

UMSNH

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO



FIC

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



T

PROYECTO EJECUTIVO PARA LA PAVIMENTACION DEL CAMINO:

E



S

**SANTA RITA – ROSA DE CASTILLA,
MUNICIPIO DE COPÁNDARO DE GALEANA, MICH.**

I

PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERO CIVIL

S

- PRESENTA: OSCAR HUGO ONTIVEROS MARTÍNEZ
- ASESOR: M.C. PATRICIA ARAIZA CHAVÉZ

Dedicatoria

A mis **Padres y Hermanos**; tengan la seguridad de que sus palabras y consejos no han quedado en el olvido.

Ontiveros Fraire Juan

Martínez Beltrán Celia

Ontiveros Martínez Juan Ricardo

Ontiveros Martínez Gustavo Adolfo

A mi **Sobrina**, que me llena de alegría

Ontiveros Rodríguez Andrea Fernanda

A mi **Tío, Tía, Primos**; estén seguros que me esforzare para ser mejor como persona y en lo profesional.

Rico Reyes Raúl

Martínez Beltrán María del Refugio

Rico Martínez Raúl

Rico Martínez Adela Hazel

Rico Martínez Osiel



Agradecimientos

En algún momento escuche a alguien decir que: "Las decisiones no se toman con la cabeza, se demuestran con la actitud"; lo más probable es que no encuentre grandes y maravillosas palabras para expresarles mi agradecimiento, pero estoy seguro de algo, estoy seguro de que encontrare la manera de demostrar con mis acciones lo agradecido que les estoy.

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo fundamental de mi **Familia**: Ellos me acompañaron, me alentaron y por sobre todo supieron esperar los resultados, que por momentos se vieron distantes. Gracias por su comprensión, apoyo, consejos, enseñanzas y por todo el cariño brindado.

A mi maestra y asesora **Patricia Araiza Chávez**, por haber confiado en mi persona, por la paciencia y el tiempo dedicado en la dirección y elaboración de este trabajo desde mi formación académica, además de su actitud siempre muy positiva.



A mi Municipio **Copándaro de Galeana, Michoacán**; pueblo de trabajo y progreso, a su comunidad **Santa Rita** que es en sus tierras donde he crecido y aprendido el ejemplo del trabajo.

A mi **Grupo 24 Horas Morelia**, por brindarme su apoyo en gran parte de las metas difíciles de mí persona, sobre todo cuando creí que todas las puertas se cerraban.

A todos mis **Compañeros**, que me han brindado su amistad, que han estado a mi lado en las partes más alegres y me han levantado en las partes más difíciles; sobre todo, agradezco su invaluable capacidad para empujarme, para arrastrarme, para hacerme ver que la meta no está lejos y que debo llegar a ella, aunque para lograrlo deba apoyarme en ustedes.

En especial a mi **Padrino Jaime C.**, que estuvo ahí para escucharme y orientarme a través de su experiencia, como Persona y como Ingeniero, por su paciencia ante mi inconsistencia, sobre todo por darme su apoyo y hacerme ver que en mí estaba la decisión de hacer las cosas importantes que deseaba.

Por último, pero no menos importante:

A mí querida escuela, la

Universidad Michoacana
de San Nicolás de Hidalgo

en especial a mi Facultad de Ingeniería Civil,
Gracias por Todo.



INDICE.

Contenido

6

Introducción	7
Capítulo I	
Antecedentes	9
Capítulo II	
Alineamiento Horizontal	21
Capítulo III	
Alineamiento Vertical	32
Capítulo IV	
Secciones Transversales de Construcción	44
Capítulo V	
Drenaje	51
Capítulo VI	
Proyecto de Pavimento	62
Capítulo VII	
Conclusiones y Recomendaciones	72
Sondeos y Bancos	76
Bibliografía	90



INTRODUCCION

INTRODUCCIÓN.

Desde que el ser humano ha tenido la necesidad de abastecerse de bienes de primera necesidad, busco los medios para acceder a estos bienes, esto lo llevo a trazar consciente o inconscientemente a su paso: veredas, brechas, caminos que le permitieran obtenerlos con menor dificultad, por lo cual fue desarrollando diversos métodos para el mejoramiento y conservación de esas vías primitivas de comunicación.

Un ejemplo de estas vías en nuestro país se remonta a la época prehispánica, cuando los habitantes de una civilización tenían contacto con pueblos cercanos o lejanos gracias a un ingenioso sistema de mensajería y entrega consistente en relevos de corredores cada determinada distancia, que permitía por ejemplo que el emperador Moctezuma tuviera pescado fresco de mar proveniente de diversos sitios marítimos diariamente en su mesa, estas rutas nos sirvieron para trazar las primeras vías de comunicación que fueron eficientes en su tiempo.

Con el crecimiento de los pueblos se hizo necesario transportar mayores volúmenes de carga por lo que se tuvo que idear la forma de mejorar en todos los aspectos las rutas ya conocidas y trazar nuevas de acuerdo a las necesidades que iban surgiendo, mejorando con el transcurso del tiempo desde los caminos de terracería hasta las modernas autopistas de pavimento flexible o rígido que en la actualidad nos permiten transportar grandes y pesados volúmenes con relativa facilidad.



CAPITULO I

9

ANTECEDENTES



CAPITULO I

ANTECEDENTES

UBICACION

El Municipio de Copándaro de Galeana, Mich., se localiza al norte del estado, en las coordenadas 19°54' de latitud norte y 101°13' de longitud oeste, a una altura de 1,840 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Cuitzeo y Huandacareo, al este y sur con Tarímbaro y al oeste con Chucándiro. Su distancia a la capital del Estado es de 50 Km.

10

Municipio

Copándaro de Galeana, Mich.

Se localiza al norte del estado, en las coordenadas:

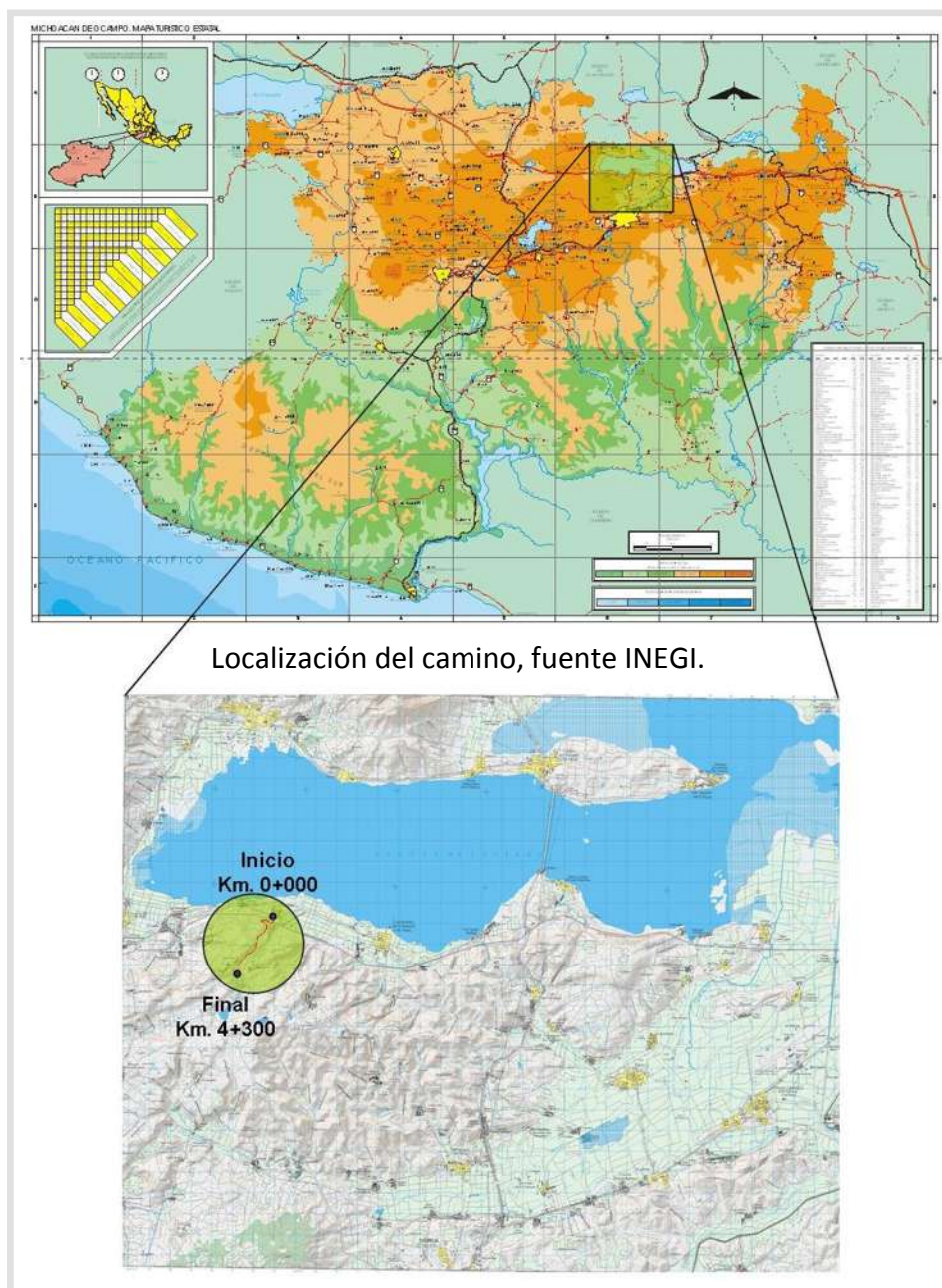
19°54' Latitud Norte y
101°13' Longitud Oeste, a una altura de
1,840 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con Cuitzeo y Huandacareo, al este y sur con Tarímbaro y al oeste con Chucándiro. Su distancia a la capital del Estado es de 50 Km.



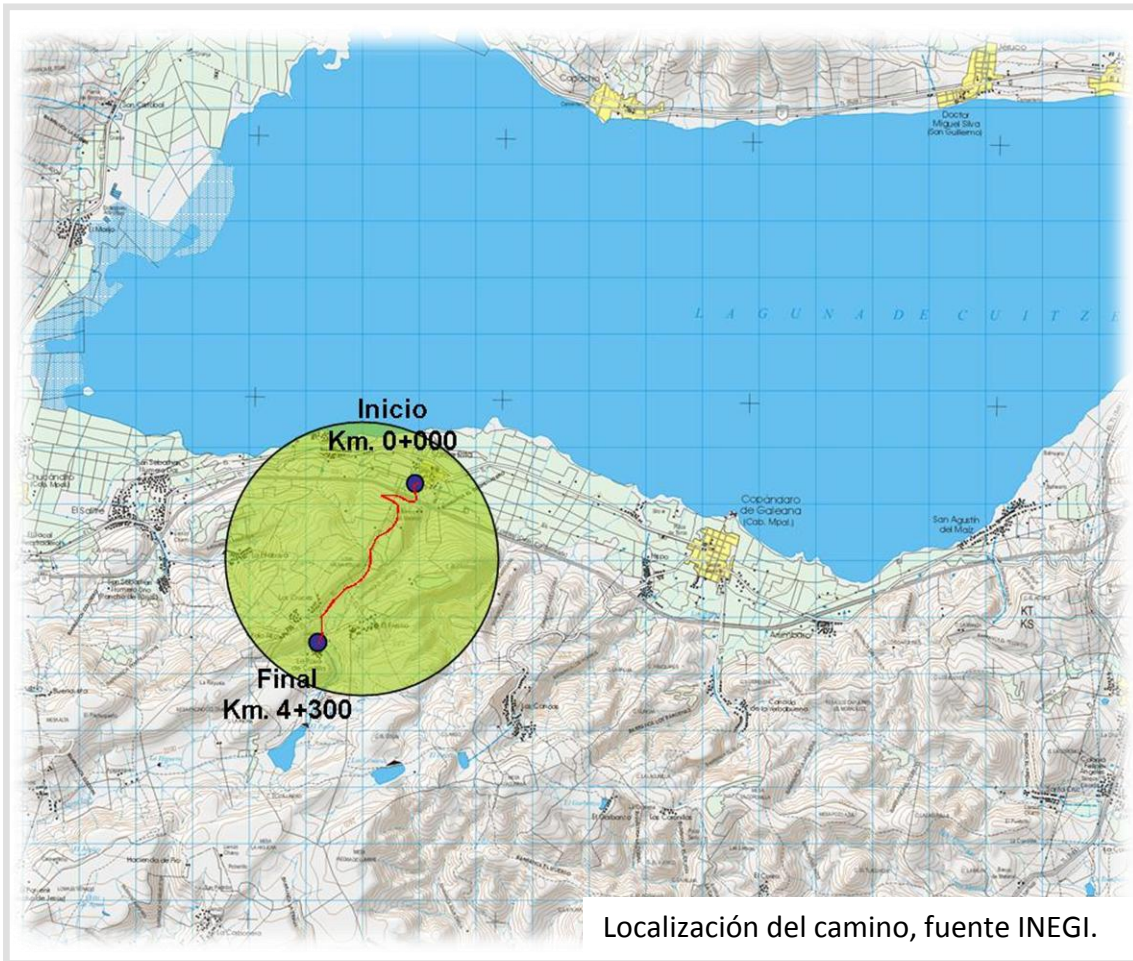
MACROLOCALIZACIÓN

El municipio de Copándaro, se localiza al norte del estado, en las coordenadas 19°54' de latitud norte y 101°13' de longitud oeste, a una altura de 1,840 metros sobre el nivel del mar.



MICROLOCALIZACIÓN

Se puede apreciar el inicio del camino (Km. 0+000), que se encuentra localizado en la comunidad de Santa Rita, el final (a.m. 4+300), en la comunidad de Rosa de Castilla.



DESCRIPCION DE LA REGION

El Municipio Copándaro de Galeana al cual pertenecen las comunidades en estudio se describe a continuación:



13

▪ EXTENSIÓN

Su superficie es de 173.52 km² y representa el 0.21 por ciento de la superficie del Estado.

▪ OROGRAFÍA

Su relieve se constituye por la depresión de Cuitzeo; cerros Largo, Caracol, Churcha, Tierras Azules y Cerro Prieto.

▪ HIDROGRAFÍA

Su hidrografía la constituye el lago de Cuitzeo, las presas de los Ocuares y la del Padre, y manantiales de aguas termales como el San Agustín del Maíz.

▪ CLIMA

Su clima es templado con lluvias en verano, tiene una precipitación pluvial anual de 849.6 milímetros y temperaturas que oscilan de 7.8 a 23.4º centígrados.

▪ PRINCIPALES ECOSISTEMAS

En el municipio domina la pradera, con matorrales diversos, pastizales y huisache. Su fauna la conforman ardilla, cacomixtle, coyote, pato y peces como carpa, chegua, charal y pez blanco.



▪ **RECURSOS NATURALES**

La superficie forestal no es maderable y está compuesta por matorrales espinosos y plantas hidrófilas.

▪ **CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO**

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, cuaternario y plioceno; corresponden principalmente a los del tipo chernozem. Su uso es primordialmente agrícola y en menor proporción ganadero.

▪ **ECONOMIA.**

Agricultura

Es su principal actividad económica; se cultiva cebolla, jitomate, maíz, sorgo y garbanzo.

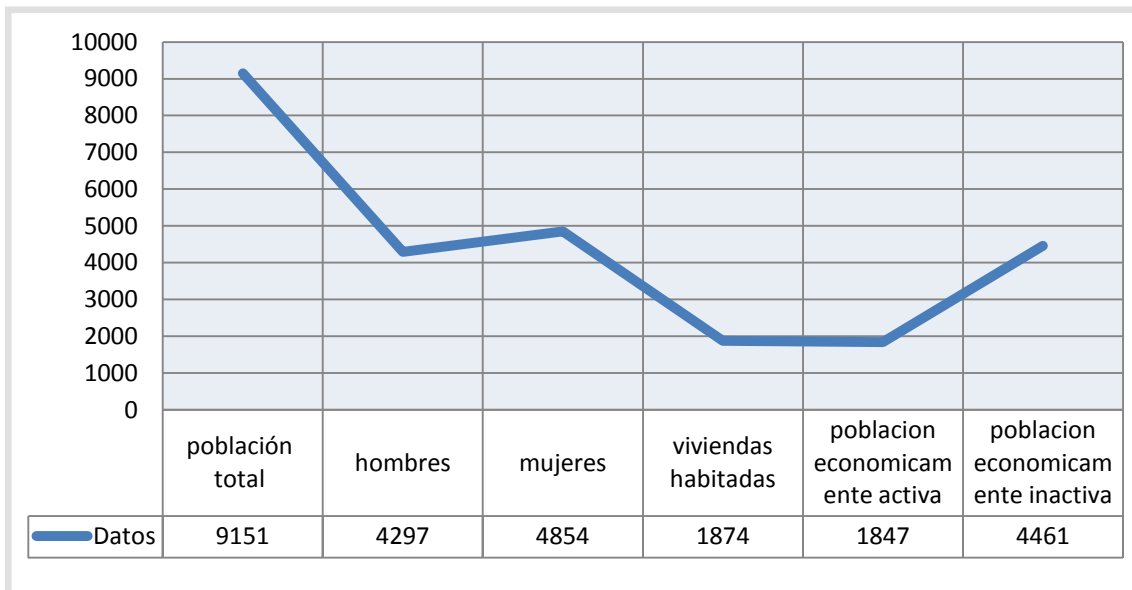
Ganadería

Es la segunda actividad económica; se cría ganado bovino, caprino, equino y ovino, además de aves.

Turismo

Cuenta con un Exconvento Agustino del siglo XVI

▪ **POBLACIÓN.** COPÁNDARO DE GALEANA, MICH.



SAN AGUSTÍN DEL MAÍZ

La agricultura es la principal actividad económica. Se localiza a 4 kms. de la cabecera municipal. Tiene 1,445 habitantes.

SANTA RITA

La actividad económica que predomina es la agricultura. Se ubica a 3 kms. de la cabecera municipal. Tiene una población de 1,070 habitantes.

15

EL NISPO

Su principal actividad económica es la agricultura. Se encuentra a 1 km. de la cabecera municipal. Su población es de 692 habitantes.

ARÚMBARO

La agricultura es la actividad económica principal. Se localiza a 2 kms de la cabecera municipal. Su número de habitantes es de 677 habitantes.

ROSA DE CASTILLA

Su principal actividad económica es la agricultura, Su número de habitantes es de 104 habitantes.



CAMINOS Y CARRETERAS.

Algunos acostumbran denominar CAMINOS a las vías rurales, mientras que el nombre de CARRETERAS se lo aplican a los caminos de características modernas destinadas al movimiento de un gran número de vehículos.

La carretera se puede definir como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada.

16

CLASIFICACION DE LAS CARRETERAS

Las carreteras se han clasificado de diferentes maneras en diferentes lugares del mundo, ya sea con arreglo al fin que con ellas se persigue o por su transitabilidad.

En la práctica vial mexicana se pueden distinguir varias clasificaciones dadas en otros países. Ellas son:

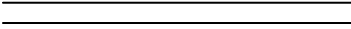


- Clasificación por transitabilidad
- Clasificación por su aspecto administrativo
- Clasificación técnica oficial

CLASIFICACION POR SU TRANSITABILIDAD.- La clasificación por su transitabilidad corresponde a las etapas de construcción de las carreteras y se divide en:

1. Terracerías: Cuando se ha construido una sección de proyecto hasta su nivel de subrasante transitable en tiempo de secas.
2. Revestida: Cuando sobre la subrasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable en todo tiempo.
3. Pavimentada: Cuando sobre la subrasante se ha construido ya totalmente el pavimento.



La clasificación anterior es casi universalmente usada en cartografía y se presenta así:

- Terracerías 
- Revestida 
- Pavimentado 

CLASIFICACION ADMINISTRATIVA.- Por el aspecto administrativo las carreteras se clasifican en:

17

1. **Federales:** cuando son costeadas íntegramente por la federación y se encuentran por lo tanto a su cargo.
2. **Estatales:** cuando son construidos por el sistema de cooperación a razón 50% aportado por el estado donde se construye y el 50% por la federación. Estos caminos quedan a cargo de las antes llamadas juntas locales de caminos.
3. **Vecinales o rurales:** cuando son construidos por la cooperación de los vecinos beneficiados pagando estos un tercio de su valor, otro tercio lo aporta la federación y el tercio restante el estado. Su construcción y conservación se hace por intermedio de las antes llamadas juntas locales de caminos y ahora sistema de caminos.
4. **De cuota:** las cuales quedan algunas a cargo de la dependencia oficial descentralizada denominada Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios y Conexos y otras como las autopistas o carreteras concesionadas a la iniciativa privada por tiempo determinado, siendo la inversión recuperable a través de cuotas de paso.

