TRANSVERSAL EN TANGENTE DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL PARA CARRETERA TIPO A4S.

VELOCIDAD		30			40			50			60			70		
Sc	Rc	Ac	Sc	Lc	Ac	Sc	Lc	Ac	Sc	Lc	Ac	Sc	Lc	Ac	Sc	Lc
0 30	229.04	30	30	10	20	30	13	20	30	16	30	30	19	30	30	22
1 00	114.52	20	30	10	20	30	13	30	30	16	30	30	19	30	30	22
1 30	75.324	20	30	10	30	30	13	30	30	16	30	30	19	40	30	22
2 00	672.99	20	30	10	30	30	13	30	30	16	40	30	19	40	30	22
2 30	456.57	30	30	10	30	30	13	40	30	16	40	30	19	30	30	22
3 00	361.97	30	30	10	40	30	13	40	30	16	30	30	19	30	40	22
3 30	327.40	30	30	10	40	30	13	40	30	16	30	32	19	60	47	26
4 00	289.08	30	30	10	40	30	13	50	30	16	30	34	19	60	53	30
4 30	254.65	40	30	10	40	30	13	50	30	16	40	41	20	60	60	34
5 00	229.18	40	30	10	50	30	13	50	30	16	40	43	22	70	67	37
5 30	208.30	40	30	10	50	30	13	50	32	16	40	50	24	70	75	41
6 00	190.99	40	30	10	50	30	13	60	33	16	60	53	26	70	80	45
6 30	176.29	30	30	10	50	30	13	60	33	15	70	59	28	60	87	49
7 00	163.70	30	30	10	50	30	13	60	41	16	70	64	31	60	93	52
7 30	152.79	30	30	10	60	30	13	70	44	16	70	69	33	60	100	56
8 00	143.24	30	30	10	60	30	13	70	47	19	80	73	35			
8 30	134.61	30	30	10	60	30	13	70	50	20	80	77	37			
9 00	127.32	30	30	10	60	30	13	70	53	21	80	82	39			
9 30	120.82	40	30	10	70	32	13	70	55	22	80	86	41			
10 00	114.99	40	30	10	70	33	13	80	58	24	90	91	44			
11 00	104.17	40	30	10	70	37	13	80	63	26	90	100	46			
12 00	95.99	40	30	10	80	40	13	90	71	26						
13 00	88.15	70	30	10	80	43	14	90	76	31						
14 00	81.98	70	30	10	80	47	15	90	82	35						
15 00	76.39	70	30	10	90	50	16	100	88	35						
16 00	71.62	80	30	10	90	53	17	100	94	38						
17 00	67.61	80	30	10	90	57	18	110	100	40						
18 00	63.96	80	30	10	100	60	19									
19 00	60.31	80	32	10	100	63	20									
20 00	57.30	90	35	10	100	67	21									
22 00	52.02	100	37	10	110	73	23									
24 00	47.75	100	40	10	120	80	26									
26 00	44.07	110	44	10	120	87	28									
28 00	40.95	110	47	11	130	93	30									
30 00	38.20	120	50	12	140	99	32									
32 00	35.81	130	52	13												
34 00	33.70	130	57	14												
36 00	31.83	140	60	16												
38 00	30.16	150	63	18												
40 00	28.68	150	67	18												
42 00	27.38	160	70	17												
44 00	26.04	160	73	16												
46 00	24.91	170	77	16												
48 00	23.87	180	80	16												
50 00	22.92	180	83	20												
52 00	22.04	190	87	21												
54 00	21.22	190	90	22												
56 00	20.44	200	93	22												
58 00	19.76	200	97	23												
60 00	19.10	210	100	24												

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.
 En carreteras tipo E, no se da la ampliación por curva
 tura a menos que se proyecten bordaderos en curva
 horizontal.

Sc Sobreelevación en porcentaje

Lc Longitud de la transición mista, en m.

Nota: Para grados intermedios no previstos en la Tabla, Ac, Sc, y Lc se obtienen por interpolación lineal

TABLA IV-51 AMPLIACIONES SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES PARA CARRETERAS TIPOS E Y D

VELOCIDAD		40			50			60			70			80			90			100		
Gc	Rc	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le
0° 15'	454.569	20	50	22	30	20	28	20	20	34	20	40	38	20	20	45	20	20	30	30	20	36
0° 30'	2491.894	20	50	22	20	20	28	20	50	34	20	30	38	20	24	45	20	20	30	30	20	36
0° 45'	1527.988	30	20	22	30	20	28	30	20	34	30	20	38	20	24	45	20	20	30	30	20	36
1° 00'	1145.842	30	20	22	30	20	28	30	20	34	30	20	38	20	24	45	20	20	30	30	20	36
1° 15'	916.794	30	20	22	30	20	28	30	20	34	40	30	38	40	37	45	40	45	30	50	50	36
1° 30'	743.994	30	20	22	30	20	28	40	28	34	40	36	38	40	46	45	30	53	60	80	68	56
1° 45'	604.841	30	20	22	30	22	28	40	32	34	40	41	38	50	50	45	30	60	80	80	73	56
2° 00'	572.994	30	20	22	40	25	26	40	36	36	30	46	38	50	57	45	30	68	90	60	61	63
2° 15'	500.330	30	20	22	40	28	28	40	40	34	30	51	38	50	62	45	60	74	83	60	67	70
2° 30'	488.57	40	21	22	40	31	26	50	44	34	30	55	39	60	67	45	60	79	57	70	63	74
2° 45'	446.70	40	25	22	40	34	28	50	47	34	30	60	38	60	72	46	60	84	60	70	66	77
3° 00'	391.97	40	25	22	30	37	28	50	51	34	60	64	38	60	77	48	70	88	63	70	69	79
3° 15'	362.99	40	27	22	30	39	28	50	54	34	60	68	38	60	81	52	70	82	68	80	100	80
3° 30'	327.40	40	29	22	30	42	28	50	57	34	60	71	40	70	85	54	70	86	69			
3° 45'	308.59	50	31	22	30	44	28	60	60	34	60	73	42	70	88	56	70	88	71			
4° 00'	288.48	50	33	22	30	47	28	60	63	34	60	76	44	70	91	58	70	89	71			
4° 15'	268.63	50	36	22	30	49	28	60	66	34	70	81	45	70	94	60	80	100	72			
4° 30'	250.63	50	38	22	60	51	28	60	69	34	70	84	47	80	96	61						
4° 45'	241.23	50	39	22	60	54	28	60	71	34	70	87	49	80	99	62						
5° 00'	228.18	60	39	22	60	56	28	70	74	36	70	89	50	80	99	63						
5° 15'	208.56	60	42	22	60	60	28	70	78	37	80	92	52	90	100	64						
5° 30'	191.99	60	45	22	70	63	28	70	82	38	80	96	54									
5° 45'	178.89	60	48	22	70	67	28	80	86	41	90	98	55									
6° 00'	163.70	70	51	22	70	70	28	80	89	43	90	99	55									
6° 15'	152.79	70	53	22	80	73	29	90	91	44	90	100	56									
6° 30'	143.24	70	56	22	80	76	30	90	94	45												
6° 45'	134.81	80	58	22	80	79	32	90	96	46												
7° 00'	127.32	80	61	22	90	82	33	100	97	47												
7° 30'	120.62	80	63	22	90	84	34	100	98	47												
10° 00'	116.99	90	65	22	100	86	35	100	99	48												
11° 00'	104.17	90	68	22	100	90	36	110	100	48												
12° 00'	99.49	100	73	23	110	93	37															
13° 00'	88.15	100	76	24	110	96	38															
14° 00'	81.55	110	79	25	120	98	39															
15° 00'	76.39	110	82	26	120	99	40															
16° 00'	71.62	120	85	27	130	100	40															
17° 00'	67.41	120	87	28	140	100	40															
18° 00'	63.99	130	90	29																		
19° 00'	60.34	130	91	29																		
20° 00'	57.10	140	94	29																		
21° 00'	54.37	140	94	30																		
22° 00'	52.00	150	95	30																		
23° 00'	49.86	150	95	31																		
24° 00'	47.75	160	97	31																		
25° 00'	46.06	160	98	31																		
26° 00'	44.07	170	99	32																		
27° 00'	42.64	170	99	32																		
28° 00'	40.85	180	100	32																		
29° 00'	39.31	180	100	32																		
30° 00'	38.20	190	100	32																		

Ac Ampliación de la calzada y la corona, en cm.

Sc Sobreelevación, en porcentaje

Le Longitud de la transición, en m.

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales de transición y arriba se usarán transiciones mistas)

Nota:

Para grados de Curvatura no previstos en el table, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal

TABLA IZ-52 AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES PARA CARRETERAS TIPO "C"

VELOCIDAD		50				60				70				80				100				110			
Sp	Sa	Ar	Bv	Ls																					
25	10	0	20	20	0	20	20	0	20	20	0	20	20	0	20	20	0	20	20	0	20	20	0	20	20
30	15	0	30	30	0	30	30	0	30	30	0	30	30	0	30	30	0	30	30	0	30	30	0	30	30
40	20	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40	0	40	40
50	25	0	50	50	0	50	50	0	50	50	0	50	50	0	50	50	0	50	50	0	50	50	0	50	50
60	30	0	60	60	0	60	60	0	60	60	0	60	60	0	60	60	0	60	60	0	60	60	0	60	60
70	35	0	70	70	0	70	70	0	70	70	0	70	70	0	70	70	0	70	70	0	70	70	0	70	70
80	40	0	80	80	0	80	80	0	80	80	0	80	80	0	80	80	0	80	80	0	80	80	0	80	80
100	50	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	100	0	100	100
110	60	0	110	110	0	110	110	0	110	110	0	110	110	0	110	110	0	110	110	0	110	110	0	110	110

- Ac Ampliación de la calzada y la coronada en cm.
- Sa Sobreelevación en porcentaje
- Le Longitud de la transición en m.

(A lo largo de la línea gruesa se emplearán curvas de transición y arriba se usaran transiciones mistas)

Nota: Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Sa, Sp y Ls se obtienen por interpolación lineal

TABLA IX-5.3 AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES PARA CARRETERAS TIPOS B Y A (A2)

VELOCIDAD		70						80						90						100						110					
Ac	Re	Ac	Se	Le	Ac	Se	Le	Ac	Se	Le																					
0° 15'	49.00.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
0° 30'	128.00.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
0° 45'	153.70.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
1° 00'	114.00.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
1° 15'	018.14	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
1° 30'	72.00.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
1° 45'	080.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
2° 00'	57.00.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
2° 15'	005.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
2° 30'	43.00.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
2° 45'	416.70	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
3° 00'	001.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
3° 15'	002.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
3° 30'	327.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
3° 45'	3035.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
4° 00'	100.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
4° 15'	000.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
4° 30'	000.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
4° 45'	24.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
5° 00'	22.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
5° 15'	01.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
5° 30'	00.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
5° 45'	10.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
6° 00'	10.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
6° 15'	10.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
6° 30'	17.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
6° 45'	10.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
7° 00'	10.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
7° 15'	10.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					
7° 30'	10.00	0	00	20	30	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40	0	00	20	40					

Ac. Ampliación de la calzada y la corona, en cm.
 Se. Sobreelevación, en porcentaje
 Le. Longitud de la transición en m.
 Abajo de la línea gruesa se ampliarán espirales de transición y arriba se usarán transiciones mixtas.

Notas:
 Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Se y Le se obtienen por interpolación lineal
 A40 - Dos carriles en cada cuerpo (cuerpos separados) con el eje de proyecto en el centro de cada calzada
 A4 - Cuatro carriles en un solo cuerpo, con el eje de proyecto coincidiendo con el eje geométrico.

TABLA IV-54 AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES PARA CARRETERAS TIPO A (A4S Y A4)

RELACION DE P.U.

La tabla que se presenta a continuación fué expedida con fecha 1º de Agosto de 1986, y es la última que se tiene impresa a la fecha.

Por lo tanto los P.U. que se incluyen en ésta tabla deben ser afectados por un factor de escalación de 1.59, el cual se encuentra oficialmente aprobado para aplicarse hasta el 1º de Marzo de 1987. En los meses precedentes se aplicarán los siguientes Indices de Inflación de la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción para los años de 1987 y 1988:

1987		1988	
Marzo	1.025	Enero	1.150
Abril	1.165	Febrero	1.019
Mayo	1.042	Marzo	1.008
Junio	1.052	Abril	0.984
Julio	1.146	Mayo	0.998
Agosto	1.052	Junio	0.988
Septiembre	1.053	Julio	0.998
Octubre	1.133	Agosto	0.990
Noviembre	1.086	Septiembre	0.961
Diciembre	1.398	Octubre	0.993

Noviembre y Diciembre no se han publicado.

Como consecuencia de éstos Indices de Inflación, se aplicará un factor de escalación total a cada P.U. de 4.8.



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Relación de precios unitarios según conceptos de las Normas para Construcción e Instalaciones.- Libro 3.- Parte 01.- Carreteras y Aeropistas; Título 01.- Terracerías.

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
009-C.	DESMONTE		
009-C.01	009-C.01 Desmonte para densidad cien por ciento (100%) de vegetación tipo (Inciso 3.01.01.002-H.01):		
	a) Manglar	Ha	
	b) Selva o Bosque	Ha	458,458.39
	c) Monte de regiones frías o semifrías	Ha	183,886.45
	d) Monte de regiones costeras zonas cultivadas o de pastizales	Ha	49,165.26
009-D.01	Referencias (Inciso 3.01.01.003-C.01):		
	a) Desmonte 009-C		
	b) Préstamos para terraplenes de relleno - 009-E		
	c) Formación de Terraplenes y de sus cuñas de sobreebanco 009-F		
	d) Compactación de terraplenes de relleno - 009-F		
	e) Acarros de materiales producto de cortes 009-I		
009-D.02	Desplomes en Material A, desperdiciando el material (Inciso 3.01.01.003-H.01):		
	a) De cortes, depositando el producto en la orilla del lado aguas abajo de la excavación	m3	196.68
	b) Para desplante de terraplenes, depositando el producto en la orilla de la excavación	m3	196.68
009-D.03	Excavaciones (Inciso 3.01.01.003-H.02):		
	a) En cortes y adicionales abajo de la subsiguiente		
	1) En material A	m3	334.35
	2) En material B	m3	455.28
	3) En material C	m3	2,505.45
	b) En ampliación de cortes:		
	1) En material A	m3	596.56
	2) En material B	m3	689.98
	3) En material C	m3	2,739.55
	c) En abatimiento de taludes:		
	1) En material A	m3	596.56
	2) En material B	m3	689.98

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	3) En material C	m3	2,739.55
	d) En rebajes de la corona de cortes y/o de terraplenes:		
	1) En material A	m3	446.59
	2) En material B	m3	572.63
	3) En material C	m3	3,310.50
	e) En escalones:		
	1) En material A	m3	262.22
	2) En material B	m3	327.76
	3) En material C	m3	3,778.29
	f) En derrumbes:		
	1) En material A	m3	334.35
	2) En material B	m3	455.28
	3) En material C	m3	2,505.45
009-E	PRESTAMOS		
009-E.01	Referencias (Inciso 3.01.01.004-C.01):		
	a) Desmote 009-C		
	b) Formación de terraplenes y de sus cuñas de sobreaño 009-F		
	c) Canales para drenes 009-H		
009-E.02	d) Acarreos de materiales 009-1		
	Despalme en Material A, desperdiciando el material al borde del préstamo (inciso 3.01.01.004-H.01):	m3	407.45
009-E.03	Excavaciones de Préstamos:		
	a) Laterales (inciso 3.01.01.004-H.02):		
	1) Dentro de faja de veinte (20) metros de ancho:		
	a) En material A	m3	297.52
	b) En material B	m3	415.39
	c) En material C	m3	
	2) Dentro de faja de cuarenta (40) metros de ancho:		
	a) En material A	m3	322.25
	b) En material B	m3	440.13
	c) En material C	m3	
	3) Dentro de faja de sesenta (60) metros de ancho:		
	a) En material A	m3	347.01
	b) En material B	m3	464.88
	c) En material C	m3	
	4) Dentro de faja de ochenta (80) metros de ancho:		

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
009-F	a) En material A	m3	371.74
	b) En material B	m3	489.62
	c) En material C	m3	
	5) Dentro de faja de cien (100) metros de ancho:		
	a) En material A	m3	396.49
	b) En material B	m3	514.35
	c) En material C	m3	
	b) De banco (Inciso 3.01.01.004-H.03):		
	1) En material A	m3	407.45
	2) En material B	m3	503.48
3) En material C	m3	2,186.73	
009-F.01	TERRAPLENES		
	Referencias (Inciso 3.01.01.005-C.01):		
	a) Desmote 009-C		
	b) Despalme, en Material A 009-D		
	c) Escalones para ligar los terraplenes al terreno natural 009-D		
	d) Rebajes de la corona de cortes y/o de terraplenes y/o en taludes de terraplenes existentes 009-D		
	e) Acarreos de materiales de cortes y/o préstamos 009-I		
	f) Acarreos de agua para compactación 009-I		
009-F.02	Compactación:		
	a) Del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes (Inciso 3.01.01.005-H.01):		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	62.39
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	104.20
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	145.37
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	207.75
	b) De la cama de los cortes en que no se haya ordenado excavación adicional (inciso 3.01.01.005-H.01):		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	198.89
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	240.69
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	281.93
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	344.29
009-F.03	Recompactación:		
	a) Escarificado, disgregado, acamellonado por alas de la capa superior de la subsanto existente en cortes y terraplenes --		

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
009-F.04	construidos con anterioridad; y su poste- rior tendido y compactación (inciso 3. - 01.01.005-H.02):		
	1) Para noventa por ciento (90%)	m3	1,049.03
	2) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	1,133.61
	3) Para cien por ciento (100%)	m3	1,348.89
	b) De la superficie descubierta al escarifi- car y scamellonar por alas la capa supe- rior de la subrasante existente (inciso -- 3.01.01.005-H.02):		
	1) Para noventa por ciento (90%)	m3	240.69
	2) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	281.93
	3) Para cien por ciento (100%)	m3	344.29
	Formación y Compactación :		
	a) De terraplenes adicionados con sus cuñas de sobrancho (inciso 3.01.01.005-H.03)		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	177.03
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	218.84
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	260.10
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	322.47
	b) De la capa superior de los terraplenes, - adicionados con sus cuñas de sobrancho- cuya parte inferior fue construida con ma- terial no compactable (inciso 3.01.01.005 H.03)		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	177.03
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	218.84
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	260.10
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	322.47
	c) De terraplenes de relleno para formar -- la subrasante en los cortes en que se ha- ya ordenado excavación adicional (inciso - 3.01.01.005-H.03):		
1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	725.82	
2) Para noventa por ciento (90%)	m3	815.38	
3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	899.94	
4) Para cien por ciento (100%)	m3	1,115.21	

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	e) De ampliación de la corona adicionada con sus cuñas de sobreebancho, en terraplenes-existent (inciso 3, 01, 01, 005-H, 04):		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	380.03
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	421.84
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	463.10
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	525.93
	f) De elevación de subrasante adicionada con sus cuñas de sobreebancho, en terraplenes-existent (inciso 3, 01, 01, 005-H, 04):		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	725.82
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	815.38
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	899.94
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	1,115.21
	g) Del tendido de taludes adicionados con sus cuñas de sobreebancho, en terraplenes-existent (inciso 3, 01, 01, 005-H, 04):		
	1) Para ochenta y cinco por ciento (85%)	m3	380.03
	2) Para noventa por ciento (90%)	m3	421.84
	3) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	463.10
	4) Para cien por ciento (100%)	m3	525.93
009-F, 05	Formación de la parte de los terraplenes y de sus cuñas de sobreebancho, construidas con material a volteo (inciso 3, 01, 01, 005-H, 05)	m3	107.76
009-F, 06	Formación de la parte de los terraplenes y de sus cuñas de sobreebancho, construidas con material no compactable (inciso 3, 01, 01, 005-H, 06)	m3	438.52
009-F, 07	Mezclado, tendido y compactación de la capa subrasante formada con material seleccionado:		
	a) De la elevación de subrasante en cortes y/o terraplenes existentes (inciso 3, 01, 01, 005-H, 07):		
	1) Para noventa por ciento (90%)	m3	815.38
	2) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	899.94
	3) Para cien por ciento (100%)	m3	1,115.21
	b) De la capa subrasante sobre terraplenes-construidos con material no compactable (inciso 3, 01, 01, 005-H, 07):		
	1) Para noventa por ciento (90%)	m3	815.38
	2) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	899.94

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	3) Para cien por ciento (100%)	m3	1,115.21
	c) De la capa subrasante en los cortes en que se haya ordenado excavación adicional (Incluso 3.01.01.005-H.07):		
	1) Para noventa por ciento (90%)	m3	815.38
	2) Para noventa y cinco por ciento (95%)	m3	899.94
	3) Para cien por ciento (100%)	m3	1,115.21
009-F.08	Agua empleada para compactaciones (inciso 3.01.01.005-H.08):	m3	577.46
009-G	REFINAMIENTO		
009-G.01	Referencias (inciso 3.01.01.006-C.01):		
	a) Desmonte previo al refinamiento 009-G		
	b) Cortes 009-D		
	c) Préstamos 009-E		
	d) Terraplenes 009-F		
	e) Acarros de los materiales 009-I		
009-G.02	Bonificación por refinamiento (inciso 3.01.01.006-H.01):	km	129,309.60
009-H	CANALES		
009-H.01	Referencias (inciso 3.01.01.007-C.01):		
	a) Desmonte previo a la excavación 009-C		
	b) Acarreo de los materiales producto de la excavación 009-I		
009-H.02	Excavación para canales a mano, a cualquier profundidad (inciso 3.01.01.007-H.01):		
	a) Excavación en seco (subpárrafo 3.01.01.007-H.01.a.01):		
	1) En material A	m3	1,635.36
	2) En material B	m3	2,638.25
	3) En material C	m3	4,610.68
	b) Excavación que requiera bombeo, sin incluir éste (subpárrafo 3.01.01.007-H.01.b.01):		
	1) En material A	m3	2,434.25
	2) En material B	m3	3,049.17
	3) En material C	m3	5,321.34
	EP Excavaciones para canales, de acuerdo con su clasificación, A cualquier profundidad, depositando el material al borde de la excavación:		
	a) Excavando a mano, en seco:		
	1) En material A	m3	871.20
	2) En material B	m3	1,793.63
	3) En material C	m3	3,691.28
	EP Excavación para contracunetas de acuerdo con su clasificación, depositando el material al borde de la excavación:		
	a) Excavando a mano, en seco:		

ENCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
009-H.03	1) En material A	m3	1,306.78
	2) En material B	m3	2,152.35
	3) En material C	m3	3,691.28
	Excavación para canales con máquina, a cualquier profundidad (inciso 3, 01, 01, 007-H, 01)		
	a) Excavación en seco (subpárrafo 3, 01, 01, -		
	007-H, 01, a, 02):		
	1) En material A	m3	319.63
	2) En material B	m3	481.12
	3) En material C	m3	
	b) Excavación que requiera bombeo, sin incluir		
	éste (subpárrafo 3, 01, 01, 007-H, 01, b, 02):		
	1) En material A	m3	561.30
	2) En material B	m3	1,073.18
	3) En material C:		
	d) Excavación dentro del agua (párrafo 3, 01, -		
	01, 007-H, 01, d):		
	1) En material A	m3	790.27
	2) En material B	m3	1,258.55
	Bonificación por profundidades mayores de dos		
	punto cincuenta (2, 50) metros (inciso 3, 01, 01,		
	007-H, 02)	m3-m	53.05
	Bombeo (Inciso 3, 01, 01, 007-H, 03):		
	a) Bomba de 51 mm de ϕ con capacidad nominal		
	30 m3/h	h	1,136.48
	b) Bomba de 51 mm de ϕ con capacidad nominal		
	45 m3/h	h	1,307.12
	c) Bomba de 76 mm de ϕ con capacidad nominal		
	68 m3/h	h	1,387.24
	d) Bomba de 76 mm de ϕ con capacidad nominal		
	83 m3/h	h	1,554.73
	e) Bomba de 102 mm de ϕ con capacidad nomi-		
	nal 113 m3/h	h	1,666.99
	f) Bomba de 102 mm de ϕ con capacidad nomi-		
	nal 151 m3/h	h	3,006.38
	g) Bomba de 153 mm de ϕ con capacidad nomi-		
	nal 265 m3/h	h	3,433.19
	009-1		
	ACARREOS PARA TERRACERIAS		
	Referencias (Inciso 3, 01, 01, 008-C, 01):		
	a) Cortes 009-D		
	b) Préstamos 009-E		
	c) Terráplenes 009-F		
	d) Reafinamiento 009-G		
	e) Canales 009-H		
	009-1.02		
	Sobrecarreo de los materiales producto de -		
	las excavaciones de cortes, adicionales abajo		
	de la subrasante, ampliación y/o abatimiento		

FECHA: 1º AGOSTO 1986

- 177 -

ZONA: 1
 TERRACERIAS
 Hoja No. 8

INCISO	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO \$
	de taludes, rebajes en la corona de cortes -- y/o terraplenes existentes, escalones, des-- palmes préstamos de banco, derrumbes, cana-- les y del agua empleada en compactaciones -- (inciso 3.01.01.008-H.02):		
	a) Para distancias hasta de cinco (5) estacio-- nes de veinte (20) metros, es decir, hasta cien (100) metros	m3-Est	24.74
	b) Para distancias hasta de cinco (5) hectóme-- tros, es decir hasta quinientos (500) metros		
	1) Para el primer hectómetro, es decir los -- primeros cien (100) metros	m3	123.71
	2) Para la distancia excedente al primer hec-- tómetro, es decir a los primeros cien -- (100) metros, incremento por cada hectó-- metro adicional al primero	m3-Hm	51.32
	c) Para distancias hasta de dos (2) kilómetros es decir hasta veinte (20) hectómetros:		
	1) Para los primeros quinientos (500) metros es decir cinco (5) hectómetros	m3	329.01
	2) Para la distancia excedente a los primeros quinientos (500) metros, es decir cinco -- (5) hectómetros, incremento por cada hec-- tómetro adicional a los primeros cinco (5) hectómetros	m3-Hm	35.81
	d) Para cualquier distancia, de materiales de préstamo de banco para la construcción de la capa subrasante y para completar la -- construcción del cuerpo del terraplén, me-- dido compacto		
	1) Para el primer kilómetro	m3	250.74
	2) Para los kilómetros subsecuentes	m3-km	133.52
	e) Para cualquier distancia, del agua utilizada en la compactación de las terracerías	m3-km	166.05

Ciudad de México, agosto 1º de 1986

APROBADO:
 SUBSECRETARIO DE INFRAESTRUCTURA Y
 PRESIDENTE DE LA COMISION DE
 PRECIOS UNITARIOS

Ing. Froylán Vargas Gómez

V) PROYECTO DEFINITIVO

CAPITULO V

PROYECTO DEFINITIVO

1.- DATOS Y PLANOS REQUERIDOS

El primer paso consiste en la obtención de los planos y - datos requeridos para la elaboración del proyecto.

Las brigadas de localización proporcionan el levantamiento de campo (planimetría, altimetría, seccionamiento transver- sal del terreno y drenaje menor); y geotécnica, la informa- ción de suelos.

Los datos necesarios son:

- a) Registros de Campo.- Trazo, nivel, secciones, así como cálculo de coordenadas y orientaciones.
- b) Datos Geotécnicos.- Nos muestran el panorama geológico y geotécnico de los materiales que forman el lecho del camino a construir; clasificación geológica, clasifica- ción de presupuesto, coeficiente de abundamiento ó - - reducción, así como las recomendaciones pertinentes - acerca del empleo de esos materiales, taludes de corte y terraplén, características y ubicación de bancos de - préstamo, etc.
- c) Datos de Subrasantes Mínimas ó Necesarias.- Tanto el de partamento de puentes, como la sección de alcantarilla- do, requieren de elevaciones mínimas de subrasante para

alojar las obras a ellos encomendadas, por lo que es -
menester recabar esta información.

- d) Especificaciones de Proyecto.- Debe reunirse toda la in-
formación concerniente a tipo de camino, ancho de corona,
ancho de carpeta, velocidad de proyecto, pendiente
máxima, curvatura máxima, bombeo en tangente, espesor -
de revestimiento (sub-base más base) y en el caso de ca-
minos de tipo especial: su sección tipo donde aparecen
camellones, acotamientos, etc.
- e) Liga en Los Tramos Adyacentes.- Finalmente es importan-
te ponerse de acuerdo con los proyectistas de los tra-
mos adyacentes, para que haya continuidad en el proyec-
to, tanto en alineamiento horizontal como vertical y en
la curva de masas con su correspondiente compensadora.

2.-

REVISION

Teniendo toda la información necesaria, se procede a revi-
sar con cuidado todo el material como sigue:

- A) Planos.- Es conveniente someter a un juicio los planos
recibidos.
- a) Planta.- Revisión del dibujo, topografía, datos de cur-
vas, tangentes, rumbos, declinación magnética (represen-
tación), derecho de vía, tenencia de la tierra, referen-

cias ó mojoneras, nombres de ríos o arroyos, indicando el nivel de aguas máximas extraordinarias, nombre de poblados, origen y destino de vías de comunicación que se crucen y datos completos del cuadro de identificación - de la carretera, dependencias que intervienen en el trabajo y especificaciones de proyecto que se utilizarán. No debe haber ninguna omisión al respecto; si la hubiera habrá que investigar por qué y tratar de subsanarla.

Vendrá después una revisión más detallada, enfocada a detectar posibles errores de localización ó de trazo.

b) Perfil.- En esta fase del trabajo, sólo se hará una revisión numérica y comprobación del perfil del terreno para eliminar los posibles errores de dibujo; alineamiento horizontal, bancos de nivel, elevaciones del terreno en la tirilla, datos completos del cuadro de identificación como en el caso de la planta, sin olvidar lugar y fecha de ejecución de los trabajos.

B) Libretas de Campo.-

a) Registro de Trazo.- Se llevará a cabo un recálculo de las curvas, comprobación de rumbos (magnéticos y astronómicos), se verificará que aparezcan las referencias - (ó mojoneras) de los puntos principales del trazo para su reconstrucción; normalmente deberán venir registrados, cruces de caminos, arroyos, otras vías de comunicación, construcciones, represas, linderos, tipo de monte,

clasificación aproximada de materiales, etc., que no siempre aparecen.

- b) Cálculo de Coordenadas y Orientaciones.- Habrá que calcular las coordenadas, empleando los datos correctos obtenidos de la revisión del registro de trazo; así mismo se requiere un nuevo cálculo de las orientaciones solares como medio de comprobación.
- c) Registros de Nivel.- Cálculo de la nivelación, comprobación de bancos, comprobación de las elevaciones de las estaciones de 20 m., así como las intermedias, cerciorarse de que todos los bancos cuenten con su respectiva referencia; también en este caso, por lo general, deben venir incluidos datos como niveles de aguas máximas extraordinarias en ríos y arroyos, nombres de esas corrientes, elevación de cables de energía eléctrica, cruce de canales, sifones, ductos, otras vías (carreteras o F.F.C.C.), reportando las elevaciones en el cruce, las alturas de hongos de riel, etc.

3.- PROYECTO.- METODO ELECTRONICO

Es la parte medular del trabajo, donde aparte de los factores que obligan a determinada subrasante, sólo queda la experiencia y el razonamiento de la persona encargada de realizar el proyecto, que deberá sacar el mejor partido de las especificaciones que se le proporcionen, sin caer en excesos por mal entendidos ahorros, ni por la utilización

reiterativa de especificaciones que en realidad no pertenecen a ese proyecto.

A) Cálculo de Sobre-Elevaciones y Ampliaciones.- Como paso siguiente a la revisión de planos y registros de campo, viene el cálculo de la forma 2 de terracerías, relativa a sobre-elevaciones y ampliaciones que deben darse de acuerdo al alineamiento horizontal que se tenga y las especificaciones de ancho de la corona, ancho de la carpeta y velocidad de proyecto.

Cuando el alineamiento horizontal trazado en campo esté formado por curvas circulares simples, que es el caso común, la variación de sobre-elevaciones y ampliaciones considerando una curva con deflexión derecha (fig. 1), se puede ver en la fig. 2.

En la misma forma que en la figura 2 sería la variación al final de la curva, pero en sentido inverso.

Con todos los datos del tipo de carretera, la velocidad de proyecto y el grado de curvatura, vamos a las tablas del Capítulo IV de ampliaciones, sobre-elevaciones y transiciones; y encontramos los siguientes datos:

Una $A_c = \text{Amp.} = \text{Ampliación de la calzada y la corona en cm.}$, mismo que es necesario convertir a m. para su uso práctico.

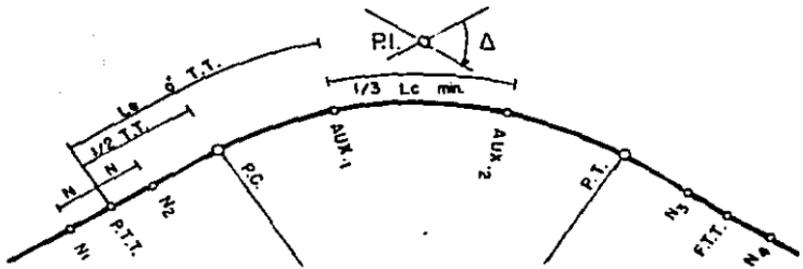


FIG. 1

REPRESENTACION DE LA CURVA HORIZONTAL

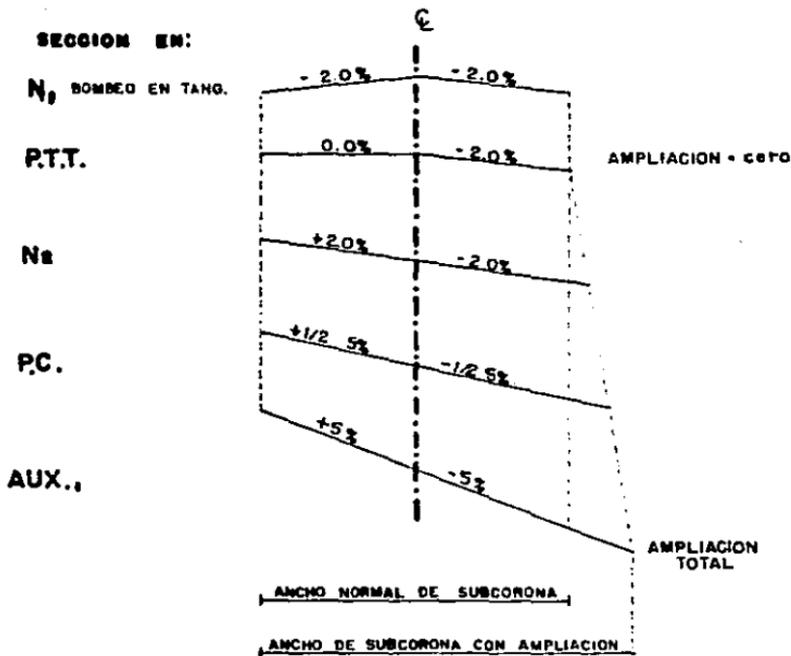


FIG. 2

Una $S_c = S_{Em}$ Sobre-elevación, en porcentaje.

Una $L_c = T.T.$ = Longitud de la transición, en m.

El valor de N lo encontramos con la información anterior, puesto que es la longitud necesaria para una variación de 2% en sobre-elevación por lo que:

$$\frac{N}{2.0\%} = \frac{T.T.}{S_{Em}} \quad \therefore \quad N = \frac{T.T. \times 2.0}{S_{Em}}$$

De donde: N en metros.

Con esto estamos en condiciones de calcular los kilometrajes de todos los puntos que aparecen en la figura 1.

El cálculo de valores intermedios en sobre-elevación y ampliación es sencillo, puesto que, la variación es lineal y además conocemos los límites entre los cuales se efectúa dicha variación:

- a) Para sobre-elevaciones, varía de 0% a 5 máx. %, en una distancia de $T.T.$ (ó L_c) metros así que:

$$S_x = \frac{S_{m\acute{a}x.}}{T.T.} \times dx$$

En donde S_x = sobre-elevación en el punto de eado.

$S_{m\acute{a}x.}$ = Sobre-elevación en la parte central de la curva, obtenida de las tablas.

$T.T.$ = Longitud de la tangente de transición (ó longitud de espiral) también obtenida de las tablas.

dx = Distancia del P.T.T. o del F.T.T. (tomados como origen) al punto deseado.

- b) Para ampliaciones, la variación es de cero en el inicio de la transición (P.T.T.) y al final de la misma (F.T.T.) y tiene un valor máximo en los puntos auxiliares, es decir la transición se hace en T.T. (ó le) m.:

$$Ax = \frac{A \text{ máx}}{T.T.} x \quad dx$$

Ax = Ampliación en el punto deseado

$A \text{ máx.}$ = Ampliación total en la curva circular, obtenida de las tablas.

T.T. y dx , mismos que en el caso anterior.

Con apoyo en los valores conocidos de PC y PT, y por observación de las figuras 1 y 2 obtenemos los resultados que aparecen en la forma 2 de terracerías (cálculo de sobre-elevaciones y ampliaciones), el resto de las columnas se llena al dibujar el proyecto de la sección transversal en cada una de las secciones que intervienen en la cubicación.

Al término del cálculo procedemos al vaciado de estos datos a la forma de codificación (forma L-2.79) para la perforación de tarjetas. Los datos requeridos en esta codificación, son los correspondientes a los puntos importantes del trazo y a todos aquellos en que habiendo cambios en sobre-elevación y/o ampliación, son necesaa-

rios para la obtención de los valores intermedios, interpolando linealmente.

- B) Análisis de Secciones Críticas.- En terrenos de fuerte pendiente transversal es donde se aprecia en todo su valor la importancia de este estudio, ya que nos permite determinar las limitaciones en altura de la subrasante por causas tales como invasión de cauces con las terracerías, alejamiento innecesario y poco constructivo de los ceros del terraplén, que produce cuñas, que nos obligan a considerar el anclaje de las terracerías; - cuando la pendiente transversal impide la estabilidad de los rellenos, será necesario ver la posibilidad de emplear muros de contención.

Este análisis, que nos permite obtener alturas máximas de subrasante para cualquier sección deseada, consiste en la determinación de la altura mencionada con base en los datos del terreno, los datos de sobre-elevaciones, ampliaciones, espesor de sub-base más base y ancho de corona.

Recordemos que el proyecto de terracerías se lleva a cabo a nivel de subrasante, es decir no toma en consideración el pavimento, por lo tanto al analizar la sección, la semi sub-corona (ver fig. 3) será igual a la semicorona + sobreesfuerzo y + ampliación (en caso de que la haya).

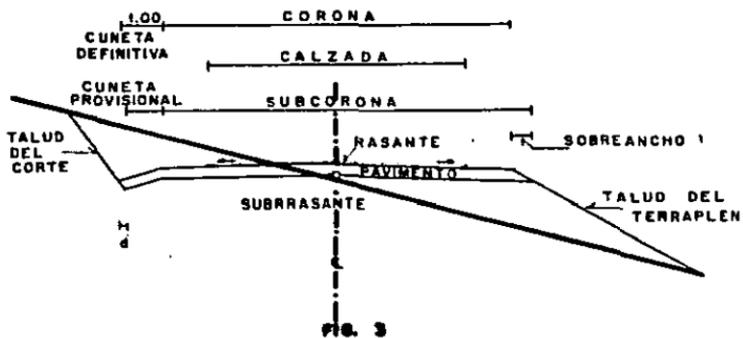


FIG. 3
SECCION TRANSVERSAL

El sobre ancho depende de la sobre-elevación, del espesor del pavimento y del talud del terraplén, esto se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$S.A. = \frac{E.P.}{\frac{1}{t} \pm S}$$

En la que S.A. = sobreancho en cms.

E.P. = Espesor de pavimento en cms.

t= Talud del terraplén

S= Sobre-elevación en decimales.

Para hallar la altura crítica de la semisubcorona en el hombro, trazamos una línea indefinida partiendo del punto más alejado de la sección, con el talud para terraplén correspondiente; y donde se intersecta el talud trazado en forma indefinida con la distancia que obtuvimos de la semisubcorona, tenemos dicha altura. Para tener la altura crítica en el centro de línea, trazamos una línea cuya pendiente es el porcentaje de sobre-elevación que tenemos y obtendremos un espesor de terraplén en dicho centro. En el perfil marcamos un pequeño círculo en la altura señalada por el espesor de terraplén sobre el terreno, que nos indicará la máxima altura a la que podemos situar la subrasante en esa cotación. Esta operación la repetimos para todas las recciones, con lo que obtendremos una sucesión de puntos, que nos indican el límite máximo en el cual podemos trazar la subrasante con la seguridad de que no habrá insuficiencia en el terreno.

C) Proposición de Subrasante.— Con las elevaciones determinadas del análisis de puntos críticos, las elevaciones requeridas por drenaje y puentes y los datos geotécnicos, estamos en condiciones de proponer una primicia su brasante tentativa que deberá llenar los requisitos de las especificaciones en cuanto a pendiente y velocidad de proyecto para las curvas. En términos muy generales, sabemos que la subrasante económica es la que nos produce los menores volúmenes de terracerías sin menoscabo de los requisitos que deben llenarse para una buena operación, conforme a las especificaciones.