CLASIFICACION TÉCNICA OFICIAL.- Esta clasificación permite distinguir en forma precisa la categoría física del camino, ya que toma en cuenta los volúmenes de tránsito sobre el camino al final del periodo económico del mismo (20 años) y las especificaciones geométricas aplicadas. En México la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.) clasifica técnicamente a las carreteras de la manera siguiente:



Tipo especial: Para tránsito promedio diario anual superior a 3,000 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 360 vehículos o más (o sea un 12% de T.P.D.) estos caminos requieren de un estudio especial, pudiendo tener corona de dos o de cuatro carriles en un solo cuerpo, designándoles A2 y A4, respectivamente, o empleando cuatro carriles en dos cuerpos diferentes designándoseles como A4, S.

Tipo A: Para un tránsito promedio diario anual de 1,500 a 3,000 equivalente a un tránsito horario máximo anual de 180 a 360 vehículos (12% del T.P.D.).

Tipo B: Para un tránsito promedio diario anual de 500 a 1,500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 60 a 180 vehículos (12% de T.P.D.)

Tipo C: Para un tránsito promedio diario anual de 50 a 500 vehículos, equivalente a un tránsito horario máximo anual de 6 a 60 vehículos (12% del T.P.D.)

En la clasificación técnica anterior, que ha sufrido algunas modificaciones en su implantación, se ha considerado un 50% de vehículos pesados igual a tres toneladas por eje.

El número de vehículos es total en ambas direcciones y sin considerar ninguna transformación de vehículos comerciales a vehículos ligeros. (En México, en virtud a la composición promedio del tránsito en las carreteras nacionales, que arroja un 50% de vehículos comerciales, de los cuales un 15% está constituido por remolques, se ha considerado conveniente que los factores de transformación de los vehículos comerciales a vehículos ligeros en caminos de dos carriles, sea de dos para terreno plano, de cuatro en lomeríos y de seis en terrenos montañosos.)



VELOCIDADES DE PROYECTO.

VELOCIDAD.

Se define la velocidad como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, o sea, una relación de movimiento que queda expresada, para velocidad constante, por la formula: $V = d/t$.

Como la velocidad que desarrolla un vehículo queda afectada por sus propias características, por las características del conductor y de la vía, por el volumen de transito y por las condiciones atmosféricas imperantes, quiere decir que la velocidad a la que se mueve un vehículo varia constantemente, causa que obliga a trabajar con valores medios de velocidad.

Una velocidad que es de suma importancia es la llamada *Velocidad de Proyecto o Velocidad Directriz que no es otra cosa que aquella velocidad que ha sido escogida para gobernar y correlacionar las características y el proyecto geométrico de un camino en su aspecto operacional*. La velocidad de proyecto es un factor de primordial importancia que determina normalmente el costo del camino y es por ello por lo que debe limitarse para obtener costos bajos. Todos los elementos del proyecto de un camino deben calcularse en función de la velocidad de proyecto. Al hacer esto, se tendrá un todo armónico que no ofrecerá sorpresas al conductor. Las velocidades de proyecto recomendadas por la Secretaria de Obras Publicas y ahora S.C.T. son las siguientes:

VELOCIDADES DE PROYECTO RECOMENDABLES				
TIPO DE CAMINO	TOPOGRAFÍA			
	Plano o con poco lomerío	Con lomerío fuerte	Montañosa pero poco escarpada	Montañosa pero muy escarpada
Tipo especial	110 km/h	110 km/h	80 km/h	80 km/h
Tipo A	70 km/h	60 km/h	50 km/h	40 km/h
Tipo B	60 km/h	50 km/h	40 km/h	35 km/h
Tipo C	50 km/h	40 km/h	30 km/h	25 km/h



OBJETIVO

El objetivo general del presente trabajo es comunicar las comunidades: “Sta. Rita - Rosa de Castilla”, pertenecientes al Municipio Copándaro de Galeana, Michoacán; el cual se refiere al trazo y construcción de una carpeta a base de pavimento flexible, tomando como base el camino de terracería ya existente, este describirá las definiciones de carretera y todas aquellas más necesarias para su comprensión, sus características y método de construcción, así como todas aquellas especificaciones necesarias para poder cumplir con los requisitos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que intervienen en el diseño y construcción, los cuales varían dadas las características del lugar, suelo y condiciones climatológicas.



CAPITULO II

21

ALINEAMIENTO HORIZONTAL



CAPITULO II

ALINEAMIENTO HORIZONTAL

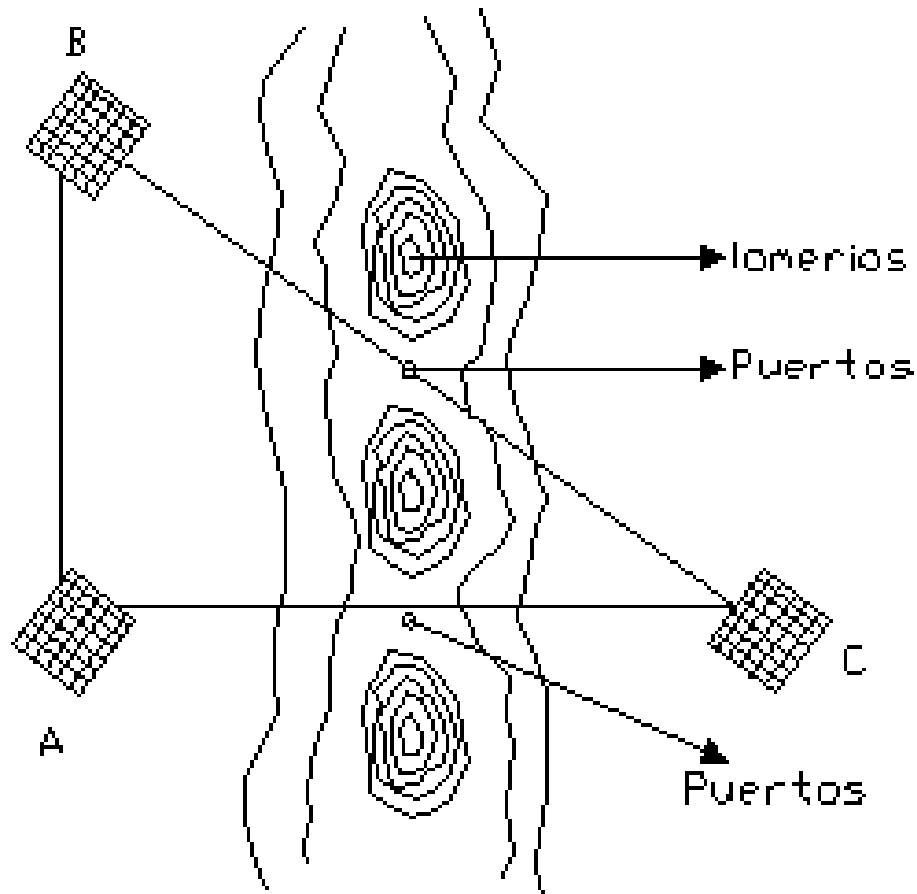
22

En la construcción de un camino se trata siempre que la línea quede alojada en terreno plano la mayor extensión posible, pero siempre conservándola dentro de la ruta general. Esto no es siempre posible debido a la topografía de los terrenos y así cuando llegamos al pie de una cuesta la pendiente del terreno es mayor que la máxima permitida para ese camino y es necesario entonces desarrollar la ruta.

Debido a estos desarrollos necesarios y a la búsqueda de pasos adecuados es por lo que los caminos resultan de mayor longitud de la marcada en la línea recta entre dos puntos. Sin embargo, debe tratarse siempre, hasta donde ello sea posible, que el alineamiento entre dos puntos obligados sea lo más recto que se pueda de acuerdo con la topografía de la región y de acuerdo también con el tránsito actual y el futuro del camino a efecto de que las mejoras que posteriormente se lleven a cabo en el alineamiento no sean causa de una pérdida fuerte al tener que abandonar tramos del camino en el cual se haya invertido mucho dinero.

Es decir, que hay que tener visión del futuro con respecto al camino para evitar fracasos económicos posteriores, pero hay que tener presente también que tramos rectos de más de diez kilómetros producen fatiga a la vista y una hipnosis en el conductor que puede ser causa de accidentes. También hay que hacer notar que en el proyecto moderno de las carreteras deben evitarse, hasta donde sea económicamente posible, el paso por alguna de las calles de los centros de población siendo preferible construir libramientos a dichos núcleos.





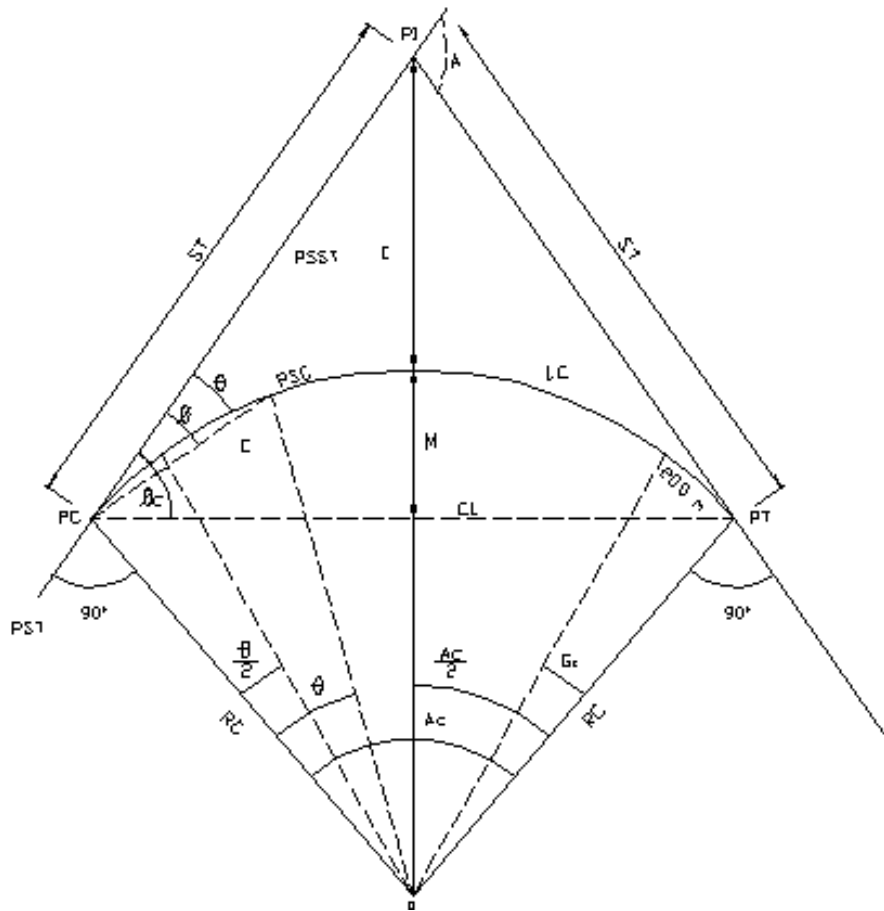
En base al reconocimiento se localizan puntos obligados principales y puntos obligados intermedios, cuando el tipo de terreno no tiene problemas topográficos únicamente se ubicaran estos puntos de acuerdo con las características geológicas o hidrológicas y el beneficio o economía del lugar, en caso contrario se requiere de una localización que permita establecer pendientes dentro de los lineamientos o especificaciones técnicas.



TRAZO DE CURVAS HORIZONTALES.

Como la liga entre una y otra tangente requiere el empleo de curvas horizontales, es necesario estudiar el procedimiento para su realización, estas se calculan y se proyectan según las especificaciones del camino y requerimientos de la topografía.

ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR



PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes	θ	Angulo a una cuerda cualquiera
PC	Punto donde comienza la curva circular simple	θ_c	Angulo de la cuerda larga
PT	Punto en donde termina la curva circular simple	G_c	Grado de curvatura de la curva circular
PST	Punto sobre tangente	R_c	Radio de la curva circular
PSST	Punto sobre subtangente	ST	Subtangente
PSC	Punto sobre la curva circular	E	Externa
O	Centro de la curva circular	M	Ordenada media
A	Angulo de deflexión de la tangente	C	Cuerda
Ac	Angulo central de la curva circular	CL	Cuerda larga
θ	Angulo de deflexión a un PSC	T	Longitud de un arco
		L_c	Longitud de la curva circular
$R_c = \frac{114592}{G_c}$		$t = \frac{20\theta}{G_c}$	
$ST = R_c \tan\left(\frac{Ac}{2}\right)$		$C = 2R_c \sin\frac{\theta}{2}$	
$E = R_c \left(\sec\frac{Ac}{2} - 1\right)$		$CL = 2R_c \sin\frac{Ac}{2}$	



Las normas de servicios técnicos de la **SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México)**, en sección de **proyecto geométrico de carreteras**, indica las siguientes normas de cálculo para las curvas horizontales:

Tangentes.- las tangentes horizontales estarán definidas por su longitud y su azimut

A. Longitud mínima

1. Entre dos curvas circulares inversas con transición mixta deberá ser igual a la semisuma de las longitudes de dichas transiciones
2. Entre dos curvas circulares inversas con espirales de transición, podrá ser igual a cero
3. Entre dos curvas circulares inversas cuando una de ellas tiene espiral de transición y la otra tiene transición mixta, deberá ser igual a la mitad de la longitud de la transición mixta.
4. Entre dos curvas circulares del mismo sentido, la longitud mínima de tangente no tiene valor especificado.

B. Longitud máxima.- la longitud máxima de tangentes no tiene limite especificado.

C. Azimut.- el azimut definirá la dirección de las tangentes.

Curvas circulares.- las curvas circulares del alineamiento horizontal estarán definidas por su grado de curvatura y por su longitud, los elementos que la caracterizan están definidos en la figura anterior.

a) Grado máximo de curvatura.- el valor máximo del grado de curvatura correspondiente a cada velocidad de proyecto, estará dado por la expresión:

$$G_{\text{máx}} = 146000 \left(\frac{\mu + S_{\text{máx}}}{V^2} \right)$$

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

μ = Coeficiente de fricción lateral

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

V = Velocidad de proyecto en Km/h



En la siguiente tabla se indican los valores máximos de curvatura para cada velocidad de proyecto.

Velocidad de proyecto Km/h	Coefficiente de fricción lateral	Sobreelevación máxima m/m	Grado máximo de curvatura calculado grados	Grado máximo de curvatura para proyecto Grados
30	0.280	0.10	61.6444	60
40	0.230	0.10	30.1125	30
50	0.190	0.10	16.9360	17
60	0.165	0.10	10.7472	11
70	0.150	0.10	7.4489	7.5
80	0.140	0.10	5.4750	5.5
90	0.135	0.10	4.2358	4.25
100	0.130	0.10	3.3580	3.25
110	0.125	0.10	2.7149	2.75

b) Longitud mínima:

La longitud mínima de una curva circular con transiciones mixtas deberá ser igual a la semisuma de las longitudes de esas transiciones.

La longitud mínima de una curva circular con espirales de transición podrá ser igual a cero.

c) Longitud máxima.- la longitud máxima de una curva circular no tendrá límite especificado.

Curvas espirales de transición.- Las curvas espirales de transición se utilizan para unir las tangentes con las curvas circulares formando una curva compuesta por una transición de entrada, una curva circular central y una transición de salida de longitud igual a la de entrada.



- A. Para efectuar las transiciones se empleara la clotoide o espiral de Euler, cuya expresión es:

	En donde:
$RcLe = K^2$	Rc = Radio de la curva circular en metros Le = Longitud de la espiral de transición en metros K = Parámetros de la espiral en mts.

- B. La longitud mínima de la espiral para carreteras tipo A de dos carriles y de cuatro carriles en cuerpos separados, B y C, estará dada por la expresión:

	En donde:
$Le_{min} = 8VS$	Le min = Longitud mínima de la espiral en metros V = Velocidad de proyecto en Km/h S = Sobreelevación de la curva circular en m/m Para carreteras tipo A de cuatro carriles en un solo cuerpo, la longitud mínima de la espiral calculada con esta fórmula deberá multiplicarse por uno punto siete (1.7)

- C. Las curvas espirales de transición se utilizaran exclusivamente para carreteras tipo A, B y C, y solo cuando la sobreelevación de las curvas circulares sea de siete por ciento (7%) o mayor.
- D. En la siguiente figura se muestran los elementos que caracterizan a las curvas circulares con espiral de transición.

Visibilidad.- Toda curva horizontal deberá satisfacer la distancia de visibilidad de parada para una velocidad de proyecto y una curvatura dada, para ello cuando exista un obstáculo en el lado interior de la curva, la distancia mínima "m" que debe haber entre él y el eje del carril interior de la curva estarán dadas por la expresión y la grafica que mencionaremos más adelante.



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

$D_p = Vt = V^2 254f$	En donde:
	Dp = Distancia de visibilidad de parada en metros
	V = Velocidad de marcha, en Km/h
	t = Tiempo de reacción, en segundos
	f = Coeficiente de fricción longitudinal

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

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

Distancia de visibilidad de rebase.- La distancia de visibilidad de rebase se obtiene con la expresión

$D_r = 4.5v$	En donde:
	Dr = distancia de visibilidad de rebase, en metros
	V = velocidad de proyecto, en km/h

Los valores para proyecto de la distancia de visibilidad de rebase se indican en la tabla de clasificación y características de las carreteras.

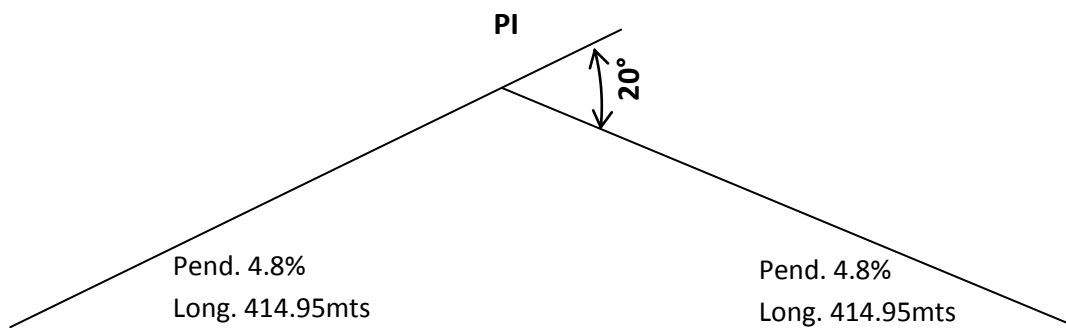


Distancia de visibilidad de encuentro.- La distancia de visibilidad de encuentro se obtiene con la expresión:

$De = 2Dp$	En donde:
	De = Distancia de visibilidad de encuentro, en metros Dp = Distancia de visibilidad de parada, en metros

Trazo de curva horizontal:

Como se ha visto en nuestro trazo definitivo, tenemos que calcular una curva circular simple, con los datos obtenidos de la tabla de clasificación y tipos de carretera, procederemos al cálculo de la curva.



Para el cálculo de una curva horizontal es necesario el trazo de las tangentes a la curva y determinar el **ángulo de deflexión de la tangente (D)**, que en este caso es de 20°, es necesario también el valor del **grado de curvatura de la curva circular (Gc)**, que en este caso es propuesto de 10°, el grado de curvatura de la curva circular se propone cuidando que el punto donde comienza la curva y el punto donde termina la curva no se traslape con ninguna otra curva existente, así también cuidando que no sobrepase el grado máximo de curvatura de acuerdo a la tabla de clasificación y tipos de carretera.

Para la obtención del ángulo central de la curva circular, es necesario trazar dos líneas perpendiculares a las tangentes que se unan en un punto, de las cuales se podrá obtener Δc , que en este caso es de 20° .

$$R_c = \frac{1145.92}{G_c} = \frac{1145.92}{10} = 114.592\text{mts}$$

$$ST = R_c \left(\tan \frac{\Delta c}{2} \right) = 114.92 \left(\tan \frac{20}{2} \right) = 20.21\text{mts}$$

$$E = R_c \left(\sec \frac{\Delta c}{2} - 1 \right) = 114.592 \left(\sec \frac{20}{2} - 1 \right) = 114.592 \left(\frac{1}{\cos(10)} - 1 \right) = 1.767\text{mts}$$

$$L_c = \frac{20(\Delta c)}{G_c} = \frac{20(20)}{10} = 40.0\text{mts}$$

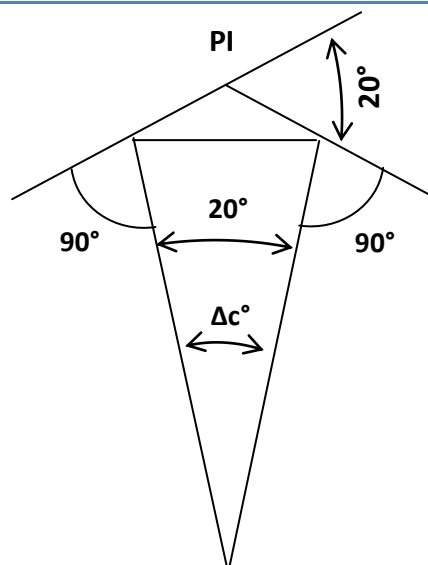
$$CL = 2(RC) \left(\sin \left(\frac{\Delta c}{2} \right) \right) = 2(114.592) \left(\sin \left(\frac{20}{2} \right) \right) = 39.79\text{mts}$$

$$P_c = PI - ST = 414.95 - 20.21 = 394.74\text{mts}$$

$$PT = P_c + L_c = 394.74 + 40 = 434.74$$

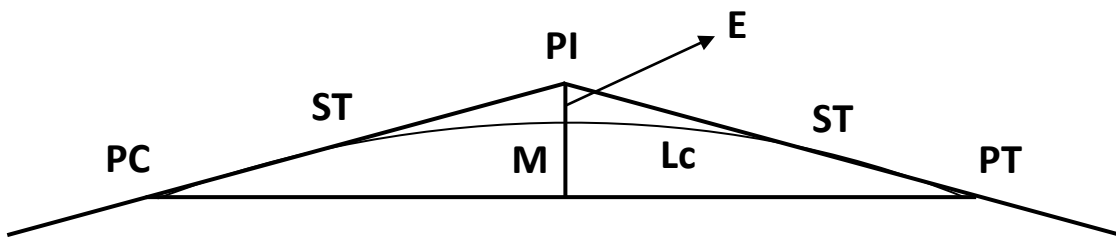
$$\text{Deflexión} = \left(\frac{\Delta}{2} \left(\frac{1}{L_c} \right) \right) = \left(\frac{20}{2} \left(\frac{1}{40} \right) \right) = 0.25000^\circ/\text{mts}$$

$$\text{Deflexión} = 0.25000 \left(\frac{\pi}{180} \right) = 0.004363 \text{ rad/mts}$$

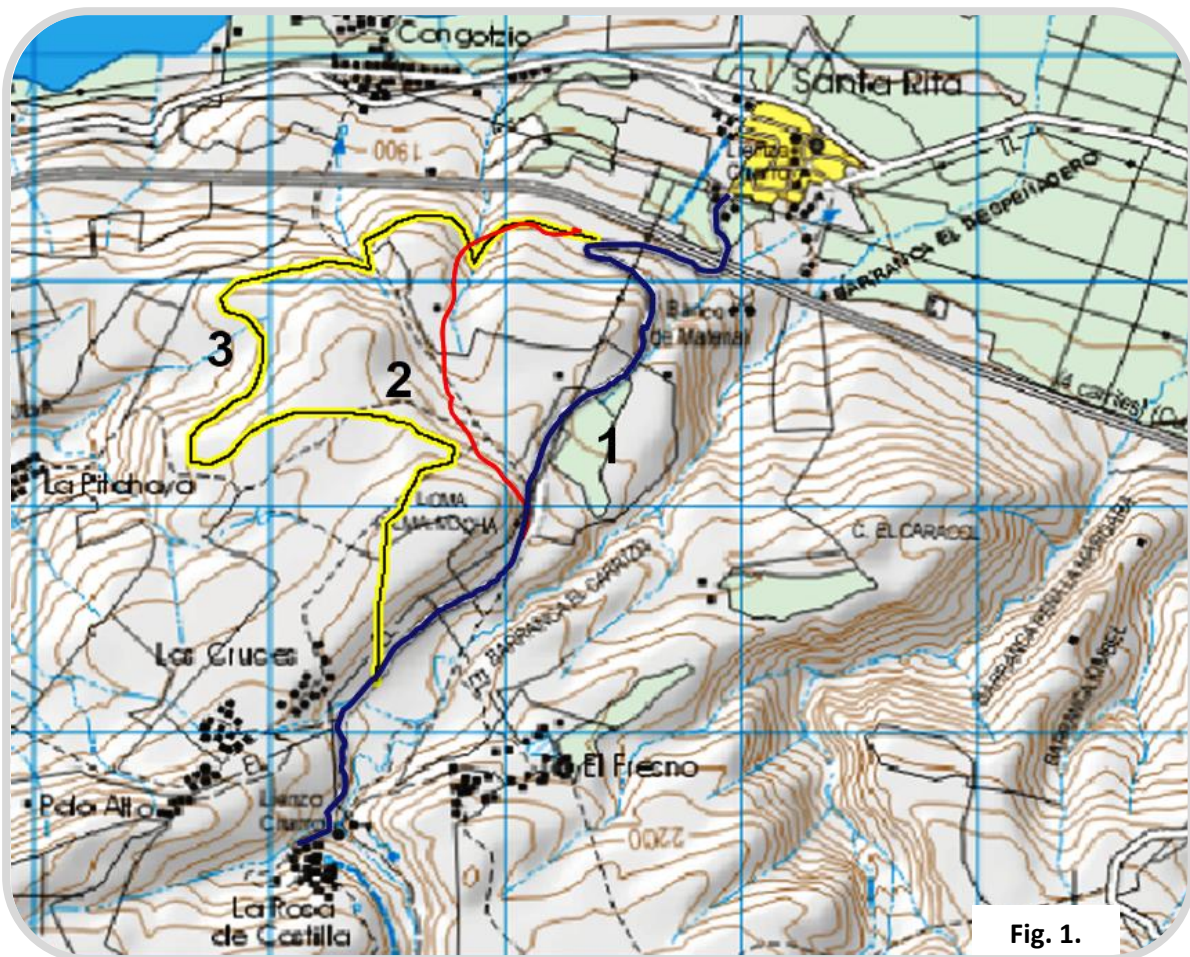


Cadenamiento	Metros de curva	Def/metro	° Deflexión (decimales)	Deflexión acumulada	° ' ''
394.74					
400	5.26	0.25000	1.315	1.315	1°27'18''
420	20	0.25000	5.000	6.315	6°18'54''
434.18	14.18	0.25000	3.545	9.860	9°51'36''
434.18	0	0.25000	0.000	9.860	9°51'36''

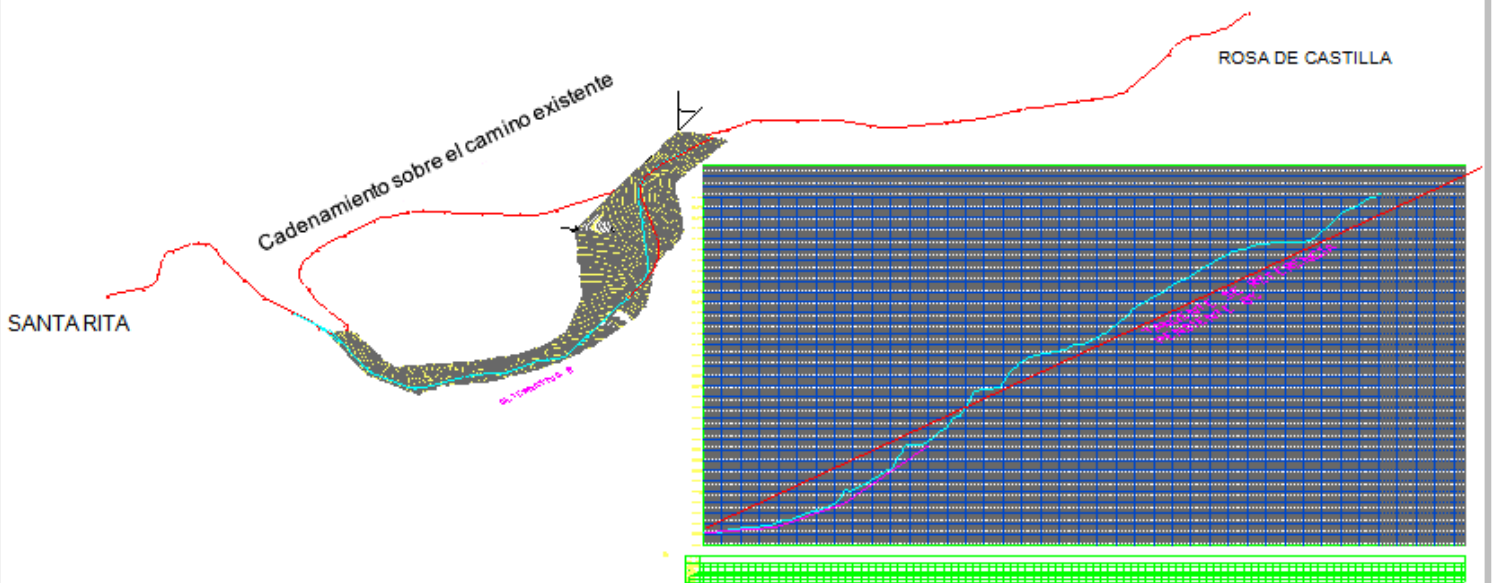
Con los datos calculados es posible el trazo de la curva circular, como se muestra a continuación.



La zona en estudio se encuentra ubicada en un terreno montañoso con pendientes que superan en mucho los valores permisibles para un camino tipo "C". Existe un camino de terracería, por el cual se levantó un perfil de terreno, denominándose alternativa 1, encontrándose pendientes superiores al 10% por lo que se realizó un reconocimiento por dos rutas más, como se puede observar en la figura 1, denominándose alternativa 2 y alternativa 3. De las tres propuestas se analizaron sus pendientes y su alineamiento vertical, encontrándose en todas pendientes superiores al 10% en longitudes superiores a las permitidas por las normas de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para un camino tipo "C". (Fig. 1).



Las pendientes máximas para un camino tipo "C" son de 8% en longitudes no mayores a 250 metros, teniéndose que en las dos primeras propuestas no se cumple con tal condición. Si bien es cierto que en la alternativa 3 las longitudes con pendientes mayores a 10% son menores, también es importante decir que siguen siendo muy largas de acuerdo a la norma y superiores a la máxima permitida, como se puede apreciar con las curvas de nivel de la fig. 1, por otro lado, en su alineamiento horizontal es necesario introducir varios retrocesos, lo que no permitiría cumplir con las normas pues se requieren grados de curvatura mayores a los 30º debido a las restricciones topográficas del terreno. En los tres casos, respetando las normas respecto a las pendientes habría la necesidad de realizar cortes y terraplenes muy grandes que sin lugar a dudas representarían problemas para la vialidad debido a la inestabilidad de los taludes generados o bien elevaría mucho los costos del proyecto por los trabajos de estabilización y movimiento de terracerías. (Fig. 2).



ALTERNATIVA 2, ARRIBA, PROYECCION HORIZONTAL, ABAJO, PERFIL DE TERRENO NATURAL.

Fig. 2.



CAPITULO III

32

ALINEAMIENTO VERTICAL

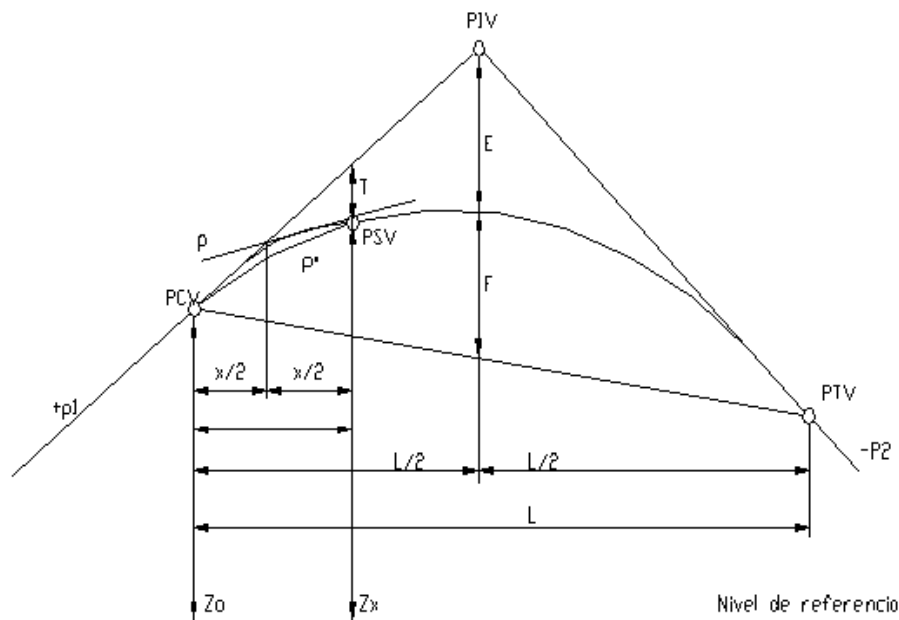


CAPITULO III

ALINEAMIENTO VERTICAL

Una curva vertical es un arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical; la curva vertical puede ser en columpio o en cresta, la **curva vertical en columpio** es una curva vertical cuya concavidad queda hacia arriba, y la **curva vertical en cresta** es aquella cuya concavidad queda hacia abajo.

ELEMENTOS DE CURVA VERTICAL.



PIV	Punto de intersección de las tangentes verticales
PCV	Punto en donde comienza la curva vertical
PTV	Punto en donde termina la curva vertical
PSV	Punto cualquiera sobre la curva vertical
P1	Pendiente de la tangente de entrada, en m/m
P2	Pendiente de la tangente de salida, en m/m
A	Diferencia algebraica de pendientes
L	Longitud de la curva vertical, en metros
K	Variación de longitud por unidad de pendiente (parámetro)
X	Distancia del PCV a un PSV, en metros
P	Pendiente en un PSV, en m/m
P'	Pendiente de una cuerda, en m/m
E	Externa, en metros
F	Flecha, en metros
T	Desviación de un PSV a la tangente de entrada, en metros
Z ₀	Elevación del PCV, en metros
Z _x	Elevación de un PSV, en metros



Nota: Si X y L se expresan en estaciones de 20 m la elevación de un PSV puede calcularse con cualquiera de las expresiones:

$$Z_x = Z_o + (20 p_1 - (10AX/L))X$$

$$Z_x = Z_{x-1} + 20 p_1 - (10A/L)(2X - 1)$$

$A = P_1 - (-P_2)$	$K = L / A$	$P = P_1 - A (X/L)$	$P' = \frac{1}{2} (P_1 + P)$
$E = (AL) / 8$	$F = E$	$T = 4E (X / L)^2$	$Z_x = Z_o + [P_1 - (AX/2L)] X$

Las normas de servicios técnicos de la **Secretaría de Comunicaciones y Transportes**, en sección de **proyecto geométrico de carreteras**, indica las siguientes normas de cálculo para las curvas verticales:

Tangentes.- Las tangentes verticales estarán definidas por su pendiente y su longitud.

- **Pendiente gobernadora.-** Los valores máximos determinados para la pendiente gobernadora se indican en la siguiente tabla de valores máximos de la pendiente gobernadora y de las pendientes máxima para los diferentes tipos de carreteras y terreno.
- **Pendiente máxima.-** Los valores determinados para pendiente máxima se indican en la siguiente tabla de valores máximos de las pendientes gobernadoras y de las pendientes máxima para los diferentes tipos de carreteras y terreno.
- **Pendiente mínima.-** La pendiente mínima en zonas de sección en corte y/o bacón no deberá ser menor del cero punto cinco por ciento (0.5%) y en zonas con sección de terraplén la pendiente podrá ser nula.
- **Longitud crítica.-** Los valores de la longitud crítica de las tangentes verticales con pendientes con pendientes mayores que la gobernadora, se obtendrán de la grafica de longitud crítica de tangentes verticales con pendiente mayor que la gobernadora.



Valores máximos de las pendientes gobernadoras y de las pendientes máximas

CARRETERA TIPO	PENDIENTE GOBERNADORA (%)		PENDIENTE MÁXIMA (%)	
	TIPO DE TERRENO		TIPO DE TERRENO	
	PLANO	LOMERIO MONTAÑOSO	PLANO	LOMERIO MONTAÑOSO
E	--	7 9	7	10 13
D	--	6 8	6	9 12
C	--	5 6	5	7 8
B	--	4 5	4	6 7
A	--	3 4	4	5 6

35

LONGITUD CRÍTICA DE TANGENTES VERTICALES CON PENDIENTE MAYOR QUE LA GOBERNADORA

Visibilidad

- a) **Curvas verticales en cresta.**- Para que las curvas verticales en cresta cumplan con la distancia de visibilidad necesaria su longitud deberá calcularse a partir del parámetro K, que se obtiene con la expresión:

$K = \frac{D^2}{2 \left(\frac{1}{H^2} + \frac{1}{h^2} \right)}$	Donde: D = distancia de visibilidad, en metros H = altura al ojo del conductor (1.14m) h = altura del objeto (0.15 m)
--	--

- b) **Curvas verticales en columpio.**- Para que las curvas verticales en columpio cumplan con la distancia de visibilidad necesaria, su longitud deberá calcularse a partir del parámetro K, que se obtiene con la expresión:

$K = \frac{D^2}{2(TD + H)}$	Donde: D = distancia de visibilidad, en metros T = pendiente del haz luminoso de los faros (0.0175) H = altura de los faros (0.64 m)
-----------------------------	---



c) Requisitos de visibilidad.-

1. La distancia de visibilidad de parada deberá proporcionarse en todas las curvas verticales, este requisito esta tomado en cuenta en el valor del parámetro K, especificado en la siguiente tabla "Valores mínimos del parámetro K y de la longitud mínima aceptable de las curvas verticales"
2. La distancia de visibilidad de encuentro deberá proporcionarse en las curvas verticales en cresta de las carreteras tipo "E", tal como se especifica en la siguiente tabla, "Valores mínimos del parámetro K y de la longitud mínima aceptable de las curvas verticales"

VALORES MINIMOS DEL PARÁMETRO k Y DE LA LONGITUD MINIMA ACEPTABLE DE LAS CURVAS VERTICALES

Velocidad de proyecto (km/h)	Valores del parámetro K (m/%)				Longitud mínima aceptable (m)
	Curvas en cresta Carretera tipo		Curvas en columpio Carretera tipo		
	E D,C,B,A		E,D,C,B,A		
30	4	3	4	20	
40	7	4	7	30	
50	12	8	10	30	
60	23	12	15	40	
70	36	20	20	40	
80	-	31	25	50	
90	-	43	31	50	
100	-	57	37	60	
110	-	72	43	60	

La distancia de visibilidad de rebase solo se proporcionara cuando así lo indiquen las especificaciones de proyecto y/o lo ordene la secretaria, los valores del parámetro K, para satisfacer son:

Velocidad de proyecto en km/h	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Parámetro K para rebase en m/%	18	32	50	73	99	130	164	203	245



Curvas verticales.- Las curvas verticales serán parábolas de eje vertical y están definidas por su longitud y por la diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales que une.

a) Longitud mínima:

La longitud mínima de las curvas verticales se calculara con la expresión:

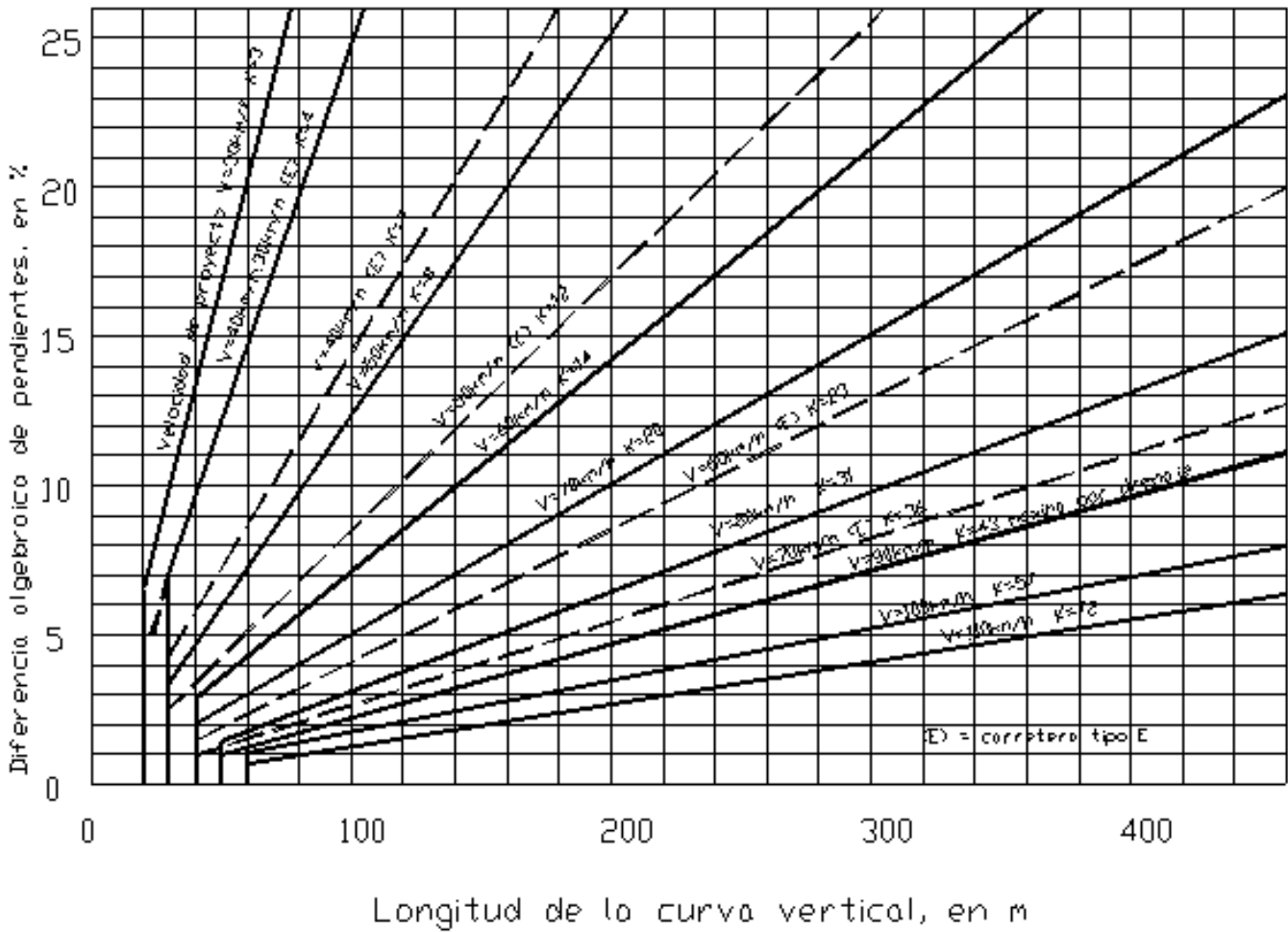
$L = KA$	En donde: L = Longitud mínima de la curva vertical, en metros K = Parámetro de la curva cuyo valor mínimo se especifica En la tabla de valores mínimos del parámetro K y de la longitud mínima aceptable de las curvas verticales A = Diferencia algebraica de las pendientes de las Tangentes verticales.
----------	---

La longitud mínima de las curvas verticales en ningún caso deberá ser menor a las mostradas en las siguientes dos tablas: "Longitud mínima de las curvas verticales en cresta" y "Longitud mínima de las curvas verticales en columpio"

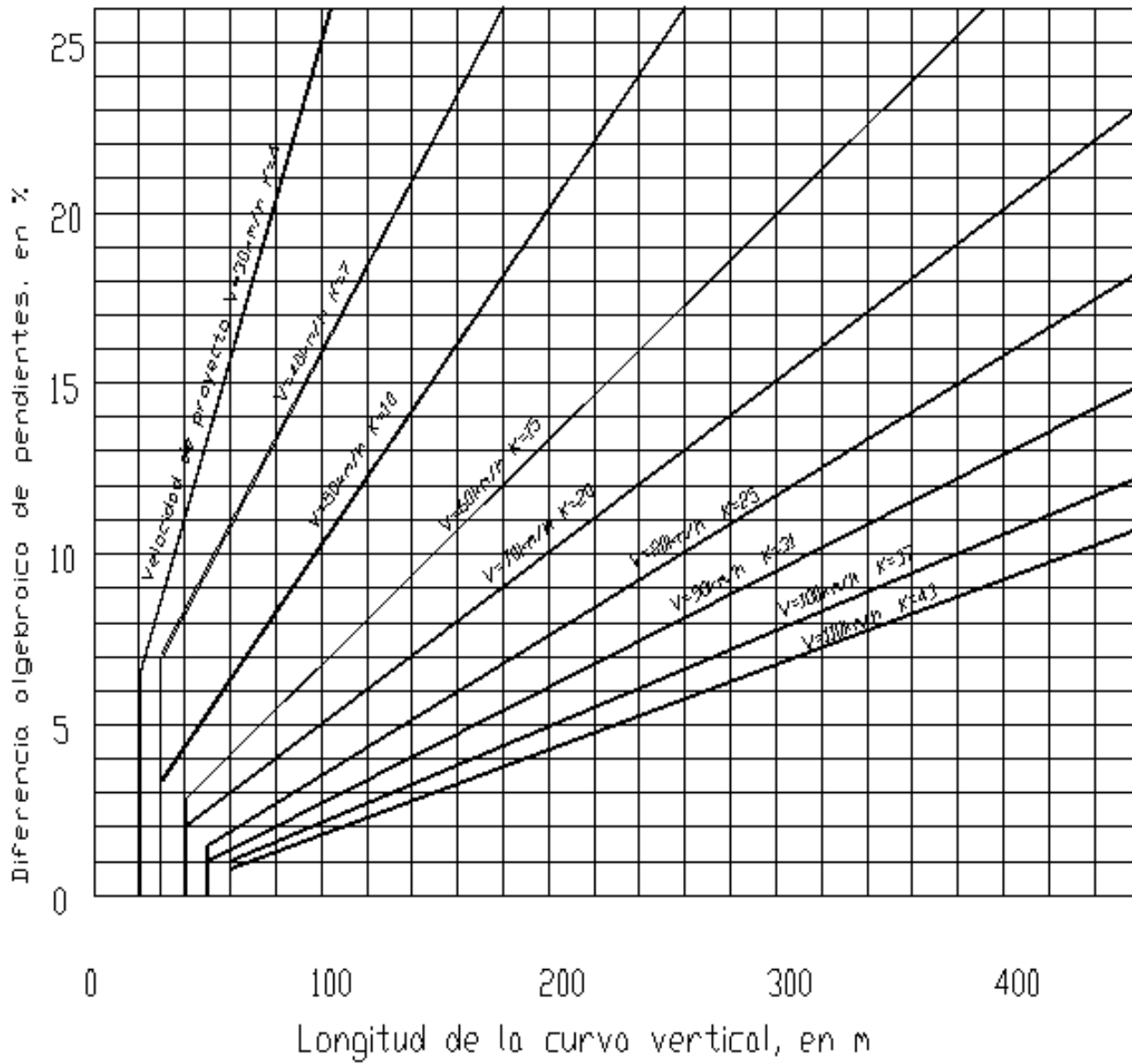
b) Longitud máxima.- No existirá límite de longitud máxima para las curvas verticales. En caso de curvas verticales en cresta con pendiente de entrada y salida de signos contrarios, se deberá revisar el drenaje cuando a la longitud de la curva proyectada corresponda un valor del parámetro K superior a 43.



LONGITUD MINIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN CRESTA



LONGITUD MINIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO



CALCULO DE CURVAS VERTICALES

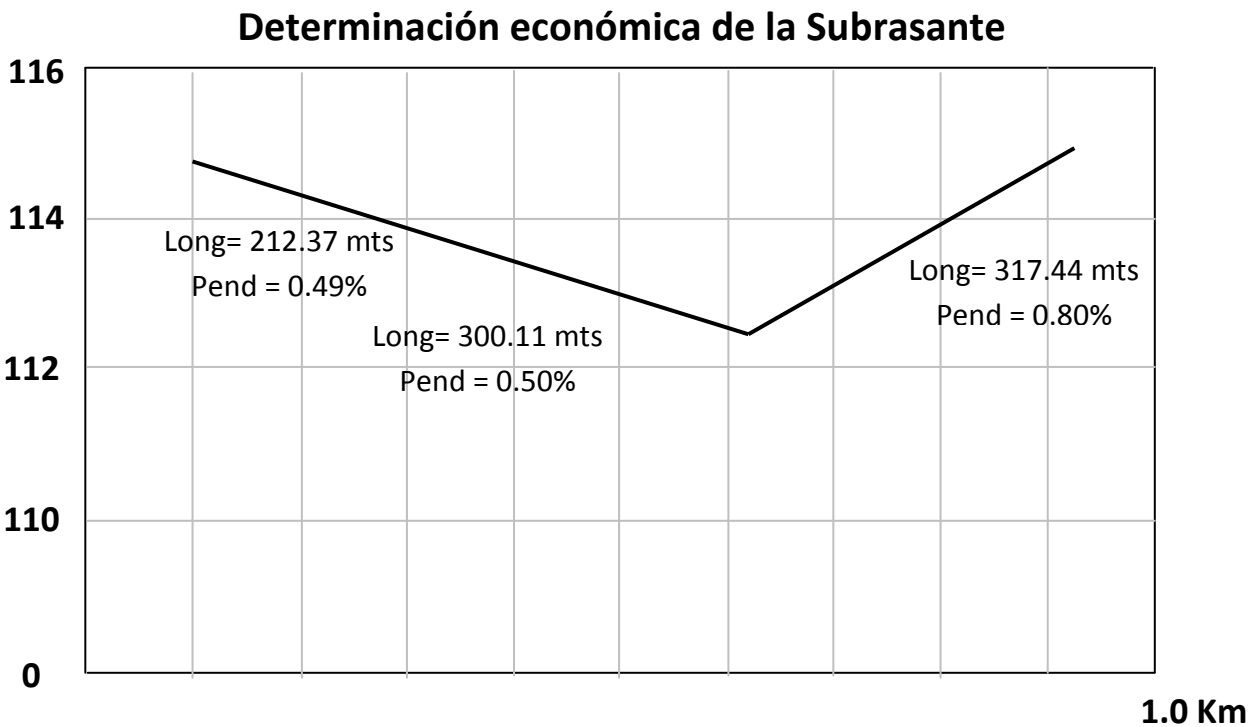
Pasara el cálculo y trazo de las curvas verticales es necesario contar con un perfil del terreno, así como las longitudes y pendientes de cada segmento del camino. Es necesario revisar que la pendiente en estos segmentos del camino nunca sea mayor a la pendiente máxima dada por la tabla de tipos y características de caminos.

Es necesario también respetar las condiciones de longitud mínima de las curvas verticales en cresta y columpio.

Las formulas de trazo de curvas verticales son en comparación, más simples que las de curvas horizontales, como se muestra a continuación.

$L = (P_o - P_i)$ <p>→ 2 estaciones como min</p>	$K = \frac{(P_o - P_i)}{10L}$	<p>Po = pendiente de entrada Pi = pendiente de salida L = número total de estaciones</p>
--	-------------------------------	--

PERFIL DEL TERRENO:



CALCULO DE CURVA VERTICAL EN COLUMPIO

$$L = (-0.50) - (-0.8) = 1.3 = 2 \text{ estaciones de } 20 \text{ mts} = 40 \text{ mts}$$

$$K = (1.3) / (10)(2) = 0.065$$

$$E = (1.3)(40)/8 = 6.5$$

$$F = 6.5$$

$$0.50 \text{-----} 100$$

$$x \text{-----} 20$$

$$X = 0.1$$

$$0.8 \text{-----} 100$$

$$x \text{-----} 20$$

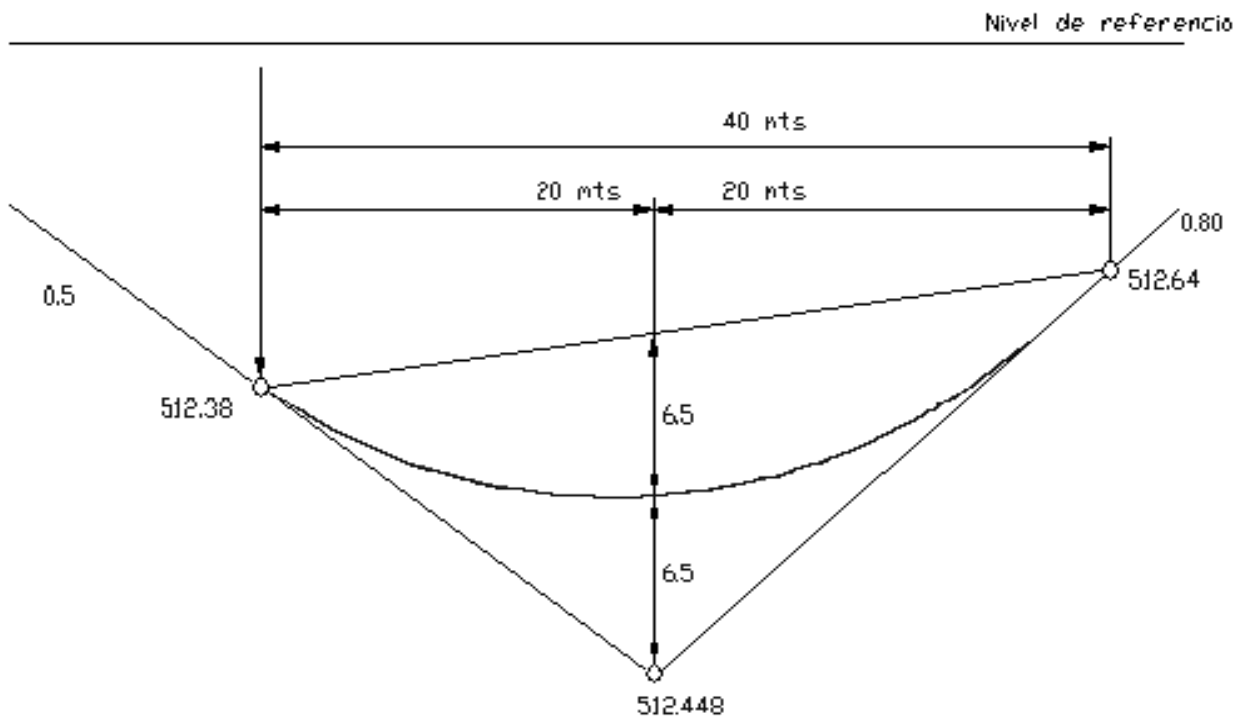
$$X = 0.16$$

$$\text{PIV} = 512.48$$

$$\text{PCV} = 512.48 - 0.1 = 512.38$$

$$\text{PTV} = 512.48 + 0.16 = 512.64$$

Punto	Elevación	X ²	K	Y	Cota
0	512.38	0	0.065	0	512.38
1	512.48	1	0.065	0.0315	512.4485
0	512.64	0	0.065	0	512.64



VALORES MÁXIMOS DE LAS PENDIENTES GOBERNADORAS Y DE LAS PENDIENTES MÁXIMAS

CARRETERA TIPO	PENDIENTE GOBERNADORA (%)	PENDIENTE MÁXIMA (%)
	TIPO DE TERRENO	
	PLANO LOMERIO MONTAÑOSO	PLANO LOMERIO MONTAÑOSO
E	-- 7 9	7 10 13
D	-- 6 8	6 9 12
C	-- 5 6	5 7 8
B	-- 4 5	4 6 7
A	-- 3 4	4 5 6

EMPLEO SIMULTÁNEO DE LAS CURVAS VERTICALES Y HORIZONTALES.

Con relación a la combinación del alineamiento horizontal con el vertical se procurara observar lo siguiente:

- A. En alineamientos verticales que originen terraplenes altos y largos son deseables alineamientos horizontales rectos o de muy suave curvatura.
- B. Los alineamientos horizontal y vertical deben estar balanceados. Las tangentes o las curvas horizontales suaves en combinación con pendientes fuertes y curvas verticales cortas, o bien una curvatura excesiva con pendientes suaves corresponden 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 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 o terminación de una curva horizontal.
- E.** Debe evitarse proyectar la cima de una curva vertical en columpio en o cerca de una curva horizontal.
- F.** En general, cuando se combinen curvas verticales y horizontales, o una este muy cerca de la otra, debe procurarse que la curva vertical este fuera de la curva horizontal o 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.
- H.** En donde este previsto el proyecto de un entronque, los alineamientos deben de ser lo más suave posible.