De acuerdo a lo anterior, la experiencia indica que en terreno de lomerío, normalmente conviene tratar de compensar volúmenes de excavación y de rellenos con lo que se logra la economía buscada; no obstante, en terrenos de gran pendiente transversal y de tipo de lomerío fuerte y montañoso, resulta difícil lograr la compensación y además el acarreo de los materiales a distancias medias y largas, es impráctico pues provocaría la construcción de costosos caminos de acceso, por lo que en esos casos se opta por desperdiciar y prestar en una zona más accesible.

El estudio cuidadoso de los datos geotécnicos también es fundamental para fijar una subrasante, ya que hay ocasiones en que por la naturaleza del subsuelo es necesario tomar precauciones especiales, relativas a despal

mes, formación de los rellenos, altura de los mismos, etc.

Estas son, algunas de las cosas que nos orientan acerca de la subrasante más conveniente que no necesariamente es la que se apega más al terreno.

Con la velocidad de proyecto y el tipo de carretera en tramos a la tabla de clasificación y características de las carreteras (Cap. IV) y en el renglón de curvas verticales, hallamos el parámetro K, mismo que hay que multiplicar por la diferencia algebraica de pendientes - - (en %) para obtener la longitud de curva vertical.

La información necesaria para la computadora en este aspecto es: cadenamiento de puntos de inflexión vertical, elevaciones de los mismos, longitud de curva vertical (determinada como se indica en el párrafo anterior) y un número progresivo para cada tarjeta.

- D) Codificación de Datos para Envío a Proceso.- El paso siguiente consiste en el llenado de las formas que se usan para proporcionar a la computadora los datos necesarios para el proceso mediante el perforado de tarjetas a las cuales se traslada la información.

Los tipos de tarjetas utilizadas de acuerdo con la información que aportan son:

L - 2.80.- Que es el seccionamiento transversal del terreno cuyos datos son obtenidos del registro de secciones (distancias y desniveles al centro de la línea) y del registro de nivel (elevación de la estación que se trate también en el centro de línea).

El orden empleado para el vaciado de los datos es: un número progresivo al extremo izquierdo, que corresponde al número de tarjetas que van a emplearse para una misma sección, kilometraje de la sección, elevación del centro de línea y a continuación los puntos de quiebre del terreno identificados por un desnivel (+) hacia arriba ó (-) hacia abajo del centro de línea y por una distancia (+) a la derecha ó (-) a la izquierda del mismo centro de línea, registrando no más de 25 puntos para cada sección; entre cada punto, aparece una columna con un casillero que puede utilizarse para indicar suspensión de seccionamiento por alguna causa especial ó muro.

Las claves que se utilizan para indicar dichas suspensiones son las siguientes:

CLAVE 1. Identificación de suspensión de seccionamiento por muro de retención.

CLAVE 2. Identificación de suspensión de seccionamiento por construcción.

S. C. T. — D. G. C. F.
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
SUBDIRECCION DE PROYECTOS
DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.60

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM PROYECTO _____ CAMINO _____
PERFILY SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO

EJE
CADEN ELEV
Km. m. fm.

TRAMO _____ ORIGEN _____
SECCION _____ FECHA _____

DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										
DIST	DESIGN										

- 1391 -

CLAVE 3. Intersección del seccionamiento con ceros de camino anterior ó ferrocarril.

CLAVE 4. Intersección del seccionamiento con hombro de camino anterior ó de piedraplén si se trata de ferrocarril.

CLAVE 5. Intersección del seccionamiento con bordos de canal.

CLAVE 6. Intersección del seccionamiento con líneas de conducción (acueducto, oleoducto, etc.)

De no existir interrupción de la sección, se dejarán en blanco esas columnas.

Actualmente se está utilizando una forma que realmente es, el registro de secciones conocido en el que sólo se ha agregado la elevación del terreno en el centro de línea, tomada del registro de nivel; esto ahorra tiempo y minimiza errores al reducir el número de pasos de información de un registro a otro.

L. 2.79.- (Incluida anteriormente al inicio de este sub capítulo). Vaciado de la forma 2 de terracerías, es decir, datos de sobre-elevaciones y ampliaciones, por tra mos entre puntos importantes consecutivos de cambio de datos, es decir: cadenamamiento inicial y final de ese -

tramo, vienen luego los datos del ala izquierda, correspondientes al cadenamamiento inicial y al cadenamamiento final (ampliación y sobre-elevación) y por último los del ala derecha en la misma forma.

L. 2.78.- Como se indicó en el inciso "C", la proposición de una primera subrasante considera el cálculo de elevaciones de puntos de inflexión vertical y longitudes de curva vertical.

La información requerida se refiere a los puntos de inflexión (además de los conceptos antes mencionados): es el cadenamamiento y un número progresivo de 10 en 10 que nos permite intercalar puntos de inflexión intermedios en ajustes posteriores que se hagan a la subrasante y - como información complementaria el "cadenamiento de influencia" que corresponde al kilometraje del P.I.V. anterior al anterior de cada uno de ellos (ver Proyecto), a excepción de los cuatro primeros renglones en que debe reportarse el kilometraje del inicio del tramo que - estamos procesando, del que no necesariamente damos la elevación de subrasante. Igualmente, los ptos. de arranque y de término de subrasante (que deben cumplir con - amplitud el tramo en proceso) por ser puntos sobre tangente no tienen longitud de curva.

L. 2.77.- Información Geotécnica, consistente en el vaciado de cadenamamientos límites de zona de un mismo tipo de material, más los siguientes datos: espesor de des--

palme, si lo hay, empleo del estrato 2 indicando median te una clave 1 que es material que debe desperdiciarse por no ser bueno para la construcción de terracerías ó bien una clave 2 que indica que sí puede utilizarse, es pesor de estrato 2 (ya que para fines del proceso se considera que aparte del despalme tenemos dos estratos: uno de espesor definido y otro de espesor indefinido); clave del empleo del estrato 3 (se emplea ó no); coeficiente de variabilidad volumétrica para el estrato 2 con dos columnas, una para coeficiente a volteo y 90% y la otra para 95%, conviene aclarar que aún cuando se trate de materiales a volteo, debe llenarse también la columna de 95%, pues de lo contrario la máquina suspende el proceso por falta de información (volteo ó bandedado, material que se coloca en capas sensiblemente horizontales y del espesor que permita el tamaño máximo de los fragmentos de roca. En cada capa se da una pasada con un tractor y/o con rodillo), el valor que se ponga, puede ser el mismo que para 90%; en la columna 58 un dígito, clave de empleo de caja (2) ó no (1) según sea la recomendación geotécnica, coeficiente de variabilidad volumétrica para el estrato (3) en forma similar al anterior; en la columna 69 un dígito, clave de empleo de caja (2) o no (1); finalmente los taludes recomendados, según el tipo de material que se trate, para los cortes: una columna para el despalme y estrato 2 y otra para el estrato 3.

Los taludes de corte se proporcionan en decimales.

Normalmente la columna 5 se deja en blanco.

L.2.76.- Contiene la información de tipo general, información para secciones especiales y control de curva masa.

En la parte superior, empezamos por proporcionar un número que se asigna a cada proyecto para fines de identificación cuando se requiere cualquier aclaración ó modificación posterior.

Viene luego un cuadro en el que se suministran datos como kilometraje, origen del tramo de cálculo, ordenada de curva masa en el origen, ancho de corona, ancho de cunetas en corte, espesor de revestimiento (sub-base - más base), kilometraje final del tramo de cálculo.

Los demás datos, se proporcionan en un cuadro en la parte inferior de esta forma, encabezado por el número del proyecto. Como en otras formas, en este caso se toman tramos en los que permanezcan constantes determinados datos, de esta manera tenemos: Kilometraje inicial y final para claves de control: en la columna 30 titulada - "Control CM", va una clave que depende del tipo de compensación de curva masa (ver anexo A).

En la columna 35, tipo de terraplén, para ser llenada - esta columna ver las secciones tipo, de acuerdo a sus respectivas claves (ver anexo B).



**CALCULO DE TERRACERIAS
DATOS DE CONTROL Y DE SECCIONES ESPECIALES**

NUMERO DE PROYECTO

1	2	3	4
---	---	---	---

UNIDAD	CODIFICADA DE CUOTA BASA EN OMBRES	ANCHO DE CORDON EN TABERNO	ANCHO DE CUERTEL EN CUOTA	ESPESOR DE REJUNTO
m ²	m ²	m ²	m ²	m ²
0	1	20	30	27
1	0			

ULTIMA PAGINA DE OMBRES

17

CANTIDAD DE PROYECTO

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

UNIDAD DE MEDIDA	EMBUDAJE INICIAL PARA CLAVES DE CONTROL		EMBUDAJE FINAL PARA CLAVES DE CONTROL		CONTROL DE TIPO TERRAZA	SENA IERRE	DATOS PARA PROYECTO ESPECIAL					
	m ²	m ²	m ²	m ²			ANCHO DE PROTECCION LATERAL	SEÑALAMIENTO Y MARQUETE	ANCHO DE BARRA EN CORTES	ESPESOR FIRO		
	19	17	18	20	21	22	23	24	25	26	27	28

OBRA VIAL _____ TRAMO _____
 CODIFICO _____ REVISO _____ FECHA _____

En la columna 36 berma en corte. Nota: En esta columna solamente cabe un dígito 1 (sin berma) ó 2 (con berma), si se desea berma se codifica la clave, dando además su ancho en las columnas del 49 al 52 (ver anexo C).

De la columna 38 a 41, ancho de protección lateral en proyecto especial. PROTEC para secciones (ver anexo B, secciones tipo 2 y 4).

De la columna 43 a 46, desnivel a subrasante para el punto de quiebre (E) en proyecto especial (cambio de talud) para secciones (ver anexo B, secciones tipo 3 y 4).

De la columna 77 a 79, espesor de finos.

La última parte del punto relativo a la codificación, - consiste en el llenado de una forma u orden de trabajo, usada para el control de los procesos en la Sección de Perforación, en la que se anotan datos de identificación y trabajo que se solicita.

Una vez completo el juego de formas, se lleva a perforación, de donde posteriormente llevarán las tarjetas para el proceso y obtención de resultados.

E) Interpretación de Resultados.-

El proyecto se puede identificar fácilmente por el número que se anotó en las 6 formas de registros de datos y por el kilometraje de cada sección.

Los resultados son de 3 tipos:

I.- ALINEAMIENTO VERTICAL PARA PROYECTO DE SECCIONES DE CONSTRUCCION.

II.- CALCULO DE VOLUMENES Y ORDENADA DE CURVA MASA.

III.- GEOMETRIA DEL SECCIONAMIENTO DE CONSTRUCCION.

I.- ALINEAMIENTO VERTICAL PARA PROYECTO DE SECCIONES DE CONSTRUCCION.

- a) Puntos de Drenaje.
 - b) Pendientes de las tangentes verticales (de entrada y salida).
 - c) El cadenamamiento del PCV y su elevación correspondiente.
 - d) El cadenamamiento del PIV y su elevación.
 - e) El cadenamamiento del PTV y su elevación.
 - f) Al final de este listado aparece una nota de FIN DE TRAMO.
1. Procede OBSERVACION 1, si es que el tramo se pro cesó sin ningún error y sin ninguna sección insu ficiente.

2. Cuando la nota es OBSERVACION 2, puede ser ocasionado por cualquiera de los errores integrados - dentro del programa fuente.

ERROR 1. La última tarjeta no es de fin de datos (Inexistencia de la tarjeta final de - nuevas).

ERROR 2. La primera tarjeta no es tipo 76 ó bien existe en el grupo una tarjeta no identificada.

ERROR 3. Las tarjetas del grupo están mal clasificadas.

ERROR 4. Existe error en los datos del proyecto (tarjetas tipo 77)

ERROR 5. Existe error en los datos del alineamiento vertical (tarjeta tipo 78)

ERROR 6. Existe error en los datos de ampliaciones y sobre-elevaciones (discontinuidad en las tarjetas tipo 79 ó falta de alguna de ellas).

ERROR 7. Existe error en los datos de suelos - - (Tarjeta tipo 80).

ERROR 8. Existe error en los datos del seccionamiento (Tarjetas tipo 81 a 85).

3. PROCEDE OBSERVACION 3. Existen secciones insuficientes en los cadenamientos anotados.

II.- CALCULO DE VOLUMENES Y ORDENADA EN CURVA MASA.

Interpretación de las columnas.

- a) Kilometraje de referencia.
- b) Volumen geométrico de Despalme para terraplenas correspondientes al estrato (1) de suelos entre la estación de referencia y la anterior.
- c) Volumen geométrico de Desperdicio de corte, correspondiente al estrato (1) de suelos y a los estratos (2) y (3), cuando se hayan especificado de desperdicio.
- d) Volumen geométrico de corte en estrato (2).
- e) Clave de compensación de curva masa en el kilometraje de referencia aplicable al material del estrato(2).
- f) Coeficiente de contracción ó abundamiento del material del estrato (2).
- g) Volumen para compensación correspondiente al material abundante del estrato (2)
- h) Volumen geométrico de corte en estrato (3)
- i) Clave de compensación de curva masa en el kilometraje de referencia aplicable al material del estrato (3).
- j) Coeficiente de contracción ó abundamiento del material del estrato (3).
- k) Volumen para compensación correspondiente al material del estrato (3).
- l) Volumen total de corte para compensación.
- m) Volumen de terraplén compactado a 90%.
- n) Volumen de terraplén compactado a 95%

- o) Volumen total de terraplén para compensación - longitudinal.
- p) Curva Masa 1 correspondiente a la suma algebraíca de volúmenes acumulados de corte y terraplén para compensación.
- q) Curva Masa 2 correspondiente a la suma de los volúmenes acumulados del material fino compactado a 95% de la parte superior de los terraplenes y de la caja de los cortes cuando se emplea clave de compensación de Curva Masa 5 ó 6.
Se obtiene además las sumas parciales por hoja y las sumas totales por tramo de cada uno de los volúmenes anteriormente anotados.

III. GEOMETRIA DEL SECCIONAMIENTO DE CONSTRUCCION:

Contiene la siguiente información:

- a) Kilometraje de referencia.
- b) Elevación del terreno en el eje.
- c) Elevación de la subrasante en el eje (abajo de la misma columna del inciso b)
- d) Espesor de despalme uniforme en toda la sección
- e) Espesor (+) de terraplén ó (-) de corte en el eje.
- f) Identificación de sección tipo (FORMA DE LA SECCION). Izquierda-Derecha que define en cuanto a forma de la sección proyectada.
- g) Las coordenadas "X" (distancia del eje) y "Y" (desnivel a subrasante) de los puntos base que

definen en cuanto a dimensiones geométricas la sección proyectada y que a su vez representa la información del estancamiento lateral.

- F) Dibujo de la ordenada de Curva Masa y Análisis de la compensadora económica.

De acuerdo con la magnitud de los volúmenes a mover en todo el tramo ó en zonas bien localizadas, escogemos una escala de dibujo tal, que nos permita ver claramente los cambios de pendiente de la curva de masas, tomando en cuenta que éste es el instrumento de que nos valemos para determinar los acarreos.

Con ella, procedemos a dibujar nuestra curva, uniendo mediante líneas rectas de preferencia, la sucesión de puntos que obtenemos con los resultados.

Recordemos algunas propiedades de la curva de masas:

- a) La curva es ascendente cuando predominan los cortes y descendente en caso contrario.
- b) Cuando es una rama ascendente, si llega a un punto en que empiezan a dominar los volúmenes de relleno, tenemos un máximo; si por el contrario en una rama descendente, llegamos a un punto en que empiezan a dominar los cortes, tendremos un mínimo.
- c) La diferencia entre las ordenadas de dos puntos cualesquiera de la curva de masas, es un volumen,

que representa la suma algebraica de los volúmenes de corte (tomados como positivos) con los volúmenes de relleno (tomados como negativos).

- d) Si trazamos una línea horizontal que corte a la curva de masas en dos puntos consecutivos, éstos tendrán naturalmente la misma ordenada por lo que los volúmenes de corte y terraplén entre ellos, serán iguales. La línea horizontal la denominamos compensadora por esa razón.

La distancia que hay entre los dos puntos de la curva, cortada por la compensadora, es la abertura del diagrama y representa la máxima distancia de excavación a relleno.

Sin embargo, para fines de pago, ésta no es la distancia que se toma, sino una denominada "distancia media de acarreo" que se determina así: empezamos por limitar el acarreo libre (cuyo precio está incluido dentro del precio de excavación y es de 20 m. ó una estación) que no se tomará en cuenta para pago de movimientos. Dividiendo el área comprendida entre los puntos 1, 2 y 3 por la diferencia de ordenadas "h", nos da una distancia "a"; si hacemos lo mismo con el área comprendida entre los puntos 4, 5 y 6 (ver figura 4) obtendremos la distancia "b"; la suma de ambas, será la distancia media de acarreo que emplearemos para el cálculo del mo-

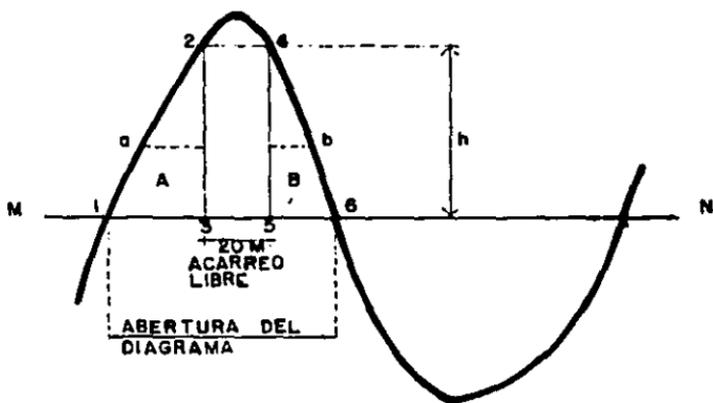


FIG. 4

vimiento. Este se determina multiplicando la diferencia de ordenadas "h" afectada por el coeficiente de variabilidad volumétrica correspondiente por la distancia media de acarreo (a + b) con las unidades correspondientes ó sea:

$$\text{sobre-acarreo} = \frac{h}{\text{Coef.}} \text{ m}^3 \times (a + b)$$

- e) Cuando en un tramo compensado, la figura del diagrama queda por encima de la compensadora, el acarreo del material será hacia adelante, mientras - que cuando la figura queda abajo de la compensadora, el acarreo será hacia atrás. (ver fig. 5).

La compensadora económica se determina en función de los precios unitarios vigentes para acarreos y para excavaciones en préstamos, de las aberturas - del diagrama medidas sobre la compensadora en estudio, de los coeficientes de variabilidad volumétrica de los materiales, tanto en lecho como en los - préstamos y del precio de compactación.

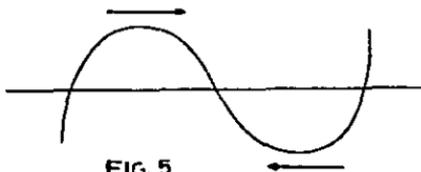


FIG. 5

Los casos más comunes y sencillos son los siguientes:

- Cuando tenemos préstamo (de banco ó lateral) -- atrás y préstamo adelante: Cuantificar costo movimientos hacia atrás y costo movimientos adelante. Después procedemos a sumar costo movimientos atrás, más costo préstamo adelante; hasta igualar el costo movimientos adelante, más costo -- préstamo atrás.
- Cuando tenemos desperdicio atrás y desperdicio -- adelante: Se sigue el mismo procedimiento anterior pero considerando únicamente costo movimientos atrás hasta igualar el costo movimientos -- adelante.
- Cuando tenemos un desperdicio atrás y un préstamo adelante: Costo movimientos atrás más costo préstamo hasta igualar el costo de movimientos adelante.
- Cuando tenemos préstamo atrás y desperdicio -- adelante: Costo movimientos atrás hasta igualar al costo de movimientos adelante, más costo préstamo atrás.

NOTA: Considerar en los costos, tanto de los movimientos como de los préstamos, los coeficientes de abundamiento, cuando en éstos haya discrepancia notable con la unidad.

EJEMPLO DE LA FIG. 6:

Datos del ejemplo:

$$m^3\text{-est.} = \$ 0.32$$

$$m^3 \text{ 1er. km.} = \$ 1.60$$

$$\text{Incremento por Hm.} = \$ 0.25$$

$$m^3 \text{ a 0.5 km.} = \$ 2.60$$

$$\text{Incremento por Hm.} = \$ 0.12$$

$$\text{Coeficiente de variabilidad volumétrica} = 1.00$$

Desarrollo del ejemplo:

$$\text{At.1.-} \quad \frac{1.7 \text{ Est.}}{1.00} \times 0.32 = \$ 0.54$$

$$\text{Ad.2.-} \quad \frac{1.0 \text{ Hm}}{1.00} \times 1.60 = \$ 1.60$$

$$\text{S.Ac.-} \quad \frac{1.0 \times 0.6}{1.00} = 0.6 \times 0.25 = \$ 0.15$$

$$\text{At.3.-} \quad \frac{4.5 \text{ Est.}}{1.00} \times 0.32 = \$ 1.44$$

$$\text{Ad.4.-} \quad \frac{1.0 \times 3.8 \text{ Est.}}{1.00} \times 0.32 = \$ 1.22$$

- 212 -
EJEMPLO

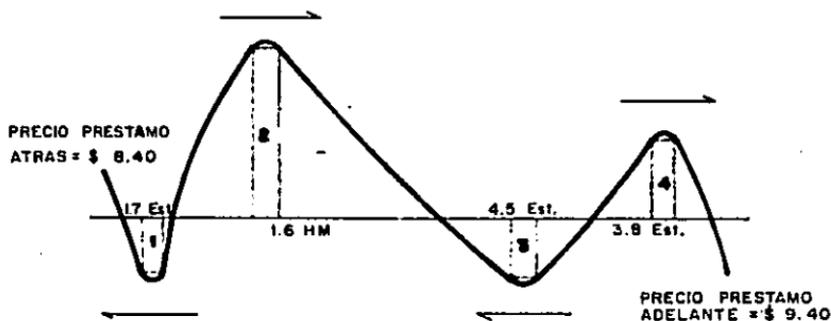


FIG. 6

DATOS:

M3 - EST.	= \$ 0.32
M3 por HM	= \$ 1.60
INCREMENTO POR HM.	= \$ 0.25
M3 a 0.5 Km.	= \$ 2.60
INCREMENTO POR HM.	= \$ 0.12

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD VOLUMETRICA = 1.00

At.= 0.54 + 1.44 = \$ 1.98

Ad.= 1.60 + 0.15 + 1.22 = \$ 2.97

Por ser préstamos atrás y préstamos adelante:

1.98 + 9.40 = 11.38

2.97 + 8.40 = 11.37

11.38 = 11.37

Nota:- Tolerancia de unos centavos.

G) Cálculo de Movimientos de Tierra.

Después de fijar la ó las compensadoras a lo largo del tramo que se está trabajando y de ligar con la curva de masas de los tramos adyacentes, procedemos a determinar las distancias medias de acarreo de todos y cada uno de los movimientos de tierra resultantes, así como a asignarles un número ó una letra, para identificación.

Finalmente nos quedará cuantificar los sobre-acarreos - según las unidades que les corresponden (M3 - Est., M3 a ler. Hm., M3 - Hm, Ad, M3 a 0.5 Km., M3 - Hm. Ad y M3 - Km.)

Nota:- (Estas unidades pueden variar)

Quando en una excavación se tienen varios estratos de - materiales de diferentes coeficientes de variabilidad - volumétrica, es necesario determinar (conociendo los - límites de los movimientos) el coeficiente promedio a usar en cada movimiento, pues de lo contrario estaremos cometiendo el error de considerar un sólo tipo de mate-

rial, alterando el valor del volumen real que se va a mover y por consiguiente, el costo del sobre-acarreo.

Normalmente, los movimientos de tierra a calcular, - - corresponden al material producto de las excavaciones - que se llevan a cabo en el lecho del camino, así como - los materiales que se requiere obtener de bancos de - - préstamo ó de préstamos laterales.

Los precios unitarios que se utilizan para cuantificar el costo de la obra, son tomados de tabuladores elaborados anualmente por la Dirección General de Control Técnico (S.C.T.) y que por la dinámica en los equipos de construcción, pueden haber cambios en conceptos hasta aquí tratados. Por lo tanto, se recomienda en cada caso, consultar previamente el tabulador respectivo para enterarse de posibles cambios que pudieran alterar la forma (aunque no el fondo) de la metodología a seguir.

H) Cálculo de Cantidades de Obra.

a) Despalmes.-

Los listados de curva de masas, nos proporcionan el resultado de esta cubicación en forma separada para cortes (desperdicios) y terraplenes (despalme) entre estaciones consideradas en el proceso, así como la suma de las hojas al final de cada tramo procesado.

b) Excavación en Lecho.-

De acuerdo con los coeficientes de variabilidad volumétrica, así como con la clasificación para presupuesto asignados a cada tipo de material, habrá que separar volúmenes geométricos de corte, para obtener totales de excavación de materiales A, B y C.

c) Escarificación.-

Que también es denominada en los cuadros de cantidades de obra como "compactación de la cama de cortes", es un concepto que normalmente se estima, cuando se trata de proyectos elaborados mediante el uso del procedimiento electrónico, puesto que ese volumen no lo proporciona el programa actual de curva masa. Sin embargo, se cuenta con elementos suficientes para obtener un valor muy próximo al correcto.

Un método para obtener éste valor, requiere de los listados de curva masa y geometría del seccionamiento. El primero nos muestra volúmenes de capa subrasante entre estaciones consecutivas, lo que nos da una buena idea (en cualquier tramo que queramos) del volumen por metro lineal para este concepto. El segundo, nos indica dónde es corte franco, dónde terraplén y dónde balcón. De esta suerte, con la información de geotecnia relativa a los materiales en que debe escarificarse, vamos inspeccionando esos lugares y mediante deducción sencilla calculamos el volumen faltante de capa subrasante en las zonas de corte ó bal

cón, que corresponden a la escarificación buscada.

d) **Bandeado y Compactación al 90%.-**

Es el tratamiento a que se someterá el material destinado a formar el cuerpo del terraplén, por lo que la suma de los volúmenes de bandeado y compactación al 90% deberá ser igual al total de cuerpo de terraplén que nos den los listados de curva masa para un tramo en estudio. Por otra parte, la compensación se hace con el material producto de excavaciones en lecho ó préstamos, abundados ó reducidos, para tener la transformación a material en el relleno.

Así las cosas, el cálculo se reduce a una serie de sumas y restas en las que intervienen los siguientes conceptos:

Excavación Total	1
Terraplén	2
Excavación en material bandeable	3
Excavación en material compactable	4
Desperdicios en material bandeable	5
Desperdicios en material compactable	6
Material procedente de otros tramos:	
Bandeable	7
Compactable	8
Material que se llevará a otros tramos:	
Bandeable	9
Compactable	10

El bandeado en x tramo será $b = (3 + 7) - (5 + 9)$ y el compactado a 90% $c = (4 + 8) - (6 + 10)$, siempre y cuando no se haya usado parte del material compactable para compensar finos, en cuyo caso será necesario cuantificar ese volumen para descontarlo. La suma de $b + c$ deberá ser igual a 2, según se había dicho al principio.

e) Compactaciones al 95%.-

Los cuadros de cantidades de obra del perfil, están elaborados de acuerdo con los conceptos que aparecen en el catálogo de precios unitarios.

Los conceptos más comunes en cuanto a compactación - al 95% (fuera del llamado "compactación de la cama - de los cortes"), están consignados dentro de la "Formación y Compactación"; enseguida se enuncian:

De terraplenes con ó sin cuñas de afinamiento.- Se - refiere a la capa subrasante en rellenos formados - por material compactable exclusivamente.

De la capa superior de terraplenes construida sobre material no compactable.- Se refiere al caso en que el cuerpo del terraplén esté formado por material - bandeado.

Del relleno para formar la capa subrasante en cortes.

Que es la llamada comúnmente caja.

Estas cantidades se estiman con ayuda de los listados de curva masa, que nos proporcionan volúmenes a 95% del perfil con la curva de masas dibujada para conocer límite de movimientos.

f) Movimientos de Tierra.-

Solamente se trata de obtener el total de valores de las mismas unidades.

I) Compensación Automática de la Ordenada de Curva Masa - por Medio del Cálculo Electrónico.

Este programa se encuentra aún en etapa experimental, - razón por la cual su uso no se ha generalizado.

a) Generalidades.-

Programa que evitará el trabajo rutinario que presentaba el cálculo de los movimientos de terracerías. - Además minimizando los costos de acarreo y adquisición tal como adquisición de materiales (préstamos) y las zonas donde es factible tener desperdicio.

Las ventajas que proporciona el uso de este sistema, es el poder hacer una ó más alternativas, ya sea moviendo la rasante ó el alineamiento horizontal hasta obtener los movimientos de terracerías más económicos, además de que se disminuyen los errores en el -

cálculo de movimientos.

Se cuenta con la opción de que se puede graficar - ésta compensadora utilizando la información que el programa de curva masa así como los datos de cadenamamiento inicial y final de un tramo y (opcionalmente) la información de escala y origen de ordenadas de - curva masa, proporcionan.

El resultado de graficar esta compensadora, es el di bujo de los movimientos en el tramo deseado.

Los beneficios derivados de esta graficación, es - ahorro en tiempo en el dibujo de los movimientos de terracería y disminución de errores en el dibujo de los movimientos.

b) Hipótesis de Cálculo y Datos.

Para obtener la compensación de la ordenada de curva masa, se utilizó el algoritmo de transporte, que determina los movimientos de corte a terraplén, corte a desperdicio y de banco a terraplén, minimizando - los costos de acarreo de material y adquisición de - bancos para el tramo a analizar.

c) Datos.-

Para poder proporcionar los datos para el Programa. Se cuenta con 4 Formas de Codificación y se describen a continuación:

En la FORMA COCMOI se proporcionará el nombre de la Carretera, tramo, el kilometraje inicial y el kilometraje final.

En los costos; éstos deberán proporcionarse en las unidades indicadas en esta hoja de codificación y las opciones son las siguientes:

COSTO ACARREO	\$/M3/EST. :	Es el costo unitario de sobre acarreo por cada estación.
COSTO ACARREO	\$/M3- 1 HM:	Es el costo unitario de sobre-acarreo para el primer hectómetro.
COSTO ACARREO	\$/M3-HM:	Es el costo unitario de sobre acarreo para los hectómetros adicionales.
COSTO ACARREO	\$/M3-5 HM:	Es el costo unitario de sobre acarreo por 5 hectómetros.
COSTO ACARREO	\$/ M3 - HM A-DIC. :	Es el costo unitario de sobre acarreo por hectómetro adicional de cinco hectómetros.



DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS
SUBDIRECCION DE FOTOGRAMETRIA Y PROCESO DE DATOS
DEPARTAMENTO DE PROCESO DE DATOS

FORMA COCNO1
FORMA COCNO 1
COMPENSACION AUTOMATICA DE
LA ORDENADA DE CLASIFICACION

- 221 -

REFERENCIA

CARRETERA : _____

TRAMO : _____

REGISTRO TIPO 1

KILOMETRAJE INICIAL : _____

KILOMETRAJE FINAL : _____

REGISTRO TIPO 2

COSTOS DE LOS MOVIMIENTOS DE TERRACERIA

COSTO ACARREO :

\$ / M³ EST : _____ CADA ESTACION

\$ / M³ 1 Km : _____ PRIMER HECTOMETRO

\$ / M³ Nm : _____ HECTOMETROS ADICIONALES

\$ / M³ 5 Km : _____ 5 HECTOMETROS

\$ / M³ N : _____ POR HECTOMETRO
ADICIONAL DE 5
HECTOMETROS

En la forma COCMO2 se deberán proporcionar los datos de los bancos de material en los que sea factible - acarrear material al tramo en Análisis y los datos - requeridos son los siguientes:

CADENAMIENTO DE BANCO	Cadenamiento del punto más cercano al banco sobre el - eje del camino.
DISTANCIA AL EJE	Distancia del banco al cade- namiento en metros.
CAPACIDAD DEL BANCO	Volumen disponible en el - banco en metros cúbicos.
COSTO DE ADQUISICION	Costo unitario de extraer - material de banco en \$/M3.
COEF. DE ABUNDAMIENTO	Relación volumen abundado - entre volumen geométrico pa- ra el banco.
<u>EN LA FORMA COCMO3</u>	Se deberá codificar lo si- guiente:
CADENAMIENTO DE REFERENCIA.	Cualquier cadenamiento den- tro de un tramo de corte.
CADENAMIENTO LIMITE - ATRAS.	Antes de este cadenamiento se puede desperdiciar.
CADENAMIENTO LIMITE - ADELANTE.	Después de este cadenamiento se puede desperdiciar.

El desperdicio se podrá efectuar antes del cadenamien-
to límite atrás y después del cadenamiento límite -
adelante, cada zona de desperdicio se asociará a un -
tramo de corte a través del cadenamiento de referen-
cia.

POR EJEMPLO:

Se tienen tres tramos de corte:

- 1°).- 120 + 300 al Se puede desperdiciar en toda
 121 + 200 esta longitud.
- 2°).- 123 + 400 al No se puede desperdiciar den--
 123 + 800 tro de esta zona.
- 3°).- 125 + 500 al No se puede desperdiciar del -
 126 + 100 125 + 800.- al 125 + 900.00

LOS DATOS A CODIFICAR SERAN LOS SIGUIENTES:

DATOS DE DESPERDICIO

CADENAMIENTO DE REFERENCIA	CADENAMIENTO DE LIMITE ATRAS	CADENAMIENTO DE LIMITE ADELANTE
1°).- 120+500.00	120 + 500.00	120 + 400.00
3°).- 125+800.00	125 + 800.00	125 + 900.00

En el primer caso se codificó un límite atrás mayor
a un límite adelante, para permitir el desperdicio -
en todo el tramo.

Para el segundo caso no requiere de codificación de desperdicio puesto que el programa asume que en los tramos de corte no se puede desperdiciar.

Y el tercer caso se codificó un límite atrás menor a un límite adelante para evitar el desperdicio entre los límites.

En los casos 1 y 2, el kilometraje de referencia está dentro del tramo de corte.

d) Limitaciones.-

Cada tramo se analizará en porciones de hasta unos - 10 kilómetros cada uno y en el caso de que se requiera graficación estos se harán en tramos de hasta - unos 2 kilómetros cada uno (forma COCNO 4: para solicitar graficación).

e) Interpretación de Resultados.-

El listado de resultados de compensación está dividido en tres partes, una detallada por movimiento, un resumen de adquisiciones de bancos y un resumen de - sobre-acarreo.

- Listado Detallado

En el listado detallado el encabezado muestra los cadenamientos del tramo en análisis y los títulos de columnas del cuerpo del listado.



DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS
SUBDIRECCION DE FOTOGRAMETRIA Y PROCESO DE DATOS
DEPARTAMENTO DE PROCESO DE DATOS

FORMA COCMO 4

- 227 -

FORMA COCMO 4
GRAFICACION DE LA COMPENSACION
DE ORDENADA DE CURVA M.A.S.A.

CARRETERA: _____

TRAMO : _____

DATOS DEL TRAMO

R E G I S T R O

CADENAMIENTO INICIAL _____

CADENAMIENTO FINAL _____

SE REQUIERE GRAFICACION SI

NO

ESCALA VERTICAL: _____ m³/cm

DEFASE VERTICAL: _____ m³

NUMERO DE MOVIMIENTO CORTE-BANCO- C G:	Es el número secuencial de movimiento. cadenamiento inicial, final y centro de gravedad de un corte, si el tramo de corte es menor de 20 metros, - no se muestra el centro de gravedad.
TERRAPLEN-DESPER- C G:	Cadenamientos inicial, final y centro de gravedad de un terraplén, si es < de 20 metros, no se muestra el centro de gravedad.
ORDENADAS DE CURVA - MASA.	Para el cadenamiento inicial y final del tramo se imprimen las ordenadas de curva masa.
VOLUMEN ABUNDADO:	Volumen abundado en M3
VOLUMEN GEOMETRICO:	Volumen geométrico en M3
DIST. SOBRECARRERO:	Es la distancia en M entre los Centros de gravedad -- eliminando la distancia de acarreo libre (20 M.) Si la distancia de acarreo es menor a 20 M., se imprime el título AC-LIBR.
DIST. PAGO:	Es la distancia de sobrecarreo separada en las frac--

ciones: estación, primer -
hectómetro, 5 hectómetros y
hectómetro adicional.

VOL x DIST: Es el producto de volumen y
distancia de sobreacarreo -
separada por las fracciones
anteriores.

PRECIO UNITARIO: Precio de sobreacarreo para
la fracción del movimiento.

IMPORTE: Importe en pesos de la frac-
ción.

Al concluir la impresión de todos los movimientos, -
se imprime el total de importe.

- Información de Bancos

Para cada banco requerido en la compensación, se -
imprime el número de movimiento, el cadenamamiento -
del banco y su distancia al eje, el volumen geomé-
trico, a adquirir, el precio unitario e importe.

- Resumen

Para cada unidad de sobreacarreo se lista el volu-
men, el producto volumen-distancia, el precio uni-
tario e importe.

Al final se imprime el total de adquisición y so-
breacarreo.

f) Avisos de Errores al Usuario.

AVISO

Archivo de curva masa insu
ficiente. Cto. Inic. Prop.-
xxxx + xxx.xx

Archivo de curva masa insu
ficiente.
Cto. Final Prop.
xxxx + xxx.xx
Cto. Final de Graf.
xxxx + xxx.xx

Discontinuidad en archivo-
de curva masa entre Cto. -
xxxx + xxx.xx OCM xxxxxxxx
y Cto. xxxx + xxx.xx OCM -
xxxxxxxxx.

Más de 500 est.
Cto. Final = xxxx + xxx.xx

OBSERVACIONES

El archivo de curva ma
sa no contiene el cade
namiento inicial pro--
puesto, se calculará a
partir del primer cade
namiento de archivo.

El archivo de curva ma
sa no contiene el cade
namiento final propues
to, se calculará hasta
el último cadenamiento
de archivo.

Cadenamiento en desor-
den en el archivo cur-
va masa. Cadenamientos
duplicados. Duplicados
pero con diferentes or
denadas. Revisar el ar
chivo de curva masa. -
El proceso termina.

Se saturó el límite de
arreglos del programa,
reducir el tramo de --
cálculo.

Falta de continuidad en
movimientos de terrace-
rias de

KM: xxxx + xxx.xx

A KM: xxxx + xxx.xx

El archivo de movimientos
no tiene información -
para los kilometrajes
mencionados, no se gra-
ficó en este tramo.

AVISOS QUE PUEDEN APARECER EN "ICALIST"

AVISO

OBSERVACIONES

TERMINA ICAI SIN ERROR

El programa ICAI (Lec-
tura de Datos) termina
sin problemas y se con-
tinúa el proceso.

xxxxx ERROR xxxxx EN ICAI

El programa ICAI termi-
nó con algún error, -
que fué impreso antes
de este aviso. El pro-
ceso termina.

Error en esp. tramo de cálc.

Cto. I = xxxx + xxx.xx

Ctof. = xxxx + xxx.xx

El tramo de cálculo im
plica un cadenamiento
inicial mayor o igual
al final. Revisar el -
Registro de los datos.

Error en COEF Vol. Bco.
en Km.

xxxx + xxx.xx

Error en archivos. Se susp.

Proceso del tramo KM

xxxx+xxx.xx a KM xxxx+xxx.xx

El coeficiente del Banco en el Cadenamiento, es menor de 0.8 ó mayor a 1.2 el coeficiente se hace 1.0 y el proceso continúa. -
Revisar registros 3 de datos.

CAUSAS: Falta registro 1, falta registro 2, - registro desconocido, fuera de secuencia. El proceso se suspende, - revisar el archivo de datos.

Archivo de curva masa insu
ficiente.

Cto. Inic. prop. xxxx+xxx.xx

Cto. Inic. de Calc. xxxx+xxx.xx

El archivo de curva ma
sa no contiene el cade
namiento inicial pro--
puesto, se calculará a
partir del primer cade
namiento de archivo.

Archivo de curva masa insu
ficiente.

Cto. Final Prop. xxxx+xxx.xx

Cto. Final de Calc. xxxx+xxx.xx

El archivo de curva ma
sa no contiene el caden
namiento final propueso
to, se calculará hasta
el último cadenamiento
de archivo.

Discontinuidad en archivo de
curva masa entre Cto. ----

xxxx + xxx.xx

OCM xxxxxx y Cto. xxxx+xxx.xx

OCM xxxxxxx.

Cadenamiento en desorden
en el archivo curva
masa. Cadenamientos du
plicados pero con difer
entes ordenadas. Revis
ar el archivo de curv
a masa. El proceso -
termina.

MAS DE 500 EST. O 200 TRAMOS

CTO. FINAL = xxxx+xxx.xx

Se saturó el límite de
arreglos del Programa.
Reducir el tramo de --
cálculo.

TERMINA ICA 2 SIN ERROR

El programa ICA 2 -
(CALCULO) terminó sin
problemas y se continúa
el proceso.

XXXXX ERROR XXXXX EN ICA 2

El programa ICA 2 ter-
mina con algún error,
que fue impreso antes
de este aviso. El pro-
ceso termina.

VOL. CORTES Y BCO. INSUF.
PARA COMP.

POR: xxxxxxxx

La suma de volúmenes -
de corte y bancos no -
es igual a la suma de
terraplenes.

El programa genera un
banco ó terraplén fic-
ticio.

TRAMO DEMASIADO GRANDE -
PARA COMPENSAR.

xxxx xxxx xxxx

Se saturó algún arreglo
del programa. Reducir
el tramo de análisis.
Los números impresos -
representan el número
de tiras de corte, ti-
ras de terraplén y pa-
rejas origen/destino.
Programa ICA 2.