CAPITULO IV

44

SECCIONES TRANSVERSALES CONSTRUCCION



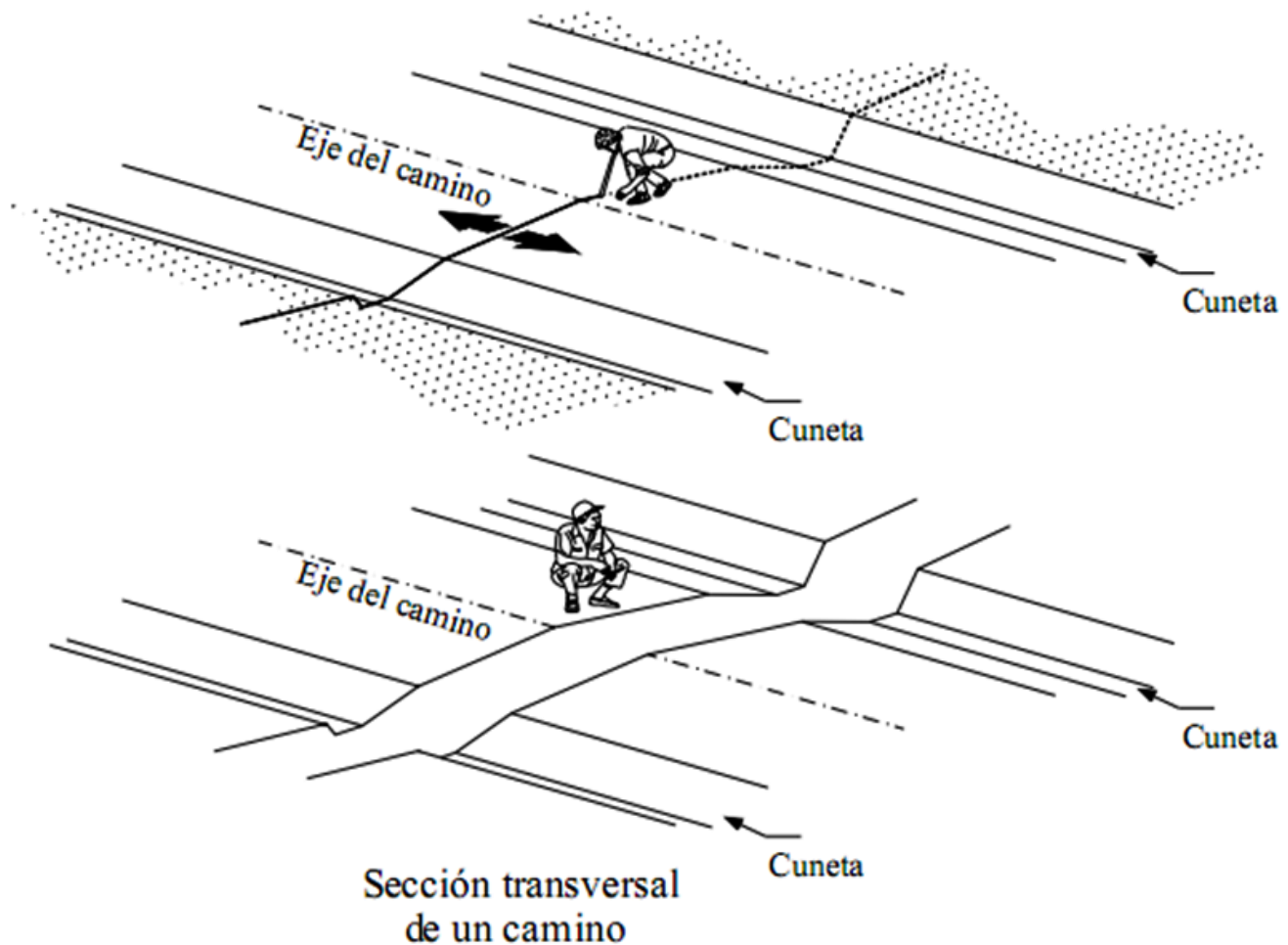
CAPITULO IV

SECCIONES TRANSVERSALES DE CONSTRUCCIÓN

45

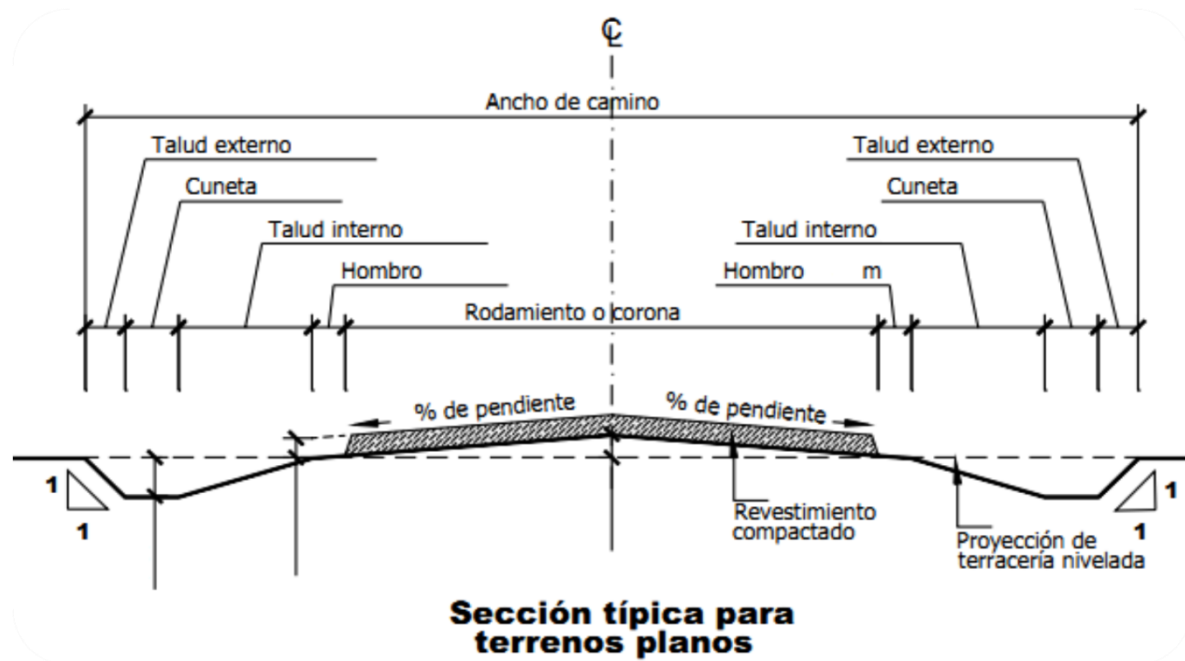
Corte transversal.

Es un corte atravesado que se le hace a un objeto por su parte más angosta. Es como si el camino fuera cortado por una zanja de un lado a otro.



Sección Transversal.

La sección transversal está definida por la corona, las cunetas, los taludes, las contra cunetas, las partes complementarias y el terreno comprendido dentro del derecho de vía, "Sección transversal en tangente del alineamiento horizontal para carreteras tipos E, D, C, B y A2" y "Sección transversal en tangente del alineamiento horizontal para carreteras tipos A4"



TIPO DE CARRETERA	ANCHOS DE				
	CORONA	CALZADA	ACOTAMIENTOS		FAJA SEPARADORA CENTRAL
E	4.00	4.00	--		--
D	6.00	6.00	--		--
C	7.00	6.00	0.50		--
B	9.00	7.00	1.00		--
A	A2	12.00	7.00		--
	A4	22.00 mínimo	2 x 7.00		1.00 mínimo
			3.00	0.50	
	A4S	2 x 11.00	2 x 7.00	3.00	1.00



Corona.- La corona está definida por la calzada y los acotamientos con su pendiente transversal, y en su caso, la faja separadora central.

En tangentes del alineamiento horizontal el ancho de corona para cada tipo de carretera y de terreno, deberá ser el especificado en la tabla "Anchos de corona, de calzada, de acotamientos y de la faja separadora central" que continuación se muestra.

Dados los datos anteriores, podemos deducir las siguientes medidas según nuestro tipo de camino "C".

ESPECIFICACIONES DE PROYECTO

CONCEPTOS	TRAMO
CAMINO TIPO	"C"
TIPO DE TERRENO	MONTAÑOSO
VELOCIDAD DE PROYECTO	50 Km/hr
ANCHO DE CORONA	7.00 MTS
ANCHO DE CALZADA	6.00 MTS
PENDIENTE GOBERNADORA	6.00 %
PENDIENTE MAXIMA	8.00 %
GRADO DE CURVATURA MAX	30 °

En curvas y transiciones de alineamiento horizontal el ancho de la corona deberá ser la suma de los anchos de la calzada, de los acotamientos, y en su caso de la faja separadora central.

Calzada.- el ancho de la calzada deberá ser:

- a. En tangente del alineamiento horizontal, el especificado en la tabla anterior "Anchos de corona, de calzada, de acotamientos y de la faja separadora central"
- b. En curvas circulares del alineamiento horizontal, el ancho en tangente mas una ampliación en el lado interior de la curva circular, cuyo valor se especifica en las siguientes cuatro tablas "Ampliaciones, sobre elevaciones y transiciones para carreteras"
- c. En curvas espirales de transición y en transiciones mixtas.



El ancho en tangente más una ampliación variable en el lado interior de la curva espiral o en el de la transición mixta, cuyo valor esta dado por la expresión:

$$A = \frac{L}{L_e} A_c$$

En donde:

A = Ampliación del ancho de la calzada en un punto de la curva espiral o de la transición mixta, en metros.

L = Distancia del origen de la transición al punto cuya ampliación de desea determinar, en metros

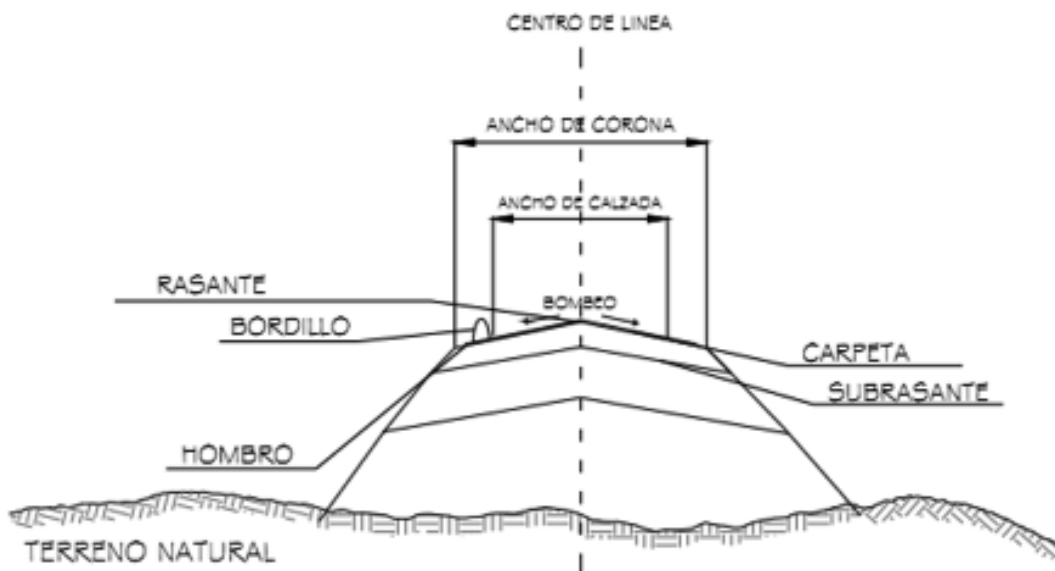
L_e = Longitud de la curva espiral o de la transición mixta, en metros.

A_c = Ampliación total del ancho de la calzada correspondiente a la curva circular, en metros.

Acotamientos.- El ancho de los acotamientos deberá ser para cada tipo de carretera y tipo de terreno, según se indica en la tabla "Anchos de corona, de calzada, de acotamientos y de la faja separadora central"

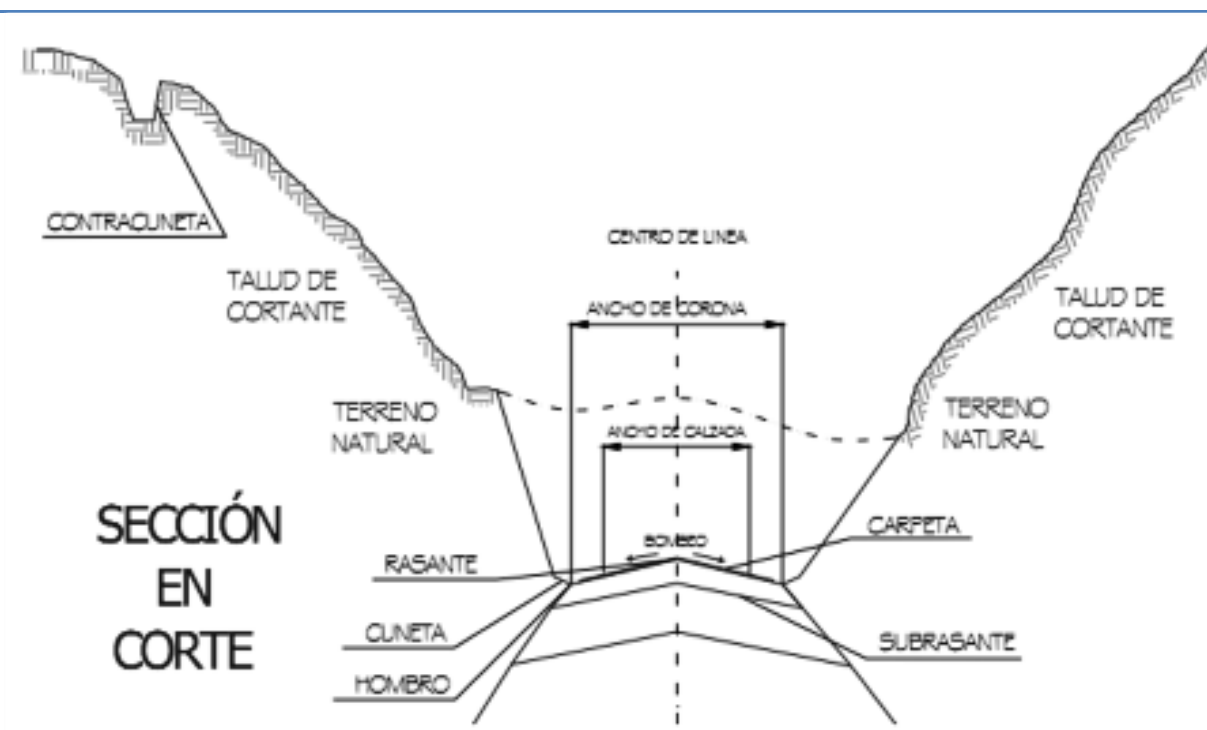
Tipos de secciones transversales

Se han determinado tres tipos de secciones transversales para los caminos dependiendo de su topografía como se muestra en las figuras siguientes:

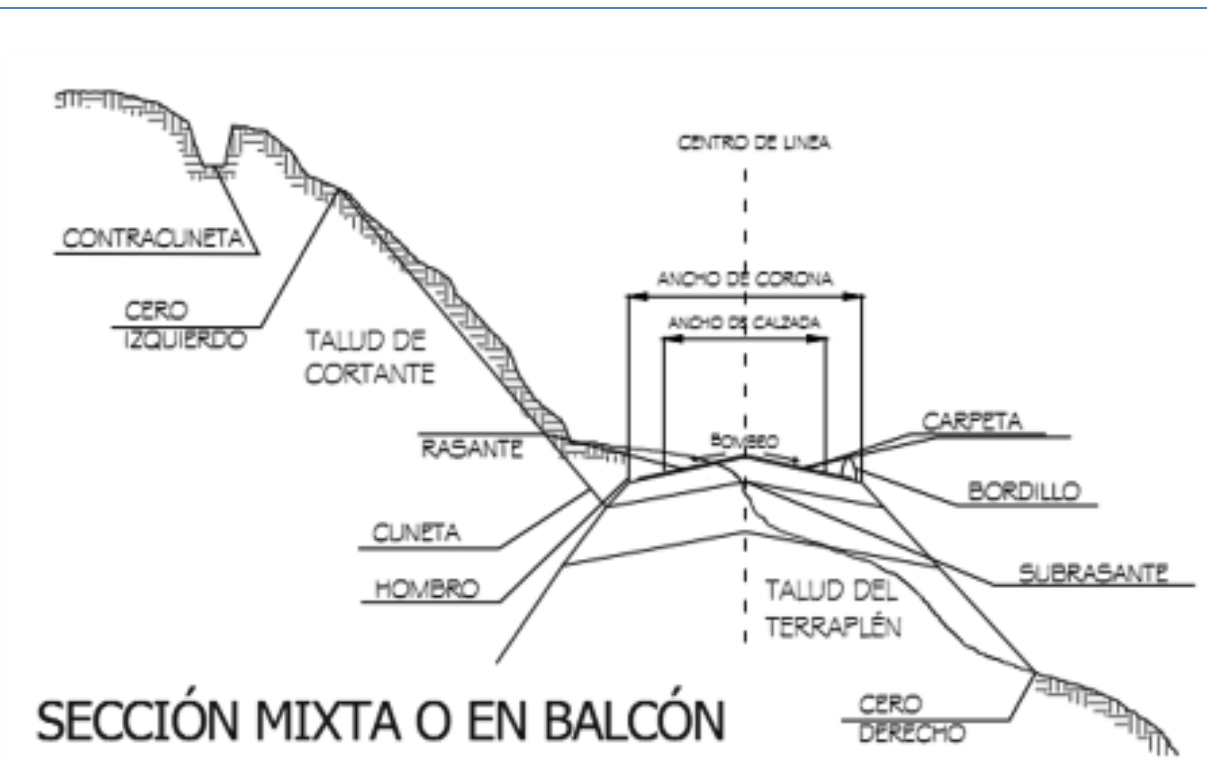


SECCIÓN EN TERRAPLÉN





SECCIÓN EN CORTE

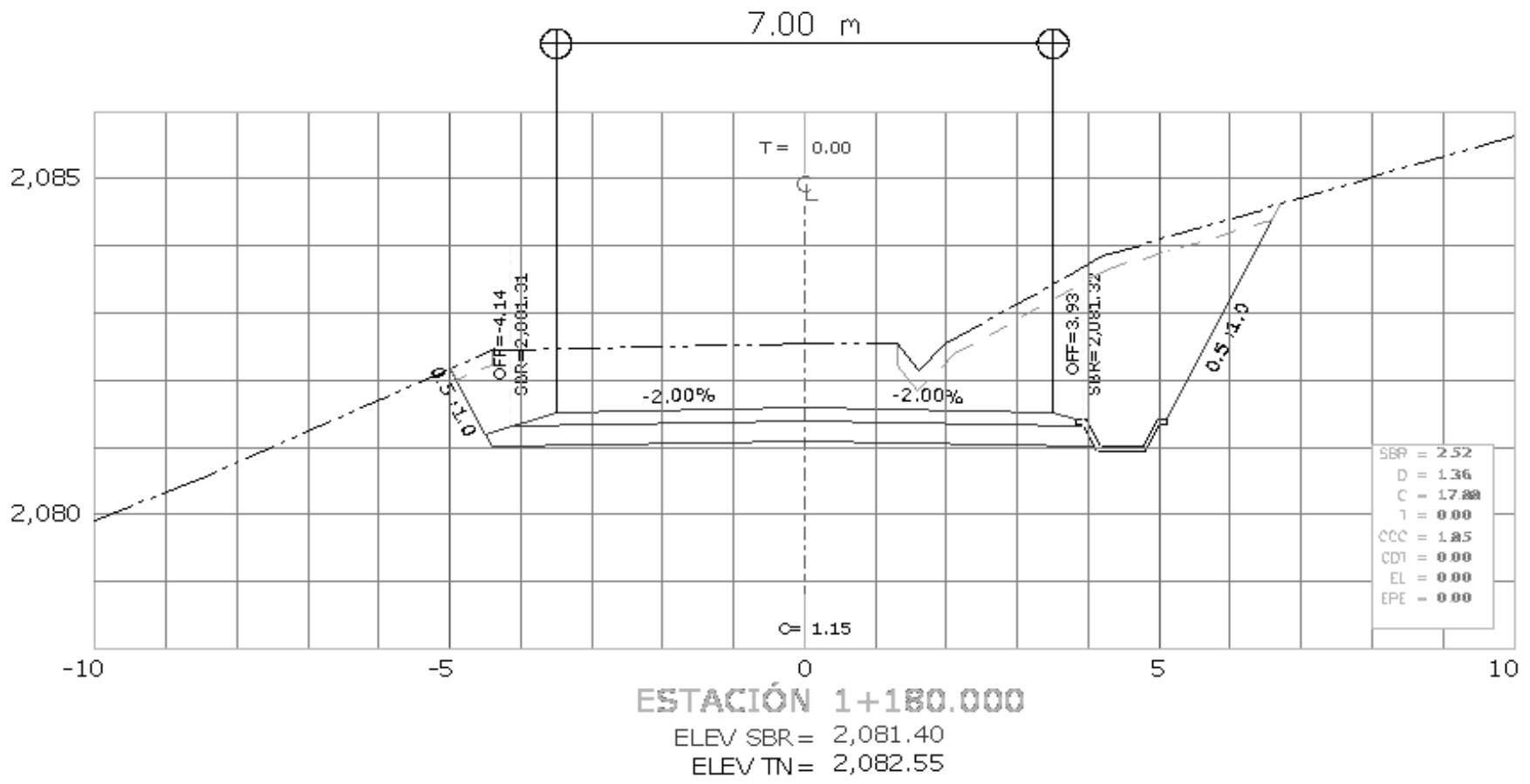


SECCIÓN MIXTA O EN BALCÓN



Pendiente transversal.- En tangentes de alineamiento horizontal el bombeo de la corona deberá ser:

- a. De menos dos por ciento en carreteras tipo A, B, C, y D pavimentadas
- b. De menos tres por ciento en carreteras tipo D y E revestidas.



CAPITULO V

51

DRENAJE



CAPITULO V

DRENAJE

52

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

Los objetivos primordiales de las obras de drenaje son:

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

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

Tipos de drenaje:

Para llevar a cabo lo anteriormente citado, se utiliza el drenaje superficial y el drenaje subterráneo.

Drenaje Superficial



Drenaje Subterráneo



Drenaje superficial.- Se construye sobre la superficie del camino o terreno, con funciones de captación, salida, defensa y cruce, algunas obras cumplen con varias funciones al mismo tiempo.

En el drenaje superficial encontramos: cunetas, contra cunetas, bombeo, lavaderos, zampeados, y el drenaje transversal.

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

Contra cunetas.- La función de las contra cunetas es prevenir que llegue al camino un exceso de agua o humedad, aunque la práctica ha demostrado que en muchos casos no es conveniente usarlas, debido a que como se construyen en la parte aguas arriba de los taludes, provocan reblandecimientos y derrumbes.

Si son necesarias, deberá, estudiarse muy bien la naturaleza geológica del lugar donde se van a construir, alejándolas lo más posible de los taludes y zampeándolas en algunos casos para evitar filtraciones.