INICIA CLASIF. DE RESUL
TADOS.

xxxxx ERROR xxxxx EN -
ICA 3

El programa ICA 3 -

Inicia proceso.

El programa ICA 3 -

terminó con error.

Se saturó el espacio -

de arreglos.

4.- PROYECTO.- METODO TRADICIONAL.

Para evitar confusiones, se separó lo relativo al procedimiento tradicional del método electrónico.

A) Generalidades.- Es posible que entre los datos recibidos de campo, no se incluya el dibujo de las secciones - - transversales del terreno, en cuyo caso será necesario dibujarlas y entre tanto, se calculará la forma 2 de terracerías (ampliaciones y sobre-elevaciones) que deberá incluir todas las secciones que se hayan levantado en - el terreno.

Una vez que se tengan los trabajos anteriores, podremos analizar una primera subrasante según se indicó en el - inciso 3-C. Ahora sé, será necesario llevar a cabo el - proyecto en detalle desde el cálculo de subrasante y espesores.

La proposición de subrasante se hace después de algunos tanteos, cubicando las excavaciones y rellenos, con espesores gráficos y tomando unas cuantas secciones (que deben ser las de mayor significación); esto sirve para obtener una idea general sobre el monto de volúmenes y curva de masas, tanto para fines de compensación como -

para cuidar que las excavaciones y rellenos sean de -
magnitudes tales que sean aceptables de acuerdo con el
tipo de camino y terreno de que se trate.

- B) Cálculo de Subrasante y Espesores.- Principiamos de esta manera, con el cálculo de la forma 1 de terracerías (cálculo de subrasante y curva masa), anotando los kilometrajes de todas las secciones que intervendrán en la cubicación, más aquellos de puntos auxiliares para el - cálculo de la subrasante (como PCV, PIV y PTV) que no - pertenezcan a las mencionadas secciones.

Vienen luego las elevaciones del terreno en el centro - de línea tomadas del registro de nivel; estando así en condiciones de empezar con el cálculo de la subrasante, partiendo de una elevación de arranque, fijada por nosotros ó bien que corresponde a la que se haya utilizado en el tramo anterior con el que estamos ligando, para - la estación inicial.

El valor de la pendiente longitudinal también lo fijamos nosotros, de acuerdo con las necesidades del proyecto y lo que nos hayamos propuesto.

El cálculo de las elevaciones para cada sección en estudio, no reviste ninguna dificultad y solamente se verá lo relativo al cálculo de las curvas verticales que son del tipo parabólico. En el inciso 3-C se dijo cómo se -

obtiene la longitud de dicha curva.

Con este dato, y con el auxilio de la fórmula:

$$y = k x^2$$

se calculan las elevaciones de subrasante en todos los puntos de la curva donde sea necesario.

En la fórmula anterior "y" es la corrección que hay que hacer a las elevaciones que se tienen sobre la tangente de entrada, para obtener las elevaciones de subrasante; "k" es una cte. que se obtiene mediante la fórmula:

$$k = \frac{Pe - Ps}{10 N}$$

donde Pe es la pendiente de entrada, Ps es la de salida (ambas en por ciento) y N es la longitud de la curva vertical expresada en estaciones de 20m x^2 es el cuadrado de las distancias que hay entre el P.C.V. de la curva tomada como origen y el punto en que se desea calcular la subrasante, expresada en estaciones de 20m.

Los espesores se obtienen mediante las diferencias entre las elevaciones del terreno y de la subrasante, para cada estación en estudio, teniendo cortes cuando la elevación del terreno es mayor que la de la subrasante y - - terraplenes en caso contrario (ver. forma 1).

- C) Proyecto de Secciones.- Una vez obtenidos los espesores, pasaremos estos datos (anotándolos) al rollo de secciones y procedemos a proyectar las secciones de acuerdo con el espesor, las sobreelevaciones, las ampliaciones, los taludes, para terraplenes y para cortes, considerando si es necesario proyectar caja (excavación adicional) en los cortes ó bien escarificar y recompactar la cama de los cortes, si debemos proyectar cuña de afinamiento, cuántas compactaciones deben considerarse características de estratos de materiales diferentes, etc.

El ancho de la semisubcorona será algo mayor que la semicorona (para terraplenes) para que al colocar la subbase y la base con el espesor recomendado y siguiendo el talud de proyecto, nos dé el ancho requerido según las especificaciones. El valor numérico de lo que debe ser más ancha la semisubcorona se llama sobre-ancho y - en un capítulo anterior mencionamos cómo se calcula.

En cuanto al ancho de la semi-subcorona en cortes, será igual al de la semicorona, ya que normalmente se proyec

ta una cuneta provisional previniendo el caso de que no se pavimente de inmediato el camino en proyecto. (Ver ancho - de cunetas en Capítulo de Especificaciones).

Para que haya uniformidad en la nomenclatura de áreas, se proporciona una lista con las abreviaturas que se emplean (Ver capítulo de especificaciones).

Dc = Despalme en corte
Dt = Despalme en terraplén
C1 = Excavación estrato 1
C2 = Excavación estrato 2
Cc = Compactación de la cama de los cortes (escarificación)
Cp = Compactación de pavimento
Ce = Compactación de terracerías existentes
Cn = Compactación del terreno natural
At = Abatimiento de taludes
Ac = Ampliación de cortes
Tr = Terraplén de relleno
Es = Elevación de subrasante
Cs = Capa subrasante
Ct = Cuerpo de terraplén
Cy = Capa subyacente
Rc = Rebaje de corona
Ec = Escalones de liga
Tt = Tendido de taludes.

D) Cubicación y Cálculo de Curva Masa.- Pasamos nuevamente del rollo de secciones a las hojas de cálculo de curva masa (forma 1 de terracerías) para anotar los valores obtenidos de áreas, a cada una de las estaciones correspondientes. El volumen se calcula con la fórmula $V = \frac{(A_1 + A_2) \cdot d}{2}$; V. es el volumen en M³.

A₁ área de sección 1, A₂ área de sección 2, consecutivas y "d" la distancia ó diferencia de cadenamiento entre ambas.

Las columnas destinadas al cálculo del volumen pueden estar subdivididas en 2 ó más, de acuerdo con el número de estratos de excavación, compactaciones, escarificaciones, etc., necesarias para cuantificar cada uno de esos conceptos por separado, tanto para obtener la correcta combinación de materiales y el cálculo de la ordenada de curva de masas, como para las cantidades de obra.

Es importante considerar el abudamiento ó reducción de los materiales. Ese cambio da por resultado coeficientes de variabilidad volumétrica, de acuerdo con la forma en que vayamos a utilizar el material producto de los cortes; esto definirá el cálculo de una sola ó dos ó más ordenadas de curva masa.

Tenemos luego la columna "Volúmenes abundados ó reducidos", producto de la multiplicación de la columna - - "volumen" por los "coeficientes de variabilidad volumétrica" y luego la "suma algebraica de volúmenes abundados" que no es sino la compensación lateral de materiales. De esta manera se tienen las cantidades netas de material sobrante (+) ó faltante (-) necesarias para la formación de las terracerías que dan origen a la ordenada de curva masa consistente en la adición ó sustracción de volúmenes, a una ordenada de origen, de valor arbitrario, siguiendo las indicaciones de sumar cortes y restar terraplenes. El resto del proyecto es similar a lo explicado para el procedimiento en que se utiliza la computación electrónica.

ANEXO "A" CLAVE DE COMPENSACIÓN
DE CURVA MASA

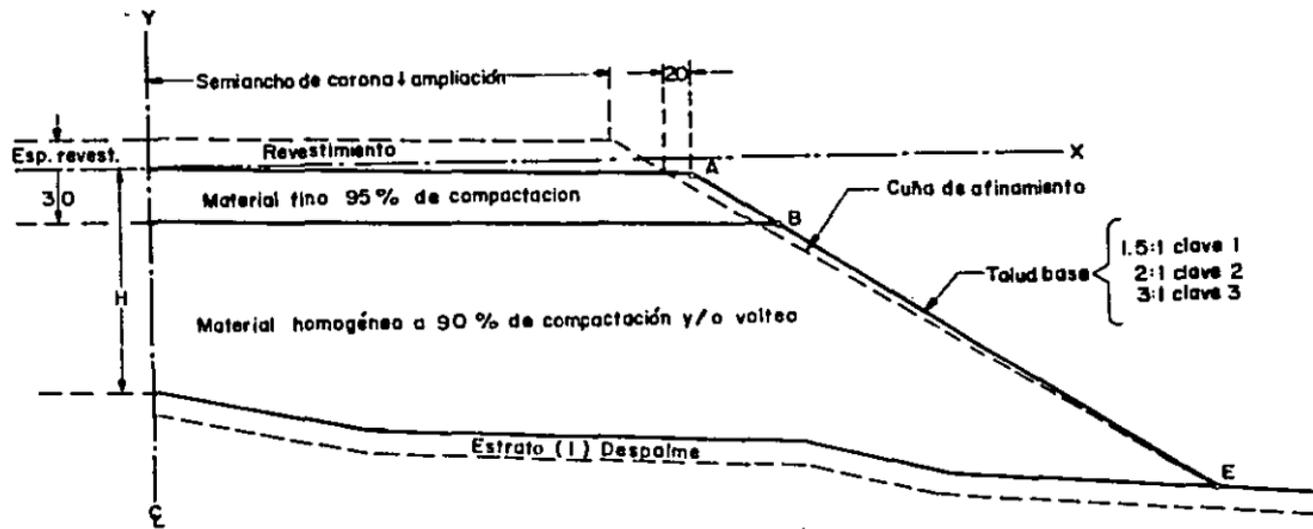
CLAVE DE COMPENSACION DE CURVA-MASA (Col. 30)

- 1 Los volúmenes de corte no se consideran en el -
cálculo de ordenada de curva-masa.
- 2 Los volúmenes de corte aprovechables se conside--
ran para el cálculo de ordenada de cura-masa mul-
tiplicada por el coeficiente de contracción o -
abundamiento señalada para el 95% de compactación.
- 3 Los volúmenes de corte aprovechables se conside--
ran para el cálculo de ordenada de curva-masa mul-
tiplicados por el promedio de los coeficientes de
contracción o abundamiento señalados para el 90%
y 95% de compactación.
- 4 Los volúmenes de corte aprovechables se conside--
ran para el cálculo de ordenada de curva-masa mul-
tiplicados por el coeficiente de contracción o -
abundamiento para 90% de compactación o volteo.
- 5 Los volúmenes de corte aprovechables se conside--
ran para el cálculo de ordenada de curva-masa mul-
tiplicados por el coeficiente de contracción o -
abundamiento señalado para 90% de compactación o
volteo, y considera solamente los volúmenes de la
parte inferior de los terraplenes, calculando por
separado otra curva-masa adicional del volumen de
la parte superior (95% Comp.) de los terraplenes
y de la caja de los cortes.
- 6 Los volúmenes de corte aprovechables se conside--
ran para el cálculo de la ordenada de curva-masa
multiplicados por el coeficiente de contracción o
abundamiento señalado para 90% de compactación o
volteo, y considera solamente los volúmenes de la
parte inferior de los terraplenes, calculando por
separado otra curva-masa adicional del volumen de
la parte superior (95% Comp.) de los terraplenes
y de la caja de los cortes. Además suprime la cu-
ña de afinamiento en los terraplenes.

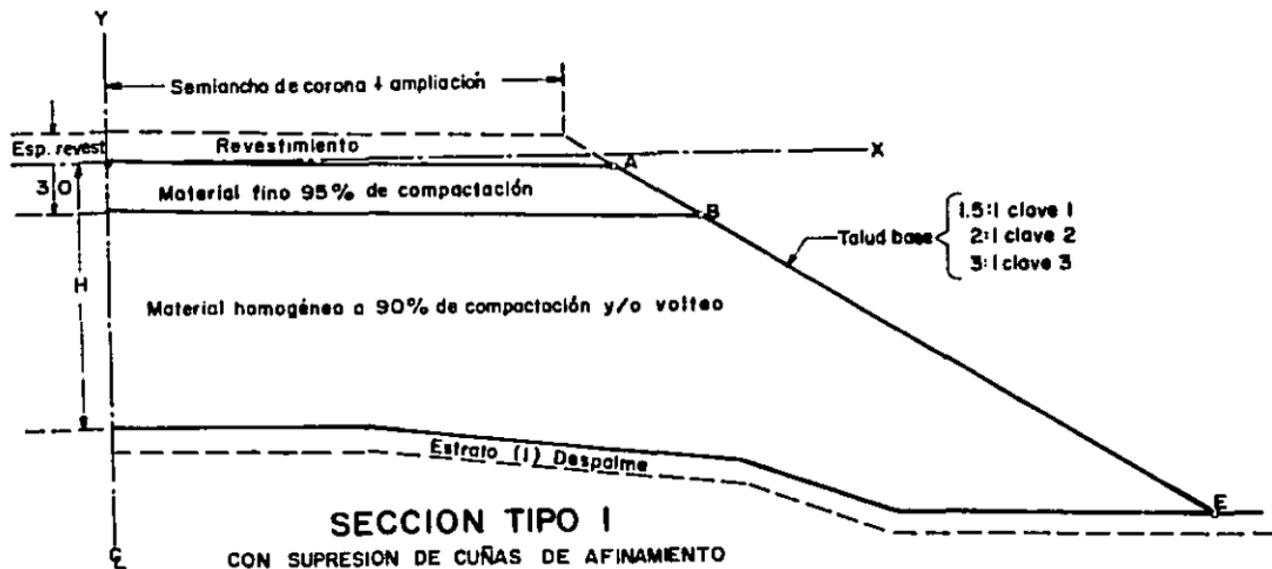
ANEXO "B" CLAVES DE TERRAPLÉN
A UTILIZAR EN LA CO
LUMNA 35 DE LA FOR-
MA L-2.76

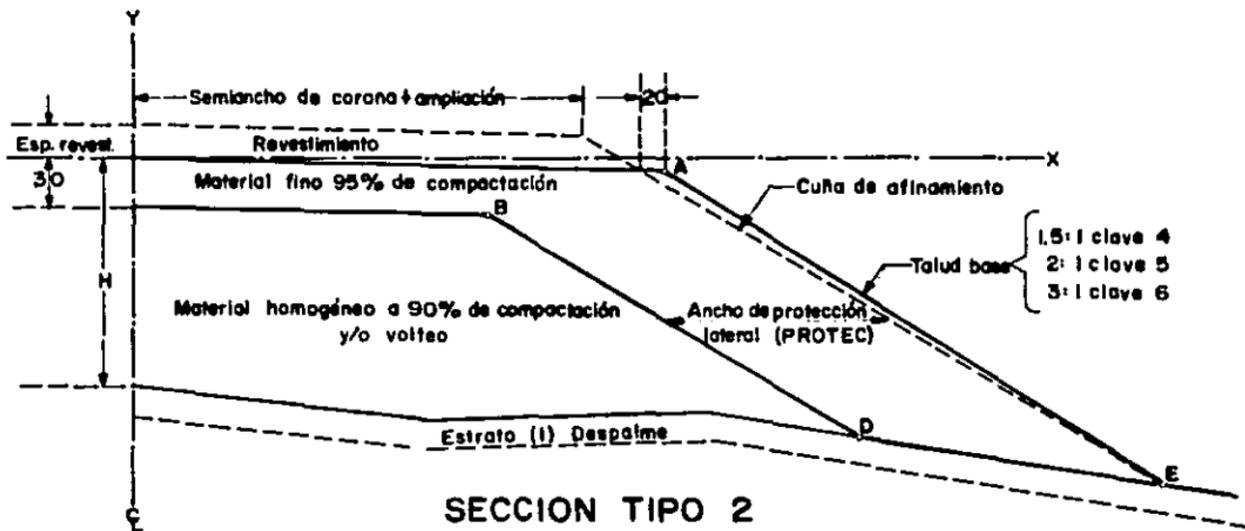
CLAVES DE TERRAPLEN A UTILIZAR EN LA COLUMNA 35 DE LA FORMA L-2.76: -

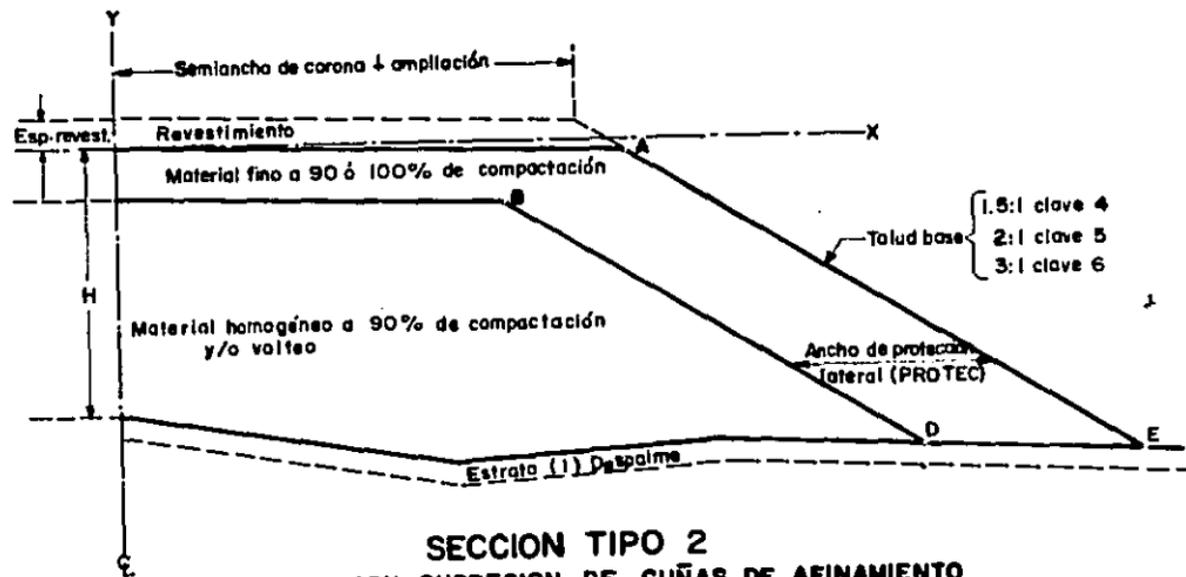
SECCION TIPO PROYECTADA	CLAVE DE TERRAPLEN	CONDICIONES ADICIONALES QUE SE DEBEN CUMPLIR.
1 (Talud base 1.5:1)	1	Que el hombro de la sección (A) no - se encuentre enterrado, en caso con- trario se proyectará sección en cor- te de acuerdo a los datos de suelos especificados y a la clave correspon- diente.
1 (Talud base 2:1)	2	
1 (Talud base 3:1)	3	
2 (Talud base 1.5:1)	4	Que el hombro de la sección (A) no - se encuentre enterrado, en caso con- trario se proyectará sección en cor- te de acuerdo a los datos de suelos especificados y a la clave correspon- diente. Se debe proporcionar el dato (PROTEC) de proyecto especial.
2 (Talud base 2:1)	5	
2 (Talud base 3:1)	6	
3	7	Que el punto de cambio del talud del terraplén (E) se encuentre enterrado, en caso contrario se proyectará sec- ción en corte según clave 1. Se debe proporcionar el dato (CAMB. TLD). De proyecto especial.
4	8	Que el punto de cambio del talud del terraplen (E) no se encuentre ente- rrado, en caso contrario, se proyec- tará sección en terraplén según cla- ve 4. Se deben proporcionar los da- tos de (PROTEC Y CAMB. TLD) proyecto especial.

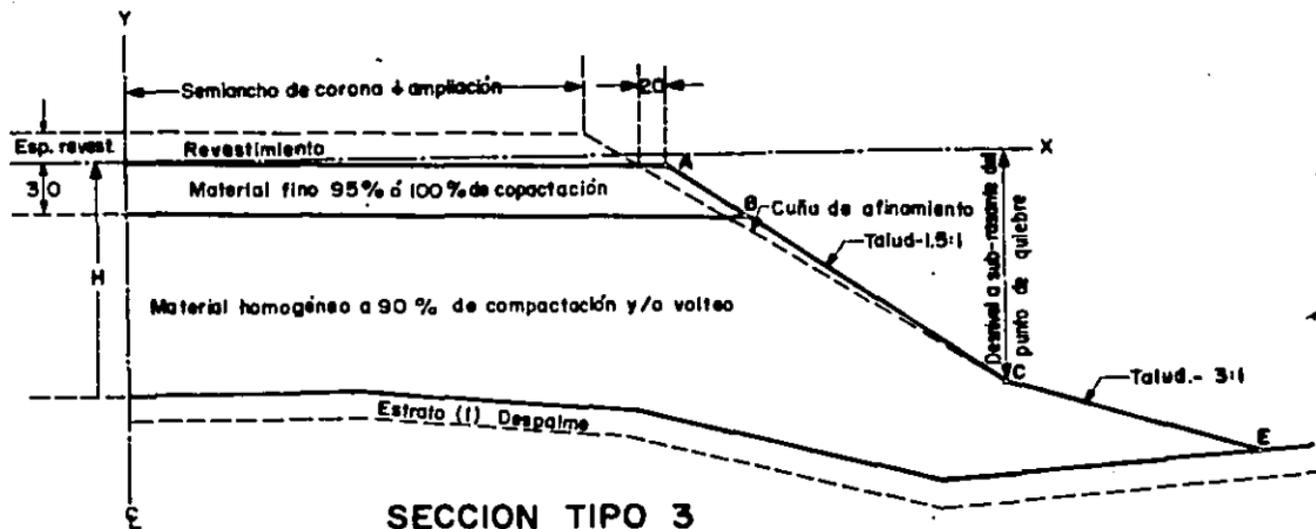


SECCION TIPO I

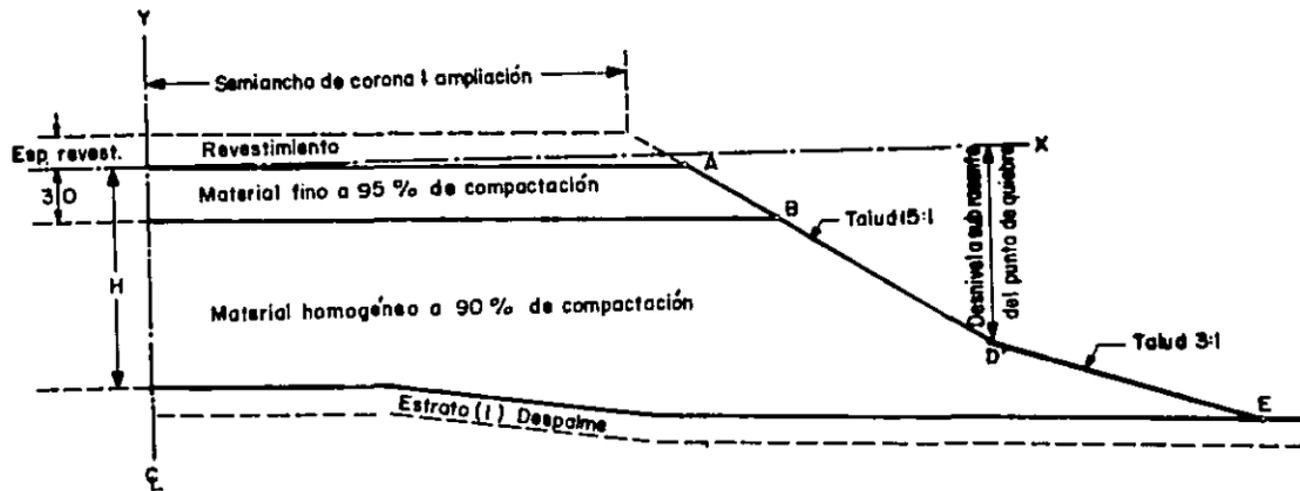




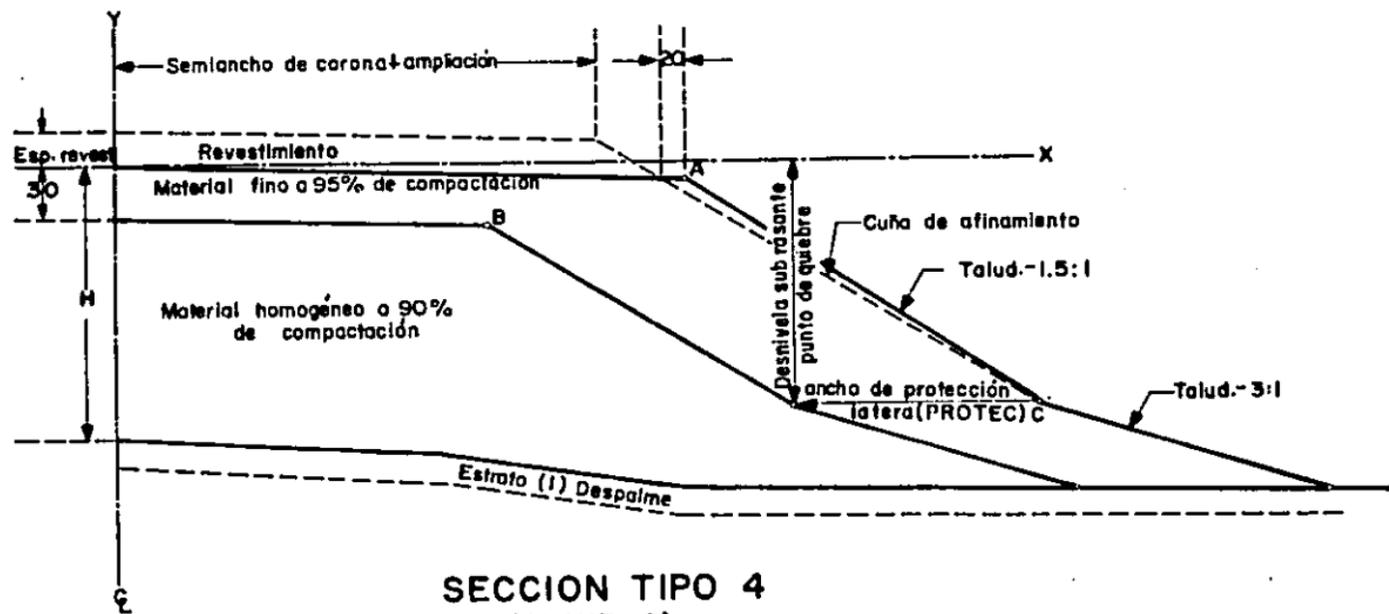




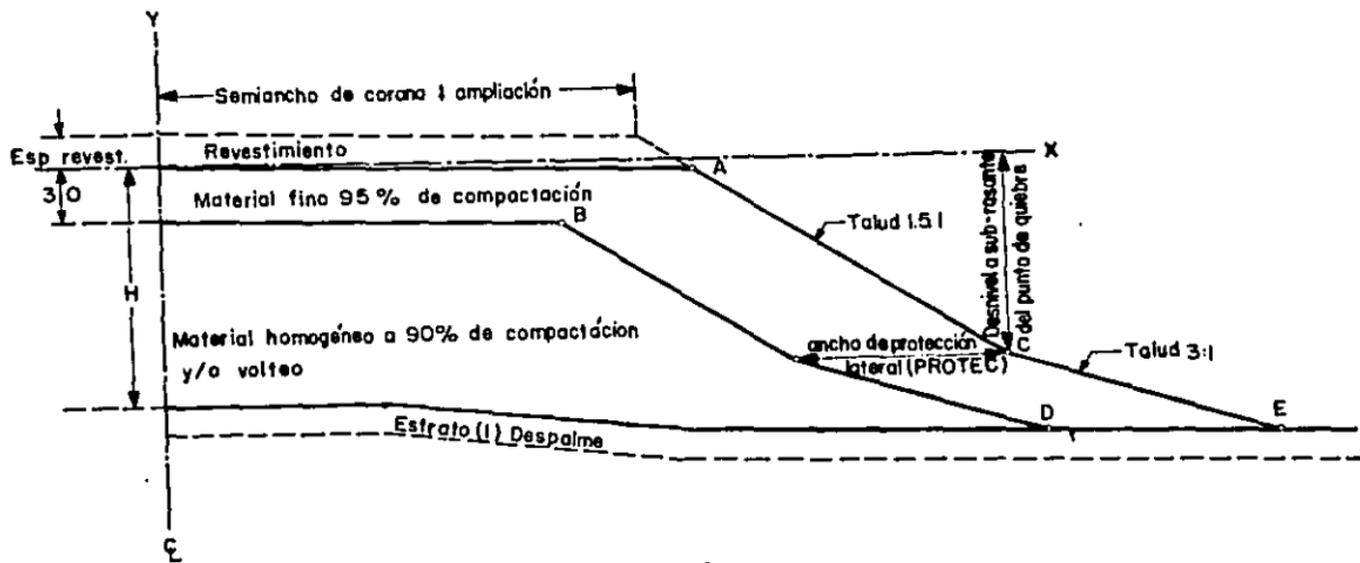
SECCION TIPO 3
(CLAVE 7)



SECCION TIPO 3
 CON SUPRESION DE CUÑAS DE AFINAMIENTO



SECCION TIPO 4
(CLAVE 8)



SECCION TIPO 4
 CON SUPRESION DE CUÑAS DE AFINAMIENTO

ANEXO "C" CLAVES DE CORTE A -
UTILIZAR EN LA CO--
LUMNA 36 DE LA FOR--
MA L-2.76

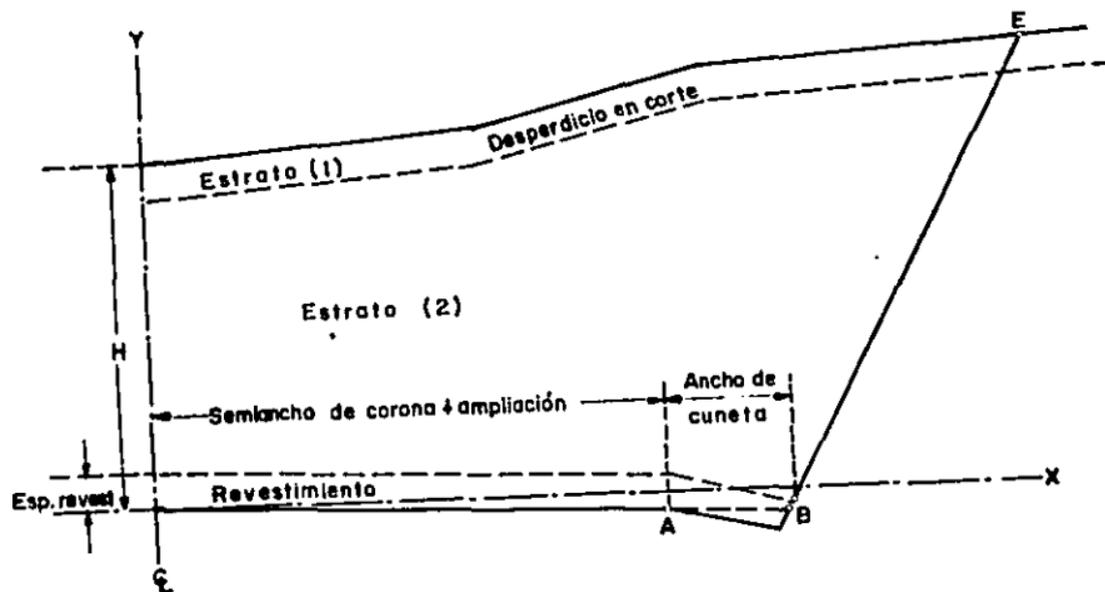
SECCIONES TIPO EN CORTE. UTILIZAR EN LA COLUMNA 36 DE LA FORMA L-2.76 LA CLAVE 1, SI LA BERMA ES INNECESARIA Y LA CLAVE 2 SI LA BERMA ES NECESARIA; DANDO ADEMÁS, EN CASO DE UTILIZAR LA CLAVE 2, EL ANCHO DE LA BERMA EN LAS COLUMNAS 49 A 52.

SECCION TIPO PROYECTADA	CLAVE DE CORTE	CONDICIONES ADICIONALES QUE SE DEBEN CUMPLIR.
5 (Sin Berma)	1	Que el punto que define el punto de la cuneta definitiva se encuentre en terrado, en caso contrario se proyectará terraplén según clave de terraplén; que la profundidad a la cual se encuentre dicho punto corresponda a un estrato <u>que no requiera "caja"</u> en corte, y que esa profundidad afecte solamente a los estratos (1) y (2) o que afectando al estrato (3) no haya cambiado de talud en un corte del estrado (2) al estrado (3).
6 (Sin berma)	1	Que el punto que define el punto de la cuneta definitiva se encuentre en terrado, en caso contrario se proyectará terraplén según clave de terraplenes; que la profundidad a la cual se encuentre dicho punto corresponda a un estrado <u>que requiera "caja"</u> en corte, y que esa profundidad afecte solamente a los estratos (1) y (2) o que afectando al estrato (3) no haya cambiado de talud en corte del estrato (2) al estrado (3)
7 (Sin berma)	1	Que el punto que define el fondo de la cuneta definitiva se encuentre enterrado, en caso contrario se proyectará el terraplén según clave de terraplén; que la profundidad a la cual se encuentre dicho punto corresponda a un estrato <u>que no requiera "caja"</u> en corte, y que esa profundidad afecte al estrado (3) y se requiera cambio de talud en corte del estrato (2) al estrado (3)

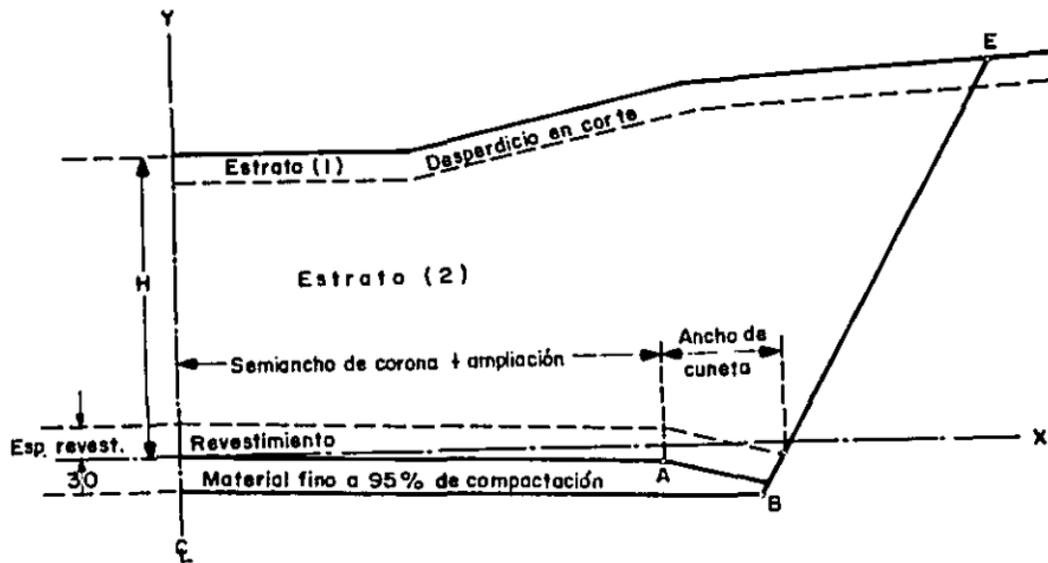
B
(Sin berma)

1

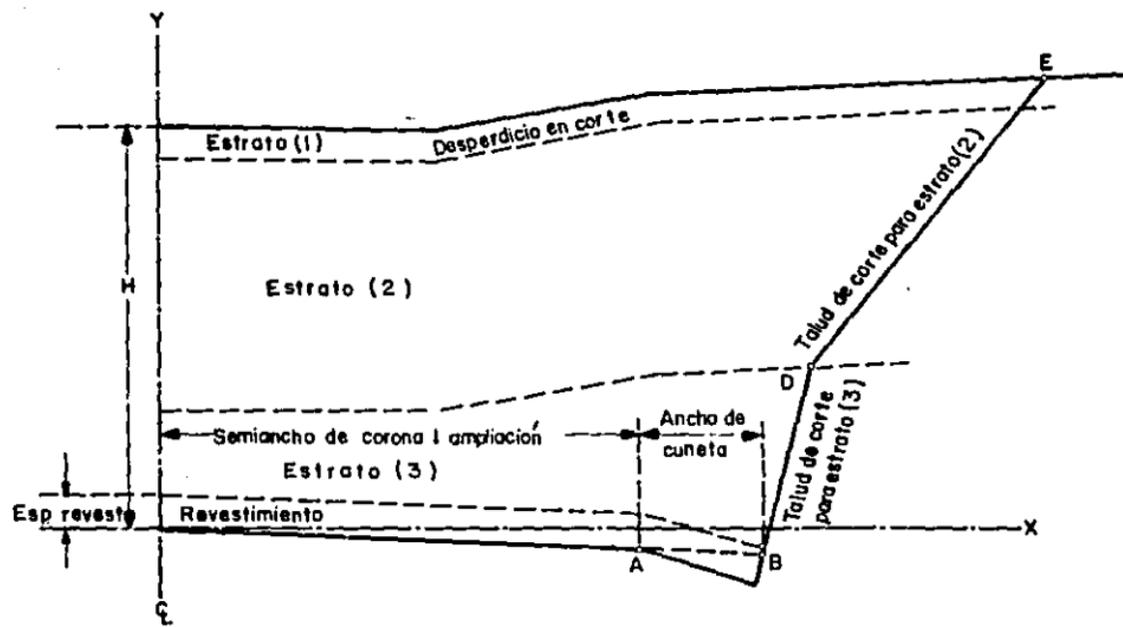
Que el punto que define el fondo de la cuneta definitiva se encuentre - enterrado, en caso contrario se proyectará terraplén según clave de terraplén; que la profundidad a la cual se encuentra dicho punto corresponda a un estrado que requiera "caja" en corte, y que esa profundidad afecte al estrado (3) y se requiera cambio de talud en corte del estrado (2) al estrado (3).



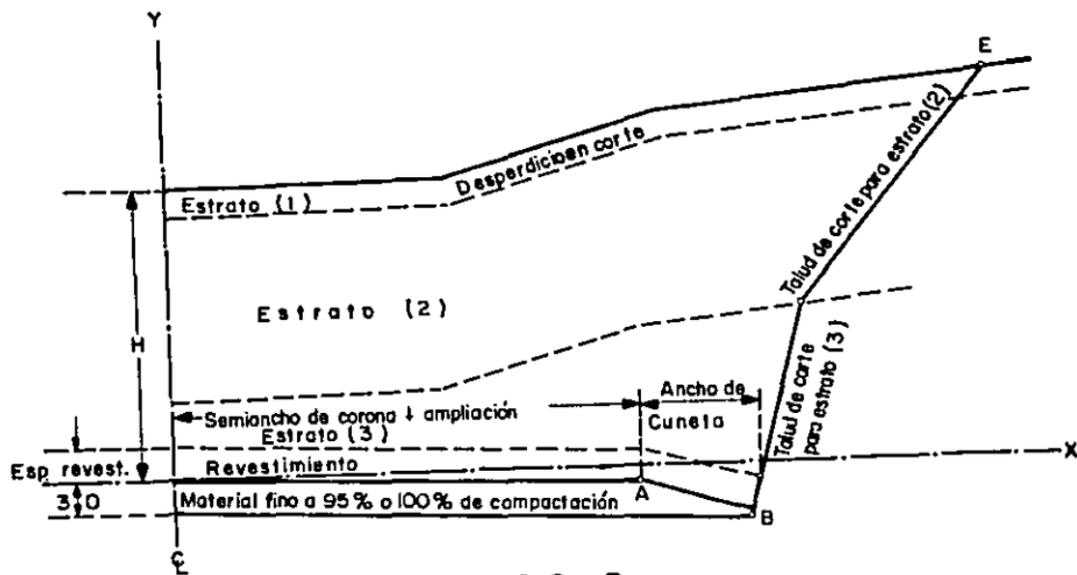
SECCION TIPO 5



SECCION TIPO 6



SECCION TIPO 7



SECCION TIPO 8

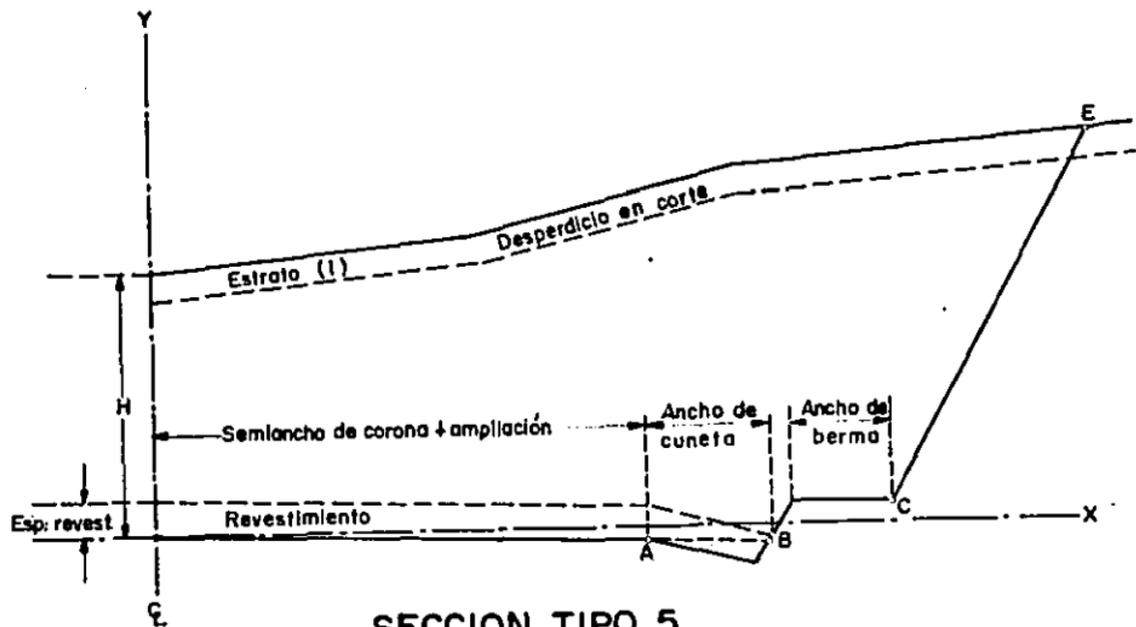
SECCION TIPO PROYECTADA	CLAVE DE CORTE	CONDICIONES ADICIONALES QUE SE DEBEN CUMPLIR.
5 (Con berma)	2	Que el punto que define el quiebre - de la berma con el talud de corte se encuentre a una profundidad que <u>afecte</u> a los estratos (1) y (2) o que <u>afectando</u> al estrato (3) no se requiera de talud en corte del estrato (2) al estrato (3), que el punto que define el fondo de la cuneta definitiva se encuentre enterrado, en caso contrario se proyectará terraplén según clave de terraplén, y que la <u>profundidad</u> a la que se encuentra dicho punto corresponda a un estrato que <u>no requiera "caja"</u> en corte.
6 (Con berma)	2	Que el punto que define el quiebre - de la berma con el talud en corte se encuentre a una profundidad que <u>afecte</u> a los estratos (1) y (2) o que <u>afectando</u> al estrato (3) no se requiera cambio de talud en corte del estrato (2) al estrato (3); que el <u>punto</u> que define el fondo de la cuneta definitiva se encuentre enterrado, - en caso contrario, se proyectará terraplén según clave de terraplén, y que la profundidad a la cual se encuentra dicho punto corresponda a un estrato que <u>requiera "caja"</u> en corte.
7 (Con berma)	2	Que el punto que define el quiebre - de la berma con el talud en corte se encuentre a una profundidad que <u>afecte</u> al estrato (3) y se requiera cam-

bio de talud en corte del estrato - (2) al estrato (3); que el punto que define el fondo de la cuneta definitiva se encuentre enterrado, en caso contrario se proyectará terraplén según la clave de terraplén; y que la profundidad a la cual se encuentra dicho punto corresponda a un estrato que no requiera "caja" en corte.

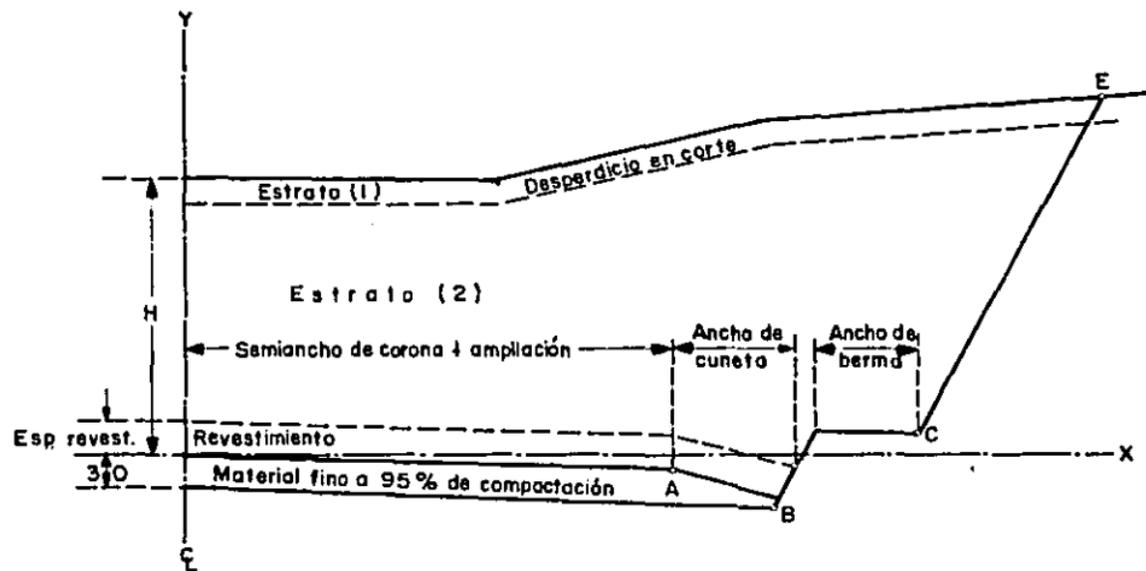
B
(Con berma)

2

Que el punto que define el quiebre - de la berma con el talud en corte se encuentre a una profundidad que afecte al estrato (3) y se requiera cambio de talud en corte del estrato - (2) al estrato (3); que el punto que define el fondo de la cuneta definitiva se encuentre enterrado, en caso contrario se proyectará terraplén según la clave de terraplén, y que la profundidad a la cual se encuentra dicho punto corresponda a un estrato que requiera "caja" en corte.

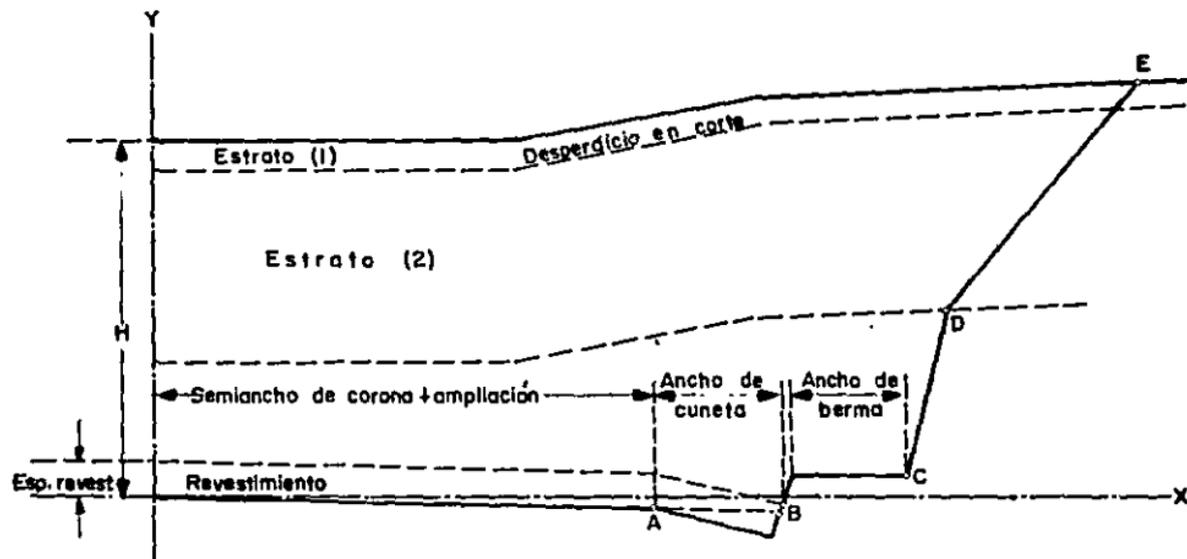


SECCION TIPO 5
CON BERMA

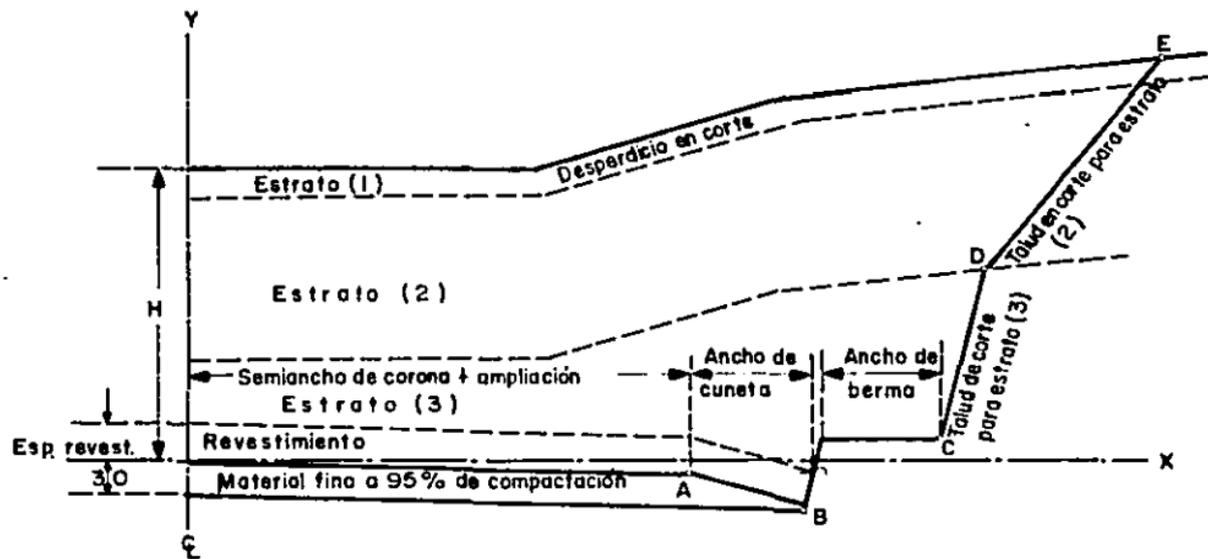


SECCION TIPO 6

CON BERMA



SECCION TIPO 7
CON BERMA



SECCION TIPO 8

CON BERMA

**VI) PROYECTO ELABORADO POR
AMBOS METODOS**

1) DATOS PRELIMINARES

CAPITULO VI

PROYECTO ELABORADO POR AMBOS METODOS.

1) DATOS PRELIMINARES

El proyecto definitivo es la parte final del proceso consistente en la obtención de datos y planos constructivos de una carretera.

Se ajusta a especificaciones sobre pendientes, curvas verticales, compensación por curvatura, drenajes, etc.; y utiliza el Diagrama de Curva Masa ó Diagrama de Masas para conseguir la mayor economía posible en el movimiento de tierras.

Con el objeto de analizar comparativamente los métodos tradicional y electrónico, a continuación presento el siguiente proyecto definitivo realizado por ambos métodos:

CAMINO : QUERETARO - SAN LUIS POTOSI.
TRAMO : ENTR. SAN MIGUEL ALLENDE - ENTR. DOLORES.
DE KM. : 53 + 000 A KM. 55 + 000.
ORIGEN : QUERETARO, QRO..

Las conclusiones obtenidas de éste análisis comparativo son tema del siguiente capítulo.

Como se mencionó en el capítulo V inciso 1, primeramente se obtuvieron los datos y planos requeridos para elaborar el proyecto definitivo.

Las brigadas de localización proporcionan el levantamiento de campo, la oficina de Geotecnia la información de sueldos y la oficina de Alcantarillado la relación de obras de éste tipo.

A continuación presento la siguiente información recopilada previamente al inicio de la elaboración del proyecto definitivo, y que evidentemente, vamos a utilizar para la aplicación de ambos métodos, tanto el tradicional como el electrónico:

A) Registro de Campo.-

A.1) Registro de Trazo Definitivo.

A.2) Registro de Nivel.

A.3) Registro de Secciones.

A.4) Cálculo de Coordenadas del Trazo Definitivo.

A.5) Orientación Solar.

B) Datos Geotécnicos.-

B.1) Observaciones de Geotecnia.

B.2) Informe de Estudios Geotécnicos.

B.3) Croquis de Localización de Préstamo de Materiales.

C) Relación de Obras de Alcantarillado.-

D) Especificaciones de Proyecto.-

E) Liga con los Tramos Adyacentes.- Es necesario ponerse de acuerdo con los proyectistas de los tramos adyacentes para que exista continuidad en el Proyecto.

Se hizo recopilación también del Plano que contiene la - PLANTA del tramo en cuestión. Dicha PLANTA contiene curvas de nivel, datos de curvas, tangentes, rumbos, derecho de vía, tenencia de la tierra, referencias o mojoneras, nom bres de ríos o arroyos indicando el nivel de aguas máxi mas extraordinarias, nombre de poblados, origen y destino de vías de comunicación que se crucen.

A) REGISTRO DE CAMPO

A.1) REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Calle No. 14 No. 4 Col. Jardín Bolívar Mérida P. D. F.
 Céd. Prof. 51475 Tel. Part. 571-48-67

FORMA INCISO A.1

REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

TRAZO DEFINITIVO					CAMINO CARRETERO - EN A.P. TRAMO 57.2.7 - SE. LUG. 8.10.24 SUB-TRAMO DE KM. 33.000 A KM. 33.055.47		TRAZO _____
ESTACION	DEFLEXION	RAIO DE CURVA	ANGULO MAGNETICO OBSERVADO	ANGULO ASTROMONICO CALCULADO	HORA _____	FECHA _____	
53/000	14° 03' 30"						
240	13° 42'						
220	12° 42'						
200	11° 42'						
180	10° 42'						
160	9° 42'						
140	8° 42'						
120	7° 42'						
100	6° 42'						
080	5° 42'						
060	4° 42'						
040	3° 42'						
020	2° 42'						
53/000	1° 42'						

TRAZO DEFINITIVO		CAMINO CARRETERO - EN A.P. TRAMO 57.2.7 - SE. LUG. 8.10.24 SUB-TRAMO DE KM. 33.000 A KM. 33.055.47	

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Cecilia 4to. Ret. 14 No. 4 Col. Jardín Sabana México 9, D. F.,
 Céd. Prof. 51475 Tel. Part. 571-48-47

FORMA INCISO A.1

REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

TRAZO DEFINITIVO						CAMINO GUERRERO-SAN L. P. TRAMO DE 33 KM. L. M. A. P. M. SUB-TRAMO DE KM. 43/260 A KM. 45/260.				TRAZO	HORA	FECHA	TIEMPO
ESTACION	REFLEXION	DATOS CURVA	ANGULO MAGNETICO OBSERVADO	ANGULO ASTRONOMICO CALCULADO									
53/520													
500													
480													
460													
440													
420													
400													
380													
360													
340													
320													
300													
280													
53/260													

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Cecilia 14a. Et. 14 No. 4 Col. Jardín Balbuena México P. D. F.
 Céd. Prof. 31473 Tel. Part. 371-68-67

FORM INCISO A.1

REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

TRAZO DEFINITIVO					CAMINO <u>QUINTANA ROO - S.A.P.</u>		TRAZO _____	
ESTACION	REFLEXION	DATOS CURVA	CURVA MAGNETICA OBSERVADA	CURVA ASTRONOMICA CALCULADA	TRAMO <u>53+200 - 54+000 P.A.S.</u>	HORA _____	FECHA _____	
					DE KM <u>53+500</u> A KM <u>54+200</u>		TIEMPO _____	
53+280								
280								
290								
290								
200								
580								
660								
640								
53+626.50								
620								
600								
580								
560								
53+590								

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Cecillo ole 2af. 14 No. 4 Col. Jardin Balbuena Mexico 9, D. F.
 Céd. Prof. 51475 Tel. Fint. 571-68-67

Forma INCISO A.1

REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

TRAZO DEFINITIVO					CAMINO GUERRERO-SAN A. P. TRAMO 5633.54 A LA PIZ SUB-TRAMO DE KM. 52+000 A KM. 52+050		TRAZO _____
ESTACION	REFLEXION	DATOS CURVA	ANGULO MAGNETICO OBSERVADO	ANGULO ASTRONOMICO CALCULADO	HORA _____	FECHA _____	
					TIEMPO _____		
51/040							
080							
51/000							
080							
52/080							
080							
240							
020							
300							
080							
060							
040							
080							
52/003.80	25						
52/000							

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Calle 16 No. 4 Col. Jardín Saluena México 9, D. F.
 Céd. Prof. 31475 Tel. Part. 371-48-67

FORMA INCISO A.1

REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

TRAZO DEFINITIVO					CAMINO GUERRERO-SALUENA		TRAZO _____	
ESTACION	REFLEXOS	DATOS CURVA	ÁNGULO MAGNÉTICO OBSERVADO	ÁNGULO ASTROGNÓMICO CALCULADO	TRAMO <u>55.5</u> DE <u>ANILUACÁN</u>	HORA _____	FECHA _____	
					DE KM. <u>59.160</u> A KM. <u>54.100</u>	TIEMPO _____		
54/300								
54/292.50								
280								
260								
240								
220								
200								
180								
160								
140								
120								
100								
080								
54/050								

--	--

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Casillo de Ret. 14 No. 4 Col. Jardín Buena Vista No. 9, D. F.
 Céd. Prof. 51473 Tel. Part. 571-48-47

FORMA INCISO A.1

REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

TRAZO DEFINITIVO					CAMPO BUENAVISTA - BU. A. P.	TRAZO _____
ESTACION	REFLEJOS	DATOS CURVA	NUMERO MAGNETICO DEL TRAMO	NUMERO ASTROGNOMICO DE LA ESTACION	TRAMO 55 SE INICIA EN	HORA _____
54/580					SUB-TRAMO	FECHA _____
					DE NO. 54/380 EN 54/380	TIEMPO _____
560						
580						
520						
500						
480						
460						
440						
420						
400						
380						
360						
340						
54/380						

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Calle 4ta. Et. 14 No. 4 Col. Jardín Balbuena México 9, D. F.
 Cód. Prof. 81475 Tel. Part. 571-48-47

FORMA INCISO A.1

REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

TRAZO DEFINITIVO					CAMINO GUERRERO-M. A. P. TRAMO SE-31 - EN LA 4ta. FLS SUB-TRAMO DE KM. 62/600 A KM. 64/600		TRAZO
ESTACION	REFLEXION	DATOS CURVA	CURVA MAGNETICA OBSERVADO	CURVA ASTROMONICO CALCULADO	HORA	FECHA	
59/810							
820							
820							
780							
760							
740							
720							
700							
680							
59/6220	PI = 0°01'						
660	120						
640							
620							
59/600							

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Casilla 410 Tel. 14 No. 4 Col. Jardín Bolívar A. P. C. 9, D. F.
 Céd. Prof. 51475 Tel. Part. 571-48-47

FORMA INCISO A.1

REGISTRO DE TRAZO DEFINITIVO

TRAZO DEFINITIVO					CAMINO <u>QUERETARO-SAN L. P.</u>		TRAZO
ESTACION	REFLEXION	DATA CURVA	NUMERO MAGNETICO OBSERVADO	NUMERO ASTRONOMICO CALCULADO	TRAMO <u>54/31</u> A <u>54/32</u>	MORA	
					SUB-TRAMO	FECHA	
					DE KM <u>45.73</u> A KM <u>46.25</u>	TIEMPO	
<u>55/160</u>							
100							
080							
060							
040							
020							
<u>55/000</u>							
<u>54/380</u>							
360							
340							
320							
300							
280							
<u>54/260</u>							

A.2) REGISTRO DE NIVEL

REGISTRO DE NIVEL

Hoja N° de

OBRA VIAL CAMINO QUICESTARA - SAN LUIS POTOSÍ					ORIGEN	
TRAMO RUT. SAN M. ALLENDE - SAN LUIS DESA PADO km 53+500 A km 53+000						
SUBTRAMO						
BRACION	+	-	LECTURA INTER- MEDIA	LEVACION	OBSERVACIONES	
52+860			2.90	60.62	BA154-1 5/GRAPAS EN TRONCO NIVELACION A 29.60 129 DC ESTACION 53+000 *LEV. PROM = 3057.176	
810			2.90	60.02		
900			3.46	59.46		
PL 0.179	2059.396	3.813		2059.102		
920			0.45	58.84		
940			1.04	58.25		
960			1.66	57.63		
52+96737 AC			1.72	57.51		
980			2.27	57.02		
53+000			3.74	56.55		
BA154-1		2.110		2072.126		
CHACA						
BU54-1	2.324	2059.501		2067.176		
PL 3.121	2062.122	0.461		2058.046		
PL 3.907	2065.906	0.159		2062.018		
PL 3.691	2062.378	0.083		2066.962		
PL 3.612	2072.121	0.014		2062.381		
BU57-2		0.578		2072.615		
NIVEL						
±	1.923	±	16.629			
±	12.412	±	1.225			
±	15.412	±	15.439			
NIVEL		REVISO		APROBO		
FECHA		FECHA		FECHA		

REGISTRO DE NIVEL

Hoja 109

OBRA VIAL <u>CARRILLO PUERTO LARRO - SAN LUIS POTOSI</u>					
TRAMO <u>ENTRADA AL PUEBLO - SAN LUIS DE LA PAZ</u> De km <u>511.000</u> A km <u>511.300</u>					
SUMENTRO			ORICEN		
INDICACION	+	-	LECTURA ANTERIOR	ELVACION	OBSERVACIONES
<u>B154-1</u>	<u>0.228</u>	<u>2052.418</u>		<u>2052.176</u>	
<u>511.000</u>			<u>0.98</u>	<u>56.68</u>	
<u>020</u>			<u>1.33</u>	<u>56.14</u>	
<u>040</u>			<u>1.67</u>	<u>55.80</u>	
<u>060</u>			<u>1.91</u>	<u>55.56</u>	
<u>080</u>			<u>2.17</u>	<u>55.30</u>	
<u>100</u>			<u>2.37</u>	<u>55.10</u>	
<u>120</u>			<u>2.48</u>	<u>54.99</u>	
<u>140</u>			<u>2.55</u>	<u>54.92</u>	
<u>160</u>			<u>2.48</u>	<u>54.97</u>	
<u>180</u>			<u>2.43</u>	<u>55.08</u>	
<u>200</u>			<u>2.35</u>	<u>55.12</u>	
<u>220</u>			<u>2.17</u>	<u>55.30</u>	
<u>P1</u>	<u>3.308</u>	<u>2055.54</u>	<u>2.238</u>	<u>2055.24</u>	
<u>511.200</u>			<u>2.09</u>	<u>54.46</u>	
<u>511.245.4 PT</u>			<u>2.01</u>	<u>55.54</u>	
<u>260</u>			<u>1.86</u>	<u>55.69</u>	
<u>280</u>			<u>1.72</u>	<u>55.83</u>	
<u>300</u>			<u>1.44</u>	<u>56.11</u>	
<u>320</u>			<u>1.89</u>	<u>56.16</u>	
<u>340</u>			<u>1.30</u>	<u>56.35</u>	
<u>360</u>			<u>1.10</u>	<u>56.45</u>	
<u>511.300</u>			<u>0.94</u>	<u>56.61</u>	
NIVELADO		REVISO		APROBADO	
FECHA		FECHA		FECHA	

REGISTRO DE NIVEL

Hoja N° 42

OBRA VIAL <u>CAMINO QUICETARO - EN LUIS PASTOR</u>						Mapa N° 42	
TRAMO <u>ENTRADA MIGUEL ALCAIDE - EN LUIS PASTOR</u>						De km	A km
SUBTRAMO						ORDEN	
ESTACION	+	-	LECTURA ANTERIOR	ELVACION		OBSERVACIONES	
53+400			0.95	56.70		BN 54-2 <u>SEANCA DE MEXATE</u>	
420			0.75	56.80		A 24.30 <u>120 DE ESTACION 53+400.00</u>	
440			0.81	57.04		<u>ELEV. PROM = 2057.583</u>	
460			0.24	57.31			
480			0.10	57.45			
PL	1.838	2058.724	0.612	2056.930			
53+500			1.26	57.51			
BN 54-2		1.194		2057.580			
		CHEK					
BN 54-2	0.720	2058.500		2057.680			
PL	1.060	2056.501	0.051	2058.449			
PL	1.748	2057.576	0.659	2058.750			
BN 54-1			0.987	2057.171			
		CHEK					
E+	4.438			3.728			
E-	4.034			3.739			
#	0.404			0.409			
		CRUDA = 0.005			(-)		
NIVELADO		REVISO		APROBADO			
FECHA		FECHA		FECHA			

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Cecilia Robelo Ret. 14 No. 4 Col. Jardín Belbuena Ms. 09, D. F.
 Céd. Prof. 51475 Tel. Part. 571-68-67

INCISO A.2

REGISTRO DE NIVEL

Foja Nº de

OBRA VIAL CANISIA QUERCETARA SAN LUIS PABLO
 TRAMO ENTRADA AL M. ALLENDE - EN LUIS DE LA PAZ De km 57+500 A km 57+800
 SUBTRAMO _____ ORIGEN QUERCETARA

ESTACION	+	-	LECTURA MIRAS DIFER.	ELVACION	OBSERVACIONES
<u>57+500</u>	<u>1.861</u>	<u>3059.40</u>		<u>2052.583</u>	
<u>520</u>			<u>1.93</u>	<u>52.51</u>	
<u>540</u>			<u>1.26</u>	<u>52.68</u>	
<u>560</u>			<u>1.63</u>	<u>52.82</u>	
<u>580</u>			<u>1.45</u>	<u>52.99</u>	
<u>600</u>			<u>1.34</u>	<u>52.10</u>	
<u>620</u>			<u>1.37</u>	<u>52.17</u>	
<u>640</u>			<u>0.98</u>	<u>52.76</u>	
<u>53+626.72 Pt</u>			<u>0.90</u>	<u>52.54</u>	
<u>660</u>			<u>0.99</u>	<u>52.45</u>	
<u>680</u>			<u>0.88</u>	<u>52.56</u>	
<u>700</u>			<u>0.80</u>	<u>52.64</u>	
<u>Pt</u>	<u>2.363</u>	<u>3061.40</u>	<u>0.345</u>	<u>3059.077</u>	
<u>720</u>			<u>2.77</u>	<u>52.69</u>	
<u>740</u>			<u>2.74</u>	<u>52.72</u>	
<u>760</u>			<u>2.72</u>	<u>52.74</u>	
<u>780</u>			<u>2.68</u>	<u>52.78</u>	
<u>800</u>			<u>2.69</u>	<u>52.77</u>	
<u>820</u>			<u>2.74</u>	<u>52.72</u>	
<u>53+803.20</u>			<u>2.74</u>	<u>52.72</u>	
<u>840</u>			<u>2.77</u>	<u>52.57</u>	
<u>860</u>			<u>2.97</u>	<u>52.47</u>	
<u>53+860</u>			<u>3.15</u>	<u>52.31</u>	

NIVELO _____ REVISO _____ APROBO _____
 FECHA _____ FECHA _____ FECHA _____

REGISTRO DE NIVEL

Hoja No. 02

OBRA VIAL CANAL QUICETARO - SAN LUIS POTOSI
 TRAMO ENTRADA AL ALLENDE - SALIDA DE LA PAZ De km 53+880 A km 54+000
 SUBTRAMO _____ ORIGEN QUICETARO

BRACION	+	K	-	LACTADA MTRAS SINTRA	REVISION	OBSERVACIONES
53+880				3.30	57.16	BU 55-1 5/8 INCH DE MCKONITE A 70.00 120 DE ESTACION 53+880.70 ELEV. PROM = 2059.336
PL	0.591	2060.015	1978	2059.980		
920				2.15	57.92	
920				2.43	57.65	
940				2.73	57.35	
960				3.01	57.07	
980				3.32	56.76	
54+000				3.60	56.48	
BN 55-1			0.737	2059.336		
		CHK				
BN 55-1	0.832	2060.150		2059.336		
PL	1.877	2061.926	0.139	2060.029		
PL	0.332	2059.888	2.370	2059.566		
BU 54-2			2.304	2059.584		
		NIVEL	CHK			
LEC +	4.815	LEC.0	3.061			
LEC -	3.062	LEC. -	4.813			
X =	1.753	X =	1.752			

NIVEL _____ REVISO _____ APROBO _____
 FECHA _____ FECHA _____ FECHA _____

REGISTRO DE NIVEL

Hoja 10 de 10

OBRA VIAL <u>CANAL QUERCETANA - SAN LUIS POTRÍ</u>							
TRAMO <u>ENT. SU. M. ALLENDE - SU. LUIS DE LA PAZ</u> De km <u>54+000</u> A km <u>54+360</u>							
SUBTRAMO _____			ORIGEN <u>QUERCETANA</u>				
BRACION	+	A	-	LECTURA INTER-MEDIA	LEVACION	OBSERVACIONES	
<u>BN 55-1</u>	<u>0.258</u>	<u>2058.574</u>			<u>2058.836</u>		
<u>54+000</u>				<u>3.11</u>	<u>54.48</u>		
<u>020</u>				<u>3.46</u>	<u>54.13</u>		
<u>040</u>				<u>3.78</u>	<u>54.81</u>		
<u>PL</u>	<u>0.154</u>	<u>2055.728</u>	<u>3.828</u>		<u>2055.766</u>		
<u>060</u>				<u>0.46</u>	<u>54.46</u>		
<u>080</u>				<u>0.71</u>	<u>54.21</u>		
<u>100</u>				<u>0.94</u>	<u>54.98</u>		
<u>120</u>				<u>1.05</u>	<u>54.87</u>		
<u>140</u>				<u>1.22</u>	<u>54.65</u>		
<u>160</u>				<u>1.55</u>	<u>54.37</u>		
<u>180</u>				<u>1.78</u>	<u>54.14</u>		
<u>200</u>				<u>1.89</u>	<u>54.03</u>		
<u>220</u>				<u>2.15</u>	<u>53.77</u>		
<u>PL</u>	<u>1.664</u>	<u>2054.121</u>	<u>3.403</u>		<u>2053.517</u>		
<u>240</u>				<u>0.68</u>	<u>53.50</u>		
<u>260</u>				<u>0.88</u>	<u>53.33</u>		
<u>280</u>				<u>1.01</u>	<u>53.17</u>		
<u>54+297.32</u>	<u>Pat</u>				<u>52.97</u>		
<u>300</u>				<u>1.23</u>	<u>52.95</u>		
<u>320</u>				<u>1.50</u>	<u>52.68</u>		
<u>340</u>				<u>1.59</u>	<u>52.59</u>		
<u>54+360</u>				<u>1.85</u>	<u>52.37</u>		
NIVELO _____	REVISO _____			APROBO _____			
FECHA _____	FECHA _____			FECHA _____			

REGISTRO DE NIVEL

Hoja Nº 01 de

OBRA VIAL <u>CANINO QUICESTARO SAN LUIS POTOSÍ</u>					Hojas Nº 01 de	
TRAMO <u>ENT. EN. M. ALLENDE EN LUIS DE LA PAZ</u>					De km <u>542.380</u> A km <u>544.500</u>	
SUBTRAMO _____					ORIGEN <u>QUICESTARO</u>	
STACION	+	A	-	LECTURA INTER- MEDIA	ELEVACION	OBSERVACIONES
542.380				2.12	52.06	BN 55-2 <u>FRANCO</u> DE HUIZACHE A 36.00 MTS 120 DE ESTACION 544.482.00 ELEV. PROV = 2051.467
400				2.29	51.89	
P.L.	1.604	2052.324	3.561		2050.632	
420				0.48	51.74	
440				0.65	51.57	
460				0.79	51.43	
480				1.01	51.21	
544.500				1.15	51.07	
BN 55-2			0.756		2051.468	
		CHECK				
BN 55-2	1.467	2052.917			2051.468	
P.L.	3.662	2054.582	2.076		2050.861	
P.L.	3.869	2057.915	0.977		2053.546	
P.L.	2.858	2060.122	0.741		2057.374	
BN 55-1			0.794		2057.338	
		CHECK				
E +	3.680	E +	11.858			
E -	11.548	E -	3.988			
E +	2.868	E +	2.878			
	ERROR / 2 mm (+)					
NIVEL _____			REVISO _____			APROBO _____
FECHA _____			FECHA _____			FECHA _____

REGISTRO DE NIVEL

Hoja N° de

OBRA VIAL <u>CANINO QUICRETA</u> - <u>SAN LUIS POTOSI</u>					
TRAMO <u>ENTR. SAN H. ALLENDE - SAN LUIS POTOSI</u> Pto de km <u>54+500</u> A km <u>54+800</u>					
SUBTRAMO _____ ORDEN <u>QUICRETA</u>					
ESTACION	+	-	LECTURA INTER- MEDIA	ELVACION	OBSERVACIONES
<u>BUS-2</u>	<u>0.647</u>	<u>2052.14</u>		<u>2051.467</u>	
<u>54+500</u>			<u>1.04</u>	<u>51.07</u>	
<u>520</u>			<u>1.24</u>	<u>50.87</u>	
<u>540</u>			<u>1.29</u>	<u>50.82</u>	
<u>560</u>			<u>1.34</u>	<u>50.77</u>	
<u>580</u>			<u>1.37</u>	<u>50.74</u>	
<u>600</u>			<u>1.45</u>	<u>50.66</u>	
<u>620</u>			<u>1.59</u>	<u>50.52</u>	
<u>P.L.</u>	<u>1.753</u>	<u>2051.947</u>	<u>2.420</u>	<u>2049.694</u>	
<u>640</u>			<u>0.97</u>	<u>50.48</u>	
<u>660</u>			<u>1.04</u>	<u>50.41</u>	
<u>680</u>			<u>1.10</u>	<u>50.35</u>	
<u>700</u>			<u>1.15</u>	<u>50.30</u>	
<u>720</u>			<u>1.12</u>	<u>50.33</u>	
<u>740</u>			<u>1.27</u>	<u>50.18</u>	
<u>760</u>			<u>1.29</u>	<u>50.16</u>	
<u>780</u>			<u>1.39</u>	<u>50.06</u>	
<u>800</u>			<u>1.46</u>	<u>49.99</u>	
<u>P.L.</u>	<u>2.660</u>	<u>2051.020</u>	<u>3.027</u>	<u>2048.427</u>	
<u>820</u>			<u>1.14</u>	<u>49.94</u>	
<u>840</u>			<u>1.14</u>	<u>49.94</u>	
<u>860</u>			<u>1.26</u>	<u>49.82</u>	
<u>54+800</u>			<u>1.35</u>	<u>49.73</u>	
NIVELO _____		REVISO _____		APROBO _____	
FECHA _____		FECHA _____		FECHA _____	

REGISTRO DE NIVEL

Hoja Nº _____ de _____

OBRA VIAL <u>RAMADO GUERRERA SAN LUIS POTOSÍ</u>					
TRAMO <u>INT. SR. M. ALLENDE - SAN LUIS DE LA PAZ km 54+900</u>				A km <u>55+000</u>	
SUBTRAMO _____				ORIGEN <u>GUERRERA</u>	
ESTACION	+	-	LECTURA INTER-MEDIA	ELEVACION	OBSERVACIONES
54+900			1.30	49.78	STA 56-1 3/RAIZ DE MORQUIC A 3940 MTS 129 DE EST. 55+050 ELEV. PROM = 2050.124
920			1.33	49.75	
940			1.26	49.82	
960			1.22	49.86	
980			1.13	49.85	
55+000			1.00	50.08	
RL	2.076	2051386	1.720	2049.390	
020			1.23	50.16	
040			1.11	50.28	
BN 56-1		1.264		2050.122	
	C.N.E.M.				
BN 56-1	0.888	2051010		2050.123	
	1.512	2049895	2.612	2048.328	
	2.487	2051955	0.427	2049.668	
BN 56-2		0.482		2051.968	
	NIVEL C.N.E.M.				
E +	2.156	E -	4.892		
E -	1.501	E -	3.581		
f =	1.344	f =	1.345		
	E R 000 Y m - (-)				
NIVEL _____		REVISO _____		APROBO _____	
FECHA _____		FECHA _____		FECHA _____	

A.3) REGISTRO DE SECCIONES

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Cecilia Rob. Est. 14 No. 4 Col. Jardín Balbuena México, D.F.
 Céd. Prof. 51475 Tel. Part. 571-48-67

Forma INCISO A.3

REGISTRO DE SECCIONES

CAMINO ALABANZA-MANICUPEM. TRAMO DE 25.10 A 25.14 KM. SUB-TRAMO _____ DE KM. _____ A KM. _____				TRAZO _____ HORA _____ FECHA _____ TIEMPO _____			CAMINO _____ TRAMO _____ SUB-TRAMO _____ DE KM. _____ A KM. _____				TRAZO _____ HORA _____ FECHA _____ TIEMPO _____		
		21.0			21.5	21.4							
		-0.5			-2.2	-2.6							
21.5	21.5	21.2		17.6	17.2	17.6							
0.8	-1.5	-0.7		-2.1	-2.2	-2.4							
6.3	2.0	0.5	S21/00	1.7	5.7	9.3							
-1.8	-0.2	-0.3		+0.5	+0.6	+0.5							
		21.0			21.5	21.8							
		-0.4			-2.6	-2.6							
21.4	21.1	21.7		18.2	18.5	17.7							
-1.0	-1.3	-0.6		-1.6	+0.4	+0.5							
5.1	2.5	0.5	S21/00	1.8	5.5	9.4							
-0.6	-0.1	-0.2		-0.5	+0.4	+0.8							
		21.0			21.2	21.4							
		-0.1			-2.4	-2.7							
10.7	28.0	24.3		17.9	18.5	17.5							
0.6	0.0	-0.9		-1.2	+0.3	+0.5							
6.2	2.6	0.5	S21/00	1.7	5.8	9.3							
-0.6	-0.1	-0.3		+0.4	+0.6	+0.6							
		21.0			21.2	21.4							
		-0.5			-2.4	-2.7							
21.7	21.0	21.2		17.9	18.5	17.5							
0.6	0.0	-0.9		-1.2	+0.3	+0.5							
6.2	2.6	0.5	S21/00	1.7	5.8	9.3							
-0.6	-0.1	-0.3		+0.4	+0.6	+0.6							

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Casic. Lab. Bot. 14 No. 4 Col. Jardín Botánico Méx., D.F.
 Céd. Prof. 81475 Tel. Post. 571-48-47

FORMA INCTSO A.3

REGISTRO DE SECCIONES

CAMINO QUERÉTARO-MÉXICO, RÍO SAN JUAN TRAMO DE LA 1 ^a A LA 2 ^a PAR SUB-TRAMO DE KM. _____ A KM. _____							TRAZO _____ HORA _____ FECHA _____ TIEMPO _____	CAMINO _____ TRAMO _____ SUB-TRAMO _____ DE KM. _____ A KM. _____							TRAZO _____ HORA _____ FECHA _____ TIEMPO _____		
200	13.8	6.3	3.6	1.0	(53+780)	0.4	6.1	11.7	13.3	15.4	20.0	0.2	6.2	11.7	13.3	15.4	20.0
+1.1	+0.9	+0.9	+1.2	-0.5		0.2	6.2	11.7	-0.5	+0.8	-0.2	0.2	6.2	11.7	-0.5	+0.8	-0.2
200	13.9	6.7	3.5	1.0	(940)	0.5	6.1	11.7	13.1	15.7	18.7	20.0					
+1.3	+1.0	+1.1	+1.7	-0.4		0.3	6.2	11.7	-0.5	+1.1	+0.1	20.1					
200	14.6	6.4	4.5	1.0	(850)	0.5	6.0	11.7	13.1	15.4	20.0						
+1.7	+1.9	+1.7	+2.2	-0.5		0.3	6.2	11.7	-0.4	+0.8	+0.1						
200	14.3	7.1	4.6	1.0	(860)	0.5	6.0	11.6	13.0	14.1	15.9	20.0					
+1.7	+1.4	+1.6	+2.1	-0.5		0.3	6.2	11.6	-0.4	+0.4	+1.0	20.7					
200	7.5	5.1	1.0	(840)	0.5	6.1	11.7	13.0	15.3	20.0							
+1.7	+1.6	+1.8	-0.4		0.2	6.1	11.7	-0.4	+0.9	+1.6							
200	7.1	4.7	1.0	(820)	0.5	6.1	11.7	13.1	13.9	14.0	20.0						
+1.8	+1.6	+1.6	+0.4		0.2	6.3	11.7	-0.4	+0.4	+1.0	20.8						
200	17.3	15.7	13.6	6.6	5.4	1.0	(53+8120)	0.5	6.1	11.7	13.1	15.1	20.0				
+2.1	+2.3	+1.8	+1.6	+1.6	+1.7	-0.4	Ps.7	0.3	6.2	11.7	-0.3	+1.0	+0.9				
200	17.3	15.7	13.6	6.6	5.4	1.0	(800)	0.5	6.1	11.7	13.1	15.1	20.0				
+2.1	+2.3	+1.8	+1.6	+1.6	+1.7	-0.4		0.2	6.3	11.7	+0.3	+1.0	+0.9				
200	17.7	15.4	12.6	6.2	4.3	1.0	(53+780)	0.4	6.1	11.7	13.0	13.8	16.0	20.0			
+2.1	+2.0	+2.5	+1.9	+1.8	+1.8	-0.4		0.2	6.3	11.7	-0.4	+0.1	+1.1	+0.1			

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Cech. Lab. Ref. M No. 4 Col. Jardín Buena Vista, D.F.
 Cód. Prof. 51475 Tel. Part. 571-49-67