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

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

Zampeado.- Es una protección a la superficie de rodamiento o cunetas, contra la erosión donde se presentan fuertes pendientes. Se realiza con piedra, concreto ciclópeo o concreto simple.



Lavaderos.- Son pequeños encauzamientos a través de cubiertas de concreto, lamina, piedra con mortero o piedra acomodada que se colocan en las salidas de las alcantarillas o terrenos erosionables, eliminando los daños que originaria la velocidad del agua.

Drenaje transversal.- Su finalidad es permitir el paso transversal del agua sobre un camino, sin obstaculizar el paso.

Las obras de drenaje mayor: requieren de conocimientos y estudios especiales, entre ellas podemos mencionar los **puentes, puentes – vado y bóvedas.**

Las bóvedas de medio punto construidas con mampostería son adecuadas cuando requerimos salvar un claro con una altura grande de la rasante al piso del río.

Los vados son estructuras muy pegadas al terreno natural, generalmente losas a piso, tienen ventajas en cauces amplios con tirantes pequeños y régimen torrencial por corto tiempo. La construcción de vados es económica y accesibles a los cambios rurales por el aprovechamiento de los recursos del lugar, ya que pueden ser construidos de mampostería, concreto simple, ciclópeo y hasta de lamina. Su diseño debe evitar provocar erosión aguas arriba y aguas abajo, además de evitar que se provoque régimen turbulento que también es causa de socavación.

El puente – vado, es una estructura en forma de puente y con características de vado, que permite el paso del agua a través de claros inferiores en niveles ordinarios, y por la parte superior cuando se presentan avenidas con aguas máximas extraordinarias.

La altura de la obra debe permitir que cuando se presenten avenidas en aguas máximas extraordinarias los árboles u objetos arrastrados no dañen la estructura.

Los puentes son estructuras de más de seis metros de claro, se distingue de las alcantarillas por el colchón que estas levan en la parte superior.



Obras de drenaje menor:

Las alcantarillas son estructuras transversales al camino que permiten el cruce del agua y están protegidas por una capa de material en la parte superior, pueden ser de forma rectangular, cuadrada, de arco o tubular, se construyen de concreto, lamina, piedra o madera.

Para canalizar el agua se complementan con muros o aleros en la entrada y salida, podemos decir que actualmente en los caminos rurales, las más usuales son las alcantarillas laminares.

Drenaje subterráneo.- el drenaje subterráneo es un gran auxiliar para eliminar humedad que inevitablemente ha llegado al camino y así evitar que provoque asentamientos o deslizamientos de material.



En respuesta a la observación hecha al proyecto
"PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO SANTA RITA - ROSA DE CASTILLA",
en el Municipio Copándaro de Galeana, Michoacán, se tiene que:

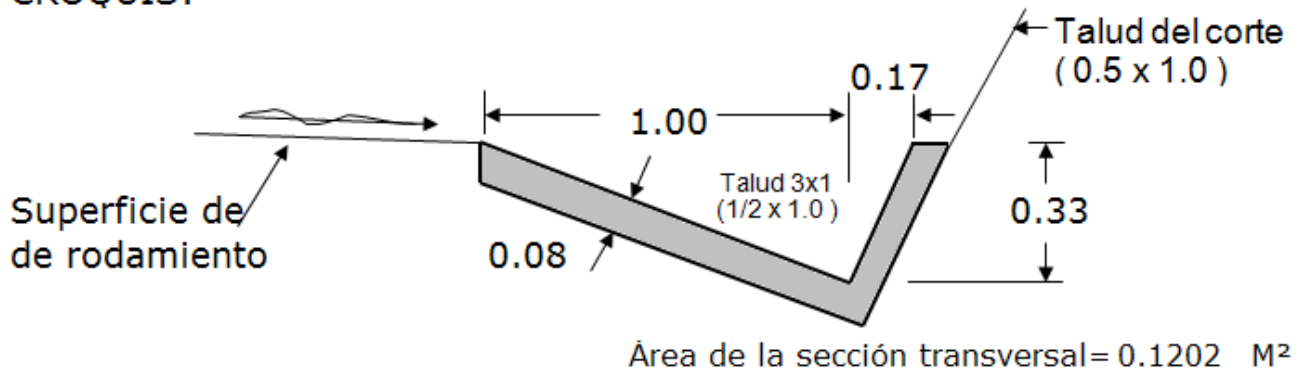
1. Actualmente en forma paralela al camino existe del Km. 0+440.00 al Km. 0+960.00 lado izquierdo y del km 0+960 al km 3+460.00. del lado derecho un canal de concreto hidráulico construido por los ejidatarios que conduce aguas de riego con gastos controlados, cuya área hidráulica es de 0.14 m².
2. Se tiene la necesidad de construir una cuneta para desalojar el agua de la calzada del camino de proyecto, la cual de acuerdo a normas y especificaciones debe de contar con un área hidráulica de 0.14 m².
3. Por lo tanto se ha considerado construir una sola estructura que satisfaga las 2 necesidades, es decir, un canal de concreto hidráulico con un área de 0.28 M² un bordo libre de 5 cm, que sea capaz de conducir el agua de riego y ocasionalmente la de lluvia, no sin antes hacer la aclaración que dicho canal transportará agua de riego solo en periodo de secas, en el cual no habrá lluvia y viceversa, en tiempo de lluvias no llevará agua de riego.
4. No obstante se hace la aclaración de que en el resto de la longitud y tramos opuestos al canal, se deberán construir las estructuras hidráulicas necesarias como cunetas y bordillos, según se señale en los planos de secciones de construcción.



ESTRUCTURAS HIDRAULICAS:

CUNETAS

CROQUIS:



57

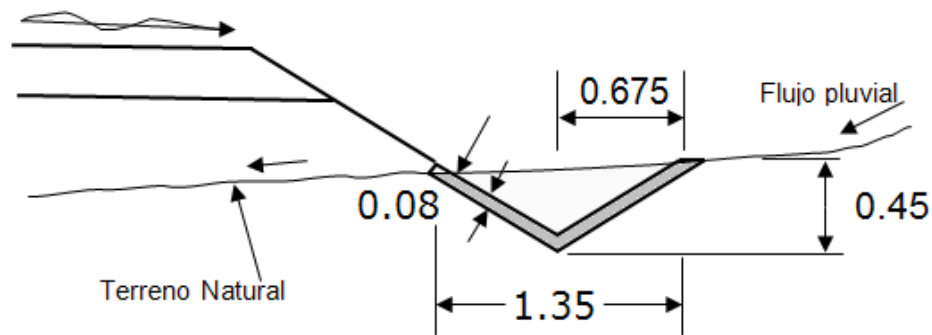
Las dimensiones están en metros

Se usará concreto $f'c=140 \text{ Kg/cm}^2$

En los sub-tramos de corte que indican los planos de secciones transversales de construcción, del proyecto geométrico y/o donde señale la Supervisión de Obra, se construirán las cunetas con la sección y dimensiones indicadas. Cuando las longitudes de las cunetas sean muy grandes, se colocarán obras de drenaje de alivio en intervalos de longitud máxima de 500 metros para terreno plano y 250 metros para terreno montañoso. Las cunetas tendrán la continuidad apropiada, sin ser interrumpidas antes de descargar el agua apropiadamente, con su respectivo lavadero de salida. No quedarán localizadas en los sitios de accesos a otros caminos o a casas y predios, en cuyo caso se construirá una cuneta con estructura especial.

CANAL - CUNETETA

CROQUIS:



Área de la sección transversal (promedio) = 0.1389 M²

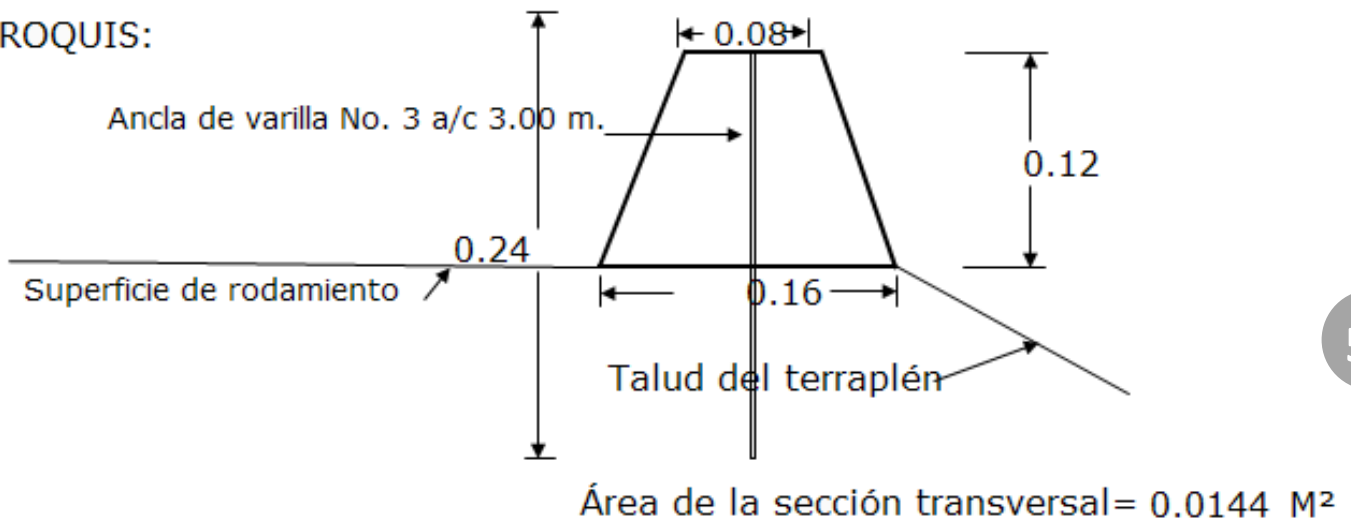
Las dimensiones están en metros

Se usará concreto $f'c=140 \text{ Kg/cm}^2$

En los sub-tramos indicados en los planos de secciones transversales del proyecto geométrico y/o donde señale la Supervisión de Obra, cuando la pendiente del terreno natural exija la construcción de cuneta y la altura de la rasante no permita su construcción, entonces se dará continuidad a la cuneta mediante la construcción de un canal zampeado con concreto, con área hidráulica similar o mayor a la de la cuneta. El talud de la excavación del canal será de 1.50 x 1.00. Cuando las longitudes por zampear sean muy grandes, se colocarán obras de drenaje de alivio en intervalos de longitud máxima de 500 metros para terreno plano y 250 metros para terreno montañoso. El objetivo de este zampeado es evitar rellenos para construir la cuneta con las dimensiones reglamentarias y evitar que el agua de lluvia erosione los taludes del camino.

BORDILLOS

CROQUIS:



59

Las dimensiones están en metros

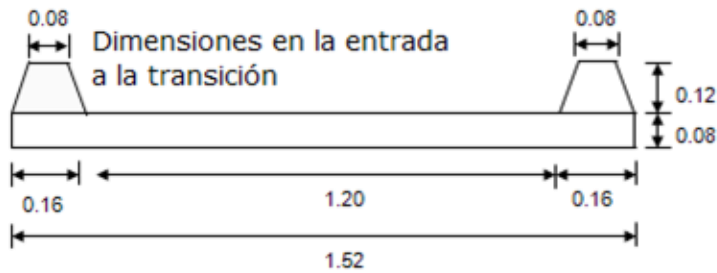
Se usará concreto $f'c=140 \text{ Kg/cm}^2$

En los sub-tramos donde el proyecto geométrico lo indique y/o donde lo señale la Supervisión de Obra, se construirán bordillos de concreto hidráulico de acuerdo a la sección indicada. Se construirán sólo en los tramos donde la sección se define en terraplén, para impedir la erosión de los taludes, cuando estos tengan ese riesgo por carecer de vegetación, y sólo cuando la sobreelevación del camino induzca la circulación del agua hacia esa orilla.

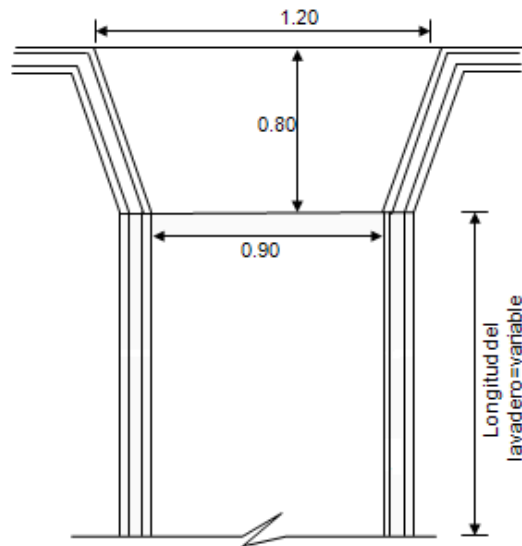
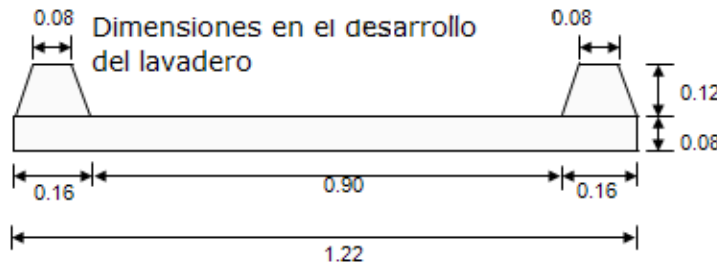


LAVADEROS DE CONCRETO HIDRÁULICO

CROQUIS:



Volumen de concreto en la transición = 0.11 m^3

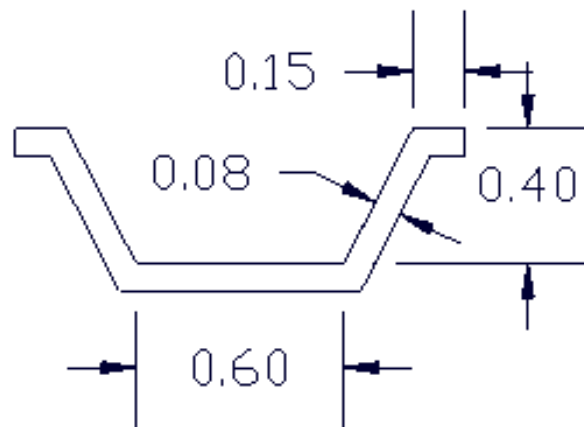


Volumen de concreto en el lavadero por metro lineal = 0.126 m^3

Se usará concreto $f'c=140 \text{ Kg/cm}^2$

Se utilizarán cuando la altura de los terraplenes sean menores de 1.50 metros, los cuales tendrán el propósito de desfogar el agua que recolecta la corona, por la captación y conducción de los bordillos y en algunos casos de las mismas cunetas, así como en las salidas de algunas obras de drenaje (casos especiales), y en los tramos indicados en el proyecto o lo que indique la Supervisión de Obra. Se construirán a cada 50 metros de longitud.

CANAL
CROQUIS:



Área de la sección transversal (promedio) = 0.1440 M²

Las dimensiones están en metros

Se usará concreto $f'c=140 \text{ Kg/cm}^2$

En los sub-tramos indicados en los planos de secciones transversales del proyecto geométrico y/o donde señale la Supervisión de Obra, se remplazará el canal existente con el canal de proyecto de las dimensiones propuestas en el croquis anterior.



CAPITULO VI

62

PROYECTO DE PAVIMENTO

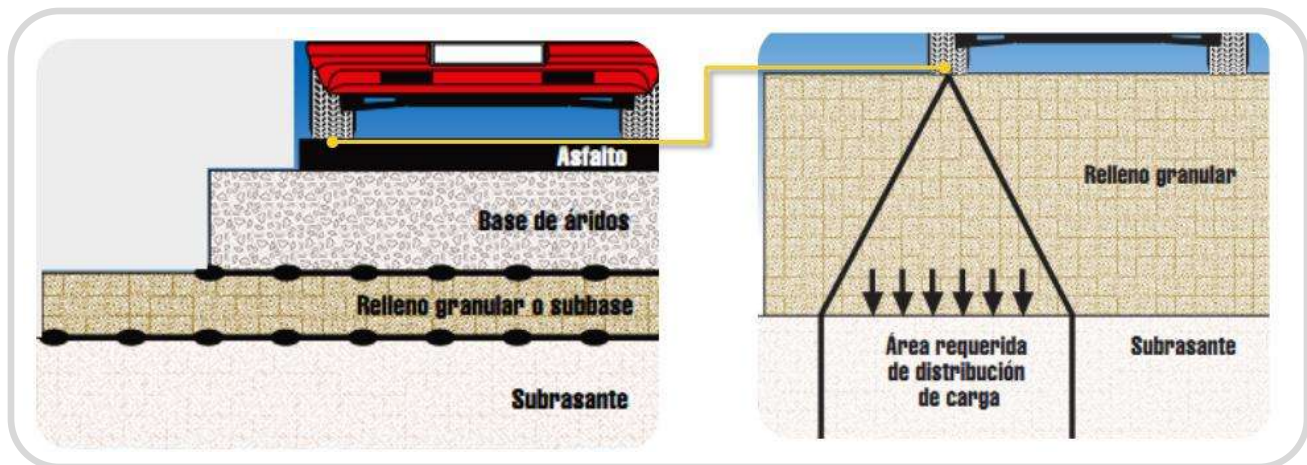


CAPITULO VI

PROYECTO DE PAVIMENTO

63

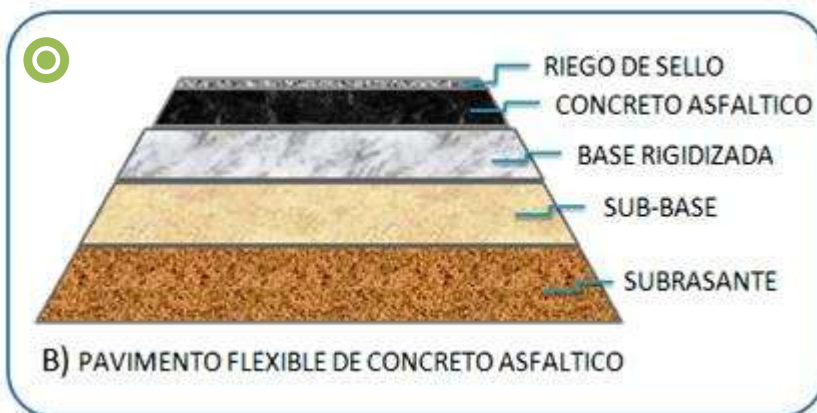
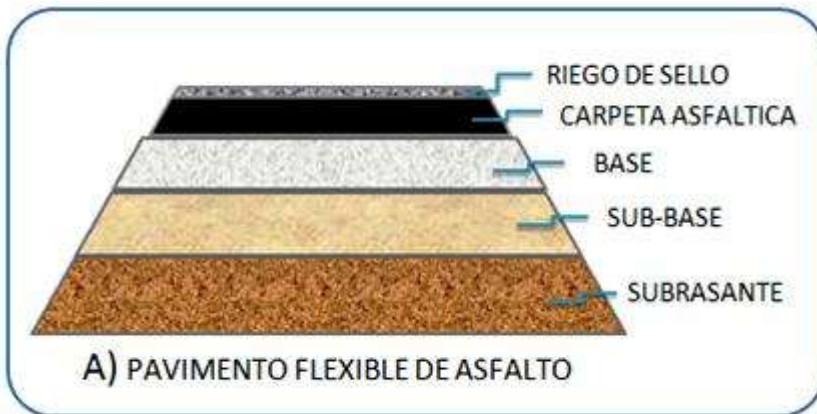
Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, como se muestra a continuación:



El diseño del pavimento es la superficie de rodamiento para los distintos tipos de vehículos, formada por el agrupamiento de capas de distintos materiales destinados a distribuir y transmitir las cargas aplicadas por el tránsito al cuerpo de terraplén. Existen distintos tipos de pavimentos:

- A. Pavimento Flexible (de asfalto)
- B. Pavimento Flexible (de concreto asfáltico)**
- C. Pavimento Rígido (de concreto hidráulico)





LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES están formados por una serie de capas y la distribución de la carga está determinada por las características propias del sistema de capas.