FORMA INCISO A.3

REGISTRO DE SECCIONES

CAMINO QUEMADO DE LOS RIOS								TRAZO				CAMINO								TRAZO													
TRAMO DEL NO. 111 A 112								HORA				TRAMO								HORA													
SUB-TRAMO								FECHA				SUB-TRAMO								FECHA													
DE KM. _____ A KM. _____				TIEMPO				DE KM. _____ A KM. _____				TIEMPO				DE KM. _____ A KM. _____				TIEMPO													
200	170	150	121	108	39	04						04	60	117	131	129	200					04	60	117	131	129	200						
-11	-13	-09	-03	-05	-04	-01	(54+000)					+02	+04	+02	-04	-14	-16					+02	+04	+02	-04	-14	-16						
200	163	149	132	83	53							05	60	117	138	193	200					05	60	117	138	193	200						
-02	+02	-03	-03	-01	-03		(060)					+03	+04	+02	-03	-13	-13					+03	+04	+02	-03	-13	-13						
200	127	48	29	20	18							05	61	117	125	166	186	200					05	61	117	125	166	186	200				
00	+01	-03	+02	+01	-06		(6400)					+03	+03	+01	+04	-11	-13	-13					+03	+03	+01	+04	-11	-13	-13				
200	157	123	46	25	16	10						05	61	117	125	186	186	200					05	61	117	125	186	186	200				
+02	+01	+02	-01	+04	00	-25	(040)					+02	+03	+01	-04	-11	-13	-13					+02	+03	+01	-04	-11	-13	-13				
200	147	135	55	29	15	10						05	60	117	126	159	187	200					05	60	117	126	159	187	200				
+03	+04	+02	+01	+03	-01	-05	(020)					+02	+03	+01	-04	-10	-13	-11					+02	+03	+01	-04	-10	-13	-11				
			200	56	29	10						05	61	117	126	158	300					05	61	117	126	158	300						
			+05	+02	+05	-05	(54+000)					+03	+03	+02	-02	-06	-07					+03	+03	+02	-02	-06	-07						
			200	57	37	11						05	61	117	129	172	200					05	61	117	129	172	200						
			+10	+05	+08	-05	(800)					+02	+03	+02	-03	-06	-06					+02	+03	+02	-03	-06	-06						
200	170	119	36	16	11							05	61	116	130	138	167	200					05	61	116	130	138	167	200				
+11	+09	+07	+05	-01	-05		(940)					+01	+02	+01	-05	00	-04	-08					+01	+02	+01	-05	00	-04	-08				
			200	137	64	35	10						05	61	116	131	139	200					05	61	116	131	139	200					
			+09	+08	+08	+13	-04	(53+940)					+03	+03	+02	-04	+01	-01					+03	+03	+02	-04	+01	-01					

REGISTRO DE SECCIONES

CAMINO GERONIMO - LA JALISCO						CAMINO									
TRAMO AUSTRIACO - COL. JARDIN BOTANICO						TRAMO									
SUB-TRAMO						SUB-TRAMO									
DE KM. _____ A KM. _____						DE KM. _____ A KM. _____									
TRAZO _____						TRAZO _____									
HORA _____						HORA _____									
FECHA _____						FECHA _____									
TIEMPO _____						TIEMPO _____									
				20.0	4.4										
				-0.8	1.3	01	6.0	11.8	13.5	15.1	16.7	20.0			
						02	6.0	11.8	13.5	15.1	16.7	20.0			
				20.0	12.4	4.5	03	6.0	11.7	12.9	14.2	15.4	20.0		
				-1.1	-1.3	-1.0	04	6.0	11.8	13.3	15.0	16.0	20.0		
				20.0	13.4	4.9	05	6.0	11.8	13.3	15.0	16.0	20.0		
				-1.1	-1.2	-1.3	06	6.0	11.8	13.3	15.0	16.0	20.0		
				20.0	12.9	5.0	1.5	07	6.0	11.8	13.3	15.0	16.0	20.0	
				-1.3	-1.3	-1.4	-1.5	-1.6	08	6.0	11.8	13.3	15.0	16.0	20.0
				20.0	8.9	7.6	1.7	09	6.0	11.7	13.4	15.5	16.7	20.0	
				-1.7	-1.6	-1.0	-0.6	10	6.0	11.7	13.4	15.5	16.7	20.0	
				20.0	15.3	10.3	9.9	7.3	3.3	11	6.0	11.7	13.2	15.4	20.0
				-1.5	-1.4	-1.6	-1.8	-1.6	-0.9	12	6.0	11.7	13.2	15.4	20.0
				20.0	9.6	8.6	5.2	13	6.0	11.7	13.2	15.4	20.0		
				-1.7	-1.5	-1.2	-1.3	14	6.0	11.7	13.2	15.4	20.0		
				20.0	9.6	8.6	5.2	15	6.0	11.7	13.2	15.4	20.0		
				-1.4	-1.5	-1.2	-1.5	16	6.0	11.7	13.2	15.4	20.0		
				20.0	18.8	9.5	1.7	0.4	17	6.0	11.7	13.2	15.4	20.0	
				-1.6	-1.5	-1.4	-0.3	-0.3	18	6.0	11.7	13.2	15.4	20.0	

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Cech. cob. Ret. 14 No. 4 Col. Jardín Balbuena México, D.F.
 Céd. Prof. 51475 Tel. Part. 571-48-67

Forma INCISO A.3

REGISTRO DE SECCIONES

CAMINO <u>BERGARA-DE LAUS RÍO</u>		TRAZO _____				CAMINO _____		TRAZO _____							
TRAMO <u>ALTA EN LAUS RÍO</u>		HORA _____				TRAMO _____		HORA _____							
SUB-TRAMO _____		FECHA _____				SUB-TRAMO _____		FECHA _____							
DE KM. _____ A KM. _____		TIEMPO _____				DE KM. _____ A KM. _____		TIEMPO _____							
		20.0	11.3	5.7	(54/580)	0.2	6.1	11.8	13.8	16.9	19.1	20.0			
		-0.5	-0.8	-0.8		0.1	0.2	0.1	-0.6	-0.2	-1.5	-1.5			
		20.0	12.3	4.5	(560)	0.2	6.0	11.2	14.0	17.4	20.0				
		-0.5	-0.8	-0.9		0.1	0.2	0.1	-0.8	-1.5	-1.8				
		20.0				0.2									
		-0.8				0.1									
13.5	9.2	9.3	2.1	6.4	5.6	2.3	1.6	(540)	0.2	5.9	11.2	14.1	17.2	18.9	20.0
-0.8	-1.1	-1.5	-1.4	-2.1	-1.9	-0.5	-0.3		0.1	0.2	0.1	-0.2	-0.6	-1.3	-1.8
		20.0	13.8	4.3	(520)	0.2	6.0	11.2	13.4	15.1	17.2	20.0			
		-0.6	-0.8	-1.0		0.1	0.2	0.1	-0.6	-0.8	-1.0	-2.1			
		20.0	11.9	4.9	(500)	0.2	6.0	11.2	14.4	15.8	18.6	20.0			
		-0.6	-0.9	-1.1		0.1	0.2	0.1	-0.2	-1.0	-2.0	-2.5			
		20.0	12.4	4.1	(480)	0.2	6.0	11.2	13.6	15.0	17.6	20.0			
		-0.8	-0.9	-1.1	-0.6	0.1	0.2	0.1	-0.2	-1.0	-2.0	-2.3			
		30.0	11.0	4.0	(460)	0.2	6.0	11.7	13.2	15.0	17.8	20.0			
		-0.6	-0.9	-1.1	-0.8	0.1	0.2	0.1	0.1	-0.9	-2.1	-2.2			
		20.0	11.9	3.9	(541 440)	0.2	6.0	11.2	13.2	15.3	18.7	20.0			
		-0.8	-1.0	-1.3		0.1	0.2	0.1	-0.6	-1.0	-2.2	-2.8			

ING. RUBEN MENDEZ MARTINEZ
 Cech. ob. Ret. 14 No. 4 Col. Jardín Buena Vista Méx. D.F.
 Céd. Prof. 31473 Tel. Part. 571-48-67

FORMA INCISO A.3

REGISTRO DE SECCIONES

CAMINO GUERRERAS - 3419				TRAZO _____			
TRAMO 3419-3421-344				HORA _____			
SUB-TRAMO _____				FECHA _____			
DE KM. _____ A KM. _____				TIEMPO _____			
200	152	21	52	200	152	21	52
-10	-02	-08	-11	-10	-02	-08	-11
205	123	22	22	205	123	22	22
-13	-12	-12	-12	-13	-12	-12	-12
200	153	112	52	200	153	112	52
-13	-12	-15	-13	-13	-12	-15	-13
200	164	46	65	200	164	46	65
-19	-12	-21	-18	-19	-12	-21	-18
200	110	42		200	110	42	
-15	-16	-15		-15	-16	-15	
200	22	36		200	22	36	
-15	-16	-17		-15	-16	-17	
200	12	32		200	12	32	
-12	-16	-14		-12	-16	-14	
200	173	65	32	200	173	65	32
-14	-15	-16	-14	-14	-15	-16	-14
200	90	32		200	90	32	
-14	-14	-14		-14	-14	-14	

CAMINO _____				TRAZO _____			
TRAMO _____				HORA _____			
SUB-TRAMO _____				FECHA _____			
DE KM. _____ A KM. _____				TIEMPO _____			
02	59	118	127	02	59	118	127
-03	-06	-15	-16	-03	-06	-15	-16
02	59	118	127	02	59	118	127
-03	-06	-15	-16	-03	-06	-15	-16
02	59	118	127	02	59	118	127
-03	-06	-15	-16	-03	-06	-15	-16
02	59	118	127	02	59	118	127
-03	-06	-15	-16	-03	-06	-15	-16
03	59	118	126	03	59	118	126
-03	-06	-15	-16	-03	-06	-15	-16
04	59	118	133	04	59	118	133
-03	-06	-15	-16	-03	-06	-15	-16
04	59	118	129	04	59	118	129
-03	-06	-15	-16	-03	-06	-15	-16
04	59	118	131	04	59	118	131
-03	-06	-15	-16	-03	-06	-15	-16
03	59	118	125	03	59	118	125
-03	-06	-15	-16	-03	-06	-15	-16
03	59	118	137	03	59	118	137
-03	-06	-15	-16	-03	-06	-15	-16

- 205 -

REGISTRO DE SECCIONES

CAMINO <u>GRUPO 51.1 D</u>				TRAZO _____			
TRAMO <u>20.0 - 22.0</u>				HORA _____			
SUB-TRAMO _____				FECHA _____			
DE KM. <u>21.0</u> A KM. <u>22.0</u>				TIEMPO _____			
		20.0	33				
		-0.3	-0.5				
		20.0	16				
		-0.4	-0.7				
		20.0	21				
		-0.4	-0.6				
		20.0	14				
		-0.5	-0.8				
		20.0	26				
		-0.6	-0.2				
		20.0	10				
		-0.6	-0.2				
		20.0	62				
		-0.9	-1.0				
		20.0	73				
		-0.8	-1.0				
		20.0	63				
		-1.0	-1.0				
		0.1	6.0				
		0.1	10.2				
		0.3	6.0				
		0.0	10.1				
		0.2	5.8				
		0.1	10.1				
		0.1	5.8				
		0.1	10.1				
		0.1	5.8				
		0.1	10.1				
		0.2	5.8				
		0.1	10.2				
		0.2	5.8				
		0.1	10.2				
		0.2	5.9				
		0.1	10.2				
		0.1	5.9				
		0.1	10.2				

A.4) CALCULO DE COORDENADAS DEL TRAZO DEFINITIVO

CALCULO DE COORDENADAS DEL TRAZO DEFINITIVO

Hoja No. 46

OBRA VIAL CONCRETO - BALANCE 20151

DE KM. 22.000 A KM. 22.000

TRAMO DE LA CARRETERA DE MARICAN - BALANCE 20151

ORIGEN _____

SUBTRAMO _____

ESTACION	RAZON ESTACION	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	TANGENTE	DISTANCIA ENTRE TANGENTES	ORDENADA	ABSCISAS	TANGENTE	ORDENADA	PROYECCIONES					COORDENADAS		
									EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	
0+00	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+10	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+20	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+30	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+40	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+50	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+60	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+70	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+80	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+90	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+100	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+110	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+120	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+130	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+140	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+150	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+160	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+170	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+180	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+190	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+200	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+210	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+220	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+230	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+240	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+250	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+260	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+270	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+280	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+290	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+300	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+310	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+320	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+330	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+340	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+350	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+360	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+370	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+380	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+390	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+400	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+410	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+420	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+430	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+440	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+450	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+460	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+470	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+480	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+490	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+500	100	100	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CALCULO _____
FECHA _____

REVISO _____
FECHA _____

APROBO _____
FECHA _____

A.5) ORIENTACION SOLAR

B) DATOS GEOTECNICOS

B.1) OBSERVACIONES DE GEOTECNIA

Carretera : Querétaro - San Luis Potosí
Tramo : Entr. San Miguel Allende - Entr. Dolores
De Km. : 50 + 300 a km. 57 + 200
Origen : Querétaro, Gro.

OBSERVACIONES DE GEOTECHIA

CUERPO NUEVO

- A) Material que deberá despalmarse.
- B) Material que por su calidad le permite ser empleado en la construcción del cuerpo del terraplén únicamente.
- C) Material que por su calidad le permite ser empleado en la construcción del cuerpo del terraplén, capa de transición y capa subrasante.
- D) En cortes practicados en estos materiales y en los terraplenes formados con el producto de dichos cortes proyéctese capa de transición de 0.50m de espesor en donde la altura de la rasante lo permita, donde no sea posible lo anterior, se formará de 0.20m de espesor mínimo y capa subrasante de 0.30m de espesor, con material adecuado procedente del banco de préstamo más cercano, compactadas al 95 y 100% respectivamente.
- E) En cortes practicados en este material proyéctese capa subrasante de 0.30m de espesor escarificando el material del lugar disgregándolo si es necesario y compactándolo al 100%.
- F) En cortes practicados en este material proyéctese, capa subrasante de 0.30m de espesor con material adecuado procedente del banco de préstamo más cercano y compactándolo al 100%.

OBSERVACIONES GENERALES PARA TODO EL TRAMO.

CUERPO NUEVO

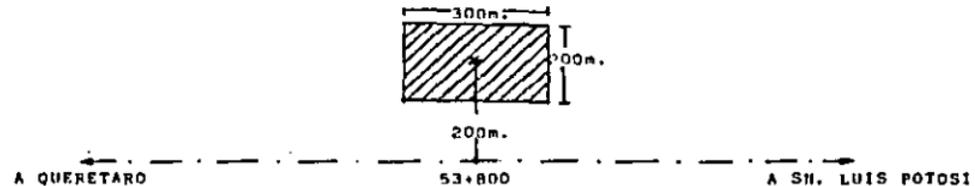
- 1) Previamente a la construcción de las terracerías deberá efectuarse el desmonte, desenraice y limpieza general entre los cerros de las mismas.

- 2) El cuerpo del terraplén se compactará al 90%.
- 3) La capa de transición tendrá un espesor de 0.50m donde la altura de la rasante lo permita, de 0.20m de espesor en los cortes y donde la altura de la rasante no permita lo anterior, compactada al 95%.
- 4) La capa de subrasante tendrá un espesor de 0.30m y compactarse al 100% en todos los casos.
- 5) Cuando se utilicen en el cuerpo del terraplén material cuyo tratamiento sea badeado, se colocará en capas sensiblemente horizontales y del espesor que permita el tamaño máximo de los fragmentos de roca. En cada capa y por cada punto de su superficie se dará un mínimo de tres pasadas con un tractor D-8 ó similar en la capa superior subyacente a la capa subrasante, además del tratamiento anterior se le darán tres pasadas por cada punto de su superficie con un rodillo tipo rejilla de 6.0 Ton., o con un rodillo vibratorio según convenga.

**B.2) INFORME DE ESTUDIOS GEO—
TECNICOS**

INFORME DE ESTUDIOS GEOTECNICOS.			CARRETERA: Querétaro - San Luis Potosí. TRAMO : Entr. San Miguel Allende - Entr. Dolores. DE KM. : 50+300a Km. 57+200 ORIGEN : Querétaro, Gro..									
KILOMETRO Del - Al	ESTRATO		CLASIFICACION S.C.T.	TRATAMIENT. PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIAC. VOLUMETRICA				CLASIF. PRESUP. A B C	CORTE		OBSERVA CIONES
	Nº	ESTES m.			90%	95%	100%	BAND		ALTURA MAXIMA	ALUD	
50+300	1	0.30	Tierra vegetal.	Despalme					100-00-00			A
#1 53+480	2	Indef	Toba medianamente intemperiza da. Se obtendrá fc-GC.	Bandeado				1.10	00-20-80			B,F
53+480	1	0.30	Tierra vegetal.	Despalme					100-00-00			A
#1 57+200	2	Indef	Fragmentos chicos y gravas en pacados en limo arenoso (fc - ML).	Bandeado				1.05	00-70-30			B,D

**B.3) CROQUIS DE LOCALIZACION DE PRES
TAMO DE MATERIALES**

CROQUIS DE LOCALIZACION DE PRESTAMO DE MATERIALES		CARRETERA: Querétaro - San Luis Potosí TRAMO: Entr. Sn. Miguel Allende - Entr. Dolores SUB-TRAMO: Km. 28+740 a Km. 86+500. ORIGEN: Querétaro, Qro.							
PRESTAMO DE MATERIAL PARA: Capa subrasante.									
UBICACION	ESTRATO		CLASIFICACION S.C.T.	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIF. PRESUP. A B C
	No.	ESPESOR No. metros			90%	95%	100%	BAND.	
Km. 53+800 a 200 m. desviación izquierda.	1	Indef.	Limo arenoso, compacto, seco, color gris claro.	Compactado	1.06	1.01	0.95		20-80-00
DIMENSIONES LARGO: 300m. ANCHO: 200m. ESPESOR: 3.00m.		VOLUMEN APROVECHABLE 180,000m ³		OBSERVACIONES: Desplázase 0.30m. sobre el área de préstamo.					
 <p style="text-align: center;">A QUERETARO ← 53+800 → A SAN LUIS POTOSÍ</p>									

**C) RELACION DE OBRAS DE ALCAN
TARILLADO**

RELACION DE ALCANTARILLAS.

CARRETERA: QUERETARO - SAN LUIS POTOSI.

TRAMO : ENTR. SAN MIGUEL ALLENDE - ENTR. DOLORES

ORIGEN : QUERETARO, QRO..

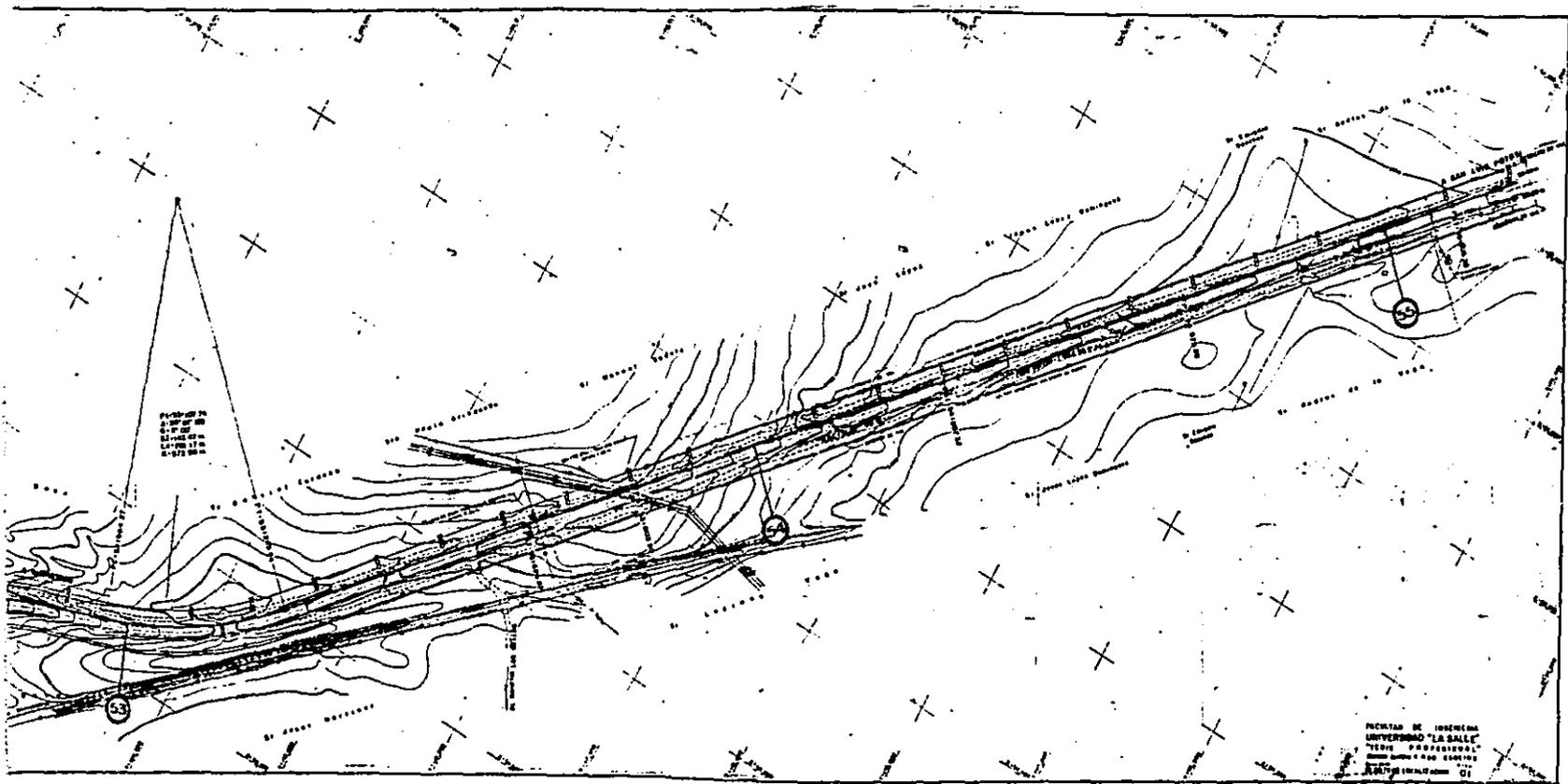
DE KM. : 53+000.00 A KM. 55+000.00

<u>ESTACION:</u>	<u>TIPO:</u>	<u>DIMENSIONES:</u>
53+144.25	Losa.	3.00 X 1.00 m.
53+409.30	Losa.	3.00 X 1.00 m.
53+633.35	Losa.	1.00 X 1.00 m.
54+115.35	Losa.	1.50 X 1.00 m.
54+321.45	Losa.	3.00 X 1.00 m.
54+555.30	Losa.	1.00 X 1.00 m.
54+860.63	Losa.	3.00 X 1.25 m.

D) **ESPECIFICACIONES DE PROYECTO**

ESPECIFICACIONES DE PROYECTO.

C O N C E P T O S	C A R A C T E R I S T I C A S D E L T R A N O E N E S T U D I O	U N I D A D
Carretera Tipo	"A"	
Velocidad de Proyecto	110	K.P.H.
Ancho de Corona en Tangente	9.00	m.
Ancho de Calzada	7.00	m.
Espesor de sub-base más base	0.30	m.
Curvatura Maxima	2°00'	°
Pendiente Maxima	1.98	%



**2) PROYECTO ELABORADO POR EL -
MÉTODO ELECTRÓNICO**

2) PROYECTO ELABORADO POR EL METODO ELECTRONICO.

Habiendo procedido a la revisión de planos y libretas de campo según se indica en el inciso 2 del capítulo V, podemos - ahora sí, iniciar nuestro proyecto definitivo.

Para la mejor comprensión del procedimiento del proyecto -- es recomendable apoyarse en el capítulo V.

Primeramente presento el perfil del terreno con el proyecto de las subrasante. Dicha subrasante es el perfil de las terracerías del camino compuesto por las líneas rectas que son las pendientes unidas por arcos de curvas parabólicas - verticales. La subrasante se proyectó buscando en todo lo posible, compensar los cortes con los terraplenes en el sentido longitudinal (debe buscarse también la compensación en el sentido transversal cuando se aloje en una ladera que permita la compensación lateral).

Inmediatamente después muestro las formas que se requieren en el método electrónico:

FORMA 2.- Datos para el proyecto de secciones.

FORMA L. 2.80.- Perfil y secciones transversales del terreno.

FORMA L. 2.79.- Cálculo de terracerías, datos de ampliaciones y sobre elevaciones.

FORMA L. 2.76.- Cálculo de terracerías, datos del alineamiento vertical.

FORMA L. 2.77.- Datos de suelos para proyecto de seccionamiento y cálculo de curva masa.

FORMA L. 2.76.- Cálculo de terracerías, datos de control y de secciones especiales. En la parte superior derecha de ésta forma se solicitó el espesor de finos de la siguiente manera:

terr. = 0.80m - 0.30m y corte = 0.30m - 0.30m.

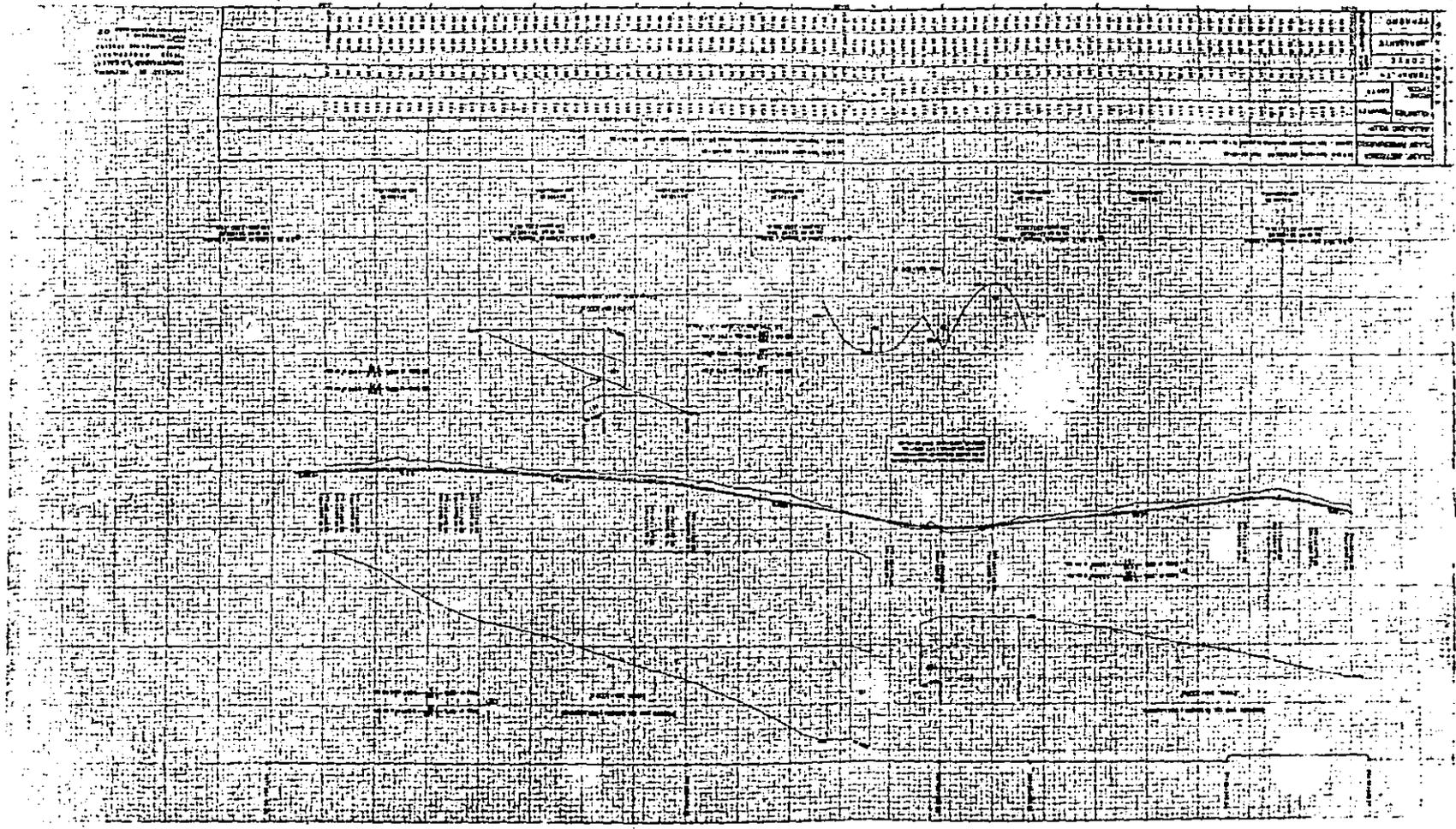
Esto significa que vamos a obtener dos tipos de resultados de cálculo electrónico de Volúmenes y Ordenada de Curva Masa. Uno va a considerar el espesor de finos en terraplén y corte de .30m y nos va a dar en la columna VOLUM. TR-90 el volúmen del cuerpo de terraplén (Ct) más la capa subyacente (Cy) y en la columna VOLUM. TR-95 nos va a indicar el volúmen de la capa subrasante (Cs). Y el otro va a considerar el espesor de finos en terraplén de 0.80m y en corte de 0.30m y nos va a dar en la columna VOLUM. TR-90 el volúmen del cuerpo de terraplén (Ct) y en la columna VOLUM. TR-95 nos va a indicar el volúmen de la capa subyacente (Cy) más el volúmen de la capa subrasante (Cs). Lo anterior es con el objeto de obtener por medio de una diferencia los volúmenes por separado del -

cuerpo de terraplén (Ct), capa subyacente -
(Cy), y capa subrasante (Cs).

Los resultados obtenidos, producto de la recopilación de los datos anotados en éstas formas se exhiben a continuación de éstas, y son de tres tipos:

- I.- Alineamiento vertical para proyecto de secciones de construcción.
- II.- Cálculo de volúmenes y ordenada de Curva Masa.
- III.- Geometría del seccionamiento de construcción.

Asimismo, si el proyectista así lo requiere, se obtiene el dibujo de las Secciones de Construcción. Dichas secciones -- son la representación gráfica de las secciones transversales tanto en las estaciones cerradas como en las intermedias en que se acusan cambios en la pendiente del terreno, e indican la elevación de la subrasante en cada una de ellas. Con una letra T mayúscula se señala el cálculo del área de la sección en caso de ser terraplén y con una C mayúscula en caso de -- corte.



DATE	1944
BY	...
NO.	...
SCALE	...
PROJECT	...
DESCRIPTION	...
REVISIONS	...

**CODIFICACION DE DATOS PARA
ENVIO A PROCESO.**

FORMA 2

FORMA L.2.80

S. C. T. — D. G. C. F.
 DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
 SUBDIRECCION DE PROYECTOS
 DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
 OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.80

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM. PROYECTO 4001 CAMINO 000 - S.L.P.							EJE			TRAMO EN S.M.A. - EN COLOR ORIGEN QUINTANA ROO					
PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO							CADEN	ELEV		SECCION			FECHA		
DIST							M	M	M						
DESN			35.0	19.4	4.8	0.3	53	000	00	1.9	5.7	9.4	11.6	13.0	20.2
			0.1	-0.2	-0.4	-0.05	2	056	155	0.05	0.26	0.5	0.55	0.5	-2.1
DIST		35.0	19.6	6.2	3.4	0.4	53	000	00	1.8	5.7	9.3	11.5	13.0	18.8
DESN		0.2	-0.2	-0.4	-0.1	-0.04	2	056	14	0.05	0.3	0.5	0.55	0.4	-1.5
DIST	35.0	26.7	22.4	19.4	4.0	0.5	53	000	00	1.7	5.6	9.2	11.9	12.0	11.22
DESN	0.0	-0.5	0.0	0.0	-0.2	-0.09	2	055	80	0.4	0.26	0.5	0.55	0.4	-1.3
DIST												35.0	33.8	28.8	24.9
DESN												-2.5	-2.8	-2.4	-1.8
DIST	26.3	23.0	10.7	6.2	2.6	0.5	53	000	00	1.7	5.5	9.3	11.5	12.5	17.9
DESN	-0.9	0.0	-0.6	-0.6	-0.1	-0.03	2	055	56	0.04	0.26	0.4	0.5	0.3	-1.3
DIST	28.8	35.0											35.0	29.3	25.0
DESN	0.0	0.1											-2.7	-2.6	-1.4
DIST	28.7	25.1	20.0	5.4	2.5	0.5	53	000	00	1.8	5.5	9.4	11.7	12.5	18.2
DESN	-0.6	-1.3	-1.0	-0.6	-0.1	-0.02	2	055	30	-0.05	0.26	0.5	0.55	0.4	-1.6
DIST	35.0												35.0	30.5	25.5
DESN	-0.4												-2.6	-2.6	-1.6
DIST	28.3	25.0	21.0	6.3	2.0	0.5	53	000	00	1.7	5.7	9.3	11.6	12.2	18.6
DESN	-0.7	-1.5	-0.8	-1.0	-0.2	-0.03	2	055	18	0.05	0.26	0.5	0.55	0.4	-2.1
DIST	35.0												34.6	30.1	26.0
DESN	-0.5												-2.6	-3.1	-2.2
DIST	27.8	24.5	22.1	8.0	2.5	0.5	53	000	00	1.8	5.6	9.3	11.7	12.1	10.6
DESN	-0.9	-1.7	-1.0	-1.2	-0.2	-0.06	2	054	19	0.04	0.26	0.5	0.55	0.5	-2.4
DIST	35.0												35.0	28.5	25.2
DESN	-0.7												-2.3	-2.8	-2.4

S. C. T. — D. G. C. F.
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
SUBDIRECCION DE PROYECTOS
DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.80

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM.PROYECTO	4001	CAMINO QRO.-S.L.P.					EJE			TRAMO EN S.M.A. EN DOL. ORIGEN QUITARAO. ARO.						
		PERFIL SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO					CADEN	ELEV.	SM	SECCION		FECHA				
DIST							Km	m	cm							
DESN		35.0	20.2	7.7	2.0	0.3	53	140	100	1.8	5.6	9.3	11.6	12.6	19.3	
		-1.2	-1.5	-1.7	-0.2	-0.1	2	054	97	0.05	0.26	0.5	0.55	0.4	-2.3	
DIST																35.1
DESN																-2.4
DIST	5.3	2.0	2.0	1.6	0.3	0.2	53	140	100	1.9	5.8	9.4	11.7	13.1	15.2	
DESN	-2.6	-2.6	-1.0	-0.4	-0.1	-0.03				0.05	0.26	0.5	0.55	0.0	-1.3	
DIST	6.6	18.6	19.3	35.0									34.8	20.0	15.7	
DESN	-2.2	-2.0	-1.5	-1.2									-2.7	-2.7	-2.0	
DIST		35.0	20.0	7.6	2.0	0.3	53	140	100	1.8	5.6	9.4	11.4	12.4	20.4	
DESN		-1.3	-1.5	-1.5	-0.1	-0.02	2	054	99	0.06	0.26	0.5	0.55	0.3	-2.7	
DIST														35.0	33.0	
DESN														-3.1		
DIST		35.0	20.0	7.4	1.7	0.5	53	140	100	1.7	5.5	9.2	11.3	12.0	20.7	
DESN		-1.2	-1.3	-1.4	-0.1	-0.04	2	055	04	0.04	0.26	0.35	0.55	0.3	-2.1	
DIST														35.0	32.4	
DESN														-3.0		
DIST			35.0	7.2	2.0	0.5	53	200	100	1.5	5.5	9.2	11.2	12.4	21.1	
DESN			-1.0	-1.2	-0.1	-0.04	2	055	17	0.04	0.26	0.4	0.5	0.3	-2.1	
DIST														35.0	32.4	
DESN														-3.0		
DIST		35.0	20.0	6.6	1.7	0.3	53	200	100	1.6	5.5	9.3	11.2	12.4	20.0	
DESN		-0.9	-1.3	-1.3	-0.1	-0.03	2	055	30	0.05	0.24	0.3	0.36	0.3	-2.7	
DIST													35.0	32.6	26.2	
DESN													-3.4	-3.4	-3.0	

S. C. T. — D. G. C. F.
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
SUBDIRECCION DE PROYECTOS
DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.60

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM PROYECTO 4901 CAMINO ORD - S. L. P.						EJE		TRAMO EN M. A. EN EL ORIGEN QUETZALGO						
PERFIL SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO						CADEN	ELEV.	SECCION			FECHA			
DIST						Km.	m.							
DESN			35.0	6.6	1.4	53	240	00	1.8	5.8	9.5	11.2	12.1	19.9
			-1.0	-1.2	-0.1	2	055	46	0.05	0.15	0.2	0.2	0.0	-2.5
DIST											35.0	34.2	29.4	26.9
DESN											3.6		-3.2	-2.7
DIST	35.0	20.6	18.0	6.0	1.1	53	245	44	0.2	1.8	5.8	9.5	11.3	12.3
DESN	-0.9	-1.1	-0.8	-1.0	0.0	2	055	54	0.0	0.05	0.14	0.18	0.14	0.0
DIST												34.8	29.5	18.8
DESN												-3.5	-3.0	-2.5
DIST		35.0	22.0	5.5	1.0	53	260	00	0.4	2.1	6.0	9.7	11.6	12.7
DESN		-0.8	-1.0	-1.0	0.0	2	055	67	0.0	0.04	0.1	0.06	0.04	0.0
DIST												36.2	24.7	19.6
DESN												-3.7	-2.2	-2.3
DIST		35.0	20.0	5.5	0.9	53	280	00	0.4	2.2	6.0	9.7	11.6	12.2
DESN		-0.5	-0.7	-0.9	0.0	2	055	83	0.05	0.1	0.07	0.05	0.0	0.0
DIST												37.4	26.0	19.4
DESN												-3.6	-2.5	-2.5
DIST	35.0	20.0	5.7	1.2		53	300	00	2.0	6.0	9.7	11.7	12.3	20.2
DESN	-0.9	-1.0	-1.1	0.0		2	056	11	0.04	0.04	0.0	-0.05	-0.1	-2.9
DIST													39.5	28.2
DESN													-3.9	-3.3
DIST		35.0	20.0	5.7	1.3	53	320	00	0.5	2.1	6.0	9.7	11.7	12.4
DESN		-0.6	-0.8	-1.1	0.0	2	056	16	0.0	0.05	0.07	0.04	-0.06	-0.2
DIST													35.0	20.7
DESN													-3.8	-3.0

S. C. T. — D. G. C. F.
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
SUBDIRECCION DE PROYECTOS
DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.80

LADC IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM.PROYECTO. 4001 CAMINO ORD. - S.L.P.						EJE		TRAMO EN S.M.A. EN DEL. ORIGEN QUERETARO. ORD.							
PERFIL SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO						CADEN	ELEV.	SECCION			FECHA				
DIST	DESN					Kil.	m.								
DIST	DESN	35.0	22.0	19.0	5.5	1.1	53	340	00	0.4	2.0	6.0	9.7	11.7	12.7
		-0.4	-1.0	-0.5	-1.7	-0.1	2	056	25	0.0	0.08	0.12	0.05	0.0	-0.1
DIST	DESN											35.0	32.0	27.4	20.9
												-3.8	-3.0	-2.6	-2.5
DIST	DESN		35.0	20.0	5.5	0.9	53	360	00	0.4	2.0	5.8	9.6	11.6	12.8
			-0.6	-0.9	-1.2	0.0	2	056	45	0.0	0.06	0.1	0.06	0.0	-0.1
DIST	DESN											35.0	30.2	25.9	17.7
												-3.6	-3.5	-2.5	-2.3
DIST	DESN	35.0	23.0	20.0	6.0	1.0	53	380	00	0.3	2.0	5.9	9.6	11.6	12.7
		-0.7	-0.8	-1.0	-1.3	0.0	2	056	70	0.0	0.04	0.1	0.05	0.0	-0.1
DIST	DESN													35.0	19.1
														-2.9	-2.4
DIST	DESN	35.0	26.0	20.0	5.9	1.1	53	400	00	0.4	2.0	5.9	9.7	11.6	13.1
		-0.5	-0.7	-1.0	-1.2	-0.1	2	056	70	0.0	0.04	0.1	0.04	0.0	-0.7
DIST	DESN											35.0	33.5	26.5	14.5
												-3.3	-3.1	-2.9	-1.0
DIST	DESN	35.0	20.0	9.2	4.5	1.0	53	420	00	0.5	2.0	5.9	9.7	11.6	13.0
		-0.8	-1.1	-1.4	-1.2	-0.1	2	056	70	0.06	0.07	0.11	0.05	0.0	-0.1
DIST	DESN													35.0	20.8
														-3.2	-2.7
DIST	DESN	35.0	31.1	20.0	5.5	0.8	53	440	00	0.4	2.0	5.9	9.8	11.6	13.1
		-0.4	-0.7	-1.0	-1.1	0.0	2	057	100	0.0	0.04	0.1	0.04	0.0	-0.1
DIST	DESN													35.0	20.4
														-3.6	-4.2

S. C. T. — D. G. C. F.
 DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
 SUBDIRECCION DE PROYECTOS
 DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
 OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.80

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM. PROYECTO 4801 CAMINO PRO. - R. I. P.

TRAMO N. S. M. A. - EN COL. ORIGEN QUERETARO PRO.

PERFIL SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO

EJE	
CADEN	ELEV.
Km.	m.