El Tipo de Pavimento Empleado en nuestro Proyecto es:

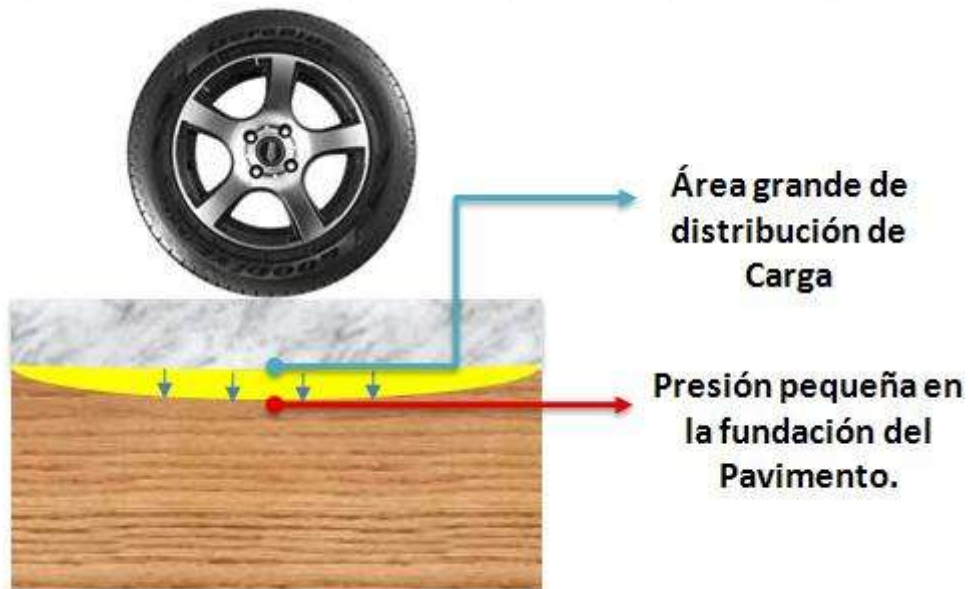
B) PAVIMENTO FLEXIBLE DE CONCRETO ASFALTICO.

LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS tienen un gran módulo de elasticidad y distribuyen las cargas sobre un área grande, la consideración más importante es la resistencia estructural del concreto hidráulico.

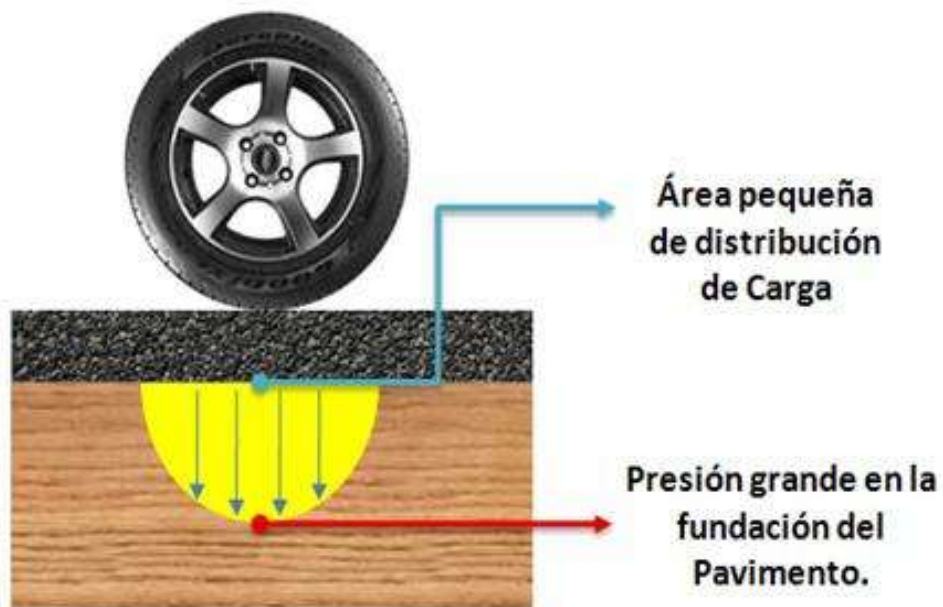


**LA PRINCIPAL DIFERENCIA ENTRE ESTOS ES LA FORMA
COMO REPARTEN LAS CARGAS.**

PAVIMENTO RIGIDO



PAVIMENTO FLEXIBLE



La pavimentación del camino: STA RITA – ROSA DE CASTILLA, en el Municipio de Copándaro de Galeana, Michoacán utilizará un **“Pavimento Flexible (de concreto asfáltico)”**.

El procedimiento para obtener los espesores de las capas que conformarán la estructura del pavimento, se realizará utilizando el Programa Dispav-5, versión 2.0 "Diseño de Pavimentos Asfálticos Incluyendo Carreteras de Altas Especificaciones" desarrollado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM; septiembre de 1999.

67

GENERACION DE DATOS PARA ALIMENTAR EL PROGRAMA

Período de vida útil del pavimento	10	Años
Tasa de crecimiento anual del tránsito (r)	4.00	%
Tránsito diario promedio anual (TDPA)	507	Vehículo
TDPA en el carril de proyecto:	254	Vehículo
Nivel de confianza	85	%
Tipo de camino	“C”	

COMPOSICION DEL TRANSITO

TIPO DE VEHICULO	CANTIDAD	%
A2	410	80.9
B2	29	5.7
B3	0	0.0
C2	32	6.3
C3	15	3.0
T2-S2	0	0.0
T3-S2	8	1.6
T3-S3	7	1.4
T3-S2-R4	0	0.0
OTROS	6	1.2
SUMAS	507	100.00



TRANSITO DE PROYECTO EN MILLONES DE EJES

Con los datos anteriores se alimenta el programa y se le indica que se trata de un camino normal, en el que se permiten deformaciones del orden de 2.5 cm. en la rodada y agrietamiento medio a fuerte al final de la vida de proyecto, arrojándonos los siguientes resultados:

- a) Por fatiga en las capas estabilizadas (carpeta asfáltica) = 0.40 mill. ejes
- b) Por deformación en capas no estabilizadas (terracerías) = 0.50 mill. Ejes

68

OBTENCION DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

- Valor relativo de soporte de los materiales
- Modulo de rigidez de los materiales
- Relación de Poisson para cada tipo de material



CALCULO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA CRITICO DE DISEÑO (\overline{CBR}_z) DE LOS MATERIALES

CBR DEL TERRENO NATURAL EN EL CAMINO

Calculando el valor de soporte de California \overline{CBR} , de los suelos que componen el terreno natural a lo largo del tramo en estudio.

Valores de campo:

PCA	KM	CBR(%)	$(CBR - \overline{CBR})^2$
1	0+000	17.8	38.99
2	0+500	20.0	71.31
3	1+000	7.8	14.10
4	1+500	20.0	71.31
5	2+000	8.0	12.64
6	2+500	7.1	20.30
7	3+000	7.6	16.04
8	3+500	7.3	18.11
9	4+000	8.5	9.34
SUMA	9	SUMA	104.00
			272.15

Nota: en los valores mayores de 20, se tomó como máximo: 20.

$$\overline{CBR} = \frac{104.00}{9} = 11.56\% \quad | \quad \overline{CBR} \text{ (Valor esperado en el campo bajo condiciones medias)}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(CBR - \overline{CBR})^2}{n}} = 5.50$$

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{5.50}{11.56} = 0.48 \quad |$$

v: (Coeficiente de variación que toma en cuenta la incertidumbre de diversos factores como características del suelo, condiciones climatológicas, drenaje, procedimientos de construcción, y conservación, a lo largo de la carretera y de su vida de servicio)

CALCULO DE \widehat{CBR}_z

$$\widehat{CBR}_z = \overline{CBR}(1 - 0.84v)$$

$\widehat{CBR}_z = 6.94\%$ | \widehat{CBR}_z : (resistencia crítica de los suelos del terreno natural “valor de diseño”)

MÓDULO DE RIGIDEZ DE LOS MATERIALES Y RELACIÓN DE POISSON PARA CADA TIPO DE MATERIAL

CAPA	CBRz	MODULO DE RIGIDEZ	RELACION DE POISSON
CARPETA	--	31,000	0.35
BASE GRANULAR	80.0	2,793	0.35
SUBRASANTE	20.0	1,058	0.45
TERRENO NATURAL	6.94	503	0.45

Con los datos anteriormente descritos, se alimenta el programa de computo “DISPAV 5” VERSIÓN 2.0., con lo que se obtienen los siguientes resultados:

CAPA	ESPESOR CALCULADO	ESPESOR DE PROYECTO (RECOMENDADO POR EL PROGRAMA)
CARPETA ASFALTICA	4.5	4.5
BASE	10.9	15.0
SUBRASANTE	21.6	20.0

REVISION ESTRUCTURAL

VIDA PREVISIBLE	TRANSITO DE PROYECTO
Deformación (Terracerías)	0.5≥0.5 Cumple
Fatiga (Carpetas asfálticas)	1.2≥0.4±10% Cumple

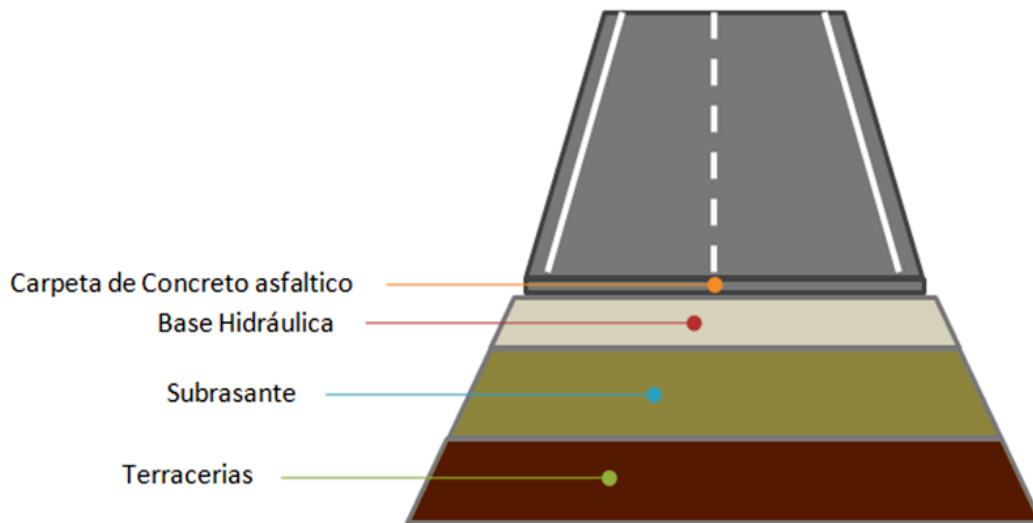
El espesor de la subrasante calculado es de 21.6 cm., sin embargo, de acuerdo con las recomendaciones del Instructivo para Diseño Estructural de Pavimentos Flexibles para Carreteras, Serie 444, Noviembre de 1981, del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se aplicará la práctica común de diseñar la capa subrasante por especificaciones construyéndola de 30 cm. como mínimo.

Por lo anterior, se recomienda estructurar de la siguiente manera:

CAPA	ESPESOR R(cm)	COMPACTACION (%)	TIPO DE PRUEBA	CBR MINIMO (%)
CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO	5	95	P.V.M. MARSHALL	-
BASE HIDRÁULICA	15	100	AASHTO MODIF	80
SUBRASANTE	30	100	AASHTO ESTAN	20
TERRACERÍAS (COMPAC TERR. NAT.)	20	90	AASHTO ESTAN	5

NOTA: La subrasante podrá formarse utilizando material del revestimiento existente escarificándolo y mezclándolo con material de banco de préstamo.

71



CAPITULO VII

72

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

73

TIPO DE TERRENO

Durante los recorridos, se pudo observar que el camino objeto del presente estudio, se encuentra enclavado en un terreno de tipo montañoso en toda su longitud.

ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Se sembró el trazo del eje de proyecto sobre la trayectoria del camino existente, puesto que ya se encuentra perfectamente definida la vialidad a nivel de terracerías revestidas, sin embargo, es muy necesario realizar algunas modificaciones sobre la sección transversal para cumplir con el ancho de proyecto, realizar algunas modificaciones locales importantes en varias curvas existentes con el fin de lograr que dichas curvas cumplan con los grados de curvatura señalados por las normas, rectificando en lo posible el alineamiento actual.

La finalidad de aprovechar el alineamiento del camino actual es para economizar al máximo los costos de la obra, y evitar el pago de indemnizaciones.



ALINEAMIENTO VERTICAL

En términos generales, para el tipo de camino que se trata, el alineamiento vertical actual no cumple con las pendientes para un camino tipo “C”, por lo que será necesario realizar importantes cortes y terraplenes en casi el 50% de su longitud, con la finalidad de lograr las pendientes máximas permitidas por las normas.

Con estos elementos, se llega a la conclusión de que se buscará lograr que el camino cumpla con características de tipo “C” en algunos tramos, y quizá en otros apenas cumplirá con características tipo “D”, con velocidades de proyecto máxima de 30 a 50 Km./hr., de acuerdo con los lineamientos de proyecto de las Normas de Proyecto Geométrico de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

DRENAJE

El camino actual presenta un drenaje transversal y longitudinal de calidad regular, pues los daños ocasionados por las aguas pluviales son menores debido a que casi todo el camino cuenta con cunetas excavadas en terreno natural, así mismo existen obras de drenaje transversal para el paso de aguas pluviales de un lado a otro de la calzada, sin embargo, será necesario construir nuevas obras de cruce y de alivio que se ajusten a la normatividad y cumplan con el ancho de calzada nuevo pavimentado, así como construir cunetas de concreto y canales.



SUPERFICIE DE RODAMIENTO

El tramo en estudio cuenta con una longitud de 4,500 metros, cuya superficie de rodamiento se encuentra compuesta a base de una capa de revestimiento con material del tipo arenas limosas y arenas arcillosas con espesores de entre 15 y 40 centímetros, y un ancho variable de 4.20 a 5.50 metros.

El terreno natural en casi toda su longitud está compuesto por suelos arcillosos de media a alta plasticidad, a excepción del tramo del km 0+500 al km 0+700 donde se localizó tramo de rocas basálticas, y del km 0+700 al km 1+600 donde se localizó material del tipo arenas arcillosas de baja compresibilidad.

No obstante, debido a que casi todo el camino se construirá usando terraplenes y cortes importantes, la altura del desplante de la subrasante dependerá del proyecto de rasantes.



ANEXOS

76

SONDEOS Y BANCOS



ANEXOS

SONDEOS Y BANCOS

77

El conjunto de actividades realizadas dentro del capítulo de Estudio de Geotecnia en los proyectos para pavimentar y/o construir un camino existente, nos permiten obtener el conocimiento a detalle de todos los aspectos relevantes en lo que se refiere a los suelos del lugar, detectar todos y cada uno de los accidentes geotécnicos que puedan influir directa ó indirectamente en el proyecto del pavimento.

Como primera etapa de los trabajos de campo, fue el reconocimiento del camino motivo de este estudio, el cual se realizó mediante recorridos a pie para observar y registrar datos de la superficie de rodamiento actual, material que la compone, tránsito usuario (volumen y tipo), escurrimientos pluviales, características geométricas actuales y todo lo que a juicio de los ingenieros especialistas en proyecto geométrico y diseño de pavimentos, consideraron necesario para llevar a cabo el estudio.

EXPLORACIÓN DEL TERRENO NATURAL MEDIANTE POZOS A CIELO ABIERTO A CADA 500 METROS

Una vez realizado el reconocimiento del camino mediante recorridos, se seleccionaron los sitios donde se llevaron a cabo los pozos a cielo abierto, necesarios para conocer la estratigrafía del terreno donde se construirá la nueva estructura del camino.



A continuación se enlistan los pozos a cielo abierto realizados, su ubicación y la profundidad explorada:

P.C.A. No.	UBICACIÓN	PROFUNDIDAD EXPLORADA EN CMS.
1	Km 0+100, lado derecho	125
2	Km 0+600, lado izquierdo	70
3	Km 1+100, lado derecho	128
4	Km 1+600, lado izquierdo	116
5	Km 2+100, lado derecho	118
6	Km 2+600, lado izquierdo	106
7	Km 3+100, lado derecho	110
8	Km 3+600, lado izquierdo	120
9	Km 3+900, lado derecho	115

A la profundidad explorada, en ningún sondeo se localizó el nivel freático, realizándose el estudio en el mes de enero de 2008.

A continuación se muestran los croquis en forma esquemática de los perfiles estratigráficos, describiéndose los tipos de materiales encontrados en las exploraciones a cielo abierto.



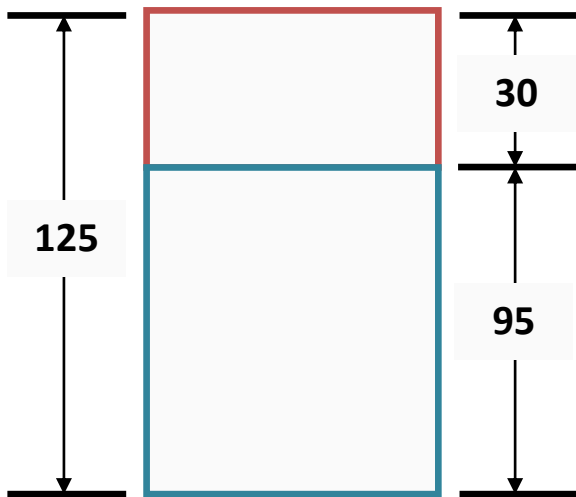
PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL P.C.A. No.1

KM|0+100,

LADO| DERECHO,

PROFUNDIDAD TOTAL| (cm)

e (cm) ESTRATO Y TIPO DE MATERIAL



CAPA DE REVESTIMIENTO DE CALIDAD ACEPTABLE PARA SU USO EN LAS TERRACERÍAS, TIPO SC, ARENA ARCILLOSA, MEZCLA DE GRAVAS, ARENAS Y ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD, EXTRACCIÓN (00-100-00)

TERRENO NATURAL, COLOR NEGRO, SUELO TIPO CH, ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD, EXTRACCIÓN (00-100-00)

79

OBSERVACIONES: TUBERIA DE AGUA POTABLE A UNA PROFUNDIDAD DE 80 CMS. A PARTIR DEL NIVEL DE T.N., ASÍ COMO FIBRA DE TELMEX AMBOS EN EL HOMBRO DERECHO.