SECCION FECHA

DIST		25.0	22.0	5.3	2.0	53	460	00	0.4	2.0	5.9	9.6	11.6	12.9	
DESN		-0.4	-0.9	-0.9	0.0	2	057	31	0.0	0.04	0.1	0.06	0.0	-0.1	
DIST											35.0	26.9	24.7	19.9	
DESN											-3.1	-3.1	-2.5	-2.4	
DIST		35.0	25.0	5.2	2.3	53	480	00	0.5	2.0	5.8	9.7	11.6	12.9	
DESN		0.0	-0.3	-0.6	-0.1	2	057	35	0.0	0.04	0.1	0.04	0.0	-0.3	
DIST													35.0	19.4	
DESN													-3.5	-2.2	
DIST	35.0	20.0	9.6	5.3	1.3	53	500	00	0.4	2.0	5.9	9.7	11.5	13.1	
DESN	0.0	-0.3	-0.6	-0.6	-0.1	2	057	51	0.0	0.08	0.11	0.05	0.0	0.0	
DIST													35.0	19.1	
DESN													-2.7	-2.0	
DIST	35.0	26.0	17.0	10.0	5.7	1.1	53	520	00	0.5	2.1	5.9	9.7	11.6	17.3
DESN	0.3	0.0	-0.3	-0.9	-0.9	-0.1	2	057	68	0.05	0.07	0.11	0.05	0.0	-1.0
DIST														35.0	
DESN														-3.1	
DIST		35.0	26.0	10.0	5.4	1.4	53	540	00	0.5	2.1	5.9	9.6	11.8	13.1
DESN		0.4	-0.3	-0.8	-0.8	-0.2	2	057	62	0.0	0.06	0.1	0.0	-0.1	-0.3
DIST											35.0	28.2	25.2	17.2	
DESN											-2.7	-2.7	-1.9	-2.2	
DIST		35.0	20.0	10.0	6.0	1.2	53	560	00	0.5	2.0	5.9	9.6	11.5	12.7
DESN		0.3	-0.3	-0.7	-0.7	0.0	2	057	99	0.05	0.07	0.1	0.05	0.0	0.1
DIST											35.0	31.6	24.3	17.9	
DESN											-3.8	-3.0	-1.9	-1.7	

S. C. T. — D. G. C. F.
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
SUBDIRECCION DE PROYECTOS
DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.80

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM.PROYECTO	CAMINO ORD.-S.L.P.					EJE		TRAMO	EN.S.N.A.-EN.DOL		ORIGEN	QUERETARO, DRO.		
	PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO						CADEN		ELEV	SECCION		FECHA		
DIST	35.0	27.0	8.5	5.8	1.5	53	580	00	0.4	2.1	5.8	9.6	11.6	12.8
DESN	0.3	0.0	-0.6	-0.6	0.0	2	058	10	0.06	0.1	0.14	0.06	0.0	-0.2
DIST												35.0	27.8	18.2
DESN												-3.1	-3.0	-2.0
DIST	35.0	20.0	15.2	5.5	1.4	53	600	00	0.4	2.0	5.9	9.6	11.6	12.6
DESN	0.3	0.0	-0.5	-0.5	0.0	2	058	17	0.15	0.16	0.2	0.1	0.05	0.0
DIST													35.0	18.6
DESN													-2.9	-2.6
DIST			20.0	13.0	6.0	53	620	80	0.4	5.9	11.6	12.9	18.7	20.0
DESN			0.0	-0.3	-0.6	2	058	46	0.1	0.1	-0.1	-0.2	-2.1	-2.0
DIST		20.0	16.2	8.9	3.5	53	626	92	0.4	5.9	11.6	12.0	17.8	20.0
DESN		0.1	0.0	-0.6	-0.5	2	058	34	0.0	0.0	-0.2	-0.4	-2.0	-2.1
DIST	20.0	19.3	16.5	4.4	1.9	53	640	20	0.4	6.0	11.6	12.7	17.2	20.0
DESN	-0.1	-0.4	-0.8	-0.2	-0.6	2	058	35	0.2	0.3	0.2	-0.1	-1.4	-1.7
DIST	14.4	11.7	5.3	1.1	1.7	53	660	80	0.4	6.0	11.6	13.1	17.3	20.0
DESN	-0.4	0.2	0.1	0.4	-0.1	2	058	46	0.2	0.3	0.2	0.0	-1.0	-1.2
DIST	20.0													
DESN	0.1													
DIST	16.6	14.4	11.8	5.4	3.1	53	680	60	0.5	6.0	11.6	13.1	13.8	20.0
DESN	0.8	-0.3	0.6	0.5	0.8	2	058	64	0.2	0.3	0.2	-0.5	0.0	-0.3
DIST	20.0													
DESN	0.4													
DIST	15.0	13.6	12.1	5.4	4.0	53	700	80	0.5	6.0	11.6	13.0	13.7	15.4
DESN	0.3	1.0	0.9	1.0	1.4	2	058	69	0.2	0.3	0.2	-0.5	0.1	0.4

S. C. T. — D. G. C. F.
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
SUBDIRECCION DE PROYECTOS
DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.80

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM.PROYECTO 3801 CAMINO 0801 - S.L.P.							EJE			TRAMO EN S.M.A. EN P.O.L. ORIGEN QUERETARO 080					
PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO							CADEN	ELEV		SECCION			FECHA		
DIST	DESN						Km	m	cm						
DIST	15.3	16.8	18.3	20.0											20.0
DESN	0.3	1.1	1.2	1.0											0.1
DIST	15.4	14.8	13.3	5.4	4.0	0.9	53	720	00	0.5	6.0	11.6	13.1	13.7	15.5
DESN	0.6	0.5	1.4	1.3	1.5	-0.4	2	058	72	0.2	0.3	0.2	-0.5	0.1	0.9
DIST	16.8	20.0													20.0
DESN	1.5	1.5													0.1
DIST	14.9	13.7	12.1	5.4	4.5	1.0	53	740	00	0.4	6.0	11.6	12.9	13.7	15.6
DESN	1.0	1.7	1.6	1.5	1.7	-0.4	2	058	73	0.2	0.3	0.2	-0.4	0.2	0.9
DIST	15.6	17.0	20.0												20.0
DESN	0.9	1.7	1.7												0.6
DIST		20.0	15.8	11.5	4.0	1.0	53	760	00	0.4	6.0	11.7	13.0	13.8	16.0
DESN		1.8	1.5	1.8	1.7	-0.4	2	058	74	0.2	0.3	0.2	-0.5	0.1	1.0
DIST															20.0
DESN															0.8
DIST	17.7	15.4	12.6	6.2	4.3	1.0	53	780	00	0.4	6.1	11.7	13.0	13.8	16.0
DESN	2.0	2.5	1.9	1.8	1.8	-0.4	2	058	77	0.2	0.3	0.2	-0.4	0.1	1.1
DIST	20.0														20.0
DESN	2.1														1.1
DIST	17.3	15.7	13.6	6.6	5.4	1.0	53	800	00	0.5	6.1	11.7	13.1	15.1	20.0
DESN	2.3	1.8	1.6	1.6	1.7	-0.4	2	058	72	0.2	0.3	0.1	-0.3	1.0	0.9
DIST	20.0														20.0
DESN	2.1														1.1
DIST	17.3	15.7	13.6	6.6	5.4	1.0	53	803	20	0.5	6.1	11.7	13.1	15.1	20.0
DESN	2.3	1.8	1.6	1.6	1.7	-0.4	2	058	72	0.2	0.3	0.1	-0.3	1.0	0.9

S. C. T. — D. G. C. F.
 DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
 SUBDIRECCION DE PROYECTOS
 DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
 OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2-80

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM.PROYECTO 4401 CAMINO ORO. - S.L.P.						EJE			TRAMO EN S.M.A. - ENFOC. ORIGEN QUERETANO - CRO.								
PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO						CADERA ELEV. M. m. m.			SECCION				FECHA				
DIST	20.0																
DESN	2.1																
DIST		20.0	7.1	4.7	1.0	53	820	00	0.5	6.1	11.7	13.1	13.9	16.0			
DESN		1.8	1.6	1.6	-0.4	2	058	59	0.2	0.3	0.2	-0.4	0.4	1.0			
DIST																	20.0
DESN																	0.8
DIST		20.0	7.5	5.1	1.0	53	840	00	0.5	6.1	11.7	13.0	15.2	20.0			
DESN		1.7	1.6	1.8	-0.4	2	058	47	0.2	0.3	0.2	0.4	0.9	1.5			
DIST		20.0	7.1	4.6	1.0	53	860	00	0.5	6.0	11.6	13.0	14.1	15.9			
DESN		1.7	1.4	2.1	-0.5	2	058	31	0.2	0.3	0.2	-0.4	0.4	1.0			
DIST																	20.0
DESN																	0.7
DIST		20.0	6.4	4.5	1.0	53	880	00	0.5	6.0	11.7	13.1	15.4	20.0			
DESN		1.7	1.4	2.2	-0.5	2	058	16	0.2	0.3	0.2	-0.4	0.8	0.1			
DIST		20.0	6.7	3.5	1.0	53	900	00	0.5	6.1	11.7	13.1	15.7	18.7			
DESN		1.3	1.0	1.7	-0.4	2	057	93	0.2	0.3	0.1	-0.5	1.1	0.1			
DIST																	20.0
DESN																	0.1
DIST		20.0	6.3	3.6	1.0	53	920	00	0.4	6.1	11.7	13.2	15.4	20.0			
DESN		1.1	0.9	1.2	-0.5	2	057	69	0.2	0.3	0.1	-0.5	0.8	0.2			
DIST		20.0	6.4	3.5	1.0	53	940	00	0.5	6.1	11.6	13.1	13.9	20.0			
DESN		0.9	0.8	1.2	-0.4	2	057	35	0.2	0.3	0.2	-0.4	0.1	-0.1			
DIST	20.0	17.0	11.9	3.6	1.6	1.1	43	960	00	0.5	6.1	11.6	13.0	13.8	16.7		
DESN	1.1	0.9	0.7	0.5	-0.1	-0.5	2	057	17	0.1	0.2	0.1	-0.5	0.0	-0.4		

S. C. T. — D. G. C. F.
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
SUBDIRECCION DE PROYECTOS
DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.80

LADC IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM.PROYECTO <u>4801</u> CAMINO <u>ORD.-S.L.P.</u>							EJE			TRAMO EN S.M.A. EN DOL. ORIGEN <u>CHURETARO</u> ORD.						
PERFIL SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO							CADER ELEV.			SECCION _____ FECHA _____						
DIST							CM	M	CM							
DESN																
DIST							53	980	00	0.5	6.1	11.7	12.9	17.2	20.0	
DESN							2	056	70	0.2	0.3	0.2	-0.3	-0.6	-0.6	
DIST		20.0	5.7	3.7	1.1		54	000	00	0.5	6.1	11.7	12.6	15.8	20.0	
DESN		1.0	0.5	0.8	-0.5		2	056	48	0.2	0.3	0.2	-0.3	-0.6	-0.7	
DIST		20.0	5.6	12.9	1.0		54	000	00	0.5	6.1	11.7	12.6	15.8	20.0	
DESN		0.5	0.2	0.5	-0.5		2	056	48	0.2	0.3	0.2	-0.3	-0.6	-0.7	
DIST	14.7	13.5	5.5	2.9	1.5	1.0	54	070	00	0.5	6.0	11.7	12.6	15.9	18.7	
DESN	0.4	0.2	0.1	0.3	-0.1	-0.5	2	056	113	0.2	0.3	0.1	-0.4	-1.0	-1.2	
DIST	20.0														20.0	
DESN	0.3														-1.1	
DIST	15.7	12.3	4.6	2.5	1.6	1.0	54	040	00	0.5	6.1	11.7	12.5	16.6	18.6	
DESN	0.1	0.2	-0.1	0.4	0.0	-0.5	2	055	81	0.2	0.3	0.1	-0.4	-1.1	-1.3	
DIST	20.0														20.0	
DESN	0.2														-1.2	
DIST	20.0	12.7	4.9	2.9	2.0	1.2	54	043	00	0.5	6.1	11.7	12.5	16.6	18.6	
DESN	0.0	0.1	-0.3	0.2	-0.1	-0.6				0.2	0.3	0.1	-0.4	-1.1	-1.1	
DIST															20.0	
DESN															-1.2	
DIST	20.0	16.3	14.9	13.2	8.3	5.3	54	060	100	0.5	6.0	11.7	13.8	19.3	20.0	
DESN	-0.2	0.2	-0.2	-0.3	-0.1	-0.3	2	055	46	0.2	0.4	0.2	-0.3	-1.3	-1.3	
DIST	17.0	15.0	12.1	10.8	3.9	0.4	54	000	00	0.4	6.0	11.7	13.1	18.9	20.00	
DESN	-0.3	-0.9	-0.3	-0.5	-0.4	-0.1	2	055	121	0.2	0.4	0.2	-0.4	-1.4	-1.6	
DIST	20.00															
DESN	-1.1															

S. C. T. — D. G. C. F.
 DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
 SUBDIRECCION DE PROYECTOS
 DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
 OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.60

LADC IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM. PROYECTO	CAMINO ORO. - S.L.P.					EJE		TRAMO EN S.H.A. - PLOT	ORIGEN QUEDADO ORO.					
	PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO					CADEN.	ELEV. en m.		SECCION	FECHA				
DIST	20.0	17.5	14.8	6.8	2.9	54	100	00	0.4	6.0	11.7	12.1	14.4	17.4
DESN	-0.9	-1.0	-0.8	-1.0	-0.8	2	054	98	0.2	0.4	0.2	-0.1	-0.6	-1.4
DIST													20.0	19.8
DESN													-1.7	-1.8
DIST	20.0	19.3	13.5	7.4	1.6	54	100	00	0.4	5.9	11.6	12.5	15.2	20.0
DESN	-0.9	-0.9	-1.1	-1.2	-0.4	2	054	87	0.1	0.2	0.1	-0.4	-0.7	-2.0
DIST	20.0	18.3	15.6	4.5	1.9	54	100	00	0.5	5.9	11.6	11.9	14.1	17.5
DESN	-1.0	-0.7	-1.0	-1.1	-0.2	2	054	65	0.1	0.2	0.0	-0.3	-0.7	-1.8
DIST													20.0	
DESN													-2.0	
DIST	20.0	18.4	15.4	6.3	4.3	54	160	00	0.4	5.9	11.7	13.7	15.1	18.9
DESN	-0.9	-0.8	-1.0	-1.2	-1.1	2	054	37	0.1	0.2	0.1	-0.6	-0.8	-1.9
DIST													20.0	
DESN													-1.9	
DIST	20.0	15.8	6.2	4.7	3.1	54	100	00	0.5	5.9	11.5	12.6	14.8	18.3
DESN	-0.9	-1.1	-1.2	-1.2	-0.6	2	054	14	0.2	0.2	0.0	0.5	-0.7	-1.9
DIST													20.0	
DESN													-1.9	
DIST	20.0	14.6	6.6	4.8	2.6	54	100	00	0.5	6.0	11.6	13.4	14.8	18.5
DESN	-1.1	-1.1	-1.4	-1.2	-0.2	2	054	03	0.1	0.1	0.0	-0.6	-0.7	-2.0
DIST													20.0	
DESN													-2.0	
DIST	20.0	18.8	6.8	1.9	0.7	54	120	00	0.5	6.0	11.7	13.3	15.6	17.5
DESN	-1.3	-1.1	-1.3	-0.1	-0.3	2	053	77	0.1	0.2	0.0	-0.4	-0.7	-2.1

328

S. C. T. — D. G. C. F.
 DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
 SUBDIRECCION DE PROYECTOS
 DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
 OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.80

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM. PROYECTO <u>400</u> CAMINO <u>GRD. - S.L.P.</u>							EJE			TRAMO EN S.M.A. - ENDOS					ORIGEN QUERETARO <u>GRD.</u>	
PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO							CADER ELEV.			SECCION					FECHA	
DIST							RM	m	EM							
DESN																20.0
																-2.1
DIST	20.0	19.7	6.7	3.3	1.8	0.8	54	240	00	0.4	6.0	11.6	13.0	16.0	19.3	
DESN	-1.2	-1.0	-1.5	-0.2	0.0	-0.2	2	053	50	0.1	0.2	0.0	-0.5	-0.8	-2.0	
DIST																20.0
DESN																-2.0
DIST	20.0	15.4	6.3	5.1	1.7	0.8	54	260	00	0.5	6.0	11.6	13.1	15.9	19.3	
DESN	-1.2	-1.7	-1.5	-1.6	0.1	-0.2	2	053	33	0.1	0.1	0.0	-0.4	-0.7	-1.8	
DIST																20.0
DESN																-1.9
DIST		20.0	18.8	5.5	1.7	0.9	54	280	00	0.3	5.9	11.6	12.8	15.7	18.2	
DESN		-1.6	-1.5	-1.4	-0.2	-0.3	2	053	17	0.1	0.1	-0.1	-0.6	-0.9	-2.0	
DIST																20.0
DESN																-2.2
DIST			20.0	9.6	8.6	5.2	54	297	32	0.2	6.0	11.7	20.0			
DESN			-1.4	-1.5	-1.2	-1.5	2	052	07	0.1	0.1	-0.1	-1.9			
DIST			20.0	9.6	8.6	5.2	54	300	00	0.2	6.0	11.7	20.0			
DESN			-1.4	-1.5	-1.2	-1.5	2	052	35	0.1	0.1	-0.1	-1.9			
DIST	20.0	15.3	10.3	9.9	7.3	3.3	54	320	100	0.3	6.0	11.7	13.7	18.4	20.0	
DESN	-1.5	-1.4	-1.6	-1.8	-1.6	-0.9	2	052	68	0.1	0.2	0.1	-0.8	-2.1	-2.1	
DIST			20.0	8.9	7.6	1.7	54	340	00	0.4	6.0	11.7	13.4	15.5	18.7	
DESN			-1.7	-1.6	-1.0	-0.6	2	052	59	0.0	0.2	0.1	-0.5	-1.3	-1.3	
DIST																20.0
DESN																-1.8

S. C. T. — D. G. C. F.
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
SUBDIRECCION DE PROYECTOS
DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.80

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM. PROYECTO <u>4801</u> CAMINO <u>ORD. - S.L.P.</u>						EJE			TRAMO EN S.M.A. - EN DOL. ORIGEN QUERTARO - ORD.					
PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO						CADEN	ELEV.		SECCION			FECHA		
DIST						EN	M	EN						
DESN	20.0	12.9	12.0	5.0	1.5	54	360	00	0.2	5.9	11.6	13.2	17.4	18.6
	1.2	-1.3	-1.4	-1.5	-0.6	2	052	33	0.1	0.1	-0.1	-0.2	-2.1	-2.3
DIST														20.0
DESN														-2.4
DIST			20.0	13.4	4.3	54	380	00	0.1	6.1	11.8	13.3	15.0	18.0
DESN			-1.1	-1.2	-1.3	2	052	06	0.1	0.2	0.0	-0.6	-0.6	-0.9
DIST														20.0
DESN														-2.1
DIST			20.0	12.4	4.5	54	400	00	0.1	6.0	11.7	12.9	14.9	18.4
DESN			-1.1	-1.2	-1.3	2	051	89	0.1	0.2	0.1	-0.6	-0.9	-2.2
DIST														20.0
DESN														-2.1
DIST			20.0	4.4		54	420	00	0.1	6.0	11.6	13.5	15.1	18.7
DESN			-0.8	-1.3		2	051	74	0.1	0.2	0.1	-0.7	-1.0	-2.2
DIST														20.0
DESN														-2.2
DIST			20.0	11.9	3.9	54	440	00	0.2	6.0	11.7	13.2	15.3	18.7
DESN			-0.8	-1.0	-1.2	2	051	57	0.1	0.2	0.1	-0.6	-1.0	-2.2
DIST														20.0
DESN														-2.3
DIST		20.0	11.0	4.0	2.1	54	460	00	0.2	6.0	11.7	13.2	15.0	17.8
DESN		-0.6	-0.9	-1.1	-0.8	2	051	43	0.1	0.2	0.1	-0.7	-0.9	-2.1
DIST														20.0
DESN														-2.2

S. C. T. — D. G. C. F.
 DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
 SUBDIRECCION DE PROYECTOS
 DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
 OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.80

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM. PROYECTO 4801 CAMINO ORD. -S.L.P.							EJE			TRAMO N. S. M. A. - EN. DOL. ORIGEN QUERTANO - ORD.					
PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO							CADEN	ELEV.		SECCION			FECHA		
DIST							Km.	m.	km.						
DESN			20.0	12.4	4.1	2.7	54	480	00	0.2	6.0	11.7	13.6	15.0	17.6
			-0.8	-0.9	-1.1	-0.6	2	051	21	0.1	0.2	0.1	0.7	-1.0	-2.0
DIST															20.0
DESN															-2.3
DIST			20.0	11.9	4.9		54	500	00	0.2	6.0	11.7	13.4	15.5	18.6
DESN			-0.6	-0.9	-1.1		2	051	07	0.1	0.2	0.1	0.7	-1.0	-2.0
DIST															20.0
DESN															-2.2
DIST			20.0	12.8	4.3		54	520	00	0.2	6.0	11.7	13.4	15.1	17.7
DESN			-0.6	-0.8	-1.0		2	050	87	0.1	0.2	0.1	-0.6	-0.8	-1.2
DIST															20.0
DESN															-2.1
DIST	8.2	7.1	6.4	4.6	2.3	1.6	54	540	00	0.2	5.9	11.7	14.1	15.7	18.9
DESN	-1.5	-1.4	-2.1	-1.9	-0.5	-0.5	2	050	82	0.1	0.2	0.1	-0.7	-0.6	-1.8
DIST	9.7	13.4	20.0												20.0
DESN	-1.1	-0.8	-0.8												-1.8
DIST			20.0	12.3	4.5	2.1	54	560	00	0.2	6.0	11.7	14.0	17.4	20.0
DESN			-0.5	-0.8	-0.9	-0.4	2	050	77	0.1	0.2	0.1	-0.8	-1.5	-1.8
DIST			20.0	11.3	5.7		54	580	00	0.2	6.1	11.8	13.8	16.4	19.1
DESN			-0.5	-0.8	-0.8		2	050	74	0.1	0.2	0.1	-0.6	-0.7	-1.5
DIST															20.0
DESN															-1.5
DIST			20.0	11.8	5.6	2.0	54	600	00	0.2	6.1	11.7	14.1	17.1	20.0
DESN			-0.5	-0.8	-0.9	-1.4	2	050	66	0.1	0.2	0.1	-0.6	-1.3	-1.6

S. C. T. — D. G. C. F.
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
SUBDIRECCION DE PROYECTOS
DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.00

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM PROYECTO 4901 CAMINO ORO - S.L.P.					EJE			TRAMO EN S.M.A. EN DEL ORIGEN QUERETARO. DRO.						
PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO					CADEN	ELEV.		SECCION			FECHA			
					EN	M	EN							
DIST			20.0	11.2	6.0	54	620	00	0.3	6.1	11.7	12.3	13.7	18.9
DESN			-0.4	-0.8	-0.9	2	050	52	0.1	0.2	0.1	0.0	-0.6	-1.1
DIST														20.0
DESN														-1.2
DIST		20.0	11.7	6.0	2.5	54	640	00	0.2	6.0	11.5	13.0	18.6	20.0
DESN		-0.8	-1.0	-1.1	-0.1	2	050	48	0.1	0.2	0.1	0.4	-1.1	-1.1
DIST		20.0	11.4	5.1		54	660	00	0.3	6.0	11.6	12.9	15.6	18.6
DESN		-0.7	-0.4	-1.0		2	050	41	0.1	0.1	0.1	-0.2	-0.8	-1.6
DIST														20.0
DESN														-1.7
DIST		20.0	11.2	4.4		54	680	00	0.2	6.0	11.6	13.0	15.4	18.6
DESN		-0.7	-0.9	-1.0		2	050	39	0.1	0.2	0.1	-0.3	-0.7	-1.7
DIST														20.0
DESN														-1.8
DIST		20.0	18.5	5.1	3.4	54	700	00	0.3	6.0	11.6	12.7	18.0	20.0
DESN		-0.8	-0.8	-1.0	-1.1	2	050	30	0.1	0.2	0.1	-0.3	-0.8	-1.8
DIST		20.0	10.2	3.4		54	720	00	0.3	5.8	11.9	13.6	17.3	20.0
DESN		-1.1	-1.3	-1.3		2	050	33	0.0	0.1	0.0	-0.6	-1.9	-2.0
DIST			20.0	5.0		54	740	00	0.3	5.8	11.9	13.6	15.1	18.8
DESN			-1.3	-1.4		2	050	18	0.1	0.1	0.0	-0.6	-0.9	-2.1
DIST														20.0
DESN														-2.2
DIST		20.0	9.0	3.8		54	760	00	0.3	5.9	11.8	13.3	15.1	18.8
DESN		-1.4	-1.4	-1.4		2	050	16	0.1	0.1	0.0	-0.6	-1.0	-2.2

S. C. T. — D. G. C. F.
 DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
 SUBDIRECCION DE PROYECTOS
 DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
 OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L. 2.80

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM.PROYECTO 4801 CAMINO ORD. - S.L.P.							EJE			TRAMO N. S. H. A. - EN DOL. ORIGEN QUERETARO COMO.						
PERFIL Y SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO							CABEN ELEV.			SECCION				FECHA		
DIST							Km.	m.	cm.							
DESN																20.0
																-2.3
DIST		20.0	13.3	6.5	3.7		54	780	00	0.3	5.9	11.8	12.5	18.7	20.0	
DESN		-1.4	-1.5	-1.6	-1.4		2	050	06	0.1	0.2	0.1	0.1	-2.1	-2.0	
DIST			20.0	6.2	3.8		54	820	00	0.4	5.9	11.8	13.1	18.4	20.0	
DESN			-1.4	-1.6	-1.4		2	049	99	0.1	0.2	0.1	0.0	-2.1	-2.2	
DIST			20.0	7.7	3.6		54	820	00	0.4	5.9	11.8	12.9	18.2	20.0	
DESN			-1.5	-1.6	-1.3		2	049	94	0.1	0.2	0.1	0.0	-2.0	-2.1	
DIST			20.0	11.0	4.2		54	840	00	0.4	5.9	11.8	13.3	18.4	20.0	
DESN			-1.5	-1.6	-1.5		2	049	94	0.1	0.2	0.1	0.0	-2.0	-2.1	
DIST	16.5	14.6	6.5	6.0	1.2	1.2	54	860	00	0.3	5.9	11.8	12.6	13.8	13.8	
DESN	-1.7	-2.1	-1.8	-2.0	-2.1	-0.3	2	049	82	0.1	0.1	0.0	0.1	-0.5	-2.3	
DIST	20.0															20.0
DESN	-1.6															-2.0
DIST		20.0	19.3	11.2	5.2		54	880	00	0.2	5.9	11.8	18.3	20.0		
DESN		-1.3	-1.2	-1.5	-1.3		2	049	73	0.1	0.2	0.1	-1.6	-1.7		
DIST		20.0	14.3	8.2	3.2		54	820	00	0.2	5.9	11.8	18.2	20.0		
DESN		-1.3	-1.2	-1.4	-1.2		2	049	78	0.1	0.1	0.0	-1.8	-1.8		
DIST		20.0	15.7	7.1	5.2		54	870	00	0.2	5.9	11.8	12.7	7.4	18.3	
DESN		-1.0	-0.7	-0.8	-1.1		2	049	75	0.2	0.3	0.2	-0.3	-0.6	-1.5	
DIST																20.0
DESN																-1.6
DIST		20.0	6.5	4.4	2.0		54	840	00	0.1	5.9	11.8	13.0	14.2	15.2	
DESN		-1.0	-1.0	0.0	-0.5		2	049	82	0.1	0.2	0.1	-0.5	-0.4	-0.9	

S. C. T. — D. G. C. F.
 DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS.
 SUBDIRECCION DE PROYECTOS
 DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
 OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIA

FORMA L: 2.80

LADO IZQUIERDO

LADO DERECHO

NUM. PROYECTO <u>4801</u> CAMINO <u>ORO.</u> - S.L.P.						EJE			TRAMO <u>EN S.M.A. - EN DEL ORIGEN GUERRERO. DEG.</u>						
PERFIL SECCIONES TRANSVERSALES DEL TERRENO						CADA ELEV.			SECCION			FECHA			
DIST	DES					Km	m	cm							
													20.0	18.0	
													-1.5	-1.6	
DIST		20.0	4.9	3.4		54	960	00	0.2	5.9	11.7	12.6	15.6	17.4	
DES		-0.8	-1.0	-0.9		2	049	85	0.1	0.2	0.1	-0.3	-0.8	-1.4	
DIST														20.0	
DES														-1.7	
DIST		20.0	6.9	4.9		54	980	00	0.2	5.8	11.6	12.6	15.6	17.3	
DES		-0.9	-1.0	-0.8		2	049	85	0.1	0.2	0.1	-0.5	-0.6	-1.7	
DIST														20.0	
DES														-1.4	
DIST		20.0	10.0	2.7	1.0	55	900	00	0.2	5.8	11.6	13.5	17.7	20.0	
DES		-0.6	-0.7	-0.6	-0.1	2	050	08	0.1	0.2	0.1	-0.1	-1.2	-1.2	
DIST															
DES															
DIST															
DES															
DIST															
DES															
DIST															
DES															

FORMA L.2.79

F O R M A L . 2 . 7 8

FORMA L.2.77

FORMA L.2.76



**CALCULO DE TERRACERIAS
DATOS DE CONTROL Y DE SECCIONES ESPECIALES**

NUMERO DE PROYECTO
4801

ORDEN	ORDENADA DE CURVA	ORDENADA DE BASE EN GRADOS	ANCHO DE CORONA EN TANGENTE	ANCHO DE CUNETAS EN CORTE	ESPESOR DE BARRAS EN TUBERIAS	ESPESOR DE FINOS
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21

ESPESOR DE FINOS:
 t₁ = 0.60m - 0.30m
 corte = 0.30m - 0.30m

ULTIMA TARJETA DE DATOS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36

NUMERO DE PROYECTO 10105

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

KILOMETRAJE INICIAL PARA CLAVES DE CONTROL	KILOMETRAJE FINAL PARA CLAVES DE CONTROL	ANCHO DE PROTECCION LATERAL	DESNIVEL A SUBRASANTE QUEBRIE TLD	ANCHO DE BARRAS EN CORTE	ESPESOR FINOS																																																																																																																																																																																																		
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																																																																																																																																																														
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	365	370	375	380	385	390	395	400	405	410	415	420	425	430	435	440	445	450	455	460	465	470	475	480	485	490	495	500	505	510	515	520	525	530	535	540	545	550	555	560	565	570	575	580	585	590	595	600	605	610	615	620	625	630	635	640	645	650	655	660	665	670	675	680	685	690	695	700	705	710	715	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	775	780	785	790	795	800	805	810	815	820	825	830	835	840	845	850	855	860	865	870	875	880	885	890	895	900	905	910	915	920	925	930	935	940	945	950	955	960	965	970	975	980	985	990	995	1000
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	365	370	375	380	385	390	395	400	405	410	415	420	425	430	435	440	445	450	455	460	465	470	475	480	485	490	495	500	505	510	515	520	525	530	535	540	545	550	555	560	565	570	575	580	585	590	595	600	605	610	615	620	625	630	635	640	645	650	655	660	665	670	675	680	685	690	695	700	705	710	715	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	775	780	785	790	795	800	805	810	815	820	825	830	835	840	845	850	855	860	865	870	875	880	885	890	895	900	905	910	915	920	925	930	935	940	945	950	955	960	965	970	975	980	985	990	995	1000

OBRA VIAL CARINCO QUEBRETARO - S. I. P. TRAMO ENTR. SAN MIGUEL ALLENDE-ENTR. DOLORS
 CODIFICO _____ REVISO _____ FECHA _____

**RESULTADOS DEL PROCESO ELEC
TRONICO.**

**ALINEAMIENTO VERTICAL PARA PRO
YECTO DE SECCIONES DE CONSTRU^U
CION.**

**CALCULO DE VOLUMENES Y ORDENA-
DA DE CURVA MASA**

- 328 -

0000	0000	0000000
0 0	0 0	0
00000	0	0
0 0	0 0	0
0000	0000	0

SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
 DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES
 DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS
 SUBSECCION DE INVESTIGACION Y FALSO DE LOS

PROYECTO DE VERRACERRAS

EMPRESA	INTEGRADO S.R.L.	NUMERO DE TRAMO	1 CONTIGUAS/0000/00
TRAMO	SAN MIGUEL ALLENDE		
ALTERNATIVA	1 CUERNA MARA		
CRUCE	SECRETARDO D.F.		

ESPESOR DE FINIS EN TERRAPLEN .30 M
 ESPESOR DE FINIS EN CONTE .50 M
 LISTADO DE CANTIDADES TERCETASOS EN EL TRAMO 400:
 A PARTIR DEL KM. 00000.00

NO SEEN ENCONTRADOS ERRORES CONTINUA EL SIGUIENTE

S PCV PIV PIV

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE FOMENTO

ESTACION	ELEVACION DEL TERRENO EN METROS			ELEVACION DEL CENITRO EN METROS			ELEVACION DEL CENITRO EN METROS			ELEVACION DEL CENITRO EN METROS			ESTACION	ESTACION	ESTACION
	EN EL PUNTO	EN EL PUNTO	EN EL PUNTO	EN EL PUNTO	EN EL PUNTO	EN EL PUNTO	EN EL PUNTO	EN EL PUNTO	EN EL PUNTO	EN EL PUNTO	EN EL PUNTO				
3300.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-267.	-72.	-267.	3301.00	3302.00	3303.00	3304.00
3305.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-322.	-72.	-322.	3305.00	3306.00	3307.00	3308.00
3310.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-377.	-72.	-377.	3310.00	3311.00	3312.00	3313.00
3315.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-432.	-72.	-432.	3315.00	3316.00	3317.00	3318.00
3320.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-487.	-72.	-487.	3320.00	3321.00	3322.00	3323.00
3325.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-542.	-72.	-542.	3325.00	3326.00	3327.00	3328.00
3330.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-597.	-72.	-597.	3330.00	3331.00	3332.00	3333.00
3335.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-652.	-72.	-652.	3335.00	3336.00	3337.00	3338.00
3340.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-707.	-72.	-707.	3340.00	3341.00	3342.00	3343.00
3345.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-762.	-72.	-762.	3345.00	3346.00	3347.00	3348.00
3350.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-817.	-72.	-817.	3350.00	3351.00	3352.00	3353.00
3355.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-872.	-72.	-872.	3355.00	3356.00	3357.00	3358.00
3360.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-927.	-72.	-927.	3360.00	3361.00	3362.00	3363.00
3365.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-982.	-72.	-982.	3365.00	3366.00	3367.00	3368.00
3370.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-1037.	-72.	-1037.	3370.00	3371.00	3372.00	3373.00
3375.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-1092.	-72.	-1092.	3375.00	3376.00	3377.00	3378.00
3380.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-1147.	-72.	-1147.	3380.00	3381.00	3382.00	3383.00
3385.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-1202.	-72.	-1202.	3385.00	3386.00	3387.00	3388.00
3390.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-1257.	-72.	-1257.	3390.00	3391.00	3392.00	3393.00
3395.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-1312.	-72.	-1312.	3395.00	3396.00	3397.00	3398.00
3400.00	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-1367.	-72.	-1367.	3400.00	3401.00	3402.00	3403.00

EN LOS VOLANTES SE COMIENZA LA ELEVACION DE CUENTAS PROVISIONALES.

ESTACION		DATOS DE CUENTA PARA SU COMPARACION																						
0	ESTACION	VOL. PPLA	VOL. CR-12	VAL. P-6	CR-12	CHT	VAL. P-6	CR-12	VAL. P-6	CR-12	CHT	VAL. P-6	CR-12	CHT	VAL. P-6	CR-12	CHT	VAL. P-6	CR-12	CHT	VAL. P-6	CR-12	CHT	
3346.00																								
3370.00	96.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-345.	-72.	-345.												
3380.00	98.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-373.	-72.	-373.												
3390.00	103.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-428.	-72.	-428.												
3398.00	103.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-424.	-72.	-424.												
3398.00	98.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-333.	-72.	-333.												
3400.00	91.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-239.	-72.	-239.												
3400.00	89.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-190.	-72.	-190.												
3420.00	89.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-232.	-72.	-232.												
3430.00	91.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-272.	-72.	-272.												
3440.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-271.	-72.	-271.												
3450.00	92.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-244.	-72.	-244.												
3460.00	87.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-250.	-72.	-250.												
3470.00	89.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-229.	-72.	-229.												
3476.00	79.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-64.	-25.	-64.												
3480.00	59.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-162.	-47.	-162.												
3484.00	87.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-245.	-72.	-245.												
3488.00	74.	2.	1.	1.05	1.	0.	1.05	0.	1.	-124.	-70.	-124.												
3490.00	46.	24.	10.	1.05	11.	0.	1.05	0.	11.	-43.	-44.	-43.												
3490.00	15.	51.	42.	1.05	44.	0.	1.05	0.	44.	-14.	-44.	-14.												
3490.00	7.	57.	80.	1.05	84.	0.	1.05	0.	84.	-7.	-40.	-7.												
3490.00	3.	63.	113.	1.05	119.	0.	1.05	0.	119.	-1.	-60.	-1.												
3490.00	1543.	197.	246.		250.	0.		0.	250.	-4400.	-1394.	-4400.												

EN LOS VOLUMENES DE CONSULTA LA EXAMINACION DE CUENTAS TRADICIONALES.

SECRETADO S. L. P.												
M. DE TRABAJO 1 4001												
ESTACION	DATOS DE CANTIDAD PAGO DE COMPENSACION											
	VOLUN P571A	VOLUN P570A	VAL-8 CA-2	K CA-2	COPY CA-2	VAL-8 CA-2	VAL-8 CA-2	COPY CA-2	VAL-8 CA-2	VAL-8 CA-2	VAL-8 CA-2	VAL-8 CA-2
53740.00												
53760.00	0.	64.	167.	1.05	176.	0.	1.05	0.	176.	0.	-60.	0.
53800.00	0.	67.	169.	1.05	177.	0.	1.05	0.	177.	0.	-60.	0.
53820.00	44.	48.	72.	1.05	77.	0.	1.05	0.	77.	-216.	-63.	-216.
53840.00	14.	39.	62.	1.05	67.	0.	1.05	0.	67.	-216.	-63.	-216.
53860.00	0.	64.	162.	1.05	167.	0.	1.05	0.	167.	0.	-60.	0.
53880.00	0.	64.	163.	1.05	168.	0.	1.05	0.	168.	0.	-60.	0.
53900.00	0.	64.	73.	1.05	77.	0.	1.05	0.	77.	0.	-60.	0.
53920.00	11.	54.	20.	1.05	21.	0.	1.05	0.	21.	-1.	-60.	-1.
53940.00	37.	31.	5.	1.05	5.	0.	1.05	0.	5.	-7.	-60.	-7.
53960.00	54.	16.	2.	1.05	2.	0.	1.05	0.	2.	-20.	-63.	-20.
53980.00	33.	17.	4.	1.05	4.	0.	1.05	0.	4.	-28.	-66.	-28.
	48	0	2	1.05	2	0	1.05	0	2	-73	-69	-73
SUMAS DEL KILOMETRO 53000.00 AL KILOMETRO 54000.00												
3480 730 1028 1879 0 0 2159 -11349												
0.00000												
54000.00												
54020.00	64.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-139.	-72.	-139.
54040.00	89.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-182.	-72.	-182.
54060.00	14.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-34.	-11.	-34.
54080.00	86.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-234.	-61.	-234.
54080.00	113.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-283.	-72.	-283.
54100.00	120.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-500.	-72.	-500.
54120.00	113.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-516.	-72.	-516.
54140.00	110.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-668.	-72.	-668.
54160.00	1644.	518.	762.		271.	0.		0.	871.	-3619.	-1248.	-3619.
EN LOS MOMENTOS SE CONSIDERA LA EXCAUCION DE CUENTAS PROVISIONALES.												

ALBERTO S.L.P.
NO. DE TRABAJO 1 4391

B ESTACION	LÍMITES DE CUENTA-MAQUINA PARA SU COMPLEMENTACION										TOTAL COMPA	CURVA PASA-1	CURVA PASA-2	
	VOLUMEN 12-11	VOLUMEN 12-10	12-9	K 12-8	COEF 12-7	MAN-8 12-6	12-5	12-4	COEF 12-3	MAN-3 12-2				12-1
54140.00												77918.	76842.	
54140.00	100.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-441.	-72.	-441.	72469.	72398.
54180.00	104.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-433.	-72.	-433.	72034.	72918.
54200.00	103.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-434.	-72.	-434.	71430.	72044.
54225.00	100.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-371.	-72.	-371.	71201.	72774.
54240.00	98.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-355.	-72.	-355.	70204.	72722.
54260.00	101.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-401.	-72.	-401.	70501.	72430.
54280.00	103.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-370.	-72.	-370.	70113.	72558.
54277.32	87.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-248.	-62.	-248.	69844.	72475.
54300.00	13.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-38.	-10.	-38.	67824.	72184.
54320.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-298.	-72.	-298.	67508.	72414.
54340.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-293.	-72.	-293.	67215.	72342.
54340.00	79.	8.	14.	1.05	15.	0.	1.05	0.	15.	-223.	-49.	-223.	67004.	72772.
54380.00	87.	8.	14.	1.05	15.	0.	1.05	0.	15.	-218.	-49.	-218.	66824.	72524.
54400.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-274.	-72.	-274.	66529.	72132.
54420.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-266.	-72.	-266.	66243.	72040.
54440.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-252.	-72.	-252.	66011.	71980.
54460.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-238.	-72.	-238.	65773.	71916.
54480.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-253.	-72.	-253.	65518.	71844.
54500.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-263.	-72.	-263.	65232.	71772.
54520.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-264.	-72.	-264.	64947.	71700.
54540.00	100.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-343.	-72.	-343.	64654.	71628.
SUMAS	1933.	16.	26.		29.	0.		0.	29.	-4333.	-1424.	-4333.		

EN LOS VOLUMENES SE CONTIENE LA EXACTACION DE CUENTAS FRACCIONALES.

QUERETARO S.L.P.
 NO. DE TRAMITE 1 0001

ESTADOS DE CUENTA-MASA PARA SU COMPENSACION

0 ESTACION	VOLUN DPLN	VOLUN DPLN	ULR-E CR-E2	K ASAD	ULR-A CR-E2	ULR-E CR-E3	EDEF ASAD	ULR-A CR-E 3	CORTE COMPS	VOLUN TR-99	VOLUN TR-95	TEMPS COMPS	CURVA MASA-1	CURVA MASA-3
54340.00				1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-314.	-72.	-314.	44454.	91478.
54340.00	96.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-314.	-72.	-314.	44292.	91256.
54380.00	97.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-219.	-72.	-219.	44073.	91484.
54400.00	93.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-212.	-72.	-212.	45841.	94412.
54420.00	93.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-221.	-72.	-221.	25447.	94247.
54440.00	84.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-239.	-72.	-239.	65451.	94248.
54440.00	89.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-207.	-72.	-207.	65194.	94194.
54480.00	92.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-185.	-72.	-185.	65009.	94124.
54700.00	92.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-214.	-72.	-214.	64795.	94052.
54720.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-247.	-72.	-247.	64548.	93790.
54740.00	98.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-314.	-72.	-314.	64232.	93708.
54760.00	103.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-342.	-72.	-342.	63878.	93534.
54780.00	104.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-406.	-72.	-406.	63444.	93744.
*1827.00	108.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-453.	-72.	-453.	63211.	93752.
54820.00	110.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-484.	-72.	-484.	62527.	93420.
54840.00	110.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-503.	-72.	-503.	62324.	93548.
54840.00	111.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-568.	-72.	-568.	61456.	93474.
54880.00	110.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-549.	-72.	-549.	60887.	93484.
54920.00	108.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-458.	-72.	-458.	60429.	93320.
54920.00	104.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-391.	-72.	-391.	60046.	93246.
54940.00	101.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-321.	-72.	-321.	59747.	93182.
54960.00	96.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-315.	-72.	-315.	59432.	93114.
SUMAS	2592.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	-7174.	-1511.	-7174.		

EN LOS VOLUMENES SE CONSIDERA LA EXAMINACION DE CUENTAS PROVISIONALES.

RENTAS S.P.A.

N.º de Cuenta: 0001

0 EXISTENC	MAYO DE CUENTA PARA SU COMPENSACION											
	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
30000.00												
30000.00	90.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-300.	-72.	-300.
	91.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-243.	-72.	-243.
SALDO DE F I N A N C I A S 35000.00 A F I N A N C I A S 35000.00												
	0002.	14.	20.			29.	0.	0.	0.	59.	-16500.	
35000.00												
35000.00	109.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	-501.	-144.	-511.	
	0624.	754.	1054.		1109.	0.	0.	1109.	-27877.	-7028.	-27877.	

EN LOS VOUCHERS SE CONSIDERA LA EXAMINACION DE CUENTAS PROVISIONALES.

ESTACION	DATOS DE FUNDACION PARA SU CONSTRUCCION												TIEMPO COMP	CUBO MADA	CUBO MADA-D		
	VOLAN EJEMP	NO. DE EJEMP															
53000.00																	
53020.00	103.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-223.	-218.	-223.	85435.	97782.			
53040.00	100.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-183.	-213.	-183.	85252.	97549.			
53060.00	98.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-171.	-200.	-171.	85081.	97361.			
53080.00	101.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-211.	-214.	-211.	84848.	97147.			
53100.00	105.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-242.	-219.	-242.	84584.	96728.			
53120.00	103.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-240.	-219.	-240.	84326.	96709.			
53140.00	106.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-338.	-226.	-338.	83970.	96409.			
53160.00	108.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-340.	-223.	-340.	83630.	96269.			
53180.00	101.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-283.	-220.	-283.	83347.	96049.			
53200.00	98.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-224.	-219.	-224.	83123.	97835.			
53220.00	113.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-229.	-219.	-229.	82977.	97611.			
53240.00	115.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-232.	-218.	-232.	82745.	97397.			
53260.00	27.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-45.	-55.	-45.	82426.	97331.			
53280.00	71.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-99.	-157.	-99.	82320.	97176.			
53300.00	74.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-111.	-215.	-111.	82408.	96963.			
53320.00	75.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-94.	-217.	-94.	82311.	96750.			
53340.00	94.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-121.	-215.	-121.	82187.	96578.			
53360.00	94.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-124.	-215.	-124.	82017.	96357.			
53380.00	94.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-151.	-215.	-151.	81916.	96105.			
53400.00	1824.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	-3741.	-3075.	-3741.					

EX LOS VOLUMENES SE CONSIDERO LA EXCAVACION DE CUNETAS PROVISIONALES.

1

INVENTARIO S.L.P.		ESTADO DE CUENTAS PARA SU COMPARACION																	
DE: EL PERIODO: 1997		AL: EL PERIODO: 1997																	
EXTRINSECO	VOLUMEN POPUL	VOLUMEN POPUL	19-96	19-96	19-96	19-96	19-96	19-96	19-96	19-96	19-96	19-96	19-96	19-96	19-96	19-96	19-96	19-96	
	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	1997	
53340.00																		81116	94185
53380.00	94.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-201.	-216.	-201.						81215	95088
53400.00	98.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-229.	-216.	-229.						81086	95673
53420.00	103.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-204.	-216.	-204.						81202	95457
53440.00	103.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-200.	-216.	-200.						81211	95241
53460.00	98.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-189.	-216.	-189.						81231	95275
53480.00	91.	0.	0.	1.10	0.	0.	1.10	0.	0.	-89.	-213.	-89.						80446	94812
53500.00	89.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-50.	-212.	-50.						80594	94600
53520.00	89.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-76.	-210.	-76.						80508	94396
53540.00	91.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-133.	-211.	-133.						80262	94179
53560.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-128.	-215.	-128.						80239	93966
53580.00	92.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-182.	-214.	-182.						80127	93758
53600.00	87.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-108.	-214.	-108.						80229	93536
53620.00	89.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-91.	-209.	-91.						79936	93177
53640.00	29.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-20.	-80.	-20.						79918	93260
53660.00	57.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-75.	-134.	-75.						79843	93121
53680.00	85.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-106.	-210.	-106.						79737	92916
53700.00	74.	2.	1.	1.05	1.	0.	1.05	0.	1.	-29.	-164.	-29.						79709	92752
53720.00	40.	26.	10.	1.05	11.	0.	1.05	0.	11.	-8.	-99.	-8.						79711	92653
53740.00	15.	51.	42.	1.05	44.	0.	1.05	0.	44.	0.	-74.	0.						79725	92579
53760.00	0.	57.	00.	1.05	84.	0.	1.05	0.	84.	0.	-67.	0.						79839	92511
53780.00	3.	43.	113.	1.05	119.	0.	1.05	0.	119.	0.	-61.	0.						79726	92451
SUMAS	1543.	199.	246.		250.	0.		0.	250.	-2217.	-2454.	-2217.							

EN LOS VOLUMENES SE CONSIGNO LA EXCAVACION DE ISMETAS PROFESIONALES.

INVENTARIO P.L.P.														
NO. DE TRABAJO : 4891														
DATOS DE CONTROL PARA SU COMPARACION														
U ESTACION	VOLU MPLR	VOLU PSF3	PL-3 CI-3	K ABO	CI-3	CI-3	CI-3	CI-3	CI-3	CI-3	CI-3			
U ESTACION	VOLU MPLR	VOLU PSF3	PL-3 CI-3	K ABO	CI-3	CI-3	CI-3	CI-3	CI-3	CI-3	CI-3			
53746.00	0.	64.	167.	1.05	173.	0.	1.05	0.	173.	0.	-60.	0.	7998.	92411.
53780.00	0.	67.	169.	1.05	177.	0.	1.05	0.	177.	0.	-60.	0.	80133.	92371.
53800.00	0.	67.	169.	1.05	177.	0.	1.05	0.	177.	0.	-60.	0.	80311.	92331.
53820.00	44.	40.	73.	1.05	77.	0.	1.05	0.	77.	-144.	-112.	-144.	80221.	92319.
53846.00	44.	39.	67.	1.05	65.	0.	1.05	0.	65.	-144.	-112.	-144.	80120.	91677.
53866.00	0.	66.	162.	1.05	167.	0.	1.05	0.	167.	0.	-60.	0.	80228.	92417.
53880.00	0.	66.	162.	1.05	166.	0.	1.05	0.	166.	0.	-60.	0.	80334.	91987.
53900.00	0.	66.	73.	1.05	77.	0.	1.05	0.	77.	0.	-60.	0.	80412.	91927.
53970.00	11.	56.	20.	1.05	21.	0.	1.05	0.	21.	0.	-61.	0.	80411.	91846.
53986.00	37.	31.	5.	1.05	9.	0.	1.05	0.	9.	0.	-47.	0.	80439.	91799.
53980.00	54.	16.	2.	1.05	2.	0.	1.05	0.	2.	0.	-83.	0.	80441.	91714.
53980.00	53.	17.	4.	1.05	4.	0.	1.05	0.	4.	0.	-94.	0.	80445.	91822.
54000.00	68.	8.	2.	1.05	2.	0.	1.05	0.	2.	0.	-181.	0.		
S U H A S D E L K I L O M E T R O 53800.00 A L K I L O M E T R O 54000.00														
3480 778 1028 1877 0 0 2152 -4256														
54000.00	0.	64.	167.	1.05	173.	0.	1.05	0.	173.	0.	-60.	0.	80447.	91801.
54020.00	84.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-14.	-196.	-14.	80433.	91205.
54040.00	87.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-44.	-212.	-44.	80389.	91974.
54043.00	10.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-12.	-32.	-12.	80376.	91844.
54060.00	84.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-114.	-184.	-114.	80282.	90840.
54080.00	113.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-239.	-214.	-239.	80023.	90444.
54100.00	120.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-354.	-214.	-354.	79827.	91428.
54120.00	115.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-372.	-214.	-372.	79725.	92212.
54140.00	110.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-324.	-214.	-324.	79771.	89996.
S U M A	1044.	539.	782.	821.	0.	0.	821.	-1807.	-2453.	-1807.				
EN LOS SITIOS SE CONCIERTO LA EXCAVACION DE CIMENTAS PROVISIONALES.														

ESTACION		DATOS DE CUENCA PARA SU COMPLEMENTACION																
0	ESTACION	VOLUMEN DEPLA	VOLUMEN DEPLA	PLA-2 CI-E2	CI-E2	CI-E2	CI-E2	CI-E2	CI-E2	CI-E2	CI-E2	CI-E2						
	54100.00																	
	54100.00	100.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-277.	-216.	-277.		78971.	87954.		
	54100.00														78674.	87780.		
	54100.00	106.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-289.	-216.	-289.		78385.	87564.		
	54200.00	103.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-262.	-216.	-262.		78123.	87340.		
	54200.00	100.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-227.	-216.	-227.		77876.	87122.		
	54200.00	98.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-212.	-215.	-212.		77684.	86917.		
	54200.00	101.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-238.	-215.	-238.		77424.	86702.		
	54200.00	103.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-244.	-216.	-244.		77180.	86486.		
	54200.00	85.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-184.	-187.	-184.		77032.	86299.		
	54300.00	13.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-19.	-29.	-19.		77012.	86278.		
	54300.00	96.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-153.	-215.	-153.		76862.	86055.		
	54300.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-157.	-208.	-157.		76785.	85847.		
	54300.00	79.	0.	14.	1.05	15.	0.	1.05	0.	15.	-112.	-180.	-112.		76508.	85637.		
	54300.00	81.	0.	14.	1.05	15.	0.	1.05	0.	15.	-100.	-187.	-100.		76322.	85480.		
	54400.00	96.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-130.	-216.	-130.		76292.	85264.		
	54420.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-123.	-215.	-123.		76275.	85049.		
	54440.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-110.	-216.	-110.		76160.	84835.		
	54440.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-96.	-215.	-96.		76064.	84622.		
	54480.00	94.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-112.	-216.	-112.		75952.	84408.		
	54500.00	98.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-140.	-215.	-140.		75812.	84193.		
	54500.00	96.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-163.	-215.	-163.		75667.	83978.		
	54500.00	100.	0.	0.	1.05	0.	0.	1.05	0.	0.	-199.	-216.	-199.		75475.	83762.		
	SUMAS	1932.	11.	20.		29.	0.		0.	29.	-3531.	-4234.	-3531.					

EN LOS VOLUMENES DE CONTIENE LA ESCRIPCION DE CUENTAS PROFESIONALES.

DETALLE DEL P. M. DE TRABAJO														
O	ESTRATOR	VALOR M2/PLA	CANTIDAD DE TRABAJO											
												TRABAJOS COMPLETOS	TRABAJOS EN CURSO	TRABAJOS PENDIENTES
54500.00	96.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-171.	-213.	-171.	79079.	85782.
54580.00	87.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-79.	-212.	-79.	73229.	85335.
54660.00	73.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-72.	-211.	-72.	73147.	85126.
54720.00	77.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-84.	-207.	-84.	75033.	84715.
54640.00	84.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-102.	-209.	-102.	71911.	83794.
54660.00	89.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-70.	-209.	-70.	74891.	84477.
54880.00	72.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-47.	-210.	-47.	74844.	84287.
54700.00	77.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-72.	-214.	-72.	74772.	84072.
54720.00	94.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-104.	-212.	-104.	74660.	83958.
54740.00	98.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-172.	-214.	-172.	74476.	83442.
54760.00	103.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-210.	-214.	-210.	74278.	83426.
54780.00	104.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-242.	-214.	-242.	74016.	83210.
54800.00	108.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-309.	-214.	-309.	73757.	82724.
54820.00	110.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-340.	-214.	-340.	73547.	82778.
54840.00	110.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-339.	-214.	-339.	73608.	82542.
54860.00	110.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-274.	-214.	-274.	72584.	82348.
54880.00	110.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-425.	-214.	-425.	72157.	82130.
54900.00	100.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-313.	-214.	-313.	71844.	81714.
54720.00	104.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-214.	-214.	-214.	71430.	81498.
54740.00	101.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-178.	-215.	-178.	71422.	81423.
54760.00	98.	0.	0.	1.00	0.	0.	1.00	0.	0.	-172.	-215.	-172.	71332.	81248.
SUMAS	2092.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	-4190.	-4494.	-4190.		

EN LOS VOLUMENES SE CONSIDERA LA EXCAVACION DE CUENTAS PROVISIONALES.

**GEOMETRIA DEL SECCIONAMIENTO -
DE CONSTRUCCION.**

ESTACION		EPP		LARGO		DEL SECCIONAMIENTO		LARGO		DESECHO DEL SECCIONAMIENTO	
PIN-20	PIN-20	CM	CM	PIN-20	PIN-20	PIN-20	PIN-20	PIN-20	PIN-20	PIN-20	PIN-20
53170.00	2057.70 2058.10	.99	30	1-1	7.4100000000000000 -7.4100000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	7.77 -8.08	
53140.00	2057.41 2058.20	.96	30	1-1	7.4100000000000000 -7.4200000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	8.11 -8.02	
53140.00	2057.37 2058.30	1.16	30	1-1	8.0200000000000000 -8.0200000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	8.11 -8.02	
53180.00	2057.44 2058.77	1.29	30	1-1	8.2200000000000000 -8.2200000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	8.11 -8.02	
53400.00	2057.57 2058.91	1.32	30	1-1	8.5900000000000000 -8.5900000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	8.73 -8.63	
53470.00	2057.89 2057.89	1.45	30	1-1	9.1000000000000000 -9.1200000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	8.82 -8.73	
53440.00	2057.89 2057.70	1.29	30	1-1	8.7700000000000000 -8.7800000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	8.74 -8.64	
53460.00	2057.84 2057.84	1.85	30	1-1	8.7500000000000000 -8.7600000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	8.78 -8.68	
53480.00	2057.94 2057.83	.67	30	1-1	6.8200000000000000 -6.8200000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	7.61 -7.51	
53500.00	2057.99 2057.81	.82	30	1-1	6.9700000000000000 -6.9700000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	7.84 -7.74	
53520.00	2057.99 2057.99	1.00	30	1-1	6.7200000000000000 -6.7300000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	8.16 -8.06	
53540.00	2057.09 2058.17	1.08	30	1-1	7.1300000000000000 -7.1300000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	8.13 -8.03	
53560.00	2057.28 2058.35	.97	30	1-1	7.1700000000000000 -7.1800000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	8.71 -8.61	
53580.00	2057.41 2058.41	.90	30	1-1	7.1200000000000000 -7.1300000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	7.78 -7.68	
53600.00	2057.44 2058.91	1.05	30	1-1	6.8000000000000000 -6.8100000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	7.92 -7.82	
53620.00	2058.13 2058.13	.74	30	1-1	6.5100000000000000 -6.5200000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	7.82 -7.72	
53621.82	2058.74 2058.74	.72	30	1-1	6.1500000000000000 -6.1600000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	7.93 -7.83	
53640.00	2057.85 2059.67	1.22	30	1-1	7.1400000000000000 -7.1500000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	8.25 -8.15	
53660.00	2058.58 2059.28	.64	30	1-1	7.6200000000000000 -7.6300000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	8.06 -7.96	
53680.00	2059.09 2059.43	.43	30	1-1	5.4400000000000000 -5.4500000000000000	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	5.45 -10	5.4500000000000000 -10	6.4100000000000000 -6.4200000000000000	8.74 -8.64	
53700.03	2059.41 2059.41	.00	30	4-4	5.2300000000000000 -5.2400000000000000	5.42 -46	.92 -09	4.50 -09	.92 -09	5.62 -46	
53720.00	2059.19 2059.77	.33	30	4-4	5.6400000000000000 -5.6500000000000000	5.42 -46	.92 -09	4.50 -09	.92 -09	5.67 -46	
53740.00	2058.31 2059.01	.48	30	4-4	5.4700000000000000 -5.4800000000000000	5.42 -46	.92 -09	4.50 -09	.92 -09	5.62 -46	

DIAGRAMA N.º 1
 ESTACION 511-THU H
 EPPY PUN
 LADO INTERIOR DEL SECCIONAMIENTO
 LADO EXTERIOR DEL SECCIONAMIENTO

ESTACION	511-THU H	EPPY PUN	LADO INTERIOR DEL SECCIONAMIENTO	LADO EXTERIOR DEL SECCIONAMIENTO
511-THU H	EPPY PUN	511-THU H	EPPY PUN	511-THU H
51740.00	2050.53	- .59 .30 4-4	5.4400000000000000	5.42 .92 4.50
51760.00	2050.44	- .72 .30 4-4	5.5700000000000000	5.42 .92 4.50
51800.00	2050.33	- .44 .30 4-4	5.7200000000000000	5.42 .92 4.50
51820.00	2050.77	1.03 .30 1-4	5.8700000000000000	6.410000 5.42
51840.00	2051.11	- .44 .30 4-4	5.4500000000000000	5.42 .92 4.50
51860.00	2050.74	- .30 .30 4-4	5.4400000000000000	5.42 .92 4.50
51880.00	2050.44	- .41 .30 4-4	5.4400000000000000	5.42 .92 4.50
51900.00	2050.92	- .03 .30 4-4	5.3800000000000000	5.42 .92 4.50
51920.00	2050.54	-.04 .30 4-4	5.3200000000000000	5.42 .92 4.50
51940.00	2050.16	-.12 .30 4-4	5.3100000000000000	5.42 .92 4.50
51960.00	2050.79	-.17 .30 4-1	5.3500000000000000	5.42 .92 4.50
51980.00	2050.49	-.14 .30 4-1	5.3400000000000000	5.42 .92 4.50
54000.00	2050.31	-.51 .30 1-1	6.2300000000000000	5.450000 5.45
54120.00	2050.31	-.70 .30 1-1	6.8000000000000000	6.410000 5.45
54040.00	2050.01	.48 .30 1-1	7.1700000000000000	6.410000 5.45
54043.00	2050.04	.80 .30 1-1	7.7000000000000000	6.410000 5.45
54060.00	2050.17	1.18 .30 1-1	8.4000000000000000	6.410000 5.45
54080.00	2050.83	1.22 .30 1-1	10.7000000000000000	6.410000 5.45
54100.00	2050.17	1.41 .30 1-1	10.8700000000000000	6.410000 5.45
54120.00	2050.75	1.44 .30 1-1	9.4000000000000000	6.410000 5.45
54140.00	2050.47	1.47 .30 1-1	9.4500000000000000	6.410000 5.45
54160.00	2050.78	1.46 .30 1-1	9.4100000000000000	6.410000 5.45
54180.00	2050.60	1.44 .30 1-1	8.7000000000000000	6.410000 5.45

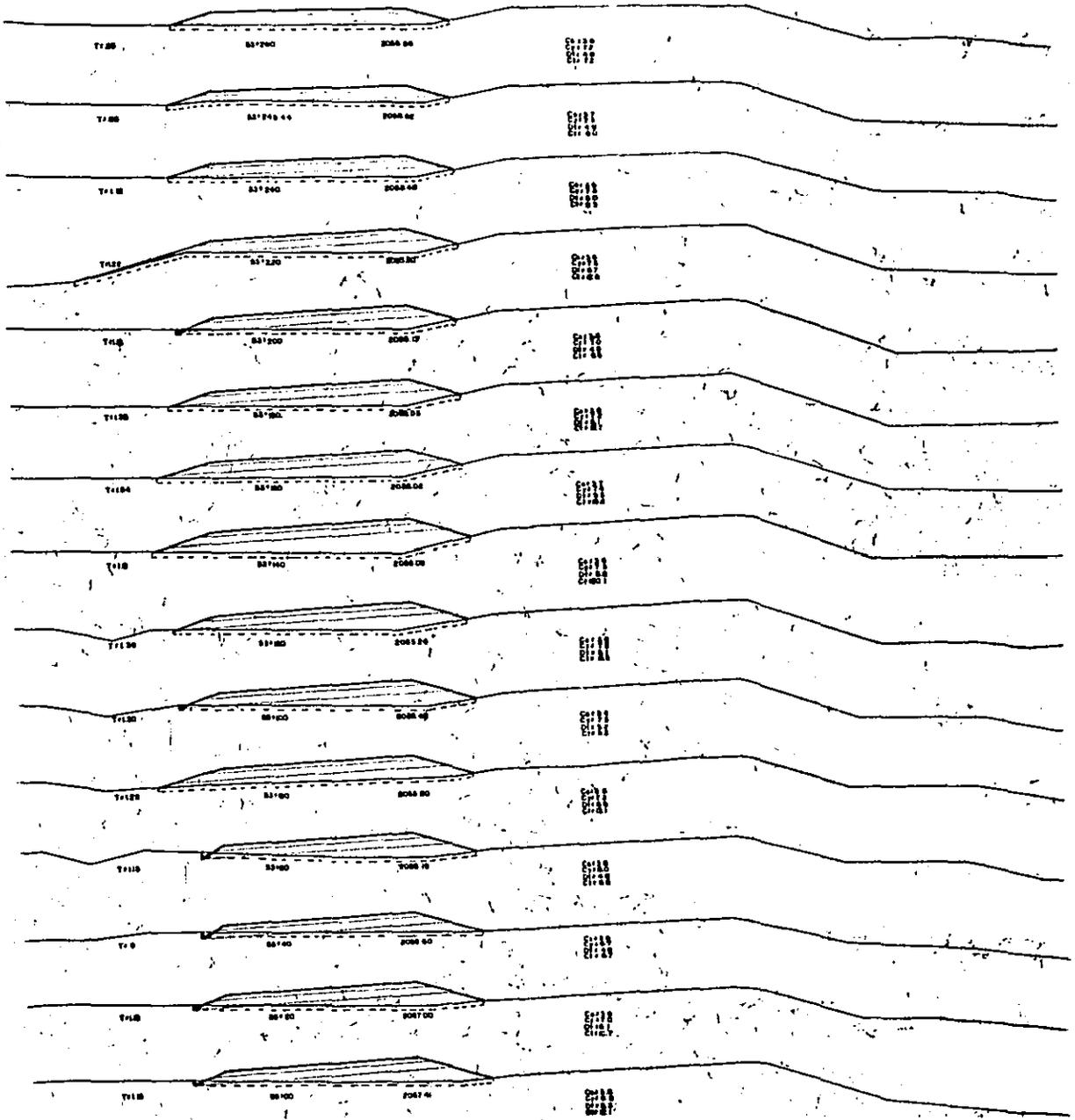
ESTACION		EL-E	THE	H	TRP	FOR	LADO	INSTRUMENTO	DEL	RECIPIENTE	LADO	INSTRUMENTO	DEL	RECIPIENTE
		111-508			111-508			111-508	111-508	111-508	111-508	111-508	111-508	111-508
54440.00	2049.09	1.02	.30	1-1	7.7000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	7.37				
2050.01	2050.01				-6.4000000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-7.34				
54440.00	2049.70	1.43	.30	1-1	7.7000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	7.34				
2050.01	2050.01				-6.4000000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-7.31				
54440.00	2049.47	0.46	.30	1-1	7.7000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	7.37				
2050.01	2050.01				-6.4000000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-7.34				
54700.00	2049.60	1.01	.30	1-1	7.7000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	7.37				
2050.01	2050.01				-6.4000000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-7.34				
54720.00	2049.87	1.04	.30	1-1	7.7000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	8.30				
2050.01	2050.01				-6.4000000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-1.06				
54740.00	2049.81	1.21	.30	1-1	8.1000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	8.34				
2050.01	2050.01				-1.1500000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-1.04				
54740.00	2049.75	1.34	.30	1-1	8.0000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	8.30				
2050.01	2050.01				-1.7400000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-1.42				
54780.00	2049.54	1.46	.30	1-1	9.1000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	8.36				
2050.01	2050.01				-1.3400000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-1.37				
54800.00	2049.40	1.53	.30	1-1	9.1000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	8.31				
2050.01	2050.01				-1.4100000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-1.29				
54820.00	2049.37	1.43	.30	1-1	9.1000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	8.34				
2050.01	2050.01				-1.5400000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-1.30				
54840.00	2049.35	1.46	.30	1-1	9.1000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	8.37				
2050.01	2050.01				-1.5400000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-1.29				
54860.00	2049.30	2.21	.30	1-1	9.1700000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	8.30				
2050.01	2050.01				-1.5400000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-1.29				
54880.00	2049.27	1.74	.30	1-1	9.1000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	8.25				
2050.01	2050.01				-1.5700000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-1.20				
54900.00	2049.55	1.49	.30	1-1	9.1000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	8.32				
2050.01	2050.01				-1.5300000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-0.99				
54920.00	2049.81	0.95	.30	1-1	8.0000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	8.35				
2050.01	2050.01				-1.0500000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-1.10				
54940.00	2049.81	1.20	.30	1-1	8.6700000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	7.09				
2050.01	2050.01				-1.1800000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-0.99				
54960.00	2049.74	1.06	.30	1-1	8.0000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	8.33				
2050.01	2050.01				-0.9500000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-1.10				
54980.00	2049.79	1.09	.30	1-1	8.1000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	7.78				
2050.01	2050.01				-1.0700000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-0.88				
55000.00	2049.45	0.74	.30	1-1	7.1000000000000000	6.4100000	5.45	5.4500000	6.4100000000000000	7.37				
2050.01	2050.01				-0.4000000000000000	-6.42	-1.10	-1.10	-6.4200000000000000	-0.71				

METODO ELECTRONICO

CADENAMIENTO

ELEVACION DE SUBRASANTE

METODO TRADICIONAL

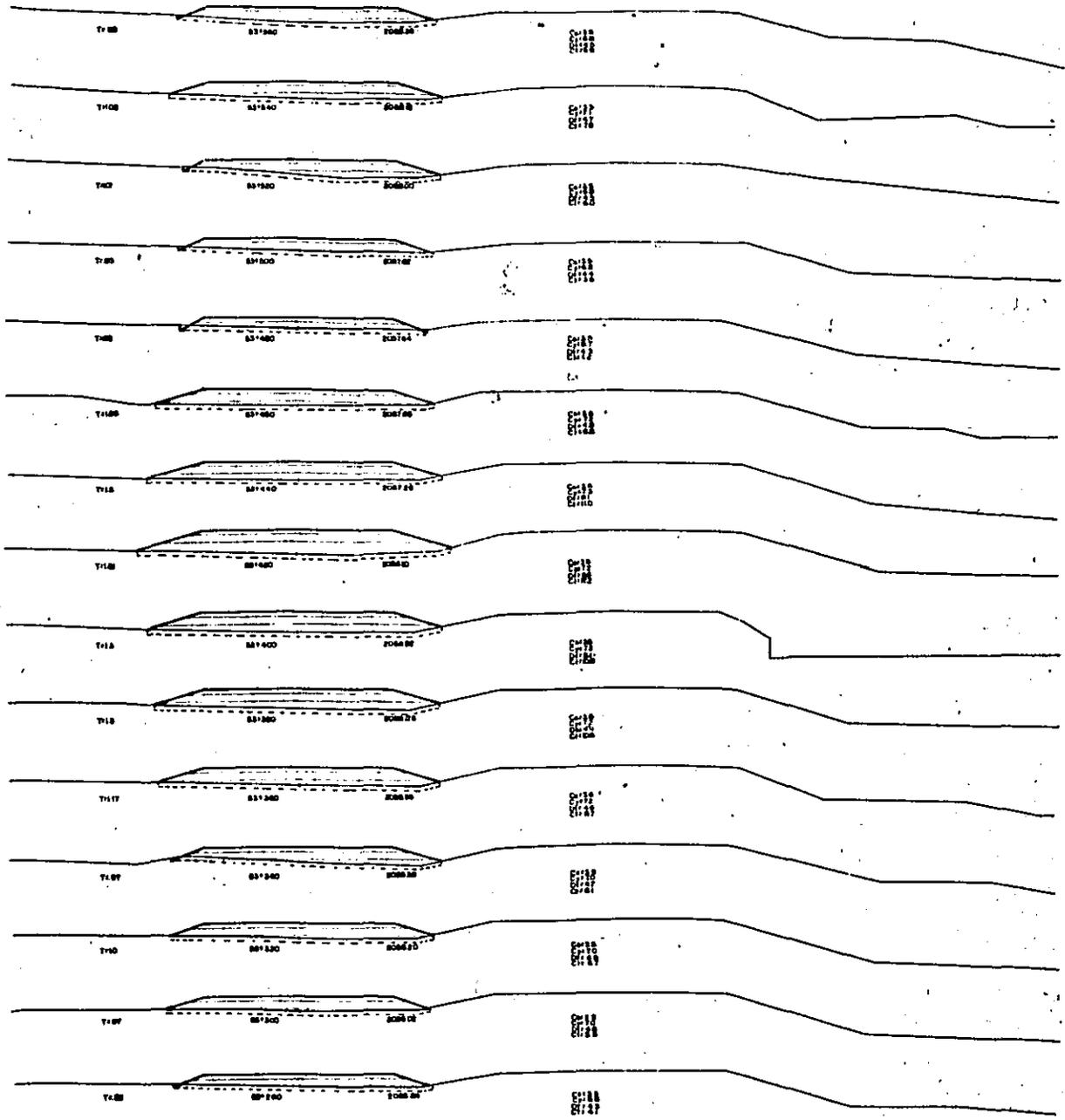


METODO ELECTRONICO

CADENAMIENTO

ELEVACION DE SUBRASANTE

METODO TRADICIONAL

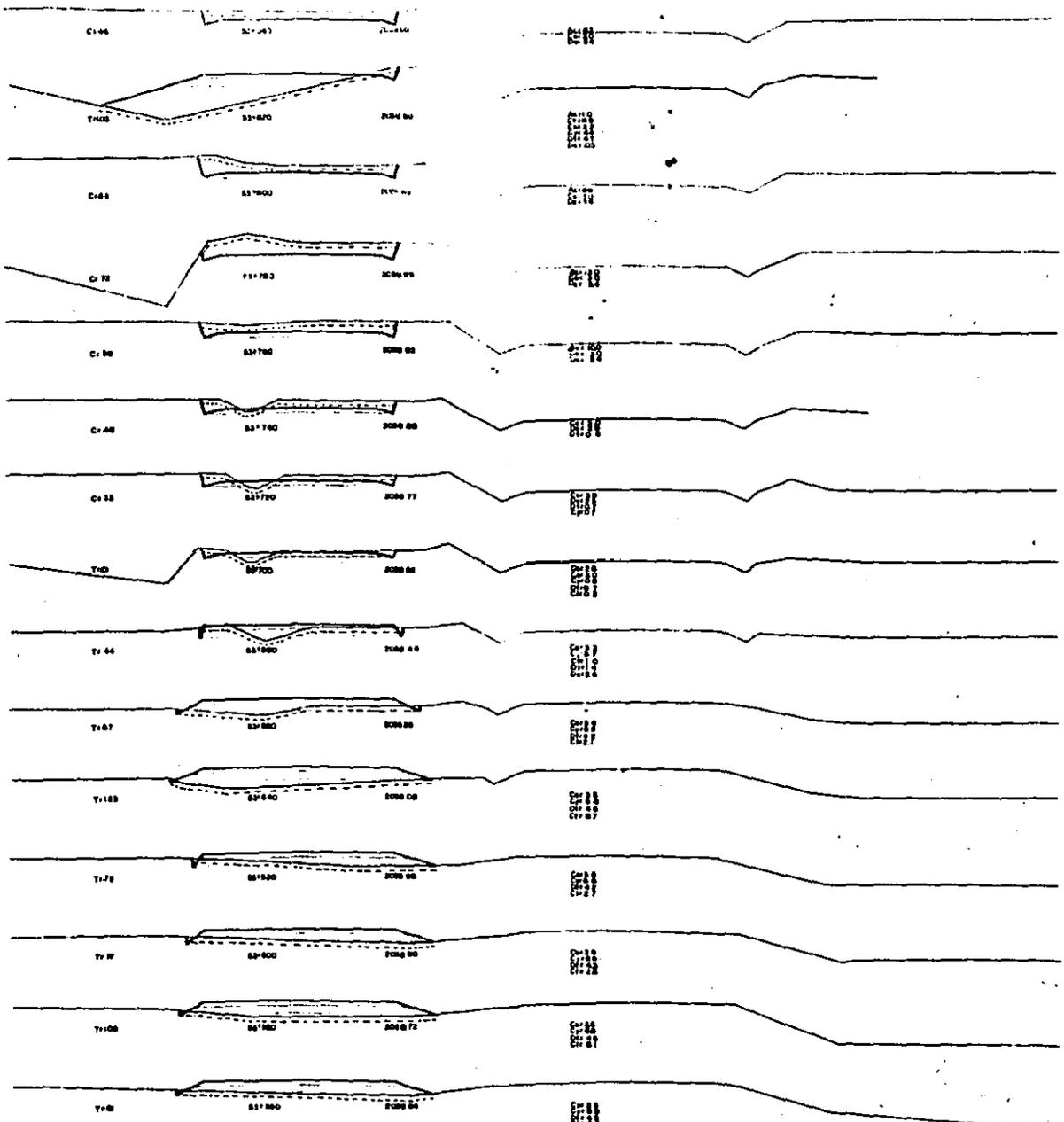


METODO ELECTRONICO

CADENAMIENTO

ELEVACION DE SUBRANANTE

METODO TRADICIONAL



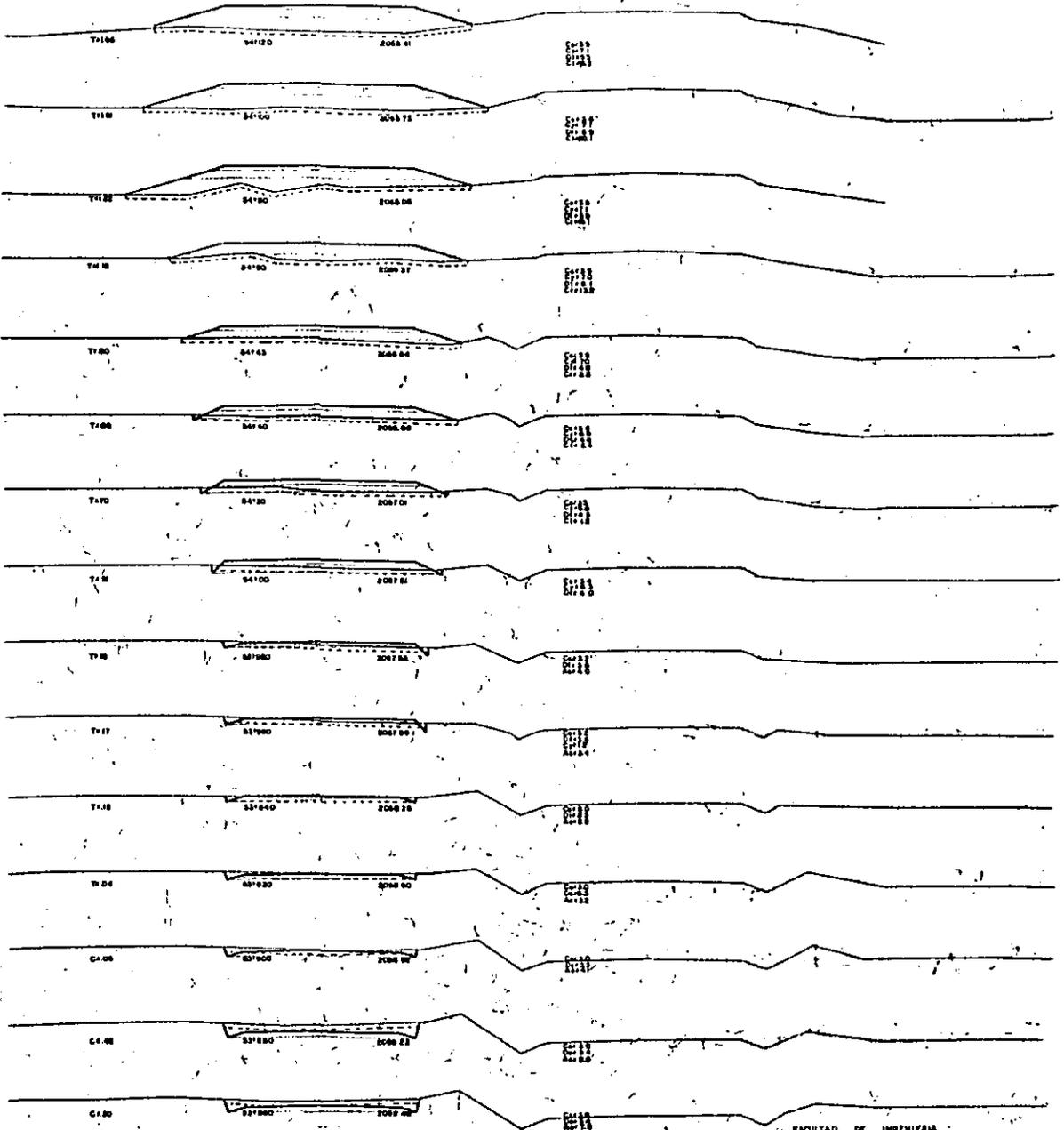
FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIVERSIDAD "LA SALLE"
 "TODOS LOS DIAS"
 ALUMNO: ALVARO V. ROA CASASSA
 INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

METODO ELECTRONICO

CADENAMIENTO

ELEVACION DE SUBRASANTE

METODO TRADICIONAL

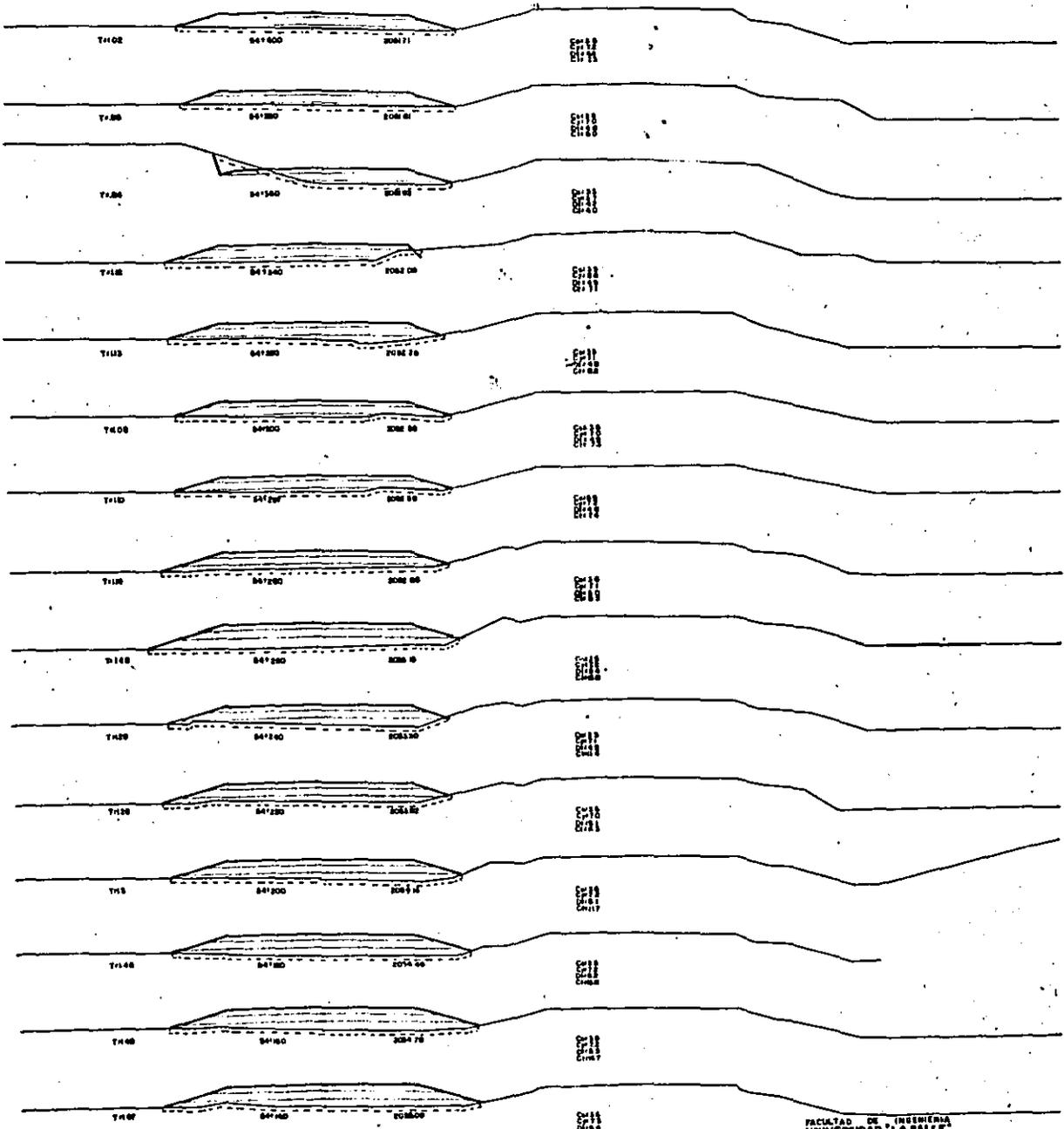


METODO ELECTRONICO

CADENAMIENTO

ELEVACION DE SUBRASANTE

METODO TRADICIONAL



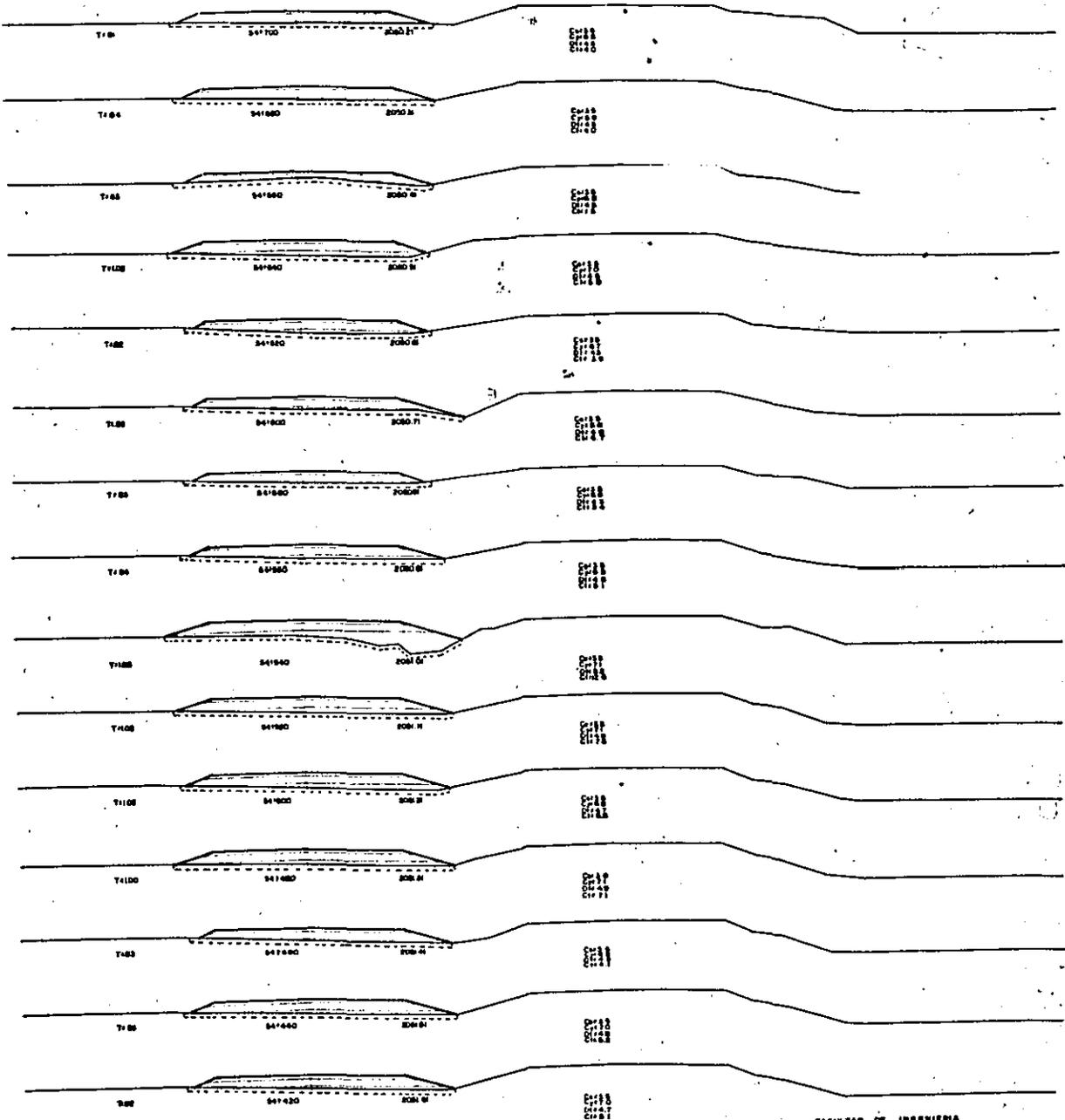
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD "LA SALLE"
"VICIO PROFESIONAL"
ALONSO ALVARO V. GONZALEZ
SECCION TRANSVERSALES 09

METODO ELECTRONICO

CADENAMENTO

ELEVACION DE SUBRASANTE

METODO TRADICIONAL



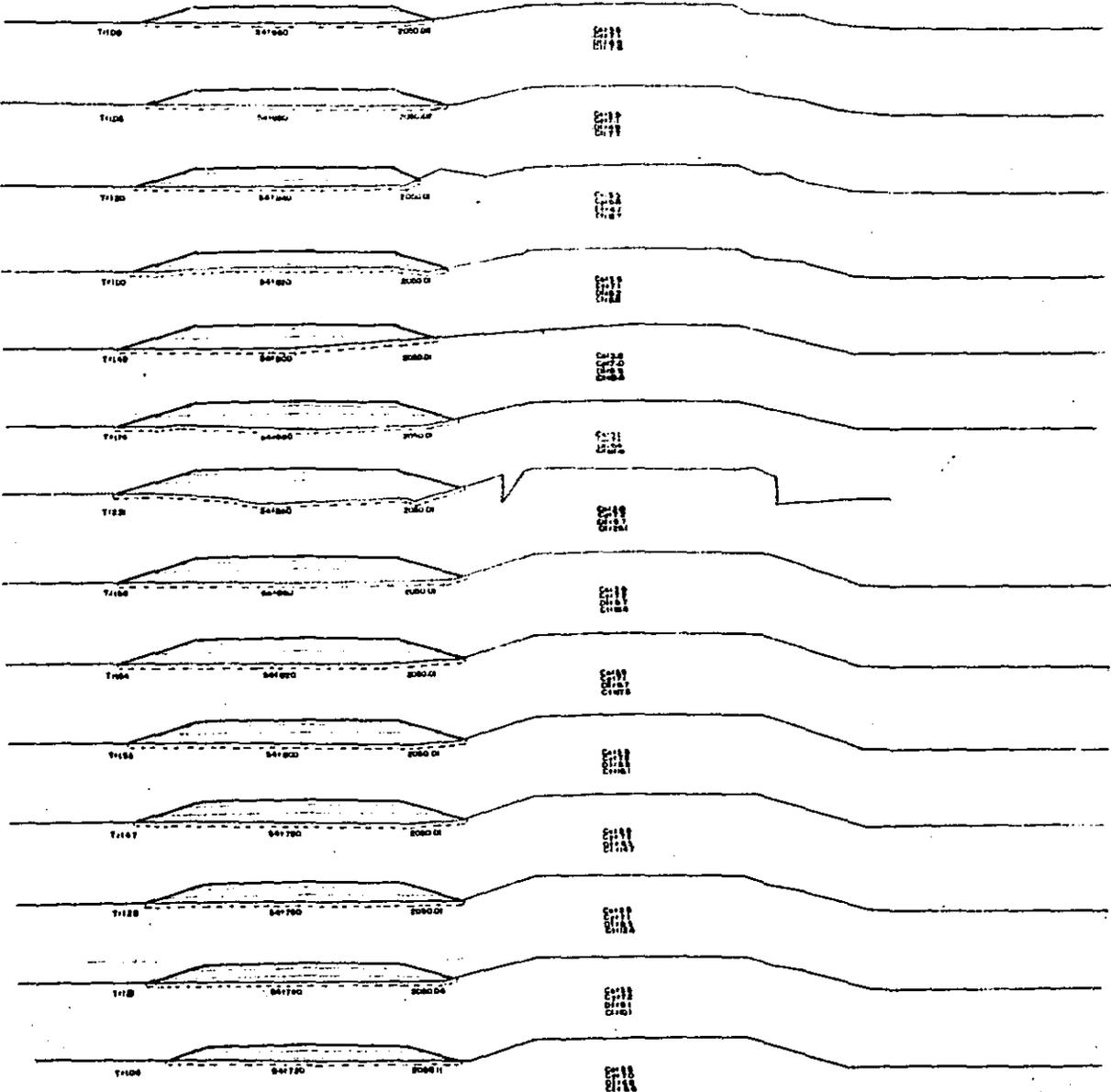
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD "LA SALLE"
"TALLER PROFESIONAL"
"DISEÑO ALVIANO Y SUS DERIVADOS"
CATEDRA: SECCIONES TRANSVERSALES DE

METODO
ELECTRONICO

CADENAMENTO

ELEVACION DE
SUBRASANTE

METODO
TRADICIONAL



Con los resultados del Cálculo de Volúmenes y Ordenada de -- Curva Masa, procedemos al Dibujo de dicha Ordenada y al --- Análisis de la Compensadora Económica. El mencionado Dibujo se presenta en el mismo plano donde se realizó el perfil del terreno con el proyecto de la subrasante. Se presenta de ésta manera porque es la que se utiliza en la Dirección General de Carreteras Federales de la S.C.T.. Los resultados obtenidos -- de éste Análisis se consideran para proseguir con el Proyecto Definitivo.

A continuación muestro únicamente como ejemplo, es decir, que los resultados obtenidos no los considero para proseguir con el proyecto por tratarse de un programa en etapa de experimentación: La Compensación Automática de la Ordenada de Curva - Masa por medio del Cálculo Electrónico. Las cuatro formas de codificación:

- COCM01 .- Compensación Automática de la Ordenada de Curva Masa. Referencia y costos de los movimientos de terracería.
- COCM02 .- Compensación Automática de la Ordenada de Curva Masa. Datos de Bancos de Material.
- COCM03 .- Compensación Automática de la Ordenada de Curva Masa. Datos de Desperdicio.
- COCM04 .- Graficación de la Compensación de Ordenada de Curva Masa. Datos del Tramo.

A manera de ejemplo nuestro también el listado de resultados obtenidos y la graficación producto de las formas (necesarias para proporcionar los datos al programa) mencionadas con anterioridad.

EJEMPLO DE LA COMPENSACION
AUTOMATICA DE LA ORDENADA
DE CURVA MASA POR MEDIO --
DEL CALCULO ELECTRONICO --
(PROGRAMA EN ETAPA DE EXPER
RIMENTACION).



DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES
DIRECCION DE PROYECTO DE CARRETERAS
SUBDIRECCION DE FOTOGRAFIERIA Y PROCESO DE DATOS
DEPARTAMENTO DE PROCESO DE DATOS

FORMA COCNO4

- 362 -

FORMA COCNO 4
GRAFICACION DE LA COMPENSACION
DE ORDENADA DE CURVA M.C.S.A.

CARRETERA: QUERETARO - SAN LUIS POTOSI.

TRAMO : ENTR. SAN MIGUEL ALLENDE - ENTR. DOLORES.

DATOS DEL TRAMO

REGISTRO

CADENAMIENTO INICIAL 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

CADENAMIENTO FINAL 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

SE REQUIERE GRAFICACION SI

NO

ESCALA VERTICAL: _____ m³/cm

DEFASE VERTICAL: _____ m³

1955	1956	1957
1958	1959	1960
1961	1962	1963
1964	1965	1966
1967	1968	1969
1970	1971	1972

SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE CARRERAS FEDERALES
DIRECCION DE PROYECTOS DE CARRETERAS

INSTRUMENTOS DE PARTICIPACION EN PROYECTOS DE OBRAS

COMPROMISOS DE PARTICIPACION

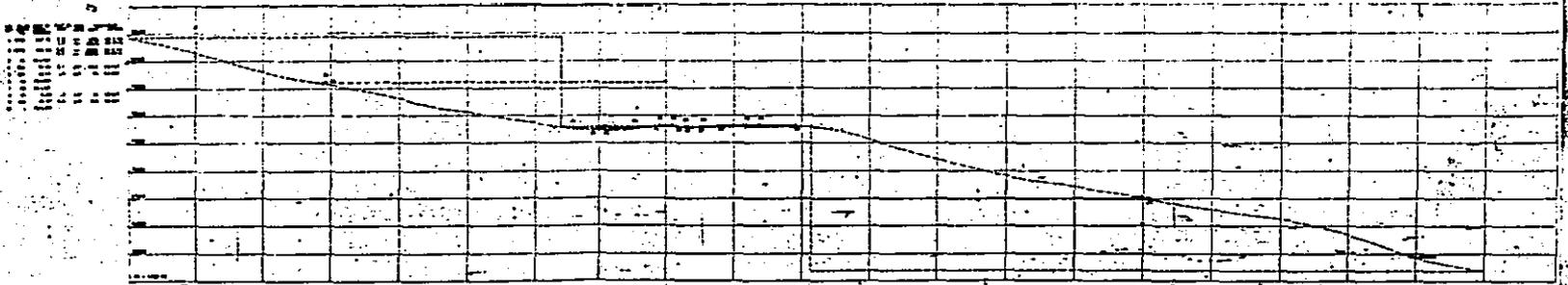
FECHA DE FIRMA DEL INSTRUMENTO DE PARTICIPACION

LINE	QTY	UNIT PRICE	AMOUNT	TAX	TOTAL	DISC	NET	EST	EST	EST	EST	EST	EST
1	53	800.00	42400.00	1000.00	43400.00	770.00	42630.00	1.0	100	100	100	100	100
2	53	800.00	42400.00	1000.00	43400.00	770.00	42630.00	1.0	100	100	100	100	100
3	53	700.00	37100.00	10.00	37110.00	15.00	37095.00	AC-1100					
4	53	700.00	37100.00	10.00	37110.00	15.00	37095.00	AC-1100					
5	53	700.00	37100.00	10.00	37110.00	15.00	37095.00	AC-1100					
6	53	700.00	37100.00	10.00	37110.00	15.00	37095.00	AC-1100					
7	53	700.00	37100.00	10.00	37110.00	15.00	37095.00	AC-1100					
8	53	700.00	37100.00	10.00	37110.00	15.00	37095.00	AC-1100					
9	53	700.00	37100.00	10.00	37110.00	15.00	37095.00	AC-1100					
10	53	700.00	37100.00	10.00	37110.00	15.00	37095.00	AC-1100					
												3170.941	

Después de fijar las compensadoras a lo largo del tramo en el plano del perfil del terreno con el Proyecto de la subrasante y de determinar las distancias medias de acarreo de todos y - cada uno de los movimientos de tierra resultantes, así como - asignarles un número ó una letra para identificación, proce-- demos a calcular los movimientos de tierra. A continuación se presentan las siguientes formas de cálculo:

- 1) Cálculo de los sobrecarreos.
- 2) Cálculo de los préstamos.
- 3) Clasificación de materiales.

Y para terminar con el procedimiento se muestra la forma que contiene las cantidades de obra de terracerías por realizar.



SCT

DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS
 DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS

ESTADÍSTICA DE BARRIORES

ESTADO Y SECRETARÍA DE
 OBRAS PÚBLICAS Y
 SERVICIOS URBANOS

DIAGRAMAS DE CURVA - MASA 18

FORMAS DE CALCULO

S. C. T. - 368 -
 DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
 OFICINA DE PROYECTO DEFINITIVO

CAMINO QUERETARO - C 1 R
 TRAMO : EN. S. H. A. - RI. DOLORES.
 CLOTRAMO
 DE KM. 53 - 000 A KM. 55 - 000

CALCULO DE LOS PRETAMOS

V PRETAMO DE BANCO A 200m. 120. DE EST. 53 + 800 CLASIF. 20 - 80 - 00 COMR A 100 % ----- m ³ e COMR A 95 % $\frac{463R}{1.01}$ = 4592 m ³ e 1 ^o Km. COMR A 90 % $\frac{586R}{1.06}$ = 5536 m ³ e 1 ^o Km. S.A. = 10128 m ³ a 1 ^o Km. 10128 A = 2026 B = 8102 C = ---		VI PRETAMO DE BANCO A 200m. 120. DE EST. 53 + 800 CLASIF. 20 - 80 - 00 COMR A 100 % ----- m ³ e COMR A 95 % $\frac{6902}{1.01}$ = 6834 m ³ e 1 ^o Km. COMR A 90 % $\frac{9380}{1.06}$ = 8849 m ³ e 1 ^o Km. S.A. = 15683 m ³ a 1 ^o Km. 15683 A = 3137 B = 12540 C = ---				
C PRETAMO DE BANCO A 200m. 120. DE EST. 53 + 800 CLASIF. 20 - 80 - 00 COMR A 100 % $\frac{2810}{0.95}$ = 2958 m ³ e 1 ^o Km. COMR A 95 % ----- m ³ e COMR A 90 % ----- m ³ e S.A. = 2958 m ³ a 1 ^o Km. 2958 A = 592 B = 2366 C = ---		D PRETAMO DE BANCO A 200m. 120. DE EST. 53 + 800 CLASIF. 20 - 80 - 00 COMR A 100 % $\frac{4218}{0.95}$ = 4440 m ³ e 1 ^o Km. COMR A 95 % ----- m ³ e COMR A 90 % ----- m ³ e S.A. = 4440 m ³ a 1 ^o Km. 4440 A = 888 B = 3552 C = ---				
PRETAMO DE EST. 53 + 800 CLASIF. --- COMR A 100 % ----- m ³ e COMR A 95 % ----- m ³ e COMR A 90 % ----- m ³ e S.A. = m ³ A = B = C =		PRETAMO DE EST. 53 + 800 CLASIF. --- COMR A 100 % ----- m ³ e COMR A 95 % ----- m ³ e COMR A 90 % ----- m ³ e S.A. = m ³ A = B = C =				
PRETAMO DE EST. 53 + 800 CLASIF. --- COMR A 100 % ----- m ³ e COMR A 95 % ----- m ³ e COMR A 90 % ----- m ³ e S.A. = m ³ A = B = C =		PRETAMO DE EST. 53 + 800 CLASIF. --- COMR A 100 % ----- m ³ e COMR A 95 % ----- m ³ e COMR A 90 % ----- m ³ e S.A. = m ³ A = B = C =				
PRETAMOS	CLASIFICACION	MATERIAL "A"	MATERIAL "B"	MATERIAL "C"	T O T A L	
		6642	26562	---	33,209	
	DENTRO DE LA FAJA DE	20 m.	40 m.	60 m.	80 m.	100 m.
ACARREOS PARA TERRACERIAS	m ³ Est.	m ³ Nm.	m ³ Hb. Nm.	m ³ a 0.5 Km.	m ³ a 1 ^o Km.	33,209

S. O. P. - 370
 DIR. GRAL. DE PROYECTOS Y LABS.
 DEPTO. DE VIAS TERRESTRES
 OFICINA DE PROYECTO DE VIAS TERRESTRES

CAMINO: QUERETARO - S.L.P.
 TRAMO: ENTR. SAN MIGUEL ALENDE - ENTR. COLORE
 STRAMO: _____
 DE Km. 53 + 000 A Km. 55 + 000

CANTIDADES DE OBRA TERRACERIAS

DESMONTE PARA DENSIDAD 100% VEGETACION TIPO		MANGLAR	SELVA O BOSQUE	AMIGDAS O SEMIAMIGDAS CULTIVADAS	DESERTICAS O CULTIVADAS	UNIDAD	
		PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES (MATERIAL "A")		DE CORTES (MATERIAL "A")		hex	
DESPALME		8624		754		m ³	
EXCAVACIONES	TOTAL	ENCORTES AMPLIACION Y ADIC. DE CORDONIA	ABAT. TALUDES	REBAJE CORONA, CORTES Y ESCALONES TERRAPLEN			
	1- EN MATERIAL "A"	0				m ³	
	2 EN MATERIAL "B"	739				m ³	
	3 EN MATERIAL "C"	317				m ³	
	4 MATERIAL APROVECHADO	1056				m ³	
5 MATERIAL DESPERDICIAO					m ³		
PRESTAMOS	TOTAL	LATERALES DENTRO DE LA FAJA DE				DE	
		20m.	40m.	60m.	80m.	100m.	BANCO
	1- EN MATERIAL "A"						5652
	2- EN MATERIAL "B"						2557
3- EN MATERIAL "C"							
COMPACTACION	1- DEL TERRENO NATURAL EN EL AREA DE DESPLANTE DE TERRACERIAS 2- DE LA CANA DE LOS CORTES 3- DE TERRACERIAS EXISTENTES 4- DE PAVIMENTO EXISTENTE	SIN CUÑA DE AFINAMIENTO					
		CON CUÑA DE AFINAMIENTO					
		SIN CUÑA AFINADO					
		85%					
		90%					
	95%						
	100%						
	1- DE TERRAPLENES CON/ SIN CUÑAS DE AFINAMIENTO	1056		14687	12134	7028	m ³
	2- DE LA CAPA SUPERIOR DE TERRAPLENES CONSTRUIDA SOBRE MATERIAL NO COMPACTABLE						m ³
	3- DE TERRAPLENES DE RELLENO PARA FORMAR LA CAPA SUPERASANTE EN CORTES						m ³
4- DE AMPLIACION DE CORONA EN TERRAPLENES EXISTENTES						m ³	
5- DE ELEVACION DE SUBRASANTE EN TERRAPLENES EXISTENTES <small>SIN COSTO Q330m</small>						m ³	
6- DEL TENDIDO DE TALUDES EN TERRAPLENES EXISTENTES						m ³	
ACARREOS PARA TERRACERIAS	m ³ CST		m ³ HM.		m ³ HM. mt.		
	1158		294		47		
México, D. F.	RECIBIDO			ENTREGADO			

ACARREOS PARA PRESTAMO 33 209 m³ 14 Km.

**3) PROYECTO ELABORADO POR EL -
MÉTODO TRADICIONAL**

PROYECTO ELABORADO POR EL METODO TRADICIONAL.

Nuevamente se le recomienda al lector apoyarse en el capítulo V, para la mejor comprensión del procedimiento a seguir.

Dicho procedimiento es, tanto en el proyecto por el método tradicional como por el electrónico en ocasiones, igual -- para ambos casos.

Después de que se realizó la recopilación y revisión de planos y libretas de campo necesarios para iniciar nuestro proyecto definitivo, como primer paso hay que calcular la forma 2 de terracerías que contiene datos para el proyecto de secciones tales como ampliaciones y sobreelevaciones. Por tratarse de una forma, que se emplea también en el método electrónico, y para evitar repetir información, la presento únicamente en el proyecto elaborado por el método electrónico.

Para la proposición de subrasantes se utilizó el mismo plano de perfil del método electrónico, debido a que el criterio para ambos métodos es el mismo.

La siguiente etapa de proceso consiste en el cálculo de subrasante y curva masa por medio de la Forma 1 de terracerías, la cual se presenta a continuación.

NOTA: El significado de las abreviaturas empleadas tanto en la FORMA 1 como en el areado de las secciones de construcción, se encuentra en el sub-inciso C del inciso 4 del Capítulo V.

**CALCULO DE SUBRASANTE Y --
CURVA MASA.**

El areado de las secciones de construcción se realizó en las secciones presentadas para el método electrónico. El sistema que se utilizó para arear fué el del planímetro que por la rapidez en su operación y por la precisión que proporciona, es el instrumento que más se presta para la determinación de las áreas. De los distintos tipos existentes el polar de brazo ajustado es el más empleado.

Ya que se obtuvo el cálculo de la Ordenada de Curva Masa por medio de la FORMA 1 DE TERRACERIAS,, a continuación presento el dibujo de dicha Ordenada y el Análisis de la Compensación Económica.

DIAGRAMA PAGA CARA SUBRASANTE

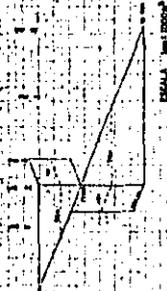
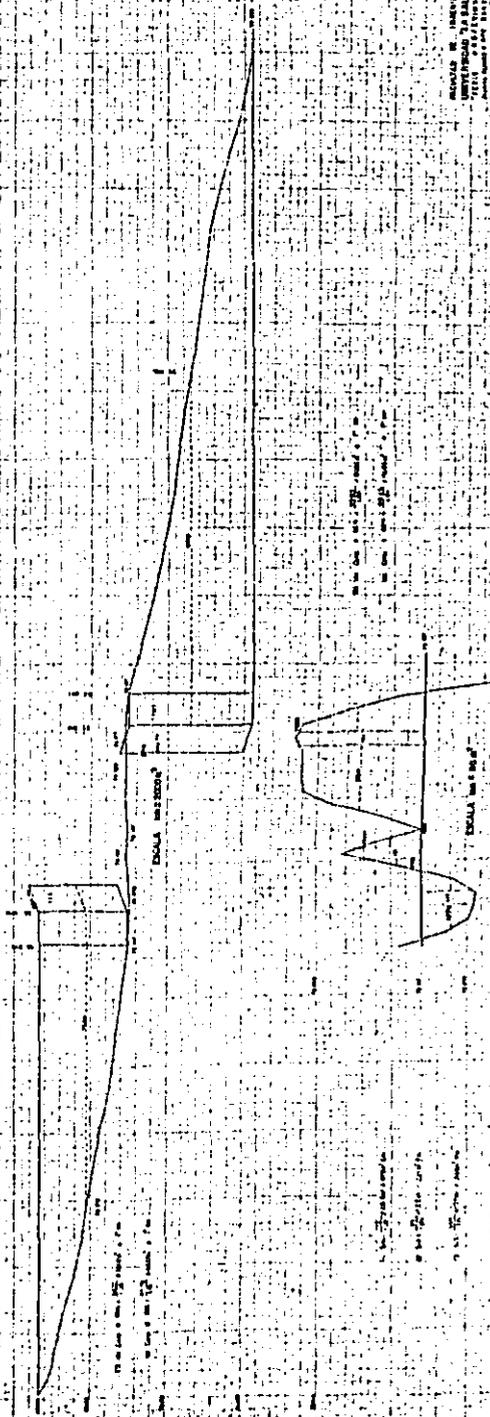


DIAGRAMA PISA CARA SUBYACENTE Y CUERPO DE TERRAPLEN



MIGUEL M. HERRERA
 INGENIERO EN CARRETERAS
 PASEO DE LA AMERICA 1000
 BOGOTÁ - COLOMBIA

Después de fijar las compensadoras a lo largo del tramo y de determinar las distancias medias de acarreo de los movimientos de tierra resultantes, a continuación procedemos a calcular dichos movimientos. Con esta fin se presentan las siguientes formas de cálculo:

- 1) Cálculo de los sobrecarreos.
- 2) Cálculo de los préstamos.
- 3) Clasificación de materiales.

Y de la misma manera que en el método electrónico, para terminar con el procedimiento se muestra la forma que - contiene las cantidades de obra de terracerías por realizar.

FORMAS DE CALCULO

B. C. T. - 376 -
 DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES
 DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
 OFICINA DE PROYECTO DEFINITIVO

CAMINO: CUERBATERO, S. J. P.
 TRAMO: EN. S. M. A. - EN. DOLORES
 SUBTRAMO: 3
 DE KM. 53 - 000A KM 55 - 000

CALCULO DE LOS PRESTAMOS

PRESTAMO DE BANCO A 200m. 12Q. DE EST. 53-800 CLASIF. 20 - 80 - 00		PRESTAMO DE BANCO A 200m. 12Q. DE EST. 53-800 CLASIF. 20 - 80 - 00				
COMR A 100 %	m ² e	COMR A 100 %	m ² e			
COMR A 96 %	4679 = 4633 1.01 m ² e 1 ^a Km.	COMR A 96 %	6649 = 6583 1.01 m ² e 1 ^a Km.			
COMR A 90 %	5832 = 5502 1.06 m ² e 1 ^a Km.	COMR A 90 %	9593 = 9050 1.06 m ² e 1 ^a Km.			
S.A. = 10135	m ² e 1 ^a Km. 10135	S.A. = 15633	m ² e 1 ^a Km. 15633			
A = 2027	B = 8108	C =	A = 3127 B = 12506 C =			
PRESTAMO DE BANCO A 200m. 12Q. DE EST. 53-800 CLASIF. 20 - 80 - 00		PRESTAMO DE BANCO A 200m. 12Q. DE EST. 53-800 CLASIF. 20 - 80 - 00				
COMR A 100 %	7777 = 2923 0.95 m ² e 1 ^a Km.	COMR A 100 %	4129 = 4346 0.95 m ² e 1 ^a Km.			
COMR A 96 %	m ² e	COMR A 96 %	m ² e			
COMR A 90 %	m ² e	COMR A 90 %	m ² e			
S.A. = 2923	m ² e 1 ^a Km. 2923	S.A. = 4346	m ² e 1 ^a Km. 4346			
A = 585	B = 2338	C =	A = 869 B = 3477 C =			
PRESTAMO DE CLASIF. -- --		PRESTAMO DE CLASIF. -- --				
COMR A 100 %	m ² e	COMR A 100 %	m ² e			
COMR A 96 %	m ² e	COMR A 96 %	m ² e			
COMR A 90 %	m ² e	COMR A 90 %	m ² e			
S.A. =	m ²	S.A. =	m ²			
A =	B =	C =	A = B = C =			
PRESTAMO DE CLASIF. -- --		PRESTAMO DE CLASIF. -- --				
COMR A 100 %	m ² e	COMR A 100 %	m ² e			
COMR A 96 %	m ² e	COMR A 96 %	m ² e			
COMR A 90 %	m ² e	COMR A 90 %	m ² e			
S.A. =	m ²	S.A. =	m ²			
A =	B =	C =	A = B = C =			
PRESTAMOS	CLASIFICACION	MATERIAL "A"	MATERIAL "B"	MATERIAL "C"	TOTAL	
		4608	26429	---	33 037	
	DENTRO DE LA FAJA DE	20 m.	40 m.	80 m.	100 m.	DE BANCO
						33 037
	ACARREOS PARA	m ² Est.	m ² Hm.	m ² Km. Hm.	m ² e 0.5 Km.	m ² 12 Km.
	FORRADERIAS					33 037

S. C. T.
 DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES
 DEPARTAMENTO DE PROYECTO DEFINITIVO
 OFICINA DE PROYECTO DE TERRACERIAS

CAMINO: MEPPAVANES, L.P.
 TRAMO: EN. S. M. A. - EN. DOLORES
 SUBTRAMO:
 DE KM. 1.53,000 A KM. 55,000

CLASIFICACION DE MATERIALES

CANTON	CLASIF.	UNIDAD	A	B	C	CANTON	CLASIF.	UNIDAD	A	B	C
	2	1042	0	779	313		2				
	3						3				
	4						4				
	5						5				
	6						6				
	7						7				
	8						8				
	9						9				
	10						10				
	11						11				
	12						12				
	13						13				
	14						14				
	15						15				
	16						16				
	17						17				
	18						18				
	19						19				
	20						20				
	21						21				
	22						22				
	23						23				
	24						24				
	25						25				
	26						26				
	27						27				
	28						28				
	29						29				
	30						30				
TOTALES		1042	0	779	313	TOTALES					

S. O. P. -378-
 DIR. GRAL. DE PROYECTOS Y LADS.
 DEPTO. DE VIAS TERRESTRES
 OFICINA DE PROYECTO DE VIAS TERRESTRES

CAMINO: QUERETARO - SAN LUIS POTOSI
 TRAMO: ENTR. SAN MIGUEL ALLENDE-ENTR. DOLORES
 STRAMO:
 DE Km. 53 + 000 A Km. 55 + 000

CANTIDADES DE OBRA TERRACERIAS

DESMONTE PARA DENSIDAD 100% VEGETACION TIPO		MANGLAR	SELVA O BOSQUE	ANIDADAS O SEMIANIDADAS	DESERTICAS O CULTIVADAS	UNIDAD		
DE PALME		PARA DESPLANTE DE TERRAPLENES MATERIAL "A")				DE CORTES MATERIAL "A")	m ³	
		8336		690				
EXCAVACIONES	TOTAL	ENCORTES Y A DIC. DE CORONA	AMPLIACION	ABAT. TALUDES	REBAJE COMO PIA. CORTES Y TERRAPLEN	ESCALONES		
1- EN MATERIAL "A"		0					m ³	
2 EN MATERIAL "B"	1042	779					m ³	
3 EN MATERIAL "C"		313					m ³	
4 MATERIAL APROVECHADO		1042					m ³	
5 MATERIAL DESPERDICIAO							m ³	
PRESTAMOS	TOTAL	LATERALES DENTRO DE LA FAJA DE DE BANCO						
		20m.	40m.	60m.	80m.	100m.	BANCO	
1- EN MATERIAL "A"							6607	m ³
2- EN MATERIAL "B"	33 037						26430	m ³
3- EN MATERIAL "C"								m ³
COMPACTACION		CON CUÑA DE AFINAMIENTO						
1- DEL TERRENO NATURAL EN EL AREA DE DESPLANTE DE TERRACERIAS		SIN CUÑA BANCADO	85%	90%	95%	100%	m ³	
2- DE LA CAMA DE LOS CORTES							m ³	
3- DE TERRACERIAS EXISTENTES							m ³	
4- DE PAVIMENTO EXISTENTE FORMACION Y COMPACTACION							m ³	
1- DE TERRAPLENES CON / SIN CUÑAS DE AFINAMIENTO		1094		14746	12007	6906	m ³	
2- DE LA CAPA SUPERIOR DE TERRAPLENES CONSTRUIDA SOBRE MATERIAL NO COMPACTABLE							m ³	
3- DE TERRAPLENES DE RELLENO PARA FORMAR LA CAPA SUBRASANTE EN CORTES							m ³	
4- DE AMPLIACION DE CORONA EN TERRAPLENES EXISTENTES							m ³	
5- DE ELENCION DE SUBRASANTE EN TERRAPLENES EXISTENTES <small>(sin corte 0.30m)</small>							m ³	
6- DEL TENDIDO DE TALUDES EN TERRAPLENES EXISTENTES							m ³	
ACARRIOS PARA TERRACERIAS		m ³ EST.	m ³ H.M.		m ³ (H. ad.)			
		691	345		127			
México, D. F.		RECIBIDO		ENTREGADO				

ACARRIOS PRODUCTO DE LOS PRESTAMOS 33 037 m³ a 14 Kgs.

VII) CONCLUSIONES

CAPITULO VII

CONCLUSIONES.

Del proyecto en estudio:

CAMINO : QUERETARO - SAN LUIS POTOSI.
TRAMO : ENTRONQUE SAN MIGUEL ALLENDE-ENTRONQUE DOLORES.
DE KM. : 53 + 000 A KM. 55 + 000
ORIGEN : QUERETARO, QRO.

Realizado tanto por el método tradicional (no utiliza computadora), como por el método electrónico (utiliza computadora), obtuvimos las Cantidades de Obra de Terracerías que se presentan en la siguiente tabla comparativa. Los importes que se enlistan son los que implica la ejecución de dichas obras.

NOTA:

Los Precios Unitarios (P.U.) son con fecha del mes de Octubre de 1988. Ver Relación de P.U. en capítulo IV. Pág. 169.

C O N C E P T O S	UNID	MET. TRAD. CANT. DE OBRA	MET. ELEC. CANT. DE OBRA	P. U.	MET. TRADICIONAL DIFORTE	MET. ELECTRONICO DIFORTE
DESPALME P/desplante de terraplenes. De cortes	m3.	8,636	8,624	2 706,62	23'374,370.32	23'341,890.88
	m3.	690	754	2 706,62	1'867,567.80	2'040,791.48
EXCAVACIONES (En corte y adicionales)	m3.	---	---	4 601.18	---	---
	m3.	729	739	6 265.34	4'567,432.88	4'630,086.26
	m3.	313	317	34 478.83	10'791,873.79	10'929,789.11
PRESTAMOS	m3.	6,607	6,642	5 607.12	37'046,241.84	37'242,491.04
	m3.	26,430	26,567	6 538.62	183'124,483.80	184'073,710.22
FORMACION Y COMPACTACION De terraplenes con/sin cante de afianzamiento	m3.	1,094	1,056	1 482.96	1'622,358.24	1'566,005.76
	m3.	14,746	14,687	3 011.57	44'408,611.22	44'230,928.59
	m3.	12,007	12,134	3 573.36	42'977,375.52	43'431,954.24
	m3.	6,906	7,028	4 437.70	30'646,758.20	31'188,155.60
	m3.	---	---	---	---	---
ACARREOS PARA TERRACERIAS	m3. - Est.	696	1,158	340.47	236,960.16	394,252.68
	m3. - Hm.	348	294	1 702.42	592,442.16	500,511.48
	m3. - Hm. ad.	122	47	706.22	86,158.84	33,192.34
ACARREOS PARA PRESTAMO	m3. - 18 Km.	33,037	33,209	3 460.54	113'896,811.46	114'590,311.22
T O T A L E S					495'339,444.21	498'184,070.80

La diferencia entre el importe total de las Cantidades de Obra de uno y otro de los métodos es de \$ 2'854,626.61 a favor del método electrónico, lo que significa una variación del 0.57%. Esta diferencia es prácticamente despreciable y nos muestra que aplicando con sumo cuidado el método tradicional, y revisando varias veces nuestro cálculo, podemos obtener resultados muy similares a los que se obtienen con el uso del método electrónico. En la S.C.T. se ha comprobado la eficiencia de éste último método, por lo que lo anterior nos demuestra que con ambos métodos se pueden obtener óptimos resultados.

Se constató que el tiempo de ejecución del proyecto elaborado por el método tradicional es de aproximadamente un mes y por el método electrónico es de cinco días. Es decir, que - la utilización de la Computadora genera una mayor rapidez - en el proceso de realización de proyectos.

Se entienden con mayor claridad los resultados y gráficas - obtenidos con el empleo del método electrónico y además, para darles presentación, no se requiere de ningún trabajo -- adicional. Es decir, que la calidad que se logra con éste - es superior a la que se alcanza con el método tradicional.

Cada persona que realiza un proyecto por el método tradicional tiene un criterio propio y diferente al de los demás. El método electrónico uniformiza criterios y establece normas que rigen al mismo.

En el cálculo de operaciones y arreado gráfico que requiere el método tradicional puede surgir el factor: error humano. Dicho factor se anula en el método electrónico, simplemente poniendo atención a la captura de datos.

El método electrónico establece normas que rigen al proyecto, facilitando con ésto su revisión.

El método electrónico nos permite manejar un mayor número - de alternativas, modificando para ésto tan sólo los datos base.

Los programas que utiliza el método electrónico son muy sencillos en su operación debido a que las formas que se utilizan para recopilación de datos son de fácil entendimiento.

La rapidez de aplicación del método electrónico permite --- ahorros importantes en toda la etapa del proyecto.

Considerando lo anterior, podemos finalizar diciendo que el método electrónico está más acorde con los programas de obra que requiere la nación, aumentando el rendimiento en el proyecto de vías terrestres y permitiendo iniciar los trabajos en campo, con proyectos garantizados.

Es necesario desarrollar un mayor esfuerzo para aprovechar las grandes posibilidades de los nuevos sistemas de cómputo.

Con el desarrollo tecnológico existente, si seguimos utilizando el método tradicional vamos a resultar -- obsoletos.

VIII) BIBLIOGRAFIA

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFIA.

- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS.
Secretaría de Obras Públicas.
México, 1976.

- VIAS DE COMUNICACION. CAMINOS, FERROCARRILES, AEROPUERTOS,
PUENTES Y PUERTOS.
Ing. Carlos Crespo Villalaz.
Editorial Limusa.
México, 1982.

- MANUAL DE PROYECTO DEFINITIVO.
Ing. Jaime Montelongo Sierra.
Secretaría de Obras Públicas.
México, 1977.
Corregido y aumentado en 1983.

- ESPECIFICACIONES GENERALES PARA PROYECTO GEOMETRICO DE --
CARRETERAS.
Secretaría de Obras Públicas.

- INSTRUCTIVO PARA LA CODIFICACION Y PROCESO ELECTRONICO DE
LA CURVA MASA.
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

- INSTRUCTIVO PARA LA COMPENSACION AUTOMATICA DE LA ORDENADA DE CURVA MASA POR MEDIO DE CALCULO ELECTRONICO.
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

- PRIMER SEMINARIO PANAMERICANO PARA EL MEJOR APROVECHAMIENTO DE LA COMPUTADORA EN VIALIDAD.
Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.
México, Abril 1980.

- TESIS: PROYECTO GEOMETRICO DEL CAMINO CHIHUAHUA-HIDALGO DEL PARRAL. DEL KM. 15 + 000 AL KM. 20 + 000. ORIGEN: LAS PALOMAS.
Emilio Francisco Mayoral Grajeda.
Tesis presentada en la Universidad La Salle.
México, 1979.

- ENCICLOPEDIA DE MEXICO. LOS ESTADOS DE LA REPUBLICA MEXICANA.
Edición Especial para Franklin Mint de México.