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TABLA DE RESULTADOS DE LOS ENSAYES REALIZADOS

OBRA:	CAMINO: SANTA. RITA-ROSA DE CASTILLA	FECHA: 10/01/2008
SOLICITANTE	H. AYUNTAMIENTO DE COPÁNDARO DE GALEANA, MICH	LOCALIDAD COPÁNDARO DE GALEANA, MICH

DETERMINACIÓN DE LAS PRUEBAS INDICES

GRANULOMETRÍA		LIMITES DE CONSISTENCIA	
POZO No.	1	POZO No.	1
ESTRATO No.	2	ESTRATO No.	2
MALLA No.	PASA EN (%)		TERRENO NATURAL
2"	100.0		
1-1/2"	100.0		
1"	100.0		
3/4"	100.0		
1/2"	99.3	PRUEBA	ESPECIFICACIÓN
3/8"	98.7	HUMEDAD NATURAL (%)	0.00
4	90.7	LIMITE LIQUIDO (%)	50.2
10	88.9	LIMITE PLASTICO (%)	18.2
20	84.6	INDICE PLASTICO (%)	32.0
40	78.9	CONTRACCIÓN LÍNEAL (%)	4.7
60	72.3	CLASIFICACIÓN SUCS	CH
100	66.0	CH ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	
200	58.4		
PORCENTAJE DEL SUELO			
GRAVA %	9.3	TRAMO EN ESTUDIO	0+000 AL 4+000
ARENA %	32.2	SONDEO KM	0+100
FINOS %	58.4	LADO	DERECHO

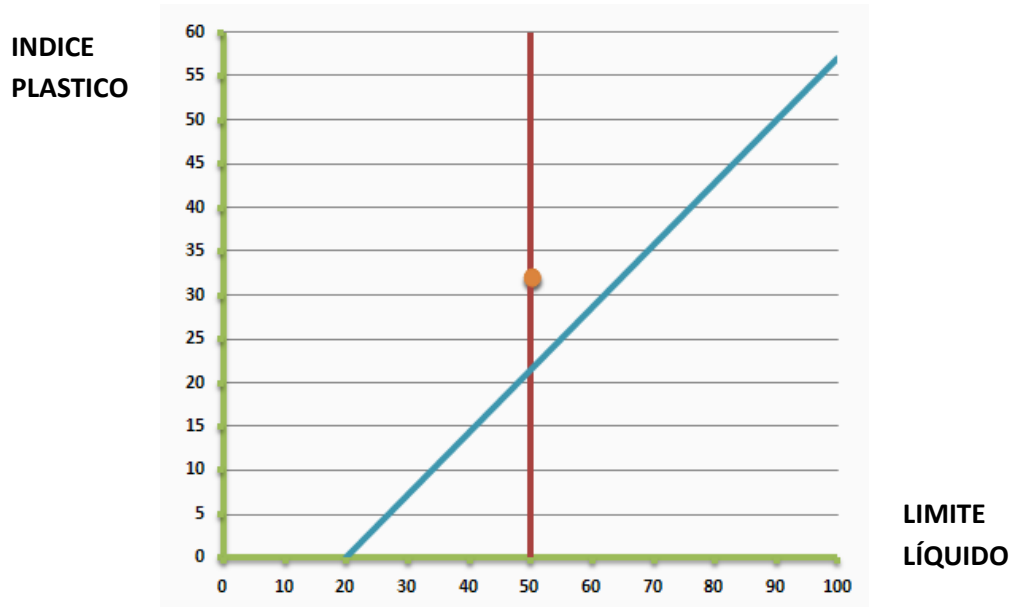
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS MECÁNICAS

POZO No. 1

COMPRESIÓN SIN CONFINAR		
RESISTENCIA (Kg/Cm2) q_u		
COHESIÓN (Kg/Cm2) c		
COMPRESIÓN TRIAXIAL RÁPIDA		
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)		
COHESIÓN (Kg/Cm2)		
PESO VOLUMÉTRICO NATURAL (Kg/M ³)		
VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR		
		ESPECIFICACION
C.B.R.	17.80%	5% MINIMO
EXPANSION	3.31%	5% MAXIMO
PESOS VOLUMETRICOS		
PESO VOLUMETRICO SUELTO (KG/M ³)	1,030.30	
PESO VOLUMETRICO MAXIMO (KG/M ³)	1,544.00	
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	26.40	
COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO	1.28	



OBRA: CAMINO SANTA RITA-ROSA DE CASTILLA
CARTA DE PLASTICIDAD



POZO No. 1 LADO: DERECHO
ESTRATO No. 2

OBSERVACIONES:

- EL MATERIAL ANALIZADO PRESENTA LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD PARA SER UTILIZADO COMO TERRENO DE CIMENTACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES:

LÍMITE LÍQUIDO (50% MÁXIMO)	NO CUMPLE
CBR (5% MÍN)	SI CUMPLE
EXPANSIÓN (5% MÁXIMO)	SI CUMPLE

- EN GENERAL, EL MATERIAL ANALIZADO CUMPLE CON LAS NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES ESTIPULADAS EN LA NORMATIVA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE, NORMAS, DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, PARA SU USO EN EL DESPLANTE DE PAVIMENTOS FLEXIBLES, A PESAR DE QUE EL PARÁMETRO DE LÍMITE LÍQUIDO REBASA LIGERAMENTE LA NORMA.

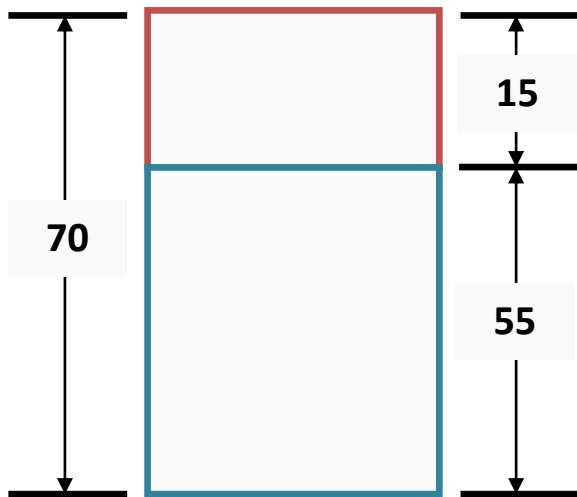
PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL P.C.A. No.2

KM|0+600,

LADO|IZQUIERDO,

PROFUNDIDAD TOTAL| (cm)

e (cm) ESTRATO Y TIPO DE MATERIAL



CAPA DE REVESTIMIENTO DE CALIDAD ACEPTABLE PARA SU USO EN LAS TERRACERÍAS, TIPO SC, ARENA ARCILLOSA, MEZCLA DE GRAVAS, ARENAS Y ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD, EXTRACCIÓN (00-100-00)

TERRENO NATURAL, SUELO TIPO GP-GC, GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD DE ROCAS BASÁLTICAS LAJEADAS CON POCOS FINOS, DE EXCELENTE CALIDAD, EXTRACCIÓN (00-100-00)

82

OBSERVACIONES: ROCA BASÁLTICA ENCONTRADA DEL 0+500 AL 0+700.



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TABLA DE RESULTADOS DE LOS ENSAYES REALIZADOS

OBRA:	CAMINO: SANTA. RITA-ROSA DE CASTILLA	FECHA: 10/01/2008
SOLICITANTE	H. AYUNTAMIENTO DE COPÁNDARO DE GALEANA, MICH	LOCALIDAD COPÁNDARO DE GALEANA, MICH

DETERMINACIÓN DE LAS PRUEBAS INDICES

GRANULOMETRÍA		LIMITES DE CONSISTENCIA	
POZO No.	2	POZO No.	2
ESTRATO No.	2	ESTRATO No.	2
MALLA No.	PASA EN (%)		
2"	83.6		
1-1/2"	67.2		
1"	52.6		
3/4"	35.5		
1/2"	23.4		
3/8"	16.4	HUMEDAD NATURAL (%)	0.00
4	10.2	LIMITE LIQUIDO (%)	44.8
10	9.2	LIMITE PLASTICO (%)	17.7
20	8.2	INDICE PLASTICO (%)	27.1
40	7.2	CONTRACCIÓN LÍNEAL (%)	4.0
60	6.4	CLASIFICACIÓN SUCS	GP-GC
100	5.8	GP - GC GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	
200	5.3		
PORCENTAJE DEL SUELO			
GRAVA %	89.8	TRAMO EN ESTUDIO	0+000 AL 4+000
ARENA %	4.9	SONDEO KM	0+600
FINOS %	5.3	LADO	IZQUIERDO

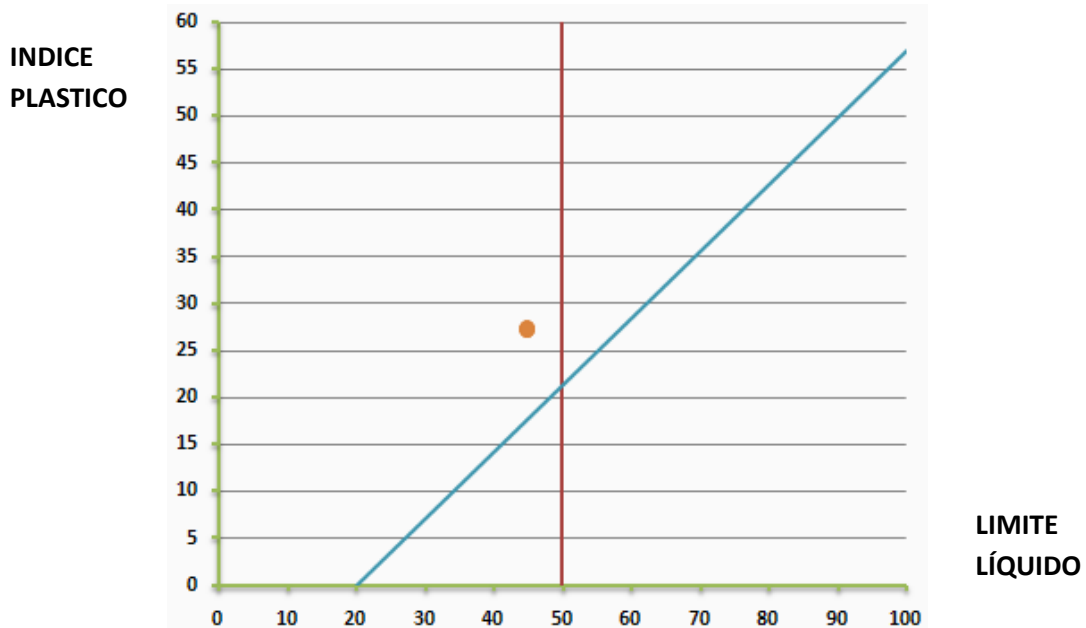
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS MECÁNICAS

POZO No. 2

COMPRESIÓN SIN CONFINAR		
RESISTENCIA (Kg/Cm2) q_u		
COHESIÓN (Kg/Cm2) c		
COMPRESIÓN TRIAXIAL RÁPIDA		
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)		
COHESIÓN (Kg/Cm2)		
PESO VOLUMÉTRICO NATURAL (Kg/M ³)		
VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR		
		ESPECIFICACION
C.B.R.	90.00%	5% MINIMO
EXPANSION	0.63%	5% MAXIMO
PESOS VOLUMETRICOS		
PESO VOLUMETRICO SUELTO (KG/M ³)	1,545.00	
PESO VOLUMETRICO MAXIMO (KG/M ³)	1,860.00	
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	10.20	
COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO	1.30	



OBRA: CAMINO SANTA RITA-ROSA DE CASTILLA
CARTA DE PLASTICIDAD



POZO No. 2 LADO: IZQUIERDO
ESTRATO No. 2

OBSERVACIONES:

1. EL MATERIAL ANALIZADO PRESENTA LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD PARA SER UTILIZADO COMO TERRENO DE CIMENTACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES:

LÍMITE LÍQUIDO (50% MÁXIMO)	SI CUMPLE
CBR (5% MÍN)	SI CUMPLE
EXPANSIÓN (5% MÁXIMO)	SI CUMPLE

2. CUMPLE CON LAS NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES ESTIPULADAS EN LA NORMATIVA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE, NORMAS, DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, PARA SU USO EN EL DESPLANTE DE PAVIMENTOS FLEXIBLES.

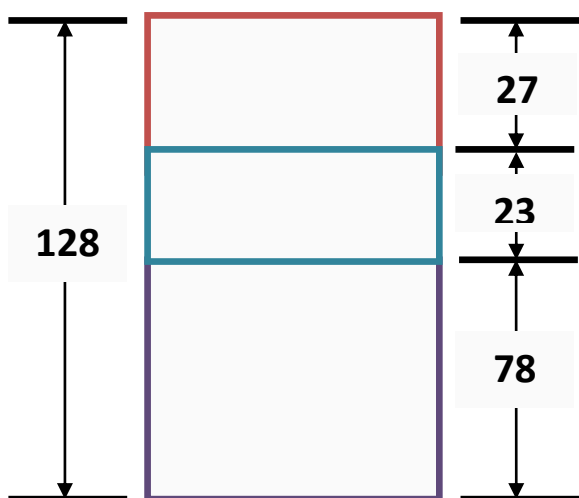
PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL P.C.A. No.3

KM|1+100,

LADO| DERECHO,

PROFUNDIDAD TOTAL| (cm)

e (cm) ESTRATO Y TIPO DE MATERIAL



CAPA DE REVESTIMIENTO DE CALIDAD ACEPTABLE PARA SU USO EN LAS TERRACERÍAS, TIPO SC, ARENA ARCILLOSA, MEZCLA DE GRAVAS, ARENAS Y ARCILLA DE BAJA

TERRENO NATURAL COLOR NEGRO, SUELO TIPO CH, ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD, EXTRACCIÓN (00-100-00)

TERRENO NATURAL, COLOR NEGRO CON MATERIAL DE PARTÍCULAS COLOR BALCO, SUELO TIPO SC, ARENA ARCILLOSA, EXTRACCIÓN (00-100-00)

85

OBSERVACIONES: DEL KM 0+440 AL KM 3+460, SE LOCALIZA DE FORMA PARALELA AL CAMINO ACTUAL UN CANAL DE CONCRETO QUE CONDUCE AGUA DE RIEGO, EL CUAL SE DEBERÁ REUBICAR.



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

TABLA DE RESULTADOS DE LOS ENSAYES REALIZADOS

OBRA:	CAMINO: SANTA. RITA-ROSA DE CASTILLA	FECHA: 10/01/2008
SOLICITANTE	H. AYUNTAMIENTO DE COPÁNDARO DE GALEANA, MICH	LOCALIDAD COPÁNDARO DE GALEANA, MICH

DETERMINACIÓN DE LAS PRUEBAS INDICES

GRANULOMETRÍA		LIMITES DE CONSISTENCIA	
POZO No.	3	POZO No.	3
ESTRATO No.	3	ESTRATO No.	3
MALLA	PASA EN		
No.	(%)		
2"	100.0		
1-1/2"	100.0		
1"	99.2		
3/4"	98.6		
1/2"	98.0		
3/8"	97.4	HUMEDAD NATURAL (%)	0.00
4	95.5	LIMITE LIQUIDO (%)	46.6
10	83.2	LIMITE PLASTICO (%)	11.3
20	69.7	INDICE PLASTICO (%)	35.3
40	61.1	CONTRACCIÓN LÍNEAL (%)	6.4
60	51.8	CLASIFICACIÓN SUCS	SC
100	44.1	SC ARENA ARCILLOSA	
200	38.2		
PORCENTAJE DEL SUELO			
GRAVA %	4.5	TRAMO EN ESTUDIO	0+000 AL 4+000
ARENA %	57.2	SONDEO KM	1+100
FINOS %	38.2	LADO	DERECHO

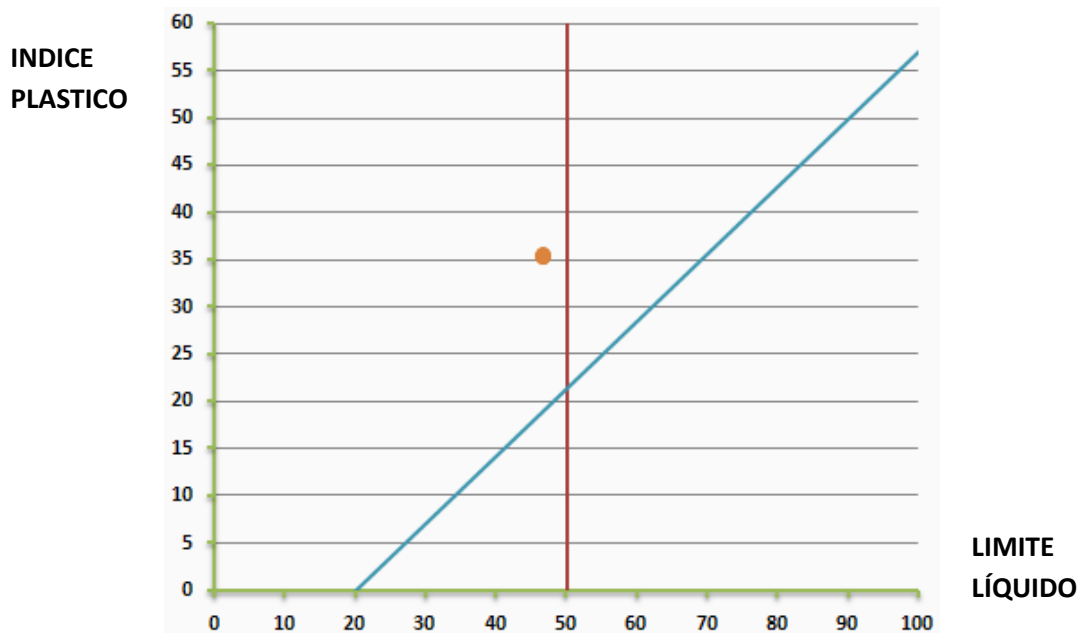
RESULTADOS DE LAS PRUEBAS MECÁNICAS

POZO No. 3

COMPRESIÓN SIN CONFINAR		
RESISTENCIA (Kg/Cm2) q_u		
COHESIÓN (Kg/Cm2) c		
COMPRESIÓN TRIAXIAL RÁPIDA		
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)		
COHESIÓN (Kg/Cm2)		
PESO VOLUMÉTRICO NATURAL (Kg/M³)		
VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR		
		ESPECIFICACION
C.B.R.	7.80%	5% MINIMO
EXPANSION	3.02%	5% MAXIMO
PESOS VOLUMETRICOS		
PESO VOLUMETRICO SUELTO (KG/M³)	1,131.00	
PESO VOLUMETRICO MAXIMO (KG/M³)	1,410.00	
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	22.30	
COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO	1.30	



OBRA: CAMINO SANTA RITA-ROSA DE CASTILLA
CARTA DE PLASTICIDAD



POZO No. 3 LADO: DERECHO
ESTRATO No. 3

OBSERVACIONES:

1. EL MATERIAL ANALIZADO PRESENTA LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD PARA SER UTILIZADO COMO TERRENO DE CIMENTACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES:

LÍMITE LÍQUIDO (50% MÁXIMO)	SI CUMPLE
CBR (5% MÍN)	SI CUMPLE
EXPANSIÓN (5% MÁXIMO)	SI CUMPLE

2. CUMPLE CON LAS NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES ESTIPULADAS EN LA NORMATIVA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE, NORMAS, DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, PARA SU USO EN EL DESPLANTE DE PAVIMENTOS FLEXIBLES.

BANCOS DE MATERIALES

Como parte de las actividades del estudio geotécnico, se encuentra el estudio de bancos de materiales, de los cuales se debe garantizar la calidad y cantidad de materiales para la construcción de la obra proyectada. El estudio de los bancos de materiales se llevó a cabo como sigue:

Primeramente se localizaron los bancos de materiales más cercanos a la obra, los cuales después de una inspección visual, se seleccionaron para muestrearse con la finalidad de ser estudiados, y confirmar que cumplan los requisitos de calidad señalados por las normas vigentes.

A continuación se enumeran los bancos y su localización.

Banco de materiales “El Melón”, localizado en el km 43.0 de la carretera federal Morelia - Salamanca, desviación izquierda de 3,000 metros, con rumbo a la colonia Salto del Agua, Municipio de Cuitzeo, Michoacán.

Material para subrasante, subbase y base.

Distancia de acarreo al centro de gravedad de la obra: 36.0 Km.

Banco de materiales “Rosa de Castilla”, localizado sobre el km 4.0 del camino Santa Rita – Rosa de Castilla, desviación derecha de 100 metros, Municipio de Copándaro, Michoacán.

Material para terraplén y subyacente.

Distancia de acarreo al centro de gravedad de la obra: 2.0 Km.

La localización de estos bancos se ilustra en el siguiente croquis:

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN BANCOS DE MATERIALES

A SALAMANCA



BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

■ ■ ■ **CARRETERAS**

LAURO ARIEL ALONZO SALOMON

GABRIEL J. RODRIGUEZ RUFINO

EDICIONES DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE YUCATAN

■ ■ ■ **RECOMENDACIONES DE ACTUALIZACION DE ALGUNOS ELEMENTOS DEL PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS**

ALBERTO MENDOZA DIAZ

EMILIO ABARCA PEREZ

EMILIO FRANCISCO MAYORAL GRAJEDA

FRANCISCO LUIS QUINTERO PEREDA

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT)

PUBLICACION TECNICA NO. 244

SANFANDILA, QRO. 2004

■ ■ ■ **PROGRAMA DE CAMINOS RURALES Y ALIMENTADORES PROGRAMA DE OBRAS A CONTRATO**

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT)



- ■ ■ **INSTRUCTIVO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA CARRETERAS**
UNAM

- ■ ■ **GUIA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS RIGIDOS**
AURELIO SALAZAR RODRIGUEZ

- ■ ■ **ESTRUCTURACION DE LAS VIAS TERRESTRES**
FERNANDO OLIVERA BUSTAMANTE
EDITORIAL CECSA, 2DA EDICION, MEXICO 1999

- ■ ■ **INGENIERÍA DE CARRETERAS, CALLES, VIADUCTOS Y PASOS A DESNIVEL**
CLARKSON H. OGLESBY
EDIT. COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL

