



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO.**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL.

**"PROYECTO GEOMÉTRICO DEL CAMINO DE ACCESO
A LA COMUNIDAD DE SAN ILDEFONSO,
MUNICIPIO DE ZINAPÉCUARO, MICH."**

TESIS.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL.

PRESENTA:

P.I.C. ADOLFO RESÉNDIZ CORIA.

ASESOR:

ING. ALEJANDRO PERALTA ARNAUD.

MORELIA, MICHOACÁN, DICIEMBRE DEL 2007.





AGRADECIMIENTOS:

A DIOS:

Por darme la existencia.

A MIS PADRES:

La Sra. Herminia Coria Jiménez.

Por su sacrificio, paciencia, educación y sobre todo su amor y cariño.

El Ing. J. Carmen Reséndiz Gutiérrez.

Al igual que mi madre por su sacrificio y educación, por ser un muy buen ejemplo a seguir siendo mi amigo y maestro en todo momento.

Espero y estén orgullosos de mí.

A MIS HERMANOS.

Iraséma Reséndiz Coria.

Por su amor incondicional y por compartir una vida conmigo.

Azucena Reséndiz Coria.

Por enseñarme que no siempre tengo la razón.

Oscar Orozco Guzmán.

Por el hermano mayor que nunca tuve pero que el lo es.

A MI NOVIA:

Betsaida Correa Ruiz.

Por su Amor y cariño además de su apoyo en cada momento, no importando si estoy bien o mal en las decisiones que tome.

A MIS FAMILIARES.

Por todo su apoyo y comprensión y por compartir conmigo todo lo que me han dado.



A MIS AMIGOS:

Alma Delia Huitrón Hernández, por el simple hecho de ser mi confidente.

Adolfo Martínez Hernández, por ser mi amigo y compartir una carrera a su lado.

El Arq. Luis Lugo León, por sus consejos y convivencias.

A mi asesor de tesis, Ing. Alejandro Peralta Arnaud, por todo su apoyo, tiempo comprensión y enseñanzas.

No podría mencionar a todos ellos, pues no me alcanzaría todas las páginas de este trabajo.

A MIS PROFESORES. Por su conocimiento, paciencia, apoyo y enseñanza.

A MI UNIVERSIDAD Y FACULTAD.

Que se preocupan por tener una mejor sociedad para mejorar el país.

CON ORGULLO Y RESPETO.

Pocos tenemos la fortuna de terminar una carrera, es el sueño de muchos, pero que solo pocos con esfuerzo podemos alcanzar, le doy gracias a Dios y a todas las personas que me apoyaron e hicieron posible con su profesionalismo y dedicación.

P.I.C. ADOLFO RESÉNDIZ CORIA.



ÍNDICE:

DEDICATORIAS.

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I ANTECEDENTES.

I.I.- Historia del municipio.	2
I.II.- Perfil Socio-demográfico	3
I.III.- Medio Físico.	4
I.V.- Actividad Económica	6
I.VI. - Atractivos Culturales y Turísticos	7
I.VII.- Gobierno	8

CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA OBRA. 10

II.I.- Procedimiento de construcción.	12
II.II.- Macro localización	19
II.III.- Selección de ruta.	20
II.IV.- Sección de construcción.	21
II.V.- Anexos fotográficos.	22

CAPÍTULO III. INGENIERÍA DE TRANSITO. 30

III.I.- Planeación de caminos.	31
III.II.- Elementos que constituyen la ingeniería de transito.	33
III.II.I-El usuario.	33



III.II.II-El Vehículo.	37
III.II.III-El Camino.	41
III.II.III.I.- Nivel de servicio.	47
III.II.III.II.- Señalamiento.	62
CAPÍTULO IV. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.	74
IV.I.- Reconocimiento Topográfico.	75
IV.II.-Trazo preliminar.	76
IV.III.- Línea definitiva.	78
IV.IV.-Trazo de curvas horizontales.	86
IV.IV.I-Elementos de las curvas circulares	86
IV.IV.II.- Curvas espirales de transición	92
IV.IV.II.I- La clotoide como curva de transición.	92
IV.IV.II.II.- Ecuaciones.	95
IV.V.- Visibilidad.	96
IV.VI.-Ejemplo: Trazo de curva horizontal	98
CAPÍTULO V. ALINEAMIENTO VERTICAL.	102
V.I. -Perfil del terreno natural	103
V.I.I –Proyecto del alineamiento vertical.	103
V.I.II.- Algunos elementos que integran el alineamiento vertical.	104
V.II.- Tipos de curvas verticales.	110
V.II.I-Elementos de las curvas verticales.	110
V.III-Calculo de curvas verticales.	114
V.IV-Normas generales para el alineamiento vertical.	117



CAPÍTULO VI. SECCIÓN TRANSVERSAL.	121
VI.I- Sección transversal de un camino.	123
VI.I.II-Elementos del alineamiento transversal.	124
VI.II.I-Calculo de las secciones de construcción.	128
VI.II.II-Calculo del ancho total de la subcorona.	129
VI.III.- Calculo de la sobre elevación en curvas.	134
VI.IV.- Areado de las secciones.	138
VI.V.-Calculo de volúmenes.	140
CAPÍTULO VII. ORDENADA CURVA MASA (O.C.M.)	142
VII.I.-Llenado del formato de la curva masa.	143
VII.II.-Dibujo del diagrama de masas.	144
VII.III.- Características de la curva masa.	144
CAPÍTULO VIII VOLÚMENES DE OBRA.	150
CONCLUSIONES	155
BIBLIOGRAFÍA	160



INTRODUCCIÓN:

En la actualidad en nuestro país aun hay muchas comunidades con aislamiento y difícil acceso, privadas de beneficios y apoyos en muchos aspectos, manteniéndolas en un nivel de marginación preocupante.

La falta de caminos con que tengan las características de seguridad y confort, ocasiona que estas comunidades se encuentren alejadas de los servicios básicos como son: atención médica y educación, así como también el acercamiento con comunidades cercanas evitando así el intercambio de productos provocando así un nivel de vida bajo en los habitantes de estas.

Es por todo esto que los caminos tienen una importancia vital en el desarrollo económico de cualquier país

Se entiende por camino a la mejoración o formación de una faja sobre la superficie terrestre que cumpla las condiciones de ancho, alineamiento y pendientes que permitan el rodamiento adecuado de los vehículos que transitaran sobre él. Para conseguir el acondicionamiento de esta faja y dadas las irregularidades que presenta la superficie terrestre, es necesario modificar la topografía en la superficie que ocupa la faja por medio de excavaciones y rellenos principalmente.

Los caminos constan de una faja central llamada calzada, que es por donde transitan los vehículos y de dos fajas laterales más estrechas denominadas acotamientos destinados al tránsito de peatones o bestias de carga; el conjunto de estas fajas reciben el nombre de Corona. En la actualidad existen dos formas para la construcción de la corona que es a base de Pavimentos Rígidos o a base de Pavimentos Flexibles.

Los Pavimentos Rígidos están formados por una losa de concreto hidráulico, con recubrimiento bituminoso o sin él, apoyada sobre una sub-rasante o sobre una capa de material seleccionada llamada sub-base (grava-arena). Los concretos usados son de resistencia relativamente grande, generalmente comprendida entre 210 y 350 kg/cm², en general se usa concreto simple, pero en ocasiones se usa concreto reforzado.

Los Pavimentos Flexibles están formados por una capa o carpeta bituminosa apoyada generalmente en dos capas no rígidas, la base y la sub-base.

Para cumplir sus funciones un pavimento debe satisfacer dos condiciones básicas:

a).- Ofrecer una buena y resistente superficie de rodamiento, con la rugosidad necesaria para garantizar buena fricción con la llanta del vehículo y con el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos.

b).- Debe tener la resistencia apropiada y las características mecánicas convenientes para soportar las cargas impuestas por el tránsito y con deformaciones que no sean permanentes.



La elaboración de esta tesis contempla el objetivo principal de poder dar al lector un conocimiento más amplio de las características, condiciones y métodos que se emplean para el diseño geométrico, así también de los reglamentos, leyes y restricciones que deberá tomar en cuenta para poder realizar el mismo.

Además de poder estudiar y comprender mas a fondo y así poder realizar mas estudios y pruebas que puedan dar un mayor desarrollo a la tecnología en la construcción de vías de comunicación.

Con respecto a mi trabajo de tesis:

El presente trabajo no tiene por objeto presentar alguna innovación acerca de la elaboración de manera tradicional del proyecto geométrico o en las técnicas de trabajo utilizadas, simplemente se trata de reunir la información que se encuentra dispersa en muchos libros o en experiencias adquiridas para presentarla y explicarla con el diseño de este camino, partiendo de que las técnicas y la secuencia de trabajo son siempre las mismas y a la vez cada caso es único y presenta una problemática muy particular.

Pretendo compartir de mi poca experiencia como caminero y así dar a conocer un poco de lo que hacemos para mejorar las vías de comunicación, en este país, siempre faltaran recursos tanto humanos como económicos pero siempre pretendiendo dar una mayor seguridad y desarrollo a la comunidad a la cual se va a comunicar por medio del diseño y construcción del camino.



CAPITULO I.- ANTECEDENTES.



Nombre del municipio:

Zinapécuaro de Figueroa.

I.I.- Historia del municipio.

En la época prehispánica, el lugar fue sometido al dominio territorial del señorío tarasco por Hirépan, Hiquíngare y Tanganxoán, quienes ordenaron se originara un “**CU**” o templo, para adorar a la diosa Cuerecuaperi, “**la madre creadora de la vida y de la muerte**” y en cuyo honor se celebra cada año, la fiesta de Sicuindiro.

En el **siglo XVI**, la región fue dominada pacíficamente por el conquistador español Don Luis Montañez, quien fundó el pueblo aproximadamente en 1530. Se instaló en Zinapécuaro una “**República de Indias**” para lo cual se instaló una Alcaldía Mayor y posteriormente un corregimiento tributario. La evangelización la llevaron a cabo frailes franciscanos, quienes edificaron entre **1530 y 1536**, el templo y el convento.

Durante el desarrollo de la lucha por la Independencia, en octubre de **1810**, estuvieron en el pueblo las fuerzas insurgentes de Don Miguel Hidalgo.

En los primeros años del México Independiente, el 10 de diciembre de **1831**, se decretó la creación del municipio de Zinapécuaro. Posteriormente se le otorgó a la cabecera municipal el título de Villa, llamándosele **Villa de Figueroa**, en memoria del cura del lugar y benefactor de la población **Don Juan Bautista Figueroa Alcaráz**.

Personajes ilustres



Juan Bautista Figueroa.- Sacerdote (1760-1843).

Rafael Córdova Torso.- Escritor y poeta (1838-1889).

Felipe Rivera.- Astrónomo, abogado, escritor, músico y científico. Descubrió una estrella en la constelación de Perseo (1852-1920).

Donaciano Carreón.- Político, hacendista, notable autodidacta y editor (1873-1944).

Félix Ireta Viveros.- General de División y Gobernador del Estado (1892-1978).

Manuel Madero.- Poeta (1873-1925).

Antonio Quiroz.- Profesor. Escribió libros de texto del Estado, introduciendo el método inglés "lancasteriano" en escuelas primarias (1813-1885).

Ismael Vélez.- Abogado y escritor (1875-1918).

Leopoldo Zincunegui Tercero.- Literato (1891-).

Rafael Carrillo.- Licenciado, Gobernador del Estado, realizó varias obras sociales de importancia en el Estado, entre la que destaca, la iniciación de la construcción de la calzada que cruza el Lago de Cuitzeo (1822-1877).

I.II.- Perfil Socio-demográfico

Grupos étnicos

Según el Censo General de Población y Vivienda 1990, en el municipio habitan 123 personas que hablan alguna lengua indígena, y de las cuales 69 son hombres y 54 son mujeres.

Dentro de las dos principales lenguas indígenas podemos mencionar el otomi y mazahua. Existen grupos indígenas purépechas en 6 comunidades: Jeráhuaro, Ucareo, San Bartolomé Coro, San Miguel Taimeo, San Ildefonso y San Pedro Bocaneo.

Evolución demográfica

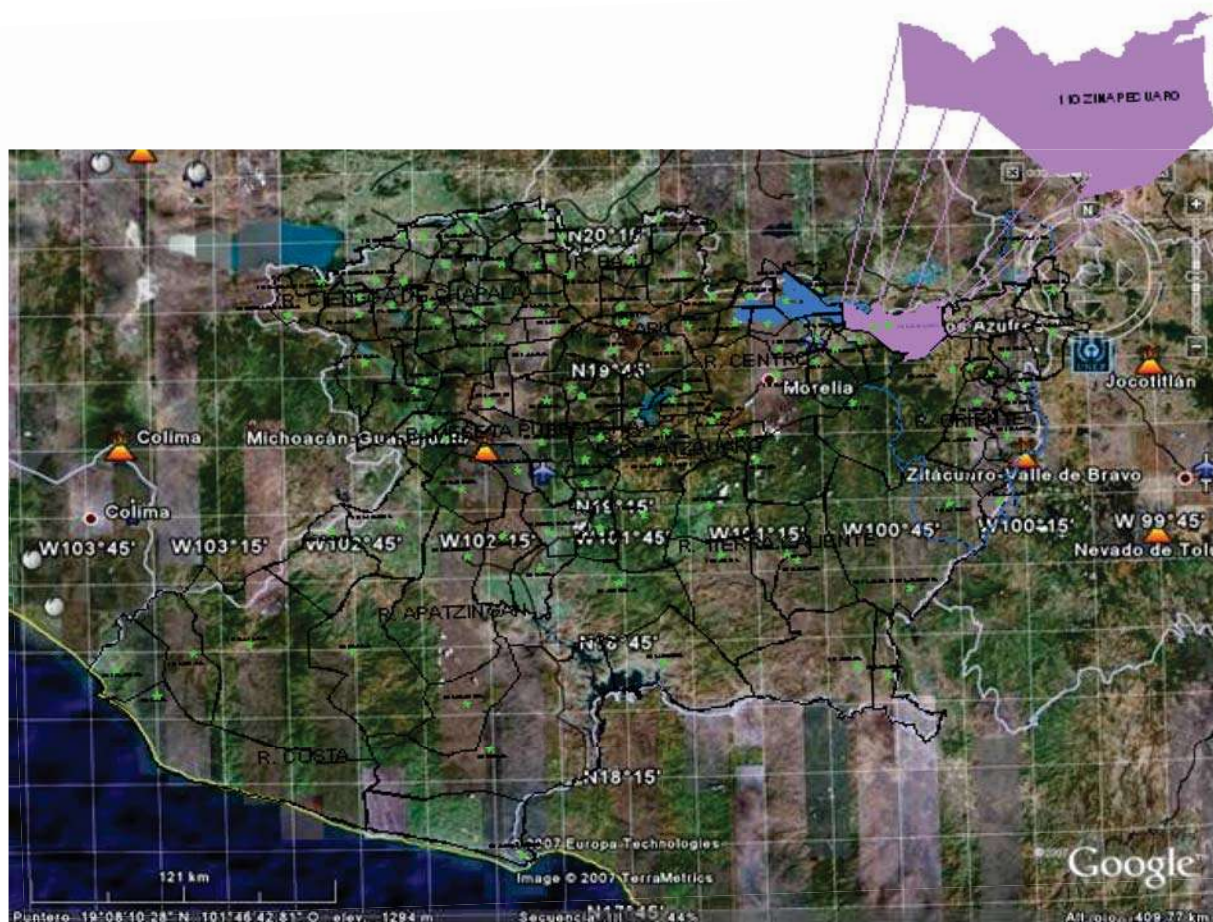
En el municipio de Zinapécuaro en 1990, la población representaba el 1.38 por ciento del total del Estado. Para 1995, se tiene una población de 48,897 habitantes, su tasa de crecimiento es del -0.02 por ciento anual (la tasa de crecimiento negativa, se debe a factores como la emigración al interior y exterior del país principalmente) y la densidad de población es de 84 habitantes por kilómetro cuadrado. El número de mujeres es relativamente mayor al de hombres. Para el año de 1994, se han dado 1,783 nacimientos y 198 defunciones, también así la migración e inmigración ha sido regular hacia los Estados Unidos.

Religión

Predomina la religión católica, quedando en segundo término los testigos de Jehová.



I.III.- Medio Físico.



Localización

Se localiza al noroeste del Estado, en las coordenadas 19°52' de latitud norte y 100°50' de longitud oeste, a una altura de 1,880 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el estado de Guanajuato, al oeste con Maravatío, al sur con Hidalgo, y al oeste con Queréndaro. Su distancia a la capital del Estado es de 50 kms.

Extensión

Su superficie es de 580.08 Km² y representa el 0.98 por ciento del total del Estado.

Orografía

Su relieve lo constituyen el sistema volcánico transversal, la sierra de San Andrés y los cerros del Pedrillo, Comalera, Cruz, Clavelina, Piojo, Monterrey, Mozo, Doncellas, Cuesta del Conejo y San Andrés.

Hidrografía

Su hidrografía se constituye principalmente por los ríos de Zinapécuaro, Las Lajas, Ojo de Agua de Bucio y Bocaneo; y tiene manantiales de agua fría y termal.

**Clima, temperaturas y lluvias.**

Su clima es templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 622.5 milímetros y temperaturas que oscilan entre 3.0 a 34.0° centígrados.

Principales ecosistemas

En el municipio domina el bosque mixto, con pino y encino; y el bosque de coníferas, con abeto y pino. Su fauna la conforman el gato montés, coyote, zorro, zorrillo, tejón, conejo, armadillo, paloma, pato, charal y carpa.

Recursos naturales

La superficie forestal maderable es ocupada por pino, encino y oyamel, la no maderable, es ocupada por matorrales de distintas especies.

Características y uso del suelo.

Los suelos del municipio datan de los periodos cenozoico y terciario inferior; corresponden principalmente a los del tipo chernozem y podzólico. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero

I.I.V.- Infraestructura Social y de Comunicaciones**Educación**

Cuenta con los niveles de: preescolar, primaria, secundaria, y en el nivel medio superior cuenta con una escuela preparatoria y un colegio de bachilleres

Salud

Cuenta con 2 clínicas de la Secretaría de Salud, 5 clínicas del IMSS y 5 clínicas particulares.

Abasto

El municipio tiene un mercado en la cabecera municipal, que se complementa con el abasto que proporcionan los "tianguis" que se establecen una vez a la semana en algunas comunidades del municipio, y 16 tiendas CONASUPO.

Deporte

Existen canchas de basquetbol y campos de fútbol que contribuyen al fomento del deporte.

Vivienda

En 1990 existían 8,679 viviendas, la mayoría de paredes de adobe, firme de concreto y techo de teja, seguidas de las de paredes de tabique, firme y techo de concreto.

Servicios públicos

Agua potable 80%

Drenaje 25%

Electrificación 75%

Pavimentación 10%



Alumbrado Público 70%

Recolección de Basura 20% (en 12 localidades)

Mercado 5% (en la cabecera municipal)

Rastro 5% (en la cabecera municipal)

Panteón 25% (en 15 localidades)

Cloración del Agua 75% (en 52 localidades)

Seguridad Pública 100%

Parques y Jardines

Edificios Públicos

Medios de comunicación

Los principales medios de comunicación son la televisión, televisión por cable e Internet, radio y periódico de edición local.

Vías de comunicación

Al municipio lo comunica la Autopista de Occidente México-Morelia-Guadalajara, la carretera Morelia-Zinapécuaro-Acámbaro, Morelia- entronque a Zinapécuaro-Maravatío. Cuenta además con carreteras vecinales de terracerías, vía férrea Morelia-Acámbaro. Asimismo, se dispone de los servicios de transporte, además de teléfono, correo y telégrafo.

I.V.- Actividad Económica

Agricultura

Se cultiva maíz, trigo, frijol, sorgo y hortalizas.

Ganadería

Se cría ganado bovino, caprino, porcino y avícola.

Industria

Procesamiento de la madera, microempresa de fábrica de partes automotrices y próximamente una fábrica de prendas textiles.

Turismo

Cuenta con balnearios con aguas termales, zonas boscosas para acampar y edificios coloniales.

Comercio

Se comercializa a gran escala las diferentes frutas que se producen (al natural, en licores, en conserva y/o en planta); artesanías de barro; cerámica y alimentos como las carnitas y el famoso pan. Existen productores que comercializan miel a Europa y a los Estados Unidos.

Caza y pesca

Se pesca carpa, lobina negra y se capturan ranas.

Fruticultura

Pera, durazno, chabacano, capulín, manzana, membrillo, tejocote, guayaba y ciruela.



Forestal

Se explota el pino, el encino, oyamel, madroño, aile y roble. Se realiza la extracción y comercialización de resina.

I.VI. - Atractivos Culturales y Turísticos

Monumentos históricos

Arquitectónicos: En la cabecera municipal, la capilla del hospital y la parroquia de San Pedro y san Pablo; en Ucareo, templo de Ma. Auxiliadora; en Araró, capilla del Señor de Araró.

Museos

Se tiene proyectado, convertir en museo, la casa del astrónomo Lic. Felipe Rivera, (oriundo de Zinapécuaro).

Fiestas, danzas y tradiciones

Jueves de Carnaval Fiesta religiosa

Llegada del Señor de Araró

Marzo o Abril Semana Santa

15 y 16 de septiembre Fiestas patrias

20 de noviembre Revolución Mexicana

Feria Regional de fruticultura de Jeráhuaro

Feria de la Pera en Ucareo

Música

Se cuenta con formación de bandas y orquestas.

Artesanías

La producción artesanal consiste básicamente en artículos de barro, cerámica y arreglos frutales, así como en la elaboración de réplicas de barcos antiguos e históricos.

Gastronomía

Pozole de elote, lomo de cerdo, carnitas y conservas de fruta.

Centros turísticos

Cuenta con balnearios con aguas termales, zonas boscosas para acampar y edificios coloniales.

Abundan los centros con aguas de tipo termal en: Los Azufres, Las Adjuntas, San Miguel Taimeo, Araró, San Nicolás Simirao, Huingo, Atzimba. Existen edificios históricos como: templo de San Pedro y San Pablo del siglo XVI en la cabecera municipal; acueducto y capilla del Señor del Desierto ubicado en la Col. El Desierto, construido por Don Juan Bautista Figueroa Alcaraz a finales del siglo XVIII; Convento de San Agustín, edificado en el siglo XVI en Ucareo; capilla del Señor de Araró, en la localidad del mismo nombre.



I.VII.- Gobierno

Cabecera municipal: Zinapécuaro de Figueroa

Su actividad económica principal es el comercio en general. Cuenta con una población de 13,402 habitantes (INEGI 1990). Está ubicada a 50 kms. de la capital del Estado.

Principales localidades:

Jeráhuaro

Su principal actividad económica es la fruticultura. Se encuentra a 30 kms. De la cabecera municipal. Cuenta con 2,858 habitantes (INEGI 1990).

Ucareo

Su principal actividad económica es la fruticultura. Está ubicada a 27 kms. De la cabecera municipal. Tiene una población de 2,604 habitantes.

San Pedro Bocaneo

Su principal actividad económica es la fruticultura y el comercio en general. Está ubicada a 3 kms. De la cabecera municipal. Tiene una población de 2,479 habitantes (INEGI 1990).

Araró

Su principal actividad económica es la agricultura y el comercio en general. Se ubica a 7 kms. De la cabecera municipal. Tiene una población de 2,256 habitantes.

Cronología de los presidentes municipales

1940 - Maclovio Herrera Cardiel
1941 - 1942 Miguel Contreras Heredia
1943 - Gonzalo Mares G.
1944 - 1945 Aristeo Rubio
1946 - 1947 Miguel Contreras H.
1948 - Ramón Muñoz García
1949 - Miguel Contreras H.
1950 - Francisco Muñoz Ballines
1951 - 1953 Plutarco Nieto Guerrero
1954 - 1955 Cándido Rangel Vergara
1956 - Luis Contreras Heredia
1957 - Alfredo López Arellano
1958 - Alejandro Moreno Contreras
1959 - Gonzalo Vivanco Ramírez
1960 - 1961 José Guillermo Muñoz Izquierdo
1962 - Severiano Fuentes Fuentes
1963 - 1965 Jesús Guevara Contreras
1966 - 1968 Alberto Hernández Rubio
1969 - 1971 Erasmo Mendoza Galindo
1972 - 1974 Moisés Vega Delgado
1975 - 1976 Raúl Pérez Durán



1978 - 1980 Juan Calderón Mejía
1981 - 1982 Severiano Fuentes Fuentes
1983 - Salvador Pérez Velázquez (interino)
1984 - 1986 Daniel González Montoya
1987 - 1989 Mariano Tena Sánchez
1990 - 1992 Salvador Correa González
1993 - 1995 Roberto Moreno Villafuerte
1996 - 1998 José Guillermo Muñoz Izquierdo
1999 - 2001 Arturo Antonio Rodríguez Salcedo
2002 - 2004 Daniel Camacho.
2004-2006
2006-2008 Raúl Garrido Ayala.



CAPITULO II.- GENERALIDADES DE LA OBRA.



LOCALIDAD: SAN ILDEFONSO
MUNICIPIO: ZINAPÉCUARO
ESTADO: MICHOACÁN
OBRA: PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA A SAN ILDEFONSO
COSTO TOTAL CONVENIDO \$ 2, 120,000.00
APORTACIÓN MUNICIPAL: \$ 1, 060,000.00
APORTACIÓN ESTATAL: \$ 1, 060,000.00
BENEFICIARIOS: 800 HAB.
METAS: 2.0 KM.
PERIODO DE EJECUCIÓN: MAYO - SEPTIEMBRE DE 2006
MODALIDAD DE EJECUCIÓN: CONTRATO

MARZO DE 2006

ELABORO:

ARQ. ANGEL CORTES NUÑEZ
DIRECTOR DE OBRAS PUBLICAS



OBRA: PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA DEL PUENTE EL SALTO A SAN ILDEFONSO

MUNICIPIO: ZINAPÉCUARO

META: 2.0 KM

II.I.- PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN

A).- TERRACERÍAS

Los Cortes y Terraplenes se construirán de acuerdo a los datos de construcción del Proyecto Geométrico. Cuando la sección de construcción se apoye en forma parcial o total fuera del camino actual, se procederá a efectuar el despalme necesario para eliminar el material que contenga materia orgánica, compactando la superficie descubierta al 90% del Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) AASHTO estándar, en un espesor de 15 centímetros.

Para dar el Ancho de Calle de 6.00 metros de ancho de acuerdo a Proyecto Geométrico, en los casos que se requiere ampliar la sección, se procederá a la construcción de cuñas de sobre ancho, mismo que se deberá construir de acuerdo a lo indicado en la sección de construcción correspondiente, recomendándose que se realice por capas no mayores de 30 centímetros compactos al 90% del Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) AASHTO estándar.

La Superficie Descubierta de las cajas que se ejecuten para las cuñas de sobre ancho, se deberá compactar al 90% del peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) AASHTO estándar, en un espesor de 10 centímetros.



B).- PAVIMENTO

B.I.- BASE HIDRÁULICA

Se deberá construir de un espesor de 20 centímetros compactos al 95% del Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) porter estándar, para lo cual se recomienda utilizar material pétreo del Banco "LOS TRIGOS" ubicado en Km 0+000 con desviación atrás de 17,000 mts.



H. AYUNTAMIENTO DE ZINAPECUARO MICHOACAN
Dirección de Obras Públicas

OBRA: PAVIMENTACION ASFALTICA TRAMO PUENTE EL SALTO - SAN IDEFONSO.
UBICACIÓN: SAN IDEFONSO

NÚMEROS GENERADORES N°:
PERIODO: OCTUBRE 21 - DICIEMBRE 15
FECHA DICIEMBRE 18 DE 2013

HOLLA 4



ANEXO FOTOGRAFICO



REVISO

ING. MACARIO BERNAL MEDINA
SUPERVISOR DE OBRAS

ELABORO

MA. TRINIDAD L. GUERRERO ORTIZ
CONTRATISTA DE OBRAS

AUTORIZO

AND. ANGEL CORTES NUÑEZ
DIRECTOR DE OBRAS PUBLICAS

Vb Bn

LIC. RAUL GARRIDO AVILA
PRESIDENTE MUNICIPAL





B.2.- RIEGO DE IMPREGNACIÓN.

Con objeto de proteger la pérdida de humedad a la capa de Base Hidráulica se dará un **Riego de Emulsión** para lo cual se utilizará Emulsión Catiónica Tipo Rompimiento Medio RM-2K, misma que se deberá elaborar con cemento tipo AC-5 y aplicar en proporción aproximada de 1.5 Lts./m², debiendo incluir un doble riego en taludes de la capa de Base Hidráulica.



Previamente al riego de Emulsión deberá estar la superficie de la base hidráulica superficialmente seca y barrida



B.3.- RIEGO DE LIGA

Con objeto de proteger la pérdida de humedad a la capa de Base Hidráulica se dará un **Riego de Emulsión** para lo cual se utilizará Emulsión Catiónica Tipo Rompimiento Rápido RR-2K, misma que se deberá elaborar con cemento tipo AC-5 y aplicar en proporción aproximada de 1.0 Lts./m² , debiendo incluir un doble riego en taludes de la capa de Base Hidráulica.



B.4.- CARPETA ASFÁLTICA

Se construirá una **Carpeta Asfáltica** de un espesor de 2.4 centímetros compactos al 95% del Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.), siendo del tipo mezcla en caliente.



Para la elaboración de la Mezcla Asfáltica se recomienda adecuar con anticipación el tipo de Emulsión Asfáltica al material pétreo, con el objeto de garantizar una buena adherencia entre el asfalto y el material pétreo.

El diseño de la mezcla asfáltica, así como el contenido óptimo para la construcción de la Carpeta Asfáltica, se determinará con oportunidad por el Laboratorio de Control de Calidad de la empresa designada y avalado por el Laboratorio del departamento de Obras Municipales.





C).- OBSERVACIONES

1. Los materiales utilizados (pétreos, asfálticos y diversos), y los procedimientos de ejecución de los trabajos, se apegarán a las Normas para Construcción e Instalaciones y a las Normas de Calidad de los Materiales, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, actualmente en vigor.
2. Se deberá tener especial cuidado en los acabados del pavimento, así como en los trabajos diversos que se mencionan en este procedimiento y en el encauzamiento adecuado de entrada y salida de las aguas pluviales en las obras de drenaje.

D).- OBRAS DE DRENAJE

- 1.- Se construirán obras de drenaje utilizando tubería de concreto simple de 91 cm de diámetro en las áreas marcadas en el proyecto siguiendo el procedimiento constructivo y las Normas de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

ZINAPÉCUARO, MICH.; MARZO DE 2006.

ELABORO:

ARQ. ANGEL CORTES NUÑEZ

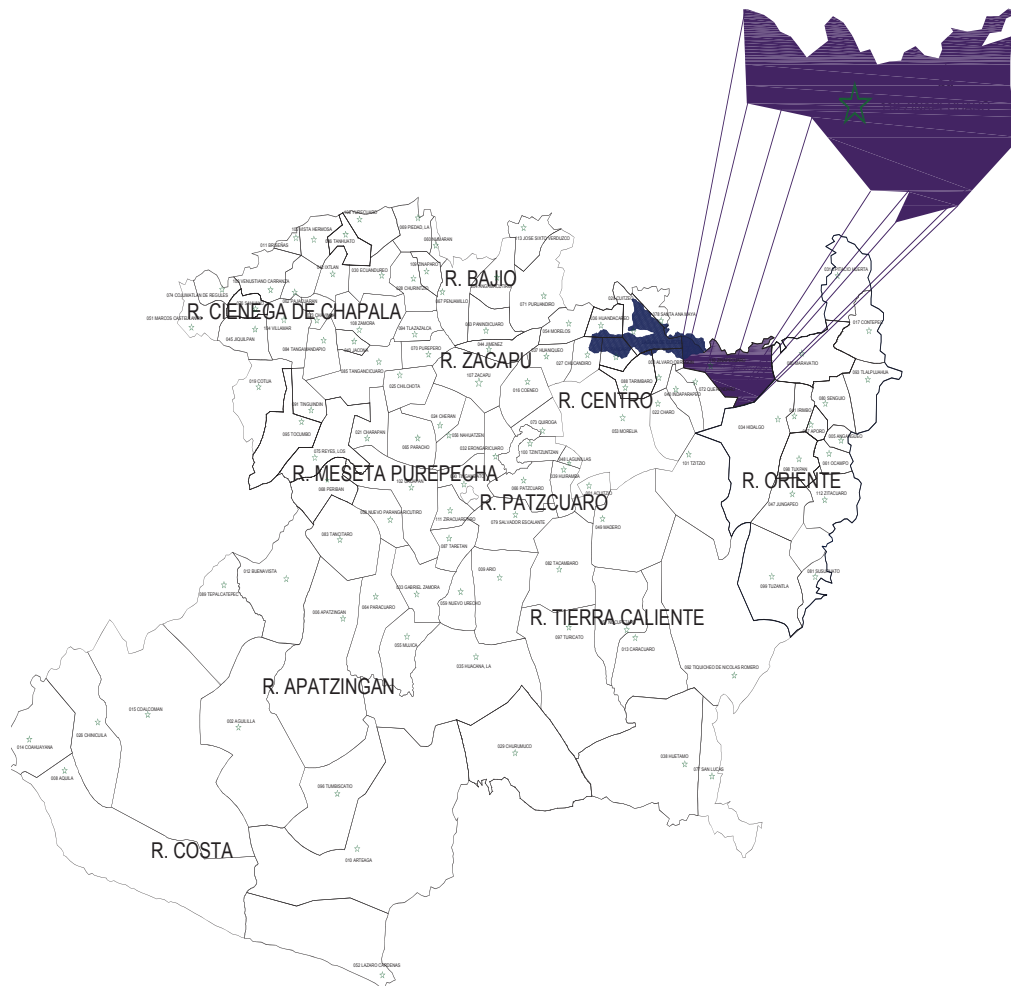
DIRECTOR DE OBRAS PUBLICAS



OBRA: PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA A SAN ILDEFONSO 2ª ETAPA

LOCALIDAD: SAN ILDEFONSO

II.II.- MACRO LOCALIZACIÓN

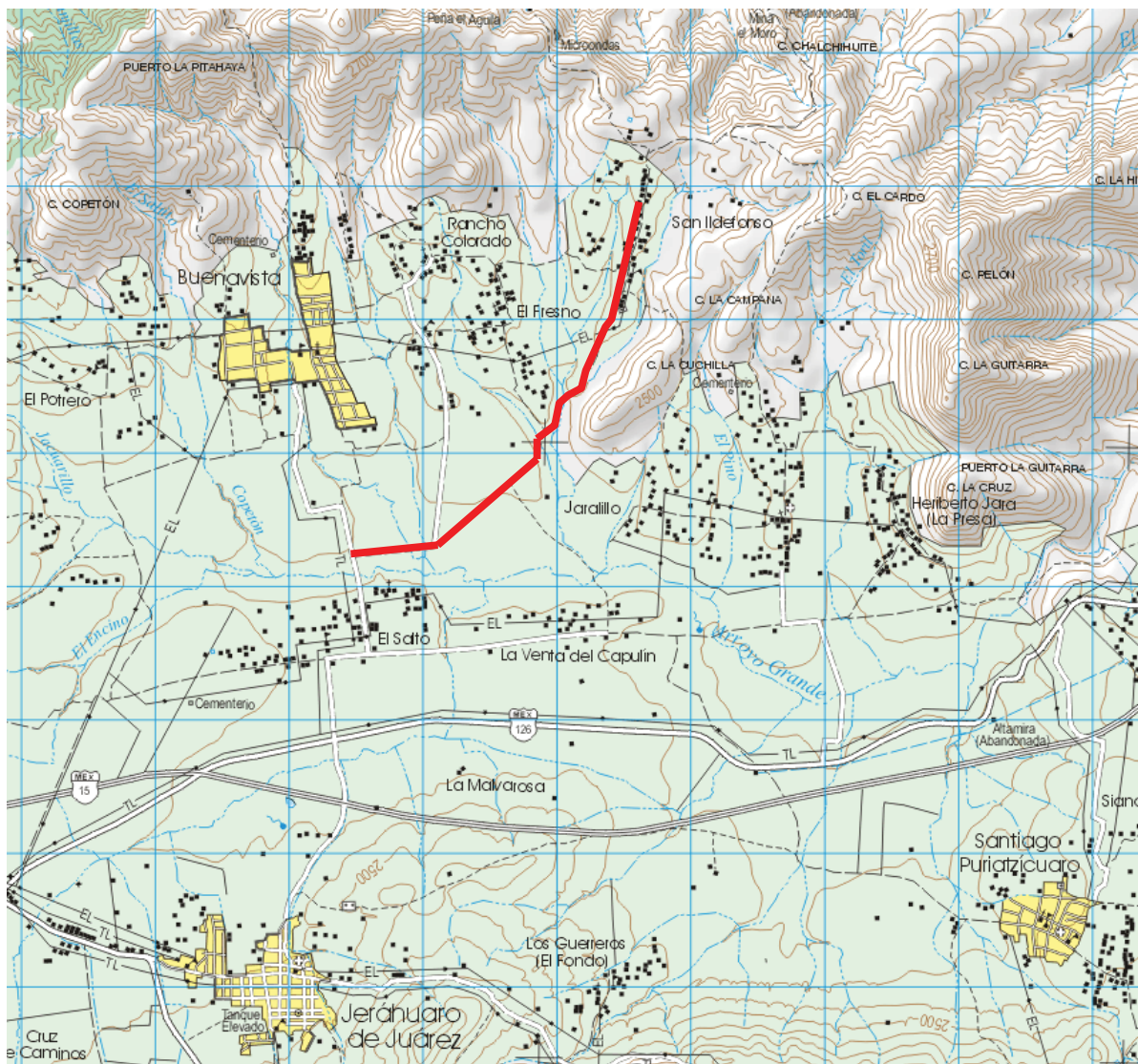




OBRA: PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA A SAN ILDEFONSO 2ª ETAPA

LOCALIDAD: SAN ILDEFONSO

II.III.- SELECCIÓN DE RUTA

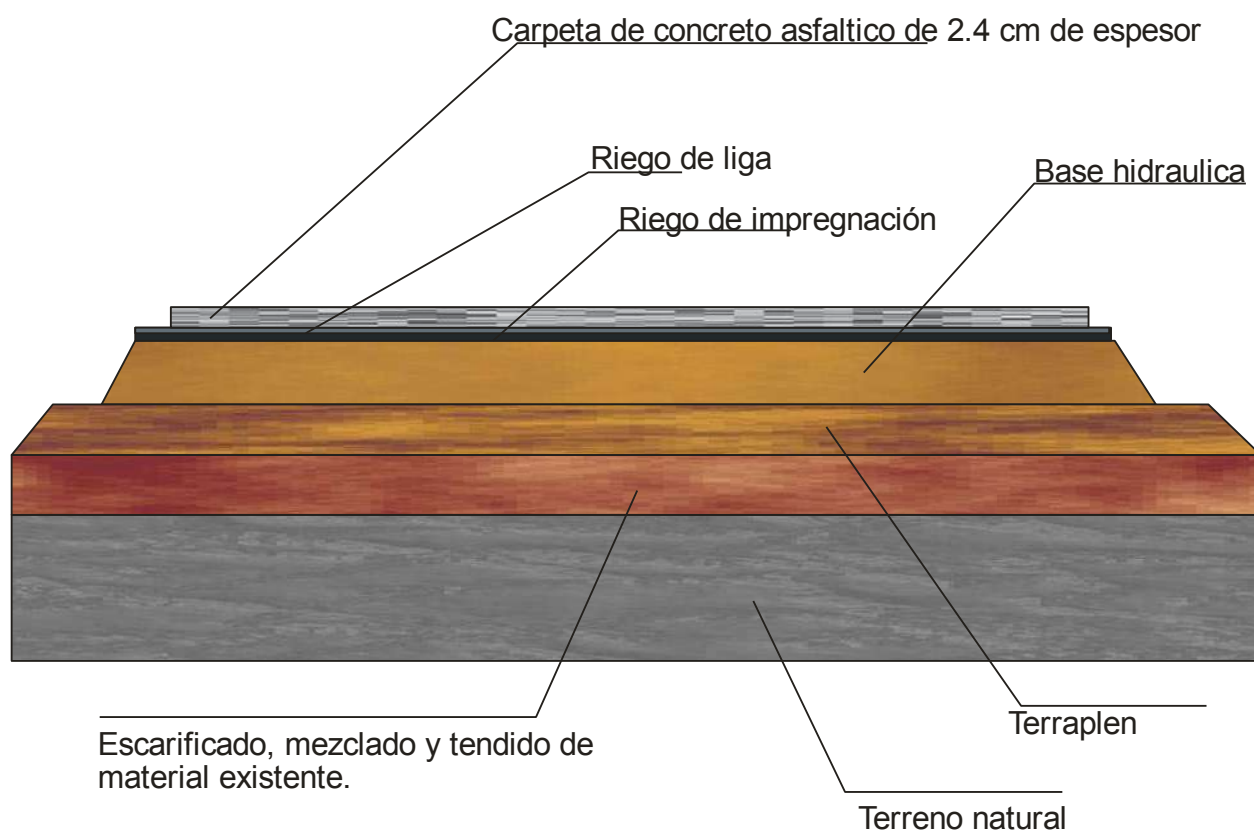




OBRA: PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA A SAN ILDEFONSO 2ª ETAPA

LOCALIDAD: SAN ILDEFONSO

II.IV.- SECCIÓN DE PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN



ELABORO

ARO. ANGEL CORTES NÚÑEZ

DIRECTOR DE OBRAS PUBLICAS



OBRA: PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA A SAN ILDEFONSO 2ª ETAPA

LOCALIDAD: SAN ILDEFONSO

II.V.- ANEXOS FOTOGRÁFICOS.





OBRA: PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA A SAN ILDEFONSO 2ª ETAPA

LOCALIDAD: SAN ILDEFONSO

ANEXO FOTOGRÁFICO

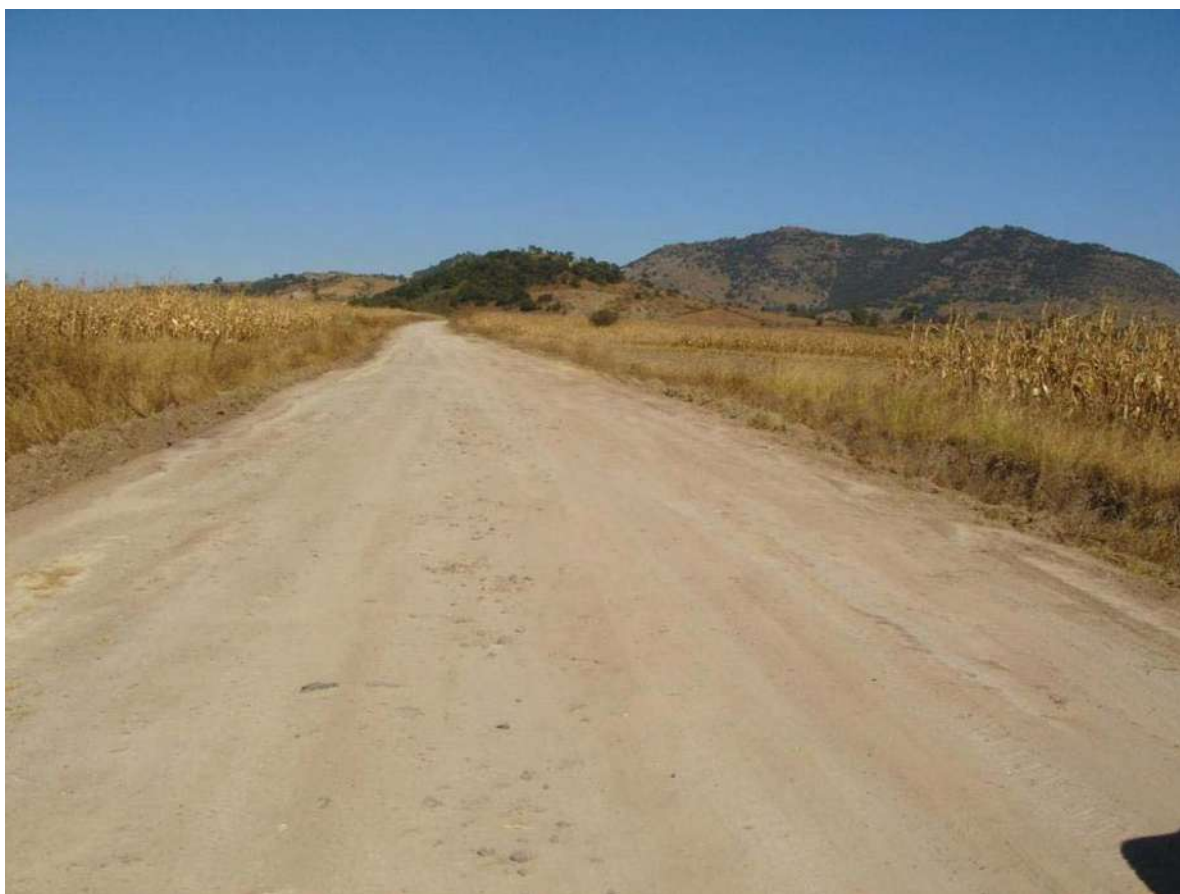




OBRA: PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA A SAN ILDEFONSO 2ª ETAPA

LOCALIDAD: SAN ILDEFONSO

ANEXO FOTOGRÁFICO





ASUNTO: SOLICITUD DE OBRA

C. ANTOP. LAZARO CARDENAS BATEL

GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL

ESTADO DE MICHOACÁN

P R E S E N T E:

El que suscribe C. Lic. Raúl Garrido Ayala, presidente Municipal del H. Ayuntamiento de Zinapécuaro, Mich., por medio del presente me dirijo a usted de la manera mas atenta para solicitar su apoyo, para la realización de la obra: **“PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA A SAN ILDEFONSO 2ª ETAPA”**, misma que beneficiara a los habitantes de la población de San Idelfonso y localidades aledañas pertenecientes a este Municipio.

Sin otro particular agradezco de antemano su atención y el apoyo que brinde a nuestro Municipio.

Zinapécuaro, Mich.; Febrero 25 de 2006..

A T E N T A M E N T E

“SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCIÓN”

C. RAÚL GARRIDO AYALA

PRESIDENTE MUNICIPAL DE ZINAPÉCUARO, MICH.



**ASUNTO: JUSTIFICACIÓN PARA NO PRESENTAR
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

C. SECRETARIO DE URBANISMO Y MEDIO

AMBIENTE EN EL ESTADO DE MICHOACÁN

MORELIA, MICHOACÁN

P R E S E N T E:

En relación a la Obra de **“PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA A SAN ILDEFONSO 2ª ETAPA”** convenida por este H. Ayuntamiento con el Gobierno del Estado y de la cual se solicita Estudio de Impacto Ambiental, me permito comunicarle que la obra en mención no afectara el Medio Ambiente ni modificara el uso del suelo en que se ubica la obra, ya que el tramo en mención ya existe y la acción que se pretende realizar es de rehabilitación y no una nueva obra; además, considero necesario mencionar que no se derribaran árboles y por el contrario se tiene proyectado instalar nuevos en áreas donde sea posible.

Sin otro particular que tratar agradezco la atención y envío a UD. Un cordial saludo.

Ziapécuaro, Mich.; Febrero 25 de 2006..

A T E N T A M E N T E
“SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCIÓN”

C. LIC. RAÚL GARRIDO AYALA
PRESIDENTE MUNICIPAL

DEPENDENCIA: PRESIDENCIA MUNICIPAL
SECCIÓN: ADMINISTRATIVA
No. DE OFICIO: 0066
EXPEDIENTE: 2/006



ASUNTO: LIBERACION DE PERMISOS PARA INICIAR TRABAJOS

C. ING. GILBERTO MORELOS CISNEROS

SECRETARIO DE COMUNICACIONES

Y OBRAS PÚBLICAS DEL ESTADO

P R E S E N T E:

En relación a la Obra de **“Pavimentación Asfáltica a San Ildefonso 2ª Etapa”**, convenida por este H. Ayuntamiento con el Gobierno del Estado y de la cual se solicita permisos y licencias otorgados por los propietarios de los predios colindantes con el camino y su respectivo derecho de vía, me permito comunicar a Usted que esta Dirección de Obras Publicas, libera los permisos para iniciar los trabajos de la obra en mención.

Sin otro particular que tratar agradezco la atención y envió a usted un cordial saludo.

Zinapécuaro, Mich.; Febrero 25 de 2006..

ATENTAMENTE

ARO. ANGEL CORTEZ NUÑEZ

DIRECTOR DE OBRAS PUBLICAS.



OBRA: PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA A SAN ILDEFONSO 2ª ETAPA

LOCALIDAD: SAN ILDEFONSO
OBRAS DE DRENAJE

ANEXO FOTOGRÁFICO

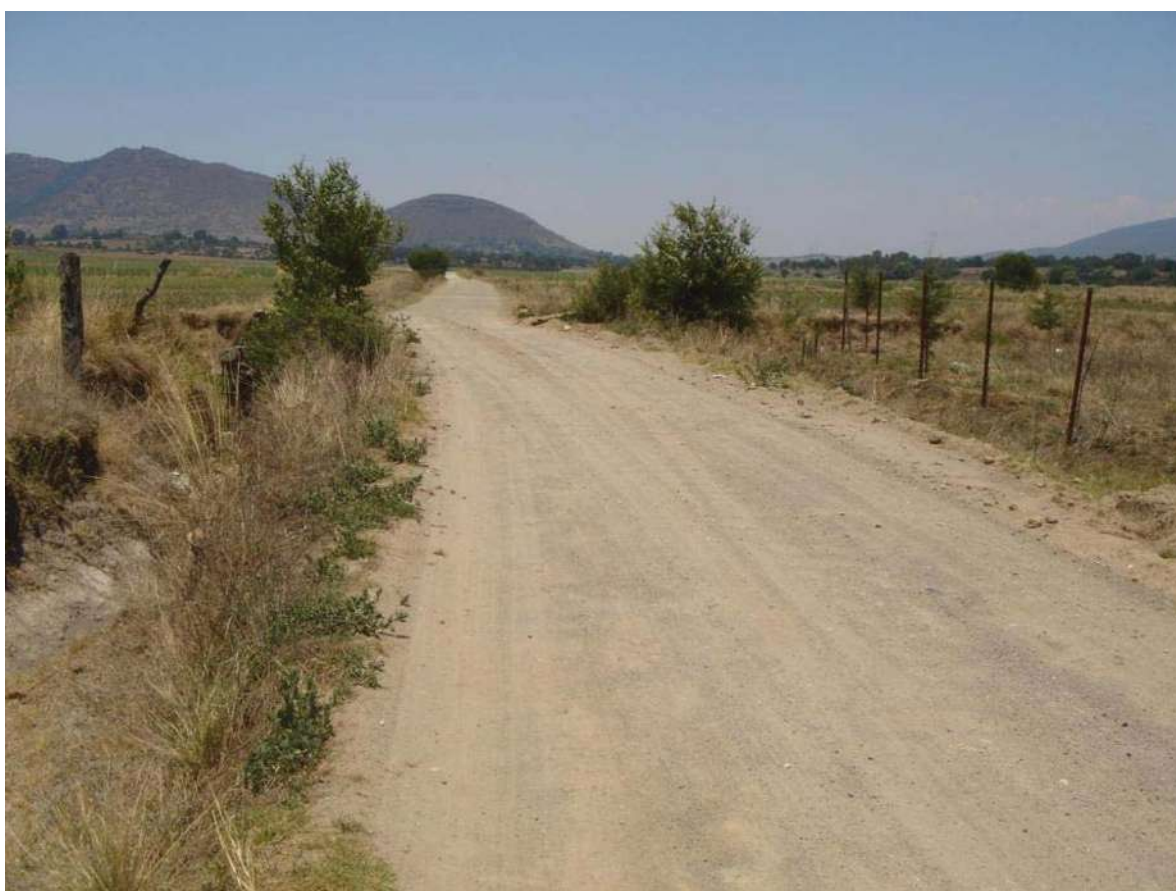




OBRA: PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA A SAN ILDEFONSO 2ª ETAPA

LOCALIDAD: SAN ILDEFONSO

ANEXO FOTOGRÁFICO





CAPITULO III.- INGENIERÍA DE TRANSITO



III.I.- PLANEACIÓN DE CAMINOS.

Un camino es una obra muy costosa y este precio se incrementa por el número y tipo de obras de drenaje. Por lo tanto requiere una planeación para aprovechar los recursos de manera adecuada.

Existen 3 categorías que maneja el gobierno en este sector, para asignar recursos a este sector y son:

1.- Caminos en zonas desarrolladas.

Son las autopistas en la modernización de la red troncal o federal.

2.- Caminos de penetración económica.

Generalmente se modernizan los caminos de la red federal o de la red estatal o caminos secundarios y van de los centros productores a los centros consumidores.

3.- Caminos de función social.

Se hacen en zonas rurales y generalmente no se recupera la inversión que se hizo en ellos, pero que son necesarios para llevar servicios a diferentes comunidades.

Los principales lineamientos de política de general en materia de carreteras para generalizar los recursos son las siguientes:

1.- Conservar en buen estado la red existente para asegurar el servicio eficaz y permanente.

2.- Terminar en tiempo adecuado las obras en construcción para que den los beneficios programados.

3.- Construir nuevos caminos que comuniquen diferentes centros de población.

4.- Construir obras que mejoren el sistema carretero en zonas ya comunicadas, cuando la demanda así lo requiera, estas obras son: ampliaciones, rectificación de curvas, acotamientos en distancias entre las principales.



Cuando ya se tiene la aportación económica (recursos para construir el camino), se hacen varios estudios preliminares, generándose con esto varias alternativas; esto nos ayudara a elegir la mas adecuada.

Entre los estudios que requiere cada alternativa va a requerir un proyecto o estudio de mercado, proyecto geométrico del camino y un estudio de transito.

Los estudios de mercado sirven para conocer el número de productos de una región y el lugar donde se consumen estos, así como también las necesidades que tienen estos centros productores y el lugar en donde adquieren los bienes de consumo para satisfacerlas.

Además se podrá conocer las necesidades que se tendrán en un futuro extrapolando la información, nos dirá si la inversión es rentable.

Los estudios de transito nos dan la información del numero y tipo de vehículos que pueden utilizar el nuevo camino y cuanto transito inducido podemos llevar a la nueva obra.

Con esta información ya se puede proponer el proyecto geométrico preliminar ya que tendremos los datos para conocer las pendientes máximas, velocidad de proyecto y numero de carriles por sentido que se quiera proyectar.

CLASIFICACIÓN VEHICULAR.

Los estudios de ingeniería de transito dependen de muchos factores, primero debemos conocer la clasificación de los vehículos ya que esta información servirá para el proyecto del camino y el diseño del pavimento.

Necesitamos realizar aforos para conocer el número de vehículos, su origen, destino y los movimientos direccionales que se realizan en una vialidad o los que son necesarios y por lo tanto se requiere construir entronques a nivel y desnivel en especial para evitar las vueltas izquierdas en forma directa y así disminuir el número de accidentes. También se requiere tener las estadísticas de accidentes de transito que evita la SCT para cada año y cada estado de la república y así deducir los puntos de conflicto.

FACTORES DE SEGURIDAD.

El transporte automotor ha facilitado la vida del hombre y también ha influido en sus actos sociales y económicos, pero en muchas ocasiones constituye la causa numero uno de muerte debido a los accidentes de transito.

Esto ha causado que los especialistas en vías terrestres e ingeniería de transito elaboren estudios para determinar los factores de seguridad que intervienen en la operación de las carreteras.



III.II.-ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN LA INGENIERÍA DE TRANSITO:

1.- EL USUARIO.

a).- Conductor.

b).-Pasajero.

c).- Peatón.

2.- VEHÍCULO.

3.- VIALIDAD.

III.II.I.- EL USUARIO.

ACCIDENTES:

Los estudios realizados al respecto, indican que para reducir los accidentes viales se necesita:

- 1.- Mejor preparación del usuario.
- 2.- Mayor seguridad de los vehículos.
- 3.- Adecuada legislación y vigilancia.
- 4.- Condiciones que permitan una mejor operación del sistema vial.

El proyectista de caminos es determinante en la elaboración del sistema vial, ya que debe ser factible no solo desde el punto de vista económico, sino también en su funcionamiento; considerando los distintos factores que se tienen en la operación de un vehículo, así como las necesidades y limitaciones del usuario.

Las principales causas de accidente se deben al usuario como conductor y los motivos mas frecuentes son:

- Exceso d velocidad.
- Invasión de carril contrario.
- Estado de ebriedad.
- Falta de pericia del conductor.



Aunque en un accidente por parte del usuario, influyen factores emocionales, fatiga, hipnosis del camino y falta de cultura del conductor, también debe considerarse la geometría y el nivel de servicio del camino.

Por lo anterior al proyectar un camino debe pensarse siempre en el individuo (usuario) como el centro del proyecto, con todas sus facultades y limitaciones, con la finalidad de proporcionarle un camino que corresponda a sus necesidades económicas, sociales y recreativas con el objetivo de reducir al mínimo el número de accidentes.

LIMITACIONES DEL CONDUCTOR.

Se considera que los conductores de vehículos tienen 2 limitaciones:

-LA VISIÓN.

-EL TIEMPO DE REACCIÓN.

Recordando que el tiempo de frenado es el tiempo para ver la situación más el tiempo de reacción para comenzar a aplicar los frenos.

VISIÓN.- La máxima agudeza visual del conductor son 3 grados, se tiene visión clara hasta 12 grados (efecto de visión de túnel). En el resto del campo visual la visión es borrosa, aunque se distinguen la luz y el movimiento. El campo visual normal es de 180 grados y el cono de visión clara aumenta al disminuir la velocidad.

Otro factor en el que interviene la visión del individuo es la percepción de la profundidad. Un caso crítico se tiene en la oscuridad o en condiciones de poca luz donde influyen también los efectos de deslumbramiento, según estudios la visión de un conductor en zonas urbanas abarca 300m y en carretera hasta 800m.

Se ha determinado que la distancia de percepción nocturna se reduce hasta un 35% de la normal cuando se tiene circulación en sentido contrario; si además llueve este porcentaje llega a ser del 50%.

TIEMPO DE REACCIÓN.

El conductor percibe estímulos visuales, auditivos y cinemáticos, el tiempo de reacción depende del tipo de estímulo percibido. Para fines de proyecto el tiempo de reacción varía de 0.50 a 2.50 segundos y se considera que los conductores solo toman una decisión a la vez. Por lo tanto conviene aumentar la información y ponerla en el sitio adecuado.



ANÁLISIS DE ACCIDENTES.

Los accidentes se producen por circunstancias relacionadas con el camino, el vehículo y el usuario y se requiere llevar un registro donde se recabe toda la información que ayude para realizar un estudio estadístico y con ello conocer los lugares de mayor conflicto y poder proponer alternativas de solución.

ESTADÍSTICA:

Para aplicar los métodos estadísticos requerimos de la información que obtienen los agentes de tránsito o la P. F. P. y que se entrega en un reportaje de accidentes. Estos reportajes contendrán los datos del conducto, del vehículo, el nombre, tramo, kilometro del camino, fecha y hora del accidente, número de muertos y heridos y causas del accidente, causante del mismo, geometría del camino, clima, luminosidad, costo de los daños y croquis del accidente.

Entre los datos que tenemos de la estadística, esta la magnitud, generalmente se usan cifras relativas que toman en cuenta diferentes elementos y se les conoce como índices.

ÍNDICE BASADO EN LA POBLACIÓN:

$$I_P^A = \frac{\text{Numero de accidentes en el año} \times 100,000}{\text{Numero de habitantes.}}$$

Numero de accidentes por cada 100,000 habitantes.

ÍNDICE BASADO EN EL NUMERO DE VEHÍCULOS.

$$I_V^A = \frac{\text{Numero de accidentes en el año} \times 10,000}{\text{Numero de vehículos registrados.}}$$

Numero de accidentes por cada 10,000 vehículos registrados.

ÍNDICE BASADO EN EL TRANSITO.

$$I_K^A = \frac{\text{Numero de accidentes en el año} \times 10,000,000}{\text{Numero de vehículos-km.}}$$

Utilizado para comparar tramos de caminos.



Vehículo-km = Numero de vehículos al año por longitud recorrida en el tramo.

Vehículo-km = Consumo anual de combustible por el rendimiento promedio.

Para obtener el índice de mortalidad se utilizan las formulas anteriores, sustituyendo el numero de accidentes por el numero de muertos en el año.

LOS ACCIDENTES Y EL NÚMERO DE ACCIDENTES.

El numero de accidentes esta definido por la demanda o volumen de transito en un tramo del camino; la experiencia ha demostrado que el grado de seguridad depende mas del ancho de los carriles que del numero de estos. Se considera que 3.65 es el ancho de carril ideal

Por que permite maniobrar al conductor con seguridad.

RAYAS DE CARRILES.

En estudio realizados nivel mundial se concluyó que si se cuenta con el señalamiento horizontal en las rayas horizontales el número de accidentes se reduce en un 33% en zonas urbanas; en caminos si se marca la línea de la orilla de caminos en zonas de niebla y en climas lluviosos la reducción de accidentes fue del 65%.

ACOTAMIENTOS.

Se han hecho investigaciones para estudiar la relación entre el número de accidentes y el ancho del acotamiento, para conocer la dimensión mas adecuada.

En autopistas se observo que el ancho del acotamiento debe ser de 3.00mts. Y las capas del pavimento llegaran hasta la de base con un riego de sello.

Lo anterior, para que el vehículo que se detenga en el acotamiento no sea un obstáculo y cause un accidente.

En otros caminos con velocidades de proyecto menores a 90km/hr. Se recomienda una dimensión de 1.80mts. Ubicados en tramos rectos. En curvas la dimensión del acotamiento no será mayor de 50cms. Con la finalidad de que no se estacionen vehículos en este lugar.



OBSTÁCULOS EN EL CAMINO.

Los obstáculos pueden localizarse dentro del camino o a los lados de este. Los que se encuentran dentro del camino pueden ser fragmentos de roca o material de corte que se desprendió por falta o mala ubicación de obras de drenaje.

En lo referente a obstáculos laterales se tienen las señales verticales mal ubicadas, los parapetos de puentes que se ubican en la misma dirección de la orilla del camino y que dan la sensación de que el carril se reduce; en el estado prácticamente a todos los puentes se les construyó un voladizo de 1.00m. Como mínimo para colocar el parapeto.

En virtud de que es inevitable de que algún vehículo se salga del camino, los lados de este deberán acondicionarse para reducir al mínimo las consecuencias de un posible accidente, lo cual debe tomarse en cuenta desde el proyecto. Tales peligros a los lados del camino que son antropogénicos son los parapetos de puentes y sus guarniciones, postes de señales y alumbrado y forestación ornamental; las defensas usadas en zona de curvas o donde se tenga un voladero. Todos estos obstáculos que por otro lado también sirven de protección deberán colocarse en el lugar y forma precisos para que cumplan con su función.

III.II.II.- EL VEHÍCULO.

- CLASIFICACIÓN.

Hay muchas formas de clasificación, de acuerdo al peso longitudinal, número de ejes, uso, pero en ingeniería de tránsito nos interesa la longitud del vehículo y su peso en forma esencial. Las velocidades que alcanzan estos medios de transporte no tienen mayor variación, pero si el tiempo que tardan en llegar de una velocidad a otra y donde el peso del vehículo tiene gran influencia.

Por lo anterior tendremos las siguientes clasificaciones:

- **POR PESO.**

1).- Ligeros (Automóviles).

2).-

Pesados (De carga o pasajeros).

3).-

Especiales.- Son los que rara vez transitan por un camino, por ejemplo: Maquinaria pesada, maquinaria agrícola, bicicletas y motocicletas, vehículos deportivos y de tracción animal.

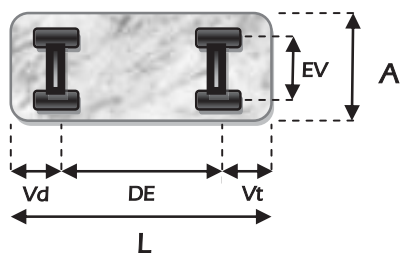
- **POR CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y DE OPERACIÓN.**

En el proyecto de los elementos de un camino, debe considerarse el vehículo de proyecto.



Las características geométricas están definidas por las dimensiones y el radio de giro del vehículo; las características de operación se definen por la relación peso-potencia del vehículo, lo cual determina la estabilidad en las curvas y en los costos de operación.

Estas características también se usan en el diseño de pavimentos.



CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO DE PROYECTO.					
DIMENSIONES	de 535	430	610	1220	1575
L (cm).	580	730	915	1525	1678
DE (cm).	335	450	610	1220	1525
Vd (cm).	92	100	122	122	92
Vt (cm).	153	180	183	183	61
A (cm).	214	244	259	259	259
EV (cm).	183	244	259	259	259
Ht(cm).	167	214-412	214-412	214-412	214-412
Hc(cm).	114	114	114	114	114
Hf (cm).	61	61	61	61	61
Hl(cm).	61	61	61	61	61
Peso vacío (kg).	2500	4000	7000	11000	14000
Peso cargado (kg).	5000	10000	17000	26000	30000

Donde:

L = Longitud total.

DE = Distancia entre ejes mas alejados.

Vd = Vuelo delantero.

Vt = Vuelo trasero.

EV = Distancia entre las caras extremas de las ruedas.

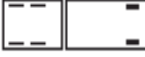
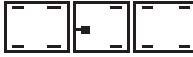
Ht = Altura total del vehículo (de la calle al techo del vehículo).

Hc = Altura de los ojos del conductor.

Hf = Altura de los faros delanteros.



HI = Altura de las luces posteriores.

TIPO DE VEHÍCULO		No. DE EJES	ESQUEMAS		SÍMBOLO	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE CAMIONES		PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL DE VEHÍCULOS	
			PERFIL	PLANTA					
VEHÍCULOS LIGEROS	AUTOMÓVILES	2			Ap	—		46	58
	CAMIONETAS	2			Ac			12	
VEHÍCULOS PESADOS	AUTOBUSES	2			B	—		12	42
	CAMIONES	2			C2	73	100	30	
		3			C3	13			
					T2-S1				
			4						
		5			T3-S2	7			
					T2-S1-R2				
			OTRAS COMBINACIONES						



RADIOS DE GIRO Y TRAYECTORIA DE LAS RUEDAS.

El radio de giro define la trayectoria de la rueda delantera externa del vehículo, cuando este efectúa el giro. Estas trayectorias sirven para calcular las ampliaciones en las curvas horizontales derechas e izquierdas; para diseñar la orilla interna de la calzada en los ramales o tréboles de las intersecciones, así como los radios de giro y los acabados en los camellones.

En los vehículos 1980 a la fecha, la rotación máxima de las ruedas es de 50° .

Existen diferentes formulas para calcular las ampliaciones en curva dependiendo del tipo de vehículo, en las normas de servicios técnicos ya vienen tabulados todos los casos que puedan presentarse.

ACELERACIÓN Y DECELERACIÓN.

Un vehículo acelera cuando la fuerza tractiva que genera el motor es mayor que las resistencias que se oponen al movimiento del vehículo. Decelera, cuando las resistencias se oponen al movimiento son mayores que la fuerza tractiva o de tracción generada.

Cuando las resistencias son iguales a las fuerzas de tracción, el vehículo se mueve a una velocidad constante.

El conductor acelera cuando efectúa una maniobra de rebase, cuando va a entrar a una pendiente ascendente, cuando se incorpora a una corriente de tránsito, cuando cruza una intersección o bien cuando desea aumentar la velocidad para así disminuir el tiempo de recorrido.

Por otro lado el conductor decelera el vehículo cuando advierte algún peligro, para salir de un camino, para disminuir la velocidad en pendientes descendentes o en tramos rectos.

Para realizar estas fases requiere de cierta longitud, que está relacionado con la pendiente del camino y el proyecto del mismo.

Por lo anterior se requiere que el proyectista al diseñar una vialidad tome en cuenta lo anterior.

ESTABILIDAD EN CURVAS.

Un vehículo es estable cuando no tiende a salirse de la trayectoria que le fija el conductor por medio del volante, es decir por la fuerza centrífuga que aparece cuando el vehículo describe una curva. La inestabilidad puede presentarse por deslizamiento o por volcamiento, por lo tanto al proyectar una curva debe considerarse el tipo de camino, la topografía, la velocidad de proyecto, los radios de sobreelevaciones y ampliaciones en las curvas.



COSTOS DE OPERACIÓN.

Estos costos pueden dividirse en 2 categorías:

En costos fijos y costos variables de un vehículo.

-COSTOS FIJOS: Son aquellos que no dependen en forma directa de la distancia recorrida, como amortización, intereses del capital, seguros e impuestos por unidad de tiempo.

-COSTOS VARIABLES: Dependen directamente de las distancias recorridas por el vehículo, tales como: consumo de combustible, lubricantes y llantas, reparaciones y servicios, se expresan en unidades de longitud.

III.II.III.-EL CAMINO.

TRANSITO

Al proyectar un camino se deben seleccionar las intersecciones, los accesos, los servicios y el número de carriles que dependen del volumen o demanda de tránsito que circulara en un periodo determinado de su tasa de crecimiento, de su composición y su variación.

VOLUMEN DE TRANSITO.

Es el número de vehículos que pasa por un tramo carretero en un intervalo de tiempo establecido; los periodos más usuales son la hora y el día, teniéndose:

TH = Tránsito horario.

TD = Tránsito diario.

DENSIDAD DE TRANSITO.

Es el número de vehículos que pasa por un tramo en un instante dado.

TRANSITO PROMEDIO DIARIO.

Es el máximo número de vehículos que pasan en un tramo de alguna vialidad durante una hora, promediándose los volúmenes diarios registrados en un determinado periodo. Este dato no es real ya que cada hora del día y cada día de la semana pasan diferente número



de vehículos, por lo tanto se hace un aforo durante 8hrs. De un día normal y el valor obtenido se multiplica por un factor que se obtiene por métodos estadísticos para obtener tránsitos que se apeguen a la realidad como son:

$$\text{TDPS} = \text{Transito diario promedio semanal.} \quad \text{TDPS} = \frac{TS}{7}$$

$$\text{TPDM} = \text{Tránsito promedio diario mensual.} \quad \text{TPDM} = \frac{TM}{30}$$

$$\text{TDPA} = \text{Transito diario promedio anual.} \quad \text{TDPA} = \frac{TA}{365}$$

TRANSITO GENERADO:

Es el volumen de transito que se origina por la construcción o mejoramiento de un tramo carretero y por el desarrollo de la zona por donde cruza.

TRÁNSITO DIARIO O INDUCIDO.

Es la parte del volumen de transito que circulaba anteriormente por otro camino y cambia su itinerario para pasar por la vialidad que se construye o mejora.

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE TRANSITO.

Se utilizan como fuente los datos obtenidos de los estudios de origen y destino, los aforos por muestreo y los aforos continuos en estaciones permanentes

a).- ESTUDIOS DE ORIGEN Y DESTINO.

Su objetivo es conocer el movimiento del transito en cuanto a los puntos de partida (origen) y de términos de viaje (destino). Además se obtienen datos del comportamiento del transito en cuanto a su magnitud, composición y productos que se transportan. Con esta información se localizan los centros productores y consumidores, así como el grado de desarrollo de los sectores que integran esa zona económica.

El método mas apropiado para estudios en carreteras es hacer entrevistas directas en donde el cuestionario tenga preguntas simples y claras para así obtener respuestas concretas.

En estos estudios se registran las rutas por cada sentido, las distancias recorridas y el tiempo empleado. Es conveniente cuando se desea conocer otras características de los vehículos que haya dos personas realizando el aforo.



b).- MUESTREO DEL TRANSITO.

Este tipo de aforo se realiza contando los vehículos en forma manual o con equipos electromecánicos, llevando formatos que registren estos volúmenes por hora y dando su clasificación. Son recomendables en tramos cortos del camino y se usan cuando se requiere construir alguna intersección, son muy útiles en zonas urbanas y prácticamente los puede realizar cualquier persona.

c).- AFOROS CONTINUOS EN ESTACIONES PERMANENTES O EN ESTACIONES MAESTRAS.

En diversos tramos de la red federal se instalan estaciones maestras, provistas de contadores automáticos que registran las variaciones y comportamiento del tránsito durante un año. Esta información se utiliza a nivel nacional para conocer la correlación que hay entre los diferentes tramos de la red federal, hacer el análisis estadístico correspondiente y obtener el TDPA de cada tramo carretero del país.

VELOCIDAD.

Es uno de los factores más importantes en el diseño de un camino por ser un parámetro en el cálculo de otros elementos del proyecto.

Las siguientes definiciones corresponden a las velocidades mas utilizadas en caminos:

- 1) Velocidad de punto.
- 2) Velocidad de marcha.
- 3) Velocidad de operación.
- 4) Velocidad global.
- 5) Velocidad de proyecto.
- 6) velocidad gobernadora.

1).- VELOCIDAD DE PUNTO.

Es la velocidad de un vehículo a su paso por un lugar determinado del camino, tienen influencia en ella el usuario, el vehículo, el camino, el volumen de tránsito y la velocidad permitida en el tramo.

La influencia del usuario se tiene cuando en condiciones normales el conductor puede elegir la velocidad libremente.



En viajes largos con distancias mayores a 150 km. Se incrementa la velocidad, lo mismo sucede si el conductor va solo. Los automóviles circulan a mayor velocidad que los autobuses y estos más aprisa que los camiones de carga.

Si el camino esta pavimentado la velocidad se incrementa en 15 km/hr. En comparación con la velocidad de un vehículo en caminos revestidos. En puentes, intersecciones, en pendientes ascendentes y en tramos en curva las velocidades se reducen.

2).- VELOCIDAD DE MARCHA.

Es la velocidad de un vehículo en un tramo del camino, se obtiene al dividir la distancia recorrida entre el tiempo que el vehículo estuvo en movimiento, esta velocidad sirve para conocer el nivel de servicio de un camino y esta en función del proyecto geométrico y de la superficie de rodamiento.

3).- VELOCIDAD DE OPERACIÓN.

Es la máxima velocidad a la cual circula un vehículo en un tramo del camino, bajo ciertas condiciones de transito y atmosféricas favorables sin rebasar la velocidad de proyecto.

Cuando no se tiene señalado un limite de velocidad, la única variable es el volumen de transito. Se supone que a esta velocidad los vehículos circularan en condiciones ideales con seguridad.

4).- VELOCIDAD GLOBAL.

Resulta de dividir la distancia recorrida entre el tiempo total de viaje, en este tiempo total se incluyen todas las demoras por paradas y reducciones de velocidad provocados por el transito y el camino, no se incluyen las demoras en gasolineras, restaurantes y sanitarios.

5).- VELOCIDAD DE PROYECTO.

Es la velocidad máxima a la que circulan los vehículos con seguridad y se usa para determinar los elementos geométricos de un camino.

Para seleccionar la velocidad de proyecto, se deben tener como datos la topografía del terreno, el tipo de camino, los volúmenes de transito y el uso de la tierra. Por ejemplo un camino en terreno plano, justifica una velocidad de proyecto mayor a la de un terreno en terreno montañoso. Lo mismo sucede cuando la región es poco habitada y por lo tanto el volumen de transito es bajo. La mayoría de los caminos son diseñados para satisfacer las



demandas de tránsito en un periodo de 20 años. Desafortunadamente la evolución del automóvil es más rápida y por lo tanto no se cumple con esa condición. Podemos concluir que los elementos físicos del camino sirven para controlar la velocidad, en México la velocidad de proyecto varía de 80 a 110 km/hr.

Conviene indicar la velocidad permitida que de acuerdo a convenios de la federación y transportistas debe ser menor de la de proyecto para reducir el número de accidentes que se tengan en un cierto tramo.

También se debe considerar las distancias de visibilidad para realizar ciertas maniobras, como son la distancia de visibilidad de parada y de rebase.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA.

Es la distancia mínima para que un conductor que transita cerca de la velocidad de proyecto, vea un objeto en su trayectoria y pueda detener su vehículo antes de llegar a él. Esta distancia está formada por la distancia recorrida del tiempo de reacción y la distancia de frenado.

$$D_f = dt * d'$$

dt = Distancia de reacción.

d' = Distancia de frenado.

D_f = Distancia de visibilidad de parada.

Estas distancias se presentan en algunas tablas y se calculan de acuerdo a las características de operación de vehículos ligeros, para vehículos pesados se tendría que aplicar un factor para incrementar esta velocidad.

La tabla se obtuvo para vehículos ligeros pero en los caminos generalmente el porcentaje de vehículos pesados es del 40% por lo tanto se incrementan estas distancias a partir de la velocidad de 60 km/hr. En 100 mts. 70 y 80 km/hr. A 180 mts y de 90 km/hr. En adelante de 200 mts.



Velocidad de proyecto (Km/hr.)	Distancia de visibilidad. Redondeado (m).
30	25
40	40
50	55
60	75
70	90
80	115
90	135
100	155
110	175

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE.

Se dice que un tramo carretero tiene distancia de rebase adecuado, 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 y sentido, sin interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y que se haga visible al iniciarse la maniobra. Esta distancia solo se aplica en carreteras de 2 o 3 carriles.

Para definir la distancia de rebase se plantearon las siguientes hipótesis.

- a).- El vehículo que va a ser rebasado tiene una velocidad constante.
- b).- El vehículo que va a rebasar alcanza al vehículo que va a ser rebasado y circular a la misma velocidad, hasta que inicia la maniobra de rebase.
- c).- Cuando se llega al tramo de rebase el conductor del vehículo que hará esta maniobra comienza a acelerar y se le llama maniobra de arranque demorado y rebase apresurado.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS VERTICALES.

En curvas horizontales cuando existe un obstáculo lateral y todos los objetos de cualquier altura sobre la superficie del camino, se puede ver a la misma distancia.

Cuando el obstáculo es el talud de n corte la distancia de visibilidad se ve afectada por la altura del objeto. Es decir, los obstáculos laterales son los que causan mayor problema de visibilidad en una curva horizontal en el lado interior de la misma. En tramos en tangentes los obstáculos laterales no presentan problemas de visibilidad.



Aplicaciones:

Un camino debe tener en toda su longitud una distancia de visibilidad para realizar diferentes maniobras y por lo menos igual a la distancia de visibilidad de parada. De manera practica en los proyectos solo se maneja esta ultima, ya que es mayor que la de rebase y la de curvas horizontales. Por lo tanto todos los elementos del alineamiento horizontal y vertical deberán proyectarse de manera que cumplan con este requisito.

Al pintar el señalamiento horizontal en tramos en tangente donde se permite el rebase, la longitud de visibilidad en realidad será mayor que la especificada para esta maniobra.

CAPACIDAD.

En la planeación proyecto y operación de calles y carreteras la demanda o volumen del tránsito en realidad es una cantidad y nos servirá para medir la diferencia con la que una carretera presta servicio a esa demanda; esta medida es precisamente la capacidad del tránsito.

III.II.III.I.- NIVEL DE SERVICIO.

Se usan para describir las condiciones de operación que un conductor experimentara durante su viaje por un camino, cuando los volúmenes de tránsito están por debajo de la capacidad de un camino; suponiendo que las condiciones físicas y geométricas del camino estarán fijas.

Para conocer el grado de deterioro de las condiciones físicas del camino se hace una calificación del mismo. En esta calificación se observa las condiciones en que se encuentra la corona, el drenaje, el derecho de vía, el señalamiento horizontal y vertical; con los datos obtenidos se hace un informe para cada camino de la red estatal y federal, obteniendo un promedio ponderado de la clasificación de cada elemento. Para la calificación de estos datos se toman a cada 10km y se toman anotando la cantidad y también aplicando colores que serán: verde, cuando el estado es bueno, amarillo: cuando el estado es regular y rojo: cuando es malo, se resume en mapas y se envía a la autoridades correspondientes con el presupuesto y programa de conservación del año siguiente para su conservación.

1.- DEFORMACIONES:

Se toma en consideración deformaciones tanto longitudinales como transversales por cada carril, como son los baches, hundimientos, hinchamientos, roderas, mapeos, mallas de gallinero o piel de cocodrilo tomando los siguientes rangos:



Leves: 0.10 a 2 cms.
Medias: 2 a 5 cms.
Fuertes: > 5cms.

AHUELLAMIENTOS:

Es la deformación permanente longitudinal a lo largo de los carriles del tránsito y donde el largo es superior a 80 cm. Estas se pueden producir en uno o los dos carriles de rodadura.



CANALIZACIONES.

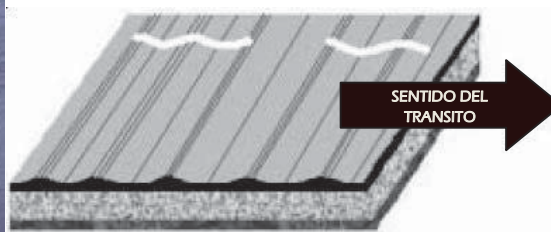
Deformación del perfil transversal, tanto por hundimiento a lo largo de los ahuellamientos como por elevación de las áreas vecinas adyacentes a las huellas. Las deformaciones presentan una configuración más amplia que los ahuellamientos.





ONDULACIONES.

Deformaciones del perfil longitudinal con crestas y valles regularmente espaciados a distancias cortas. Generalmente están acompañadas, en los sitios críticos, por grietas semicirculares.



HINCHAMIENTO.

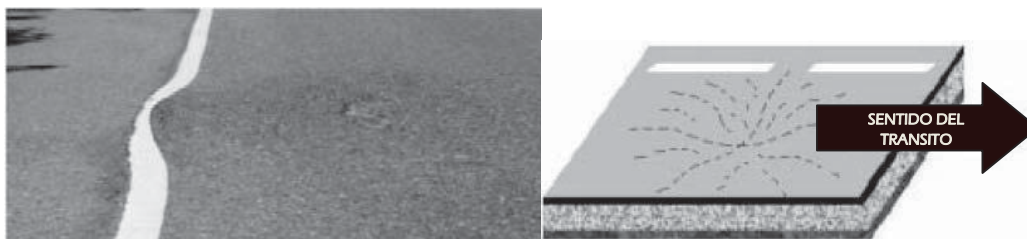
Abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, generalmente en la forma de una onda que distorsiona el perfil de la carretera.





HUNDIMIENTO.

Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo.



En vías No pavimentadas, tenemos:

HUECOS:

Los huecos resultan de aguas estancadas en la superficie de la carretera. El tráfico favorece su desarrollo. Generalmente, estorban a los vehículos cuando su tamaño alcanza el orden de 0.20 m. Su calificación resulta del tipo de las medidas correctivas requeridas (mantenimiento rutinario o reconstrucción).





ENCALAMINADO

Se trata de ondulaciones de la superficie. Resultan de la acción de las vibraciones transmitidas por los vehículos sobre los agregados del material granular.



Lodazal y cruce de agua.

Un lodazal es una sección de suelo fino que se caracteriza por su transitabilidad baja o intransitabilidad durante las épocas de lluvia. En épocas secas, si no se realizan las tareas de mantenimiento requeridas, los vehículos tienen dificultades debidas a las deformaciones del material.

Un cruce de agua proviene de un escurrimiento de agua transversal que crea un surco erosivo en parte o en todo el ancho de la carretera.



2.-DRENAJE:

OBRAS DE DRENAJE MENOR:

Como son lavaderos, cunetas, contracunetas y alcantarillas.

OBRAS DE DRENAJE MAYOR.

Puentes y viaductos.



3.- DERECHO DE VÍA.

Se califica que no haya comercios, basura y construcciones.

4.- SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

En caso de que exista se califica el grado de visibilidad, clasificación, obstáculos sobre el camino como son topes o reductores de velocidad, vialetas, etc.

5.- SEÑALAMIENTO VERTICAL

Al igual que el inciso anterior se califica su existencia, ubicación, estado (oxidada, pintada o rayoneada).

Con la calificación del estado físico de los caminos estatales y federales se obtienen datos para elaborar el presupuesto de conservación de los caminos estatales por la SCT y las juntas de caminos de los estados.

Esta información también nos permite conocer el nivel de servicio de un camino, así como también la ubicación de los puntos de conflicto. La información de la calificación se presenta en forma gráfica por medio de mapas y en forma tabular de acuerdo a las características físicas y configuración del terreno en la zona donde se desarrolla el camino y por lo tanto los rangos para calificar el estado físico (bueno, regular y malo) tiene rangos diferentes.

CAMINOS SEGÚN SU FUNCIÓN.

- a).- Central total de accesos.
- b).- Central parcial de accesos.
- c).- Camino dividido.
- d).- Camino no dividido.
- e).- Arteria urbana.
- f).- Camino de dos carriles.
- g).- Camino de tres carriles.
- h).- Camino de carriles múltiples.
- i).- Vía rápida.
- j).- Autopista.

- a).- Central total de accesos.

Se da preferencia al tránsito de paso, prohibiéndose las intersecciones a nivel y los accesos directos a propiedades privadas. Solo se construyen intersecciones a desnivel con otros caminos en puntos específicos (autopistas).

- b).- Control parcial de accesos.

Se da preferencia al tránsito de paso y pueden existir intersecciones a nivel con caminos secundarios y accesos directos a propiedades privadas.

- c).- Camino dividido.



Tiene circulación en dos sentidos y se divide por medio de una faja separadora central que tendrá un ancho mínimo de 1.20mts.

d).- Camino no dividido.

Camino que tiene circulación en los dos sentidos y no cuenta con faja separadora central.

e).- Arteria urbana.

Camino principal en zona urbana para tránsito de paso sobre ruta continua (periféricos y libramientos).

f).- Camino de dos carriles.

Camino no dividido con circulación en ambos sentidos, un carril para cada sentido de circulación, debe tener como ancho de carril 3.50m mínimo.

g).- Camino de tres carriles.

Camino no dividido con circulación en ambos sentidos que tiene un carril central para maniobras de rebase en el carril con pendiente ascendente y donde el porcentaje de vehículos pesados es alto.

h).- Camino de carriles múltiples.

Camino no dividido con circulación en ambos sentidos que tiene dos o mas carriles para movimientos de tránsito en un sentido; debe evitarse ya que son puntos de conflicto en carreteras y zonas urbanas.

i).- Vía rápida.

Es un camino dividido destinado al tránsito con control total o parcial de accesos.

j).- Vía rápida con control total de accesos.

CLASIFICACIÓN DEL CAMINO POR LA CONFIGURACIÓN DEL TERRENO. (Topografía).

Se tienen tres tipos generales que son:

a).- Terreno plano.

b).- Terreno en lomerío.

c).- Terreno montañoso.

Esta clasificación es muy subjetiva por que se tienen diferentes marcos de referencia y no se han dado parámetros oficiales que indiquen que porcentaje de la pendiente sirve como parámetro en lomerío y terreno montañoso.

a).- Camino en terreno plano.



Se refiere a cualquier combinación del alineamiento vertical (pendientes verticales) y en alineamiento horizontal (planta del camino) que permita a los vehículos pesados mantener una velocidad semejante a la de los vehículos ligeros.

b).- Terreno de lomerío.

Se refiere a cualquier combinación de los alineamientos horizontal y vertical, que obliga a los vehículos pesados a reducir su velocidad por debajo de la velocidad de los vehículos ligeros, en algunos tramos del camino.

c).- Terreno montañoso.

Es cualquier combinación de los alineamientos horizontal y vertical, que obliga a los vehículos pesados a operar con velocidades muy bajas, en distancias considerables y en intervalos frecuentes. Generalmente en países con muchos recursos la única clasificación que se tiene es como terreno plano aunque la topografía indique que se tiene lomas y montañas.

CONCEPTOS RELACIONADOS CON EL TRANSITO.

a).- Factor de carga.

b).- Circulación continua.

c).- Circulación discontinua.

Estos conceptos están relacionados con el uso y tiempo que se da a los semáforos; ya que permite programar los intervalos entre cada luz verde de acuerdo a la demanda. En algunas ciudades de México como en otros países se tiene un monitoreo del tránsito y pueden variarse los tiempos en los semáforos de acuerdo a la demanda del tránsito. En algunos lugares los semáforos de bandera pueden moverse y con ello servir cuando se cambia el sentido de la vialidad.

a).- Factor de carga.

Es la relación del número total de intervalos con luz verde del semáforo que se utilizan totalmente por el tránsito, en la hora de máxima demanda. Con este factor se obtendrá el tiempo en minutos que será el límite máximo en tiempos para cierta vialidad. Es conveniente que la diferencia entre el tiempo máximo y mínimo entre cambio de luces del semáforo exceda de 1 minuto, y que se establezcan las horas del día en las que funcionaran estos periodos.

b).- Circulación continua.

Es la condición del tránsito por la cual un vehículo que recorra un tramo de un camino o de una calle, no se vea obligado a detenerse por cualquier causa extrema a la corriente de tránsito. En zonas urbanas para tener esta condición, se requiere que los tiempos de los semáforos estén sincronizados y poner señalamientos que indiquen al usuario, la velocidad a la que deben circular para optimizar tiempos y costos de operación.

c).- Circulación discontinua.

Es la condición de tránsito por la cual un vehículo que recorra una vialidad se ve obligado a defenderse por obstáculos e interferencias dentro de la corriente del tránsito; disminuyendo el nivel de servicio de este tramo.

CARACTERÍSTICAS DEL TRANSITO.

a).- DISTRIBUCIÓN POR SENTIDOS.



- b).- DISTRIBUCIÓN POR CARRILES.
c).- COMPOSICIÓN DEL TRANSITO.

La capacidad de un camino esta en función de sus características físicas y de las características del transito, por lo tanto se deben analizar los incisos antes citados.

a).- DISTRIBUCIÓN POR SENTIDOS.

Se ha observado que el transito diario promedio anual (TDPA) es aproximadamente el mismo en cada sentido en un camino de dos carriles, sin embargo los volúmenes de horarios pueden variar ampliamente.

b).- DISTRIBUCIÓN POR CARRILES.

Cuando se tienen dos o más carriles en un solo sentido de circulación ocurren fluctuaciones en el número de vehículos que utilizan cada carril, generalmente el más utilizado es el carril exterior junto al acotamiento a las banquetas. Por esta razón es el que requiere mayor conservación.

c).- COMPOSICIÓN DEL TRANSITO.

El porcentaje de vehículos pasando una vialidad, afecta las velocidades de los vehículos y las características de operación hasta la preferencia en el uso de esa vialidad.

Estos elementos deberán evaluarse para conocer su nivel de servicio de una vialidad de acuerdo con lo anterior para determinar las relaciones de capacidad y nivel de servicio, tomando en cuenta que es una evaluación muy subjetiva.

ELEMENTO	AUTOPISTA	CAMINOS DE CARRILES MÚLTIPLES	CAMINOS DE DOS CARRILES.	ARTERIAS URBANAS	CALLE CENTRO CIUDAD
ELEMENTOS BASICOS.					
- VELOCIDAD DE OPERACIÓN DEL TRAMO.	X	X	X		
- VELOCIDAD GLOBAL.				X	X
- RELACIÓN VOLUMEN CAPACIDAD.					
a).- PUNTO MAS CRÍTICO.	X	X	X	X	
b).- COSTOS SUBTRAMO.	X	X	X	X	
c).- TRAMO COMPUESTO.	X	X	X	X	
ELEMENTOS ASOCIADOS.					
a).- VELOCIDAD DE PROYECTO.	X	X	X		
b).- VOLUMEN DE CARRILES.	X	X			
c).- DISTANCIA DE VISIBILIDAD.			X		

El volumen y la capacidad se expresan en numero de vehículos /hr. Para uso practico los valores de la capacidad se establecen en cada tipo de camino como se muestra en la tabla anterior, así como el criterio a seguir.

CONDICIONES DE OPERACIÓN PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE SERVICIO.



Se distinguen 6 niveles de servicio para la identificación de las condiciones existentes al variar la velocidad y los volúmenes de tránsito en un camino.

Se designa con las letras de la "A" a la "F", del mejor al peor y comprende la clasificación total.

Las condiciones de operación de estos niveles, para sistemas viales de circulación continua se ilustran a continuación:



NIVEL DE SERVICIO A



NIVEL DE SERVICIO B



NIVEL DE SERVICIO C



NIVEL DE SERVICIO D



NIVEL DE SERVICIO E



NIVEL DE SERVICIO F

Fuente: Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

**Nivel de servicio A. (NS.A.)**

Corresponde a una situación de tráfico fluido, con intensidad de tráfico baja y velocidades altas, sólo limitadas por las condiciones físicas de la vía. Los conductores no se ven forzados a mantener una determinada velocidad por causa de otros vehículos.

Nivel de servicio B. (NS.B.)

Corresponde a una circulación estable, es decir, que no se producen cambios bruscos en la velocidad, aunque ya comienza a ser condicionada por los otros vehículos, pero los conductores pueden mantener velocidades de servicio razonables, y en general eligen el carril por donde circulan. Los límites inferiores de velocidad e intensidad que define a este nivel son análogos a los normalmente utilizados para el dimensionamiento de carreteras rurales.

Nivel de servicio C. (NS.C.)

Corresponde también a una circulación estable, pero la velocidad y la maniobrabilidad están ya considerablemente condicionadas por el resto del tráfico. Los adelantamientos y cambios de carril son más difíciles, aunque las condiciones de circulación son todavía muy tolerables. El límite inferior de velocidad, que define este nivel, coincide en general con el que se recomienda para el dimensionamiento de arterias urbanas.

Nivel de servicio D. (NS.D.)

Corresponde a situaciones que empiezan a ser inestables, es decir, en que se producen cambios bruscos e imprevistos en la velocidad, y la maniobrabilidad de los conductores está ya muy restringida por el resto del tráfico. En esta situación unos aumentos pequeños de la intensidad obligan a cambios importantes en la velocidad. Aunque la conducción ya no resulte cómoda, esta situación puede ser tolerable durante períodos no muy largos.

Nivel de servicio E. (NS.E.)

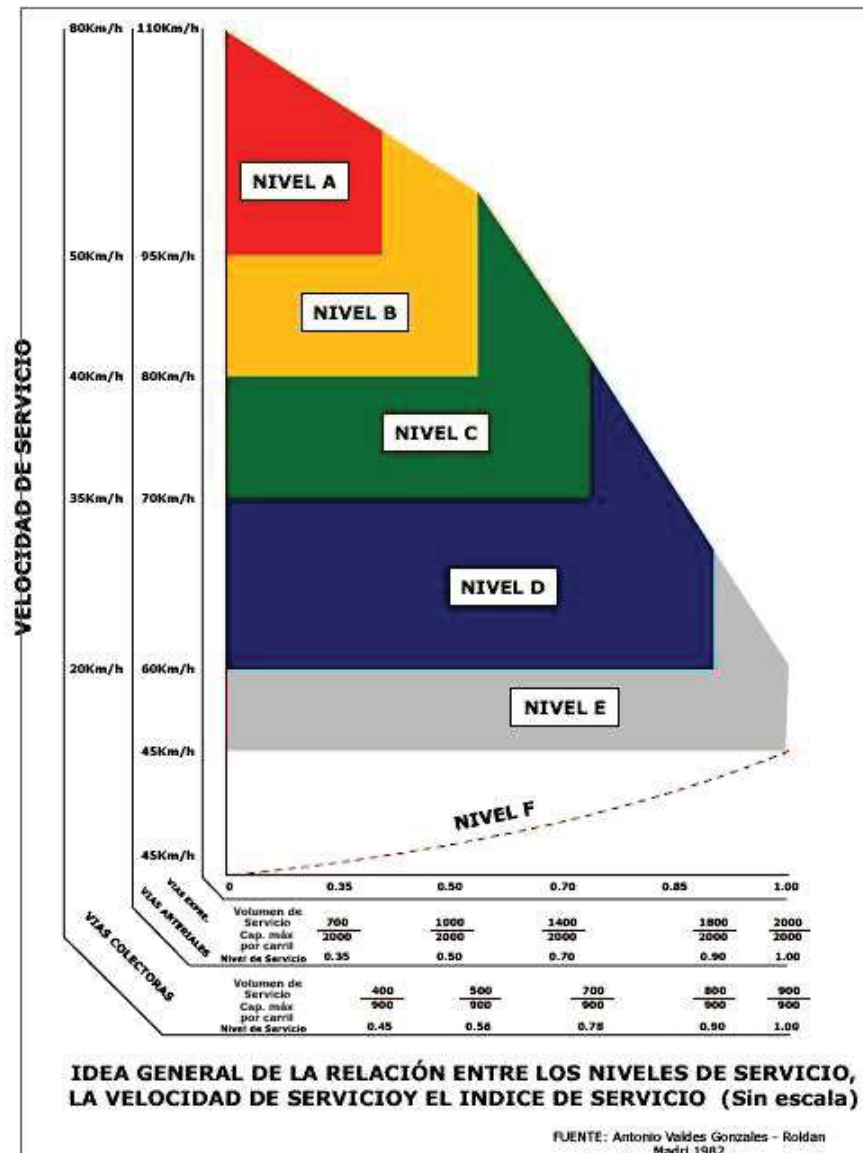
Supone que la intensidad de tráfico es ya próxima a la capacidad de la vía, y las velocidades no pueden rebasar normalmente los 50 Km/h. Las detenciones son frecuentes, siendo inestables o forzadas las condiciones de circulación.

Por último el Nivel de servicio F. (NS.F.)

Corresponde a una circulación muy forzada a velocidades bajas y con colas frecuentes que obligan a detenciones que pueden ser prolongadas.



El extremo de este nivel F es la absoluta congestión de la vía, lo que normalmente se alcanza durante las horas punta en muchas vías céntricas de las grandes ciudades.



FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD Y EL VOLUMEN DE SERVICIO.

- RELATIVOS AL CAMINO.

Son todos aquellos elementos físicos, propios del diseño geométrico que tienen influencia en la capacidad y el volumen de servicio, estos factores son:

a).- Ancho de carril.



Los carriles con ancho menos a 3.65 mts. Tienen menor capacidad en circulación continua por la cercanía de obstáculos laterales.

El ancho ideal de un carril es de 3.50 m. Si es menor, en carreteras de dos carriles, el adelantamiento es algo más difícil y la maniobra suele ocupar durante más tiempo el carril destinado al tráfico que circula en sentido opuesto; en calzadas de varios carriles un porcentaje mayor de vehículos ocupa parte de los carriles adyacentes.

A continuación se presenta una tabla que relaciona el ancho del carril con el % de capacidad.

Ancho de carril (m).	% de capacidad con carriles de 3.50 m	
	Carreteras de dos carriles	Vías de 4 o más carriles
3.50	100	100
3.30	88	97
3.00	81	91
2.70	76	81

Fuente: Highway Capacity Manual.

b). - Obstáculos laterales.

Cualquier obstáculo lateral a la calzada próximo al borde produce cierto efecto de estrechamiento. Un ejemplo de la influencia de los obstáculos laterales, se recoge de la tabla siguiente, para carreteras de dos carriles.

En la práctica estos coeficientes se engloban en otros que reflejan conjuntamente el ancho de los carriles y que se dan al definir los niveles de servicio de los distintos tipos de vías.

Distancia al obstáculo desde el borde de la calzada (a ambos lados) (m).	Ancho efectivo de dos carriles de 3.50 m	Capacidad de una vía de dos carriles de 3.50 m % de la capacidad ideal
1.80	7.00 m	100
1.50	6.60 m	92
0.60	6.00 m	83
0	5.10 m	72

Entre estos obstáculos pueden ser postes, árboles, señales, apoyos de puentes, o pasos a desnivel, muros, vehículos, es decir, la mayoría de los obstáculos son fijos, pero algunos pueden estar en movimiento.

Algunas guarniciones de camellones o banquetas al tener un peralte o altura mayor a 20cms También son obstáculos laterales que disminuyen el nivel de servicio.

**c).- Combinación de ancho de carril y la distancia a los obstáculos laterales.**

Cuando los obstáculos laterales están colocados en ambos lados del camino aunque se encuentren a la distancia adecuada, producen un efecto de reducción del ancho del carril, por lo tanto, si es posible los obstáculos laterales se colocaran en forma alternada, o en caso contrario se aumentara el ancho del carril o se pondrá acotamiento y se moverá estos obstáculos alejándolos de la vialidad para evitar esta sensación.

d).- Acotamientos.

Cuando los carriles de una vialidad se usan a toda su capacidad, se requiere acotamientos que tengan por lo menos un ancho de 2mts para que tengan que salir de los carriles por alguna emergencia del usuario o del vehículo.

e).- Carriles auxiliares.

Además de los carriles principales en una calzada, muchas veces la existencia de carriles auxiliares mejora las condiciones de capacidad, por que eliminan de la calzada principal obstáculos y dificultades de circulación.

Es el caso de carriles de aceleración o desaceleración, carriles para ciertos movimientos de giro, zonas de entrecruzamiento, zonas de estacionamiento con horario que permitan el uso efectivo de la vialidad y mejoran el nivel de servicio.

f).- Estado de la superficie de rodamiento.

El deterioro de esta superficie afecta en un gran porcentaje al nivel de servicio, principalmente a la velocidad, comodidad, costo de operación y en seguridad del usuario. Este deterioro puede ser en forma leve o muy severa, hasta ser prácticamente intransitable el camino, donde el nivel de servicio será el más bajo y donde la calificación del estado físico es un valor cercano a cero. La inversión que se hará en estos caminos es muy elevada y a veces resulta conveniente construir un camino o varios tramos nuevos. En Michoacán en la zona norte y noroeste del estado se tiene esta situación, por que los caminos se construyeron con material de préstamo con alto contenido de arcillas.

g).- Alineamiento.

Los alineamientos horizontal y vertical de un camino afectan a gran medida la capacidad y el nivel de servicio por ejemplo:

En el alineamiento vertical se tienen restricciones en cuanto a las distancias de visibilidad. En el alineamiento horizontal se tienen las pendientes que al ser mayores del 6% disminuyen el nivel de servicio, también producen cambios frecuentes en la velocidad de los vehículos pesados que influyen en el tránsito de los vehículos ligeros.



NIVELES DE SERVICIO Y VOLÚMENES PARA AUTOPISTAS Y MÁS RÁPIDAS BAJO CONDICIONES DE CIRCULACIÓN CONTINUA.

N.S	Descripción del flujo	Velocidad de operac Km/Hr	NIVELES DE SERVICIO			
			4 Carriles	2 Carriles	8 Carriles	Por 4 Carril Adicional
A	LIBRE	≥ 95	1400	2400	3400	1000
B	ESTABLE	≥ 90	2000	3500	3500	1500
C	ESTABLE	≥ 80	SE APLICAN FACTORES DE REDUCCIÓN QUE DEPENDEN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.			
D	INESTABLE	≥ 65				
E	INESTABLE	50 a 65				
F	FORZADO	< 50	MUY VARIABLE, DE 0 A LA PERMITIDA.			

Esta tabla no se ha actualizado desde 1980 siguen siendo validos, aunque se aplican a criterio del proyectista.

Los factores semimenores de 1 porque los volúmenes que los de N.S "A" y "B" se tomará usando base en el N.S "B"

VEHÍCULOS LIGEROS EQUIVALENTES POR VEHÍCULOS PESADOS PARA TRAMOS LARGOS

N.S.	EQUIVALENTE		
	TERRENO PLANO	LOMERÍO	MONTAÑOSO
A	*	*	*
B CAMIONES	2	4	8
E AUTOBUSES	1.6	3	5

*Es el nivel de uno o más camiones tiene la misma influencia sobre el volumen de servicio.



Se usan generalmente las equivalencias de los niveles B a E para mayor seguridad, de los correspondientes a camiones.

Se requiere conocer los dispositivos para el control de tránsito y algunos aspectos esenciales sobre el señalamiento, antes de inspeccionar las acciones que nos ayudaran a incrementar la seguridad en el transporte carretero.

III.II.III.II.-SEÑALAMIENTO

Los usuarios de calles y caminos dependen de los dispositivos de control de tránsito; por esta razón la ONU preparara en 1952 un proyecto para un sistema uniforme de señales, que sea aplicada en todos los países pertenecientes a esta organización, las cuales se basan en una serie de símbolos que cualquier persona pueda entender sin necesidad de saber leer y escribir el idioma; México basado en esta información elaboró un manual de dispositivos para el control de tránsito.

El manual tiene la finalidad de lograr la uniformidad y efectividad de las señales en todo el país y en el continente americano, este objetivo prácticamente se logró en los últimos 20 años, aunque en algunos lugares la conservación del señalamiento no ha sido logrado.

REQUISITOS GENERALES DEL SEÑALAMIENTO

Son 5 requisitos fundamentales que deben cumplir cualquier señalamiento:

- 1.- SATISFACER UNA NECESIDAD IMPORTANTE EN CUANTO A SEGURIDAD VIAL.
- 2.- LLAMAR LA ATENCIÓN.
- 3.- TRANSMITIR UN MENSAJE CLARO.
- 4.- IMPONER RESPETO A LOS USUARIOS (Sería conveniente imponer obediencia)
- 5.- LOCALIZARSE EN EL LUGAR APROPIADO, PARA QUE EL USUARIO TENGA EL TIEMPO DE REACCIÓN ADECUADO.



Son 4 las consideraciones básicas para cumplir con los requisitos anteriores como son: PROYECTO, UBICACIÓN, UNIFORMIDAD Y CONSERVACIÓN.

En el PROYECTO entra el estudio de ingeniería de tránsito para lograr la mejor ubicación de las señales; en el manual de dispositivos existen tablas que indican la separación lateral, la distancia entre señales y la distancia al obstáculo, de acuerdo al tipo de camino. La uniformidad esta dada por el fabricante y distribuidor que en México el más importante es SEMEX (Señales Mexicanas) la conservación se da en las áreas de señalamiento de las juntas de caminos o de la SCT

AUTORIDAD LEGAL DEL SEÑALAMIENTO

El señalamiento en las calles y caminos esta apoyado legalmente en los reglamentos de tránsito municipal, estatal, federal, así como en las vías generales de comunicación. Desafortunadamente como no se conocen estas leyes y reglamentos no se aplican.

CONDICIONES LEGALES EN EL SEÑALAMIENTO

Todas las señales de tránsito deberán cumplir con los lineamientos establecidos en las normas mexicanas.

DEFINICIÓN DE SEÑALES

Se tienen 2 tipos de señalamiento de acuerdo a su ubicación con respecto a la superficie de rodamiento, cuando se encuentran perpendiculares a ella serán verticales y si se ubican sobre esta superficie serán horizontales.

SEÑALAMIENTO VERTICAL

Se encuentran sobre tableros fijados en postes con símbolos o leyendas, que tiene por objeto prevenir a los conductores de la existencia de algún peligro, la existencia de determinadas restricciones o prohibiciones que limitan sus movimientos sobre el camino y

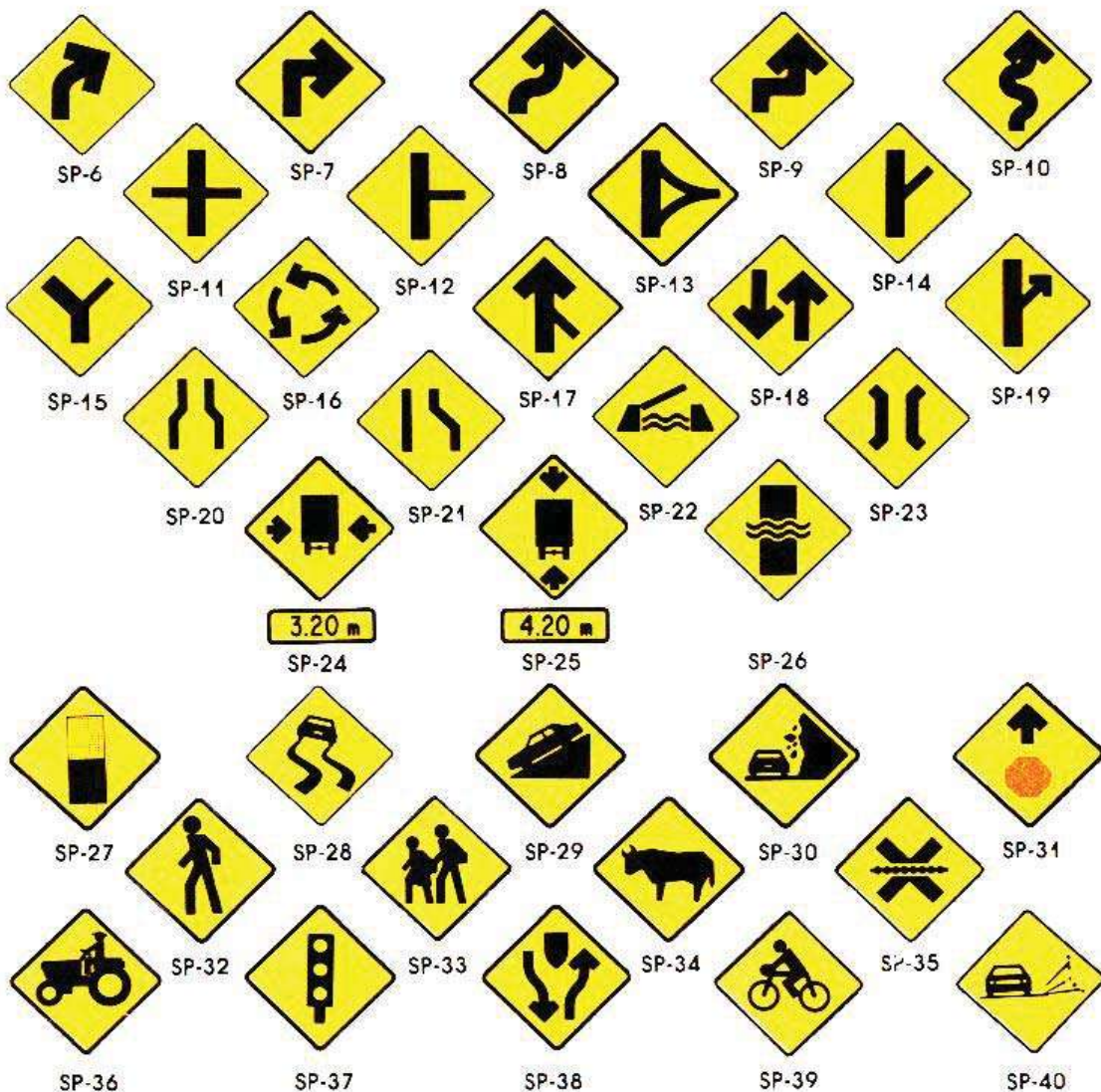


proporcionarle la información necesaria para facilitar su viaje. Por lo anterior las señales se clasifican en: PREVENTIVAS, RESTRICTIVAS, INFORMATIVAS Y DISPOSITIVOS PARA

PROTECCIÓN DE OBRAS, los semáforos también forman parte de este señalamiento pero su funcionamiento es por medio de la electricidad, se verán aparte.

SEÑALES PREVENTIVAS

Se usan para indicar cambios del alineamiento horizontal (curvas, estrechamientos de la sección del camino, accesos, incorporaciones), intersecciones, pendientes peligrosas, condiciones deficientes en la superficie de rodamiento o cualquier circunstancia que represente un peligro para el usuario. Sus tableros tienen forma de rombos, sus colores son fondo amarillo y símbolos caracteres y filete en negro, la pintura debe de ser reflejante y las dimensiones del tablero varían con la velocidad de proyecto y el tipo de camino, en zonas urbanas todas las señales tienen menor dimensión que en los caminos. Actualmente las vías rápidas y arterias principales de las ciudades permiten velocidades de operación de 80 Km/h, por lo tanto habrá que colocar el señalamiento adecuado.



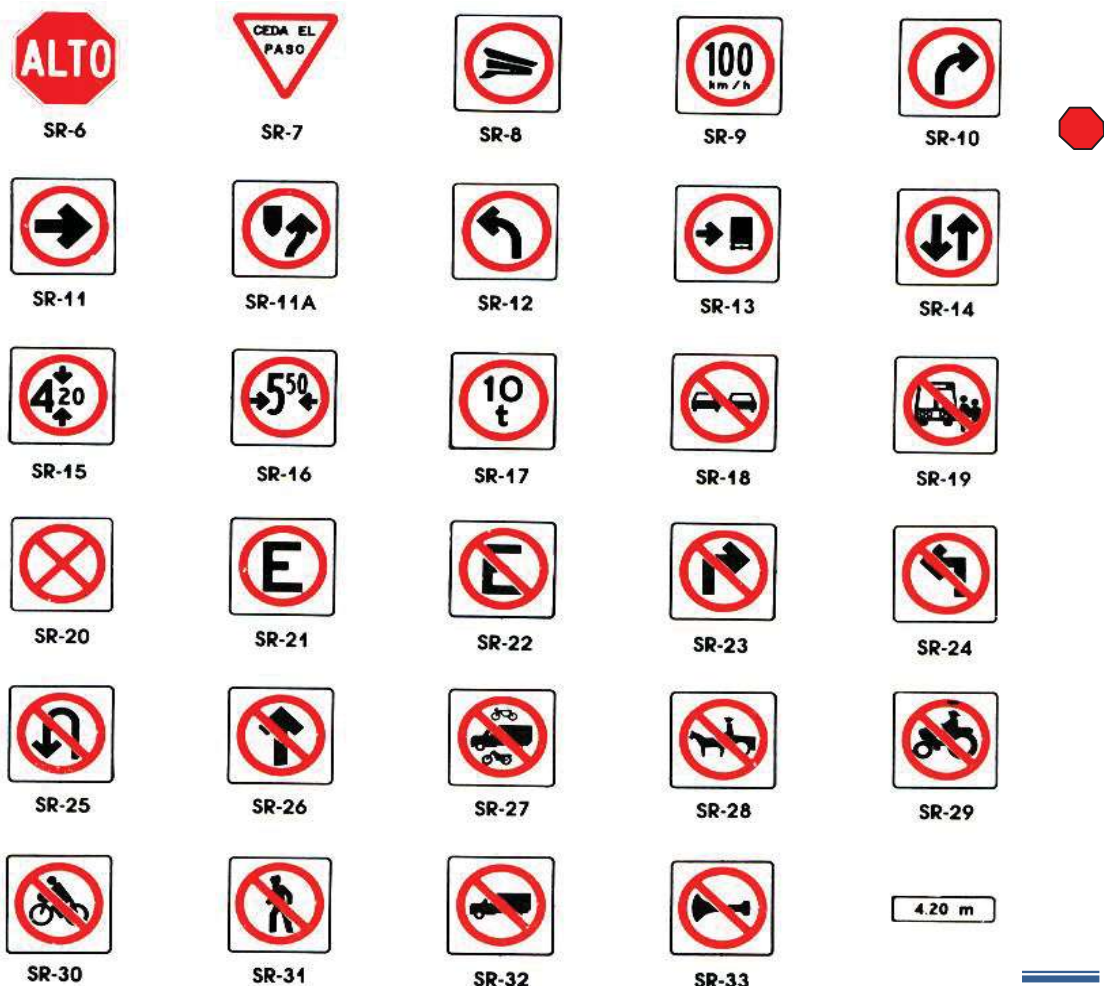


A continuación se presentan algunas señales preventivas:

SEÑALES RESTRICTIVAS

Traen por objeto indicar al usuario alguna restricción o prohibición reglamentaria en alguna vialidad, se usan para reglamentar el derecho de paso, los movimientos direccionales, las limitaciones de dimensiones y pesos de los vehículos y restricciones a peatones, estacionamientos y a movimientos de los vehículos. Su forma es rectangular, y en algunas ocasiones por las dimensiones de ancho y largo se manejan cuadrados, tienen el fondo blanco, la leyenda y marco en negro y el círculo y la diagonal que indican restricción en color rojo, la señal de alto tiene forma octagonal con fondo rojo y letras en blanco, la de "ceda el paso" en un triángulo equilátero con un vértice hacia abajo que tiene fondo blanco, letras en negro y marco en color rojo, todas las pinturas serán reflejantes. Se debe recordar que cuando el anillo o círculo tenga una franja diagonal inclinada a 45° y siempre bajando de izquierda a derecha indica una prohibición. Estas señales si son universales.

A continuación se presentan algunas señales restrictivas.





SEÑALES INFORMATIVAS

Sirven para guiar al usuario a lo largo de su itinerario e informales sobre las calles o caminos que encuentre en su recorrido, nombres de poblaciones lugares de intereses, distancias, existencia de servicios y kilometrajes; así como también ciertas recomendaciones que conviene observar, estas señales se clasifican en 5 grupos:

- a) De Identificación.
- b) De Destino.
- c) De Servicio y/o Turísticos.
- d) De Información General.
- e) De Recomendación.

a) De Identificación, clave (SII).

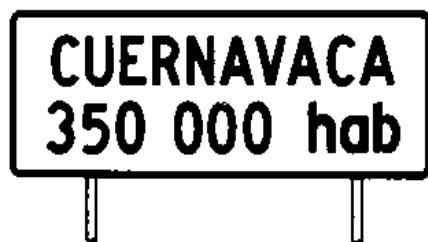
Se usan para identificar los caminos según el número asignado y la forma del escudo (Federal o Estatal); las flechas complementarias indican el sentido que tiene un camino. Estas señales se fabrican en lámina de acero negra o galvanizada con fondo blanco y las letras, símbolos y marcos en color negro cuando indican nombres, el rectángulo tiene en mayor dimensión en posición horizontal cuando indica kilometraje el rectángulo tiene su mayor dimensión en posición vertical.



SIG-6



SIG-7



SIG-8



SIG-9



SIG-10



SIG-11



SIG-12

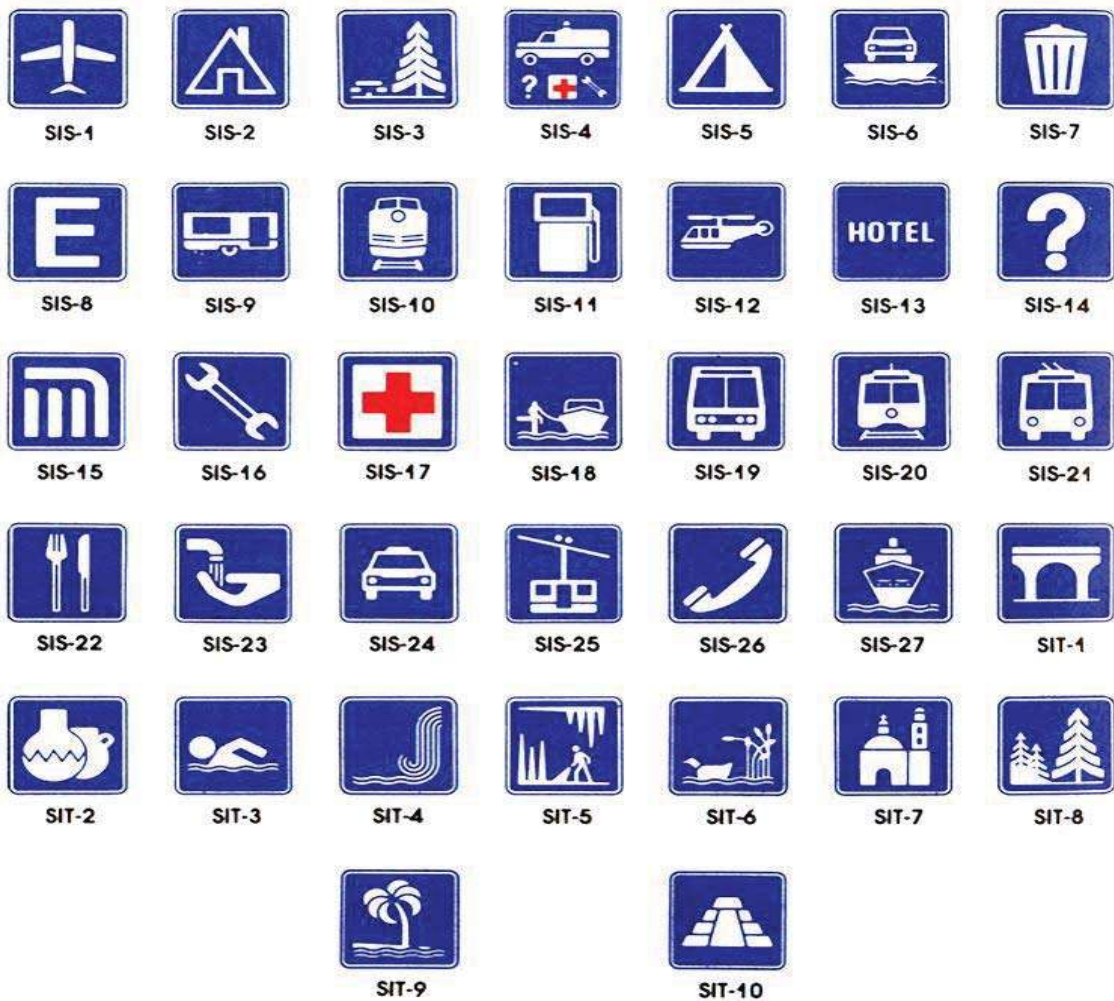
b) De Destino (SID).

Indican el nombre de las poblaciones y generalmente se repiten, por lo tanto serán preventivas, de decisión y confirmativas de acuerdo a su colaboración en los entronques.



c) De Servicios y/o Turísticas (SIST).

Se usan para identificar lugares donde se prestan servicios o en su caso son sitios turísticos. Tienen el fondo azul mate, con letras, símbolos y marcos en color blanco reflejante. Las señales turísticas 10 y representan:





- 1.- Acueducto (SIST 1).
- 2.- Artesanías (SIST 2).
- 3.- Balneario.
- 4.- Cascada.
- 5.- Gruta.
- 6.- Lago o laguna.
- 7.- Monumento Colonial.
- 8.- Parque Nacional.
- 9.- Playa.
- 10.- Zona Arqueológica.

d) De Información General.

Se usan para identificar lugares, ríos, puentes, nombres de calles, sentido de tránsito. Tiene fondo blanco mate con letras y marco en negro, se aceptaron las señales que indican puntos de control que deberán ser reflejantes, por ejemplo:

Cuando el letrero indica población y número de habitantes, cuando se tienen límites políticos, indicaciones de casetas de cobro y sentido de circulación.

e) De Recomendación (SIR).

Estas señales se incluyeron en los últimos 15 años en el manual de dispositivos para el control de tránsito, por que se necesitaba reforzar las indicaciones imprecisas en las otras señales. Su tablero es rectangular con la mayor dimensión en sentido horizontal, con el fondo blanco mate con letras y marco negro, por ejemplo:

SIR-1 (Obedezca las señales).

SIR-3 (No se estacione en curva).

SIR-5 (Tránsito lento, carril derecho).



SIR-8 (Carril izquierdo solo para rebasar).

Y las personas que están trabajando en las diferentes obras civiles. Los motivos que obligan el uso de ellos son:

De cunetes, derrumbes, reparación de pavimentos, colocación de señalamientos horizontal y vertical, reducción y ampliación de nuevos carriles, desviaciones, etc. Su claves es (DP). Generalmente deberán colocarse a una distancia mínima de 150mts de altura y a 1000mts como máximo. Su forma es variable rombos o rectángulos, con fondo naranja y letras, signos y marcos en negro.

SEMÁFOROS EN ZONAS ESCOLARES

Son dispositivos especiales para el control del tránsito de vehículos, se ubican en cruces establecidos en zonas escolares, con el propósito de prevenir al conductor de la presencia de un cruce peatonal. También deberán pintarse las marcas en el pavimento para indicar este cruce.

Cuando se encuentran bien localizadas tienen las ventajas:

- a) Representan una importante economía comparada con la vigilancia policiaca y otros elementos similares, disminuyendo con esto los accidentes por atropellamiento.
- b) Cuando se instalen semáforos para el control de tránsito vehicular, bajo condiciones de espaciamiento adecuado pueden ser coordinados con semáforos adyacentes para proporcionar un movimiento continuo del tránsito de vehículos.

Cuando el volumen de tránsito es alto y diagonal o el ancho de la calzada es mayor de 15mts conviene construir un paro elevado para peatones.



SEMÁFOROS Y BARRERAS PARA AMPLIAR LA PROXIMIDAD DE TRENES

La barrera de cruces a nivel de ferrocarril, será un tablero trapezoidal que desciende hasta la posición horizontal aproximada a 80cms de altura, medida a partir de la superficie de rodamiento, que se extiende sobre la vialidad en los sentidos hasta una distancia suficiente que abarque la totalidad de los carriles en el acceso al cruce para impedir la circulación de vehículos cuando se aproxima y pasa un tren.

SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y MARCAS EN EL PAVIMENTO

Las marcas son las rayas, símbolos y letras que se pintan sobre pavimentos, estructuras y guarniciones con la finalidad de indicar ciertos, riesgos, regular o canalizar el tránsito o complementar las indicaciones de las señales verticales, se clasifican en:

1.- MARCAS EN EL PAVIMENTO, tales como; rayas centrales rayas separadas de carril y canalizadoras, rayas en la orilla de la carpeta de parada, para cruce de peatones, para cruce de ferrocarril y para estacionamiento.

2.- MARCA EN GUARNICIONES, para prohibir estacionamiento o en obstáculos dentro de la superficie de rodamiento (topes).

3.- INDICADORES DE PELIGRO Y DE ALINEAMIENTO, conocidos como fantasmas.

INDICADORES DE ALINEAMIENTO

Son postes de concreto o metálicos con una altura de 75cms de promedio de color blanco, con una franja de material reflejante que se coloca a 10cms de su extremo superior, que se usan para señalar las alcantarillas, en las curvas horizontales se colocan en el lado exterior desde el principio de la transición de entrada hasta el final de la salida, con una separación que depende del grado de curvatura. También se usan para indicar la existencia de puentes de zonas en tangente cuya sección transversal es en balcón un fuerte desnivel; en zonas urbanas se usan para delimitar sentidos de circulación cuando no se tiene espacio para construir camellones o colocar barreras.



Se colocan en el hombro del camino, dentro del acotamiento. En algunos lugares donde existían barreras metálicas no será necesaria su colocación.

Cuando el presupuesto de algunas dependencias este limitado (Junta de Caminos y SCT) podrán usarse en forma temporal fragmentos de roca con diámetros mínimos de 30cms pintados de blanco.

TACHUELAS, BOTONES Y VIALETAS

Se usaran para complementar las marcas sobre el pavimento, se fijaran por medio de adhesivos, si se tiene fijas por medio de anclas (tornillos), deberán substituirse para evitar accidentes, su altura máxima es de 3cms del nivel de pavimento, llevarán un elemento reflejante de color blanco, rojo o amarillo en una o ambas caras según el caso y de frente al sentido del tránsito. Las tachuelas y botones generalmente son metálicas con diámetro de hasta 15cms de forma esférica, sean substituidos por el uso de vialetas que tiene forma de pirámide trapezoidal, los cuales son más eficientes y que deben colocarse junto a las rayas horizontales. En tramos en tangente la escala reflejante serán blancas, en tramos de curva rojas y en tramos de transición amarillas.

MARCAS Y RAYAS EN EL PAVIMENTO.

Deben ser de color blanco, las marcas en guarniciones o en el camino para indicar para indicar alguna prohibición o restricción serán de color amarillo con un espesor de 10cms.

Las rayas discontinuas permiten cruzarlas, es decir, que se tiene buena visibilidad, su longitud es de 5mts con separación entre ellos de 10mts. Las rayas continuas no deben cruzarse, se usan para canalizar el tránsito, para marcar las orillas del camino y para indicar la aproximación de una intersección. Las rayas que indican alto en los cruces tiene un espesor de 30cms y las de cruce de peatones tendrán un espesor de 20cms con inclinación a 45° y se pintaran alternadas en amarillo y blanco.

Las marcas en obstáculos se usan para indicar la presencia de los mismos, se pintan en color amarillo y conviene colocar el señalamiento vertical complementario. Los obstáculos pueden ser topes, pilas o estribas de puentes, en pasos inferiores, monumentos, isletas,



soportes de señales elevadas, árboles, rocas o algunas otras estructuras, que si no están bien señalados ocasionan accidentes que por lo general son mortales.

OBRAS DIVERSAS.

Son los que se construyen, colocan o se dejan dentro de una vialidad para proteger a los vehículos y a los peatones y para dar mayor fluidez al tránsito. Se clasifican como sigue:

- 1.- Camellones.
- 2.- Barreras centrales.
- 3.- Defensas laterales y centrales.
- 4.- Vibradores.
- 5.- Bordos.
- 6.- Tubos guía para bordos.
- 7.- Guarda ganados.
- 8.- Cercas.

4.- VIBRADORES

Son estructuras de concreto onduladas o acanaladas que se ponen en lugares donde hay zona peatonal, a la llegada a casetas de cobro y algunas veces antes de llegar a un cruce de ferrocarriles, se usan para disminuir la velocidad de los vehículos.

5.- BORDOS

Son elementos de concreto donde la superficie sobresaliente deberá ser de 5cms, se utilizan en zonas urbanas para reducir la velocidad vehicular en la sección transversal y también se emplean como guarniciones para canalizar el tránsito en salidas o en accesos de las intersecciones y en los caminos se usan para canalizar el agua de un tramo en terraplén, para que éste no escurra por el talud y la erosione.



6.- TUBOS GUÍA PARA VADOS

Se usan para indicar el tirante máximo que se va a encontrar en un vado, los tubos o postes tendrán una altura de 1mts con separación máxima de 10mts y deben de estar graduados.

7.- GUARDA GANADOS

Son estructuras metálicas que se usan para evitar que el ganado los cruce, generalmente se colocan en caminos rurales y no hay necesidad de tener una puerta, son rejillas de 3 o 4cms de espesor con la misma separación.

8.- CERCAS

Se usan para limitar propiedades privadas o federales. Su construcción esta hecha con mallas ciclónica o alambre de púas y poste de concreto, la separación entre hiladas de alambre será en promedio de 30cms hasta completar una altura desde el suelo de 1.80mts (esta última es la más usada en la limitación del derecho de vía en autopistas).



CAPITULO IV. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.



IV.1. - RECONOCIMIENTO TOPOGRÁFICO.

Antes de iniciar propiamente los estudios topográficos se requiere de un reconocimiento preliminar en el cual, primero se hará una entrevista o reunión con los beneficiarios para recoger datos de gran utilidad en el proyecto como lo relativo a afectaciones, características de ríos, nombre de lugares intermedios, localización de zonas bajas o inundables, niveles de agua en crecientes y si es posible alguna de esas personas auxiliara como guía en el reconocimiento técnico del camino.

Una vez hecho esto se procederá a hacer un reconocimiento directo del camino para determinar en general características:

- Geológicas
- Hidrológicas
- Topográficas y complementarias

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

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

A través del reconocimiento se determinan puertos topográficos que son puntos obligados de acuerdo a la topografía y puertos determinados por lugares obligados de paso, ya sea por beneficio social, político o de producción de bienes y servicios.

Con todos los datos recabados, resaltando los más importantes, se establecerá una ruta tentativa para el proyecto.

Existen procedimientos modernos para el reconocimiento como el fotogramétrico electrónico, pero resulta demasiado costoso, muchas veces para el presupuesto que puede tener un camino, también es importante decir que el tipo de vegetación y clima de algunas regiones no permite usar este procedimiento por lo que se tiene que recurrir al reconocimiento directo que se puede auxiliar por cartas topográficas.



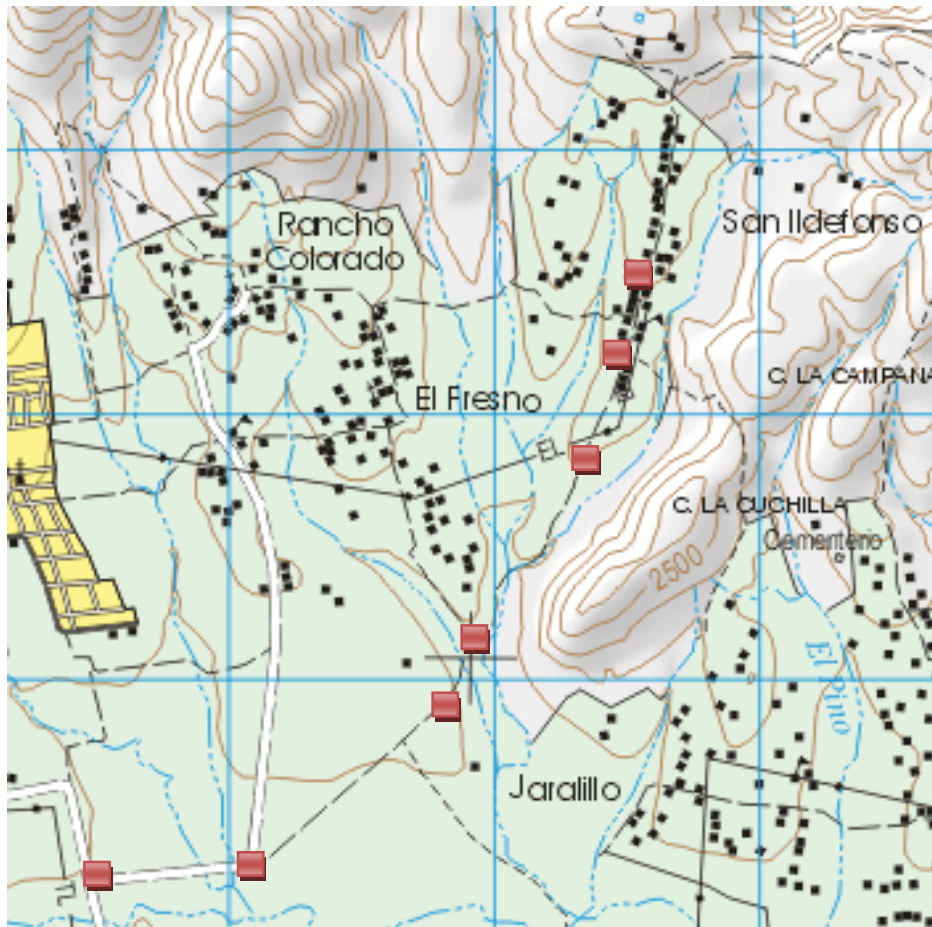
IV.II. - TRAZO PRELIMINAR.

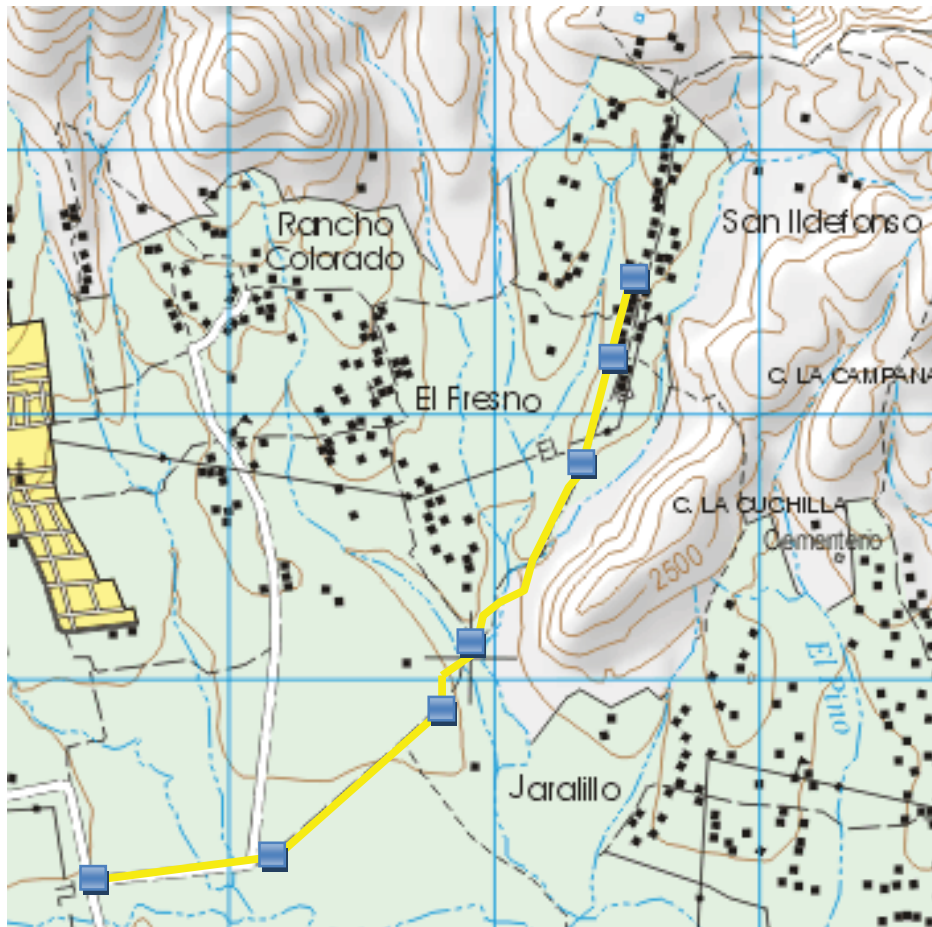
Cuando se tienen localizados los puntos obligados se procede a ligar estos mediante un procedimiento que requiere:

1. El trazo de una poligonal de apoyo lo más apegada posible a los puntos establecidos, con orientación astronómica, PIS referenciados y deflexiones marcadas con exactitud ya que será la base del trazo definitivo.
2. La poligonal de apoyo es una poligonal abierta a partir de un vértice o punto de inicio clavando estacas a cada 20 metros, y lugares intermedios hasta llegar al vértice siguiente. Para la ubicación de estos se utiliza el clisimetro o el círculo vertical del tránsito, empleando la pendiente deseada.
3. La pendiente será cuatro unidades debajo de la máxima especificada donde sea posible para que al trabajador en gabinete tenga mas posibilidades de proyectar la subrasante, incrementando la pendiente a la máxima si es necesario para economizar volúmenes.
4. Nivelación de la poligonal, generalmente a cada 20 metros, que será útil para definir cotas de curvas de nivel cerradas a cada 2 metros.
5. Obtención de curvas de nivel en una franja de 80 o 100 metros. En cada lado del eje del camino a cada 20 metros o estaciones intermedias importantes.
6. Dibujo de trazo y curvas de nivel con detalles relevantes como cruces, construcciones, fallas geológicas visibles, etc.

Como el dibujo del trazo y las curvas de nivel se puede proyectar en planta la línea teórica del camino a pelo de tierra, para proyectarla se utiliza un compás con una abertura calculada según la pendiente con que se quiere proyectar.

La separación de curvas de nivel dividida entre la pendiente a proyectar, es la abertura del compás con la cual se ubicaran los puntos de la línea a pelo de tierra utilizando la misma escala del plano.



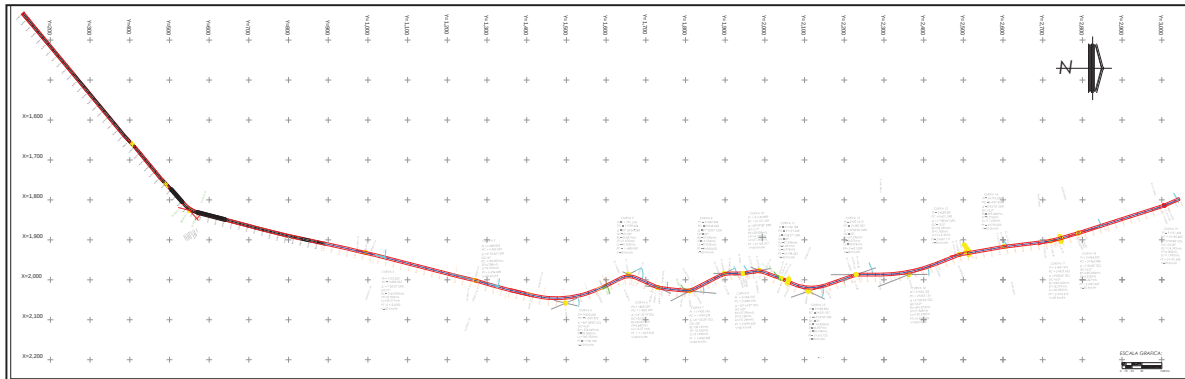


IV.III. - LÍNEA DEFINITIVA.

El proyecto definitivo del trazo se establecerá sobre el dibujo del trazo preliminar, por medio de tangentes unidas entre sí, a través de sus PIS o puntos de intersección que se utilizarán para ligar las tangentes a través de curvas horizontales; cuanto más prolongadas se tracen las tangentes se obtendrá mejor alineamiento horizontal con la consecuencia que marcarlas prolongadas implica un mayor movimiento de volúmenes, por lo que se intentará ir compensando esta línea del lado izquierdo y derecho donde sea posible y cargar la línea hacia el lado firme donde se presenten secciones transversales fuertes cada vez que en el plano la línea de proyecto cruce la línea preliminar, se marcará este punto L y su cadenamamiento, y con transportador se determina el ángulo X de cruce. En el caso de que no se crucen estas líneas, se medirá cada 500 metros o cada 1000 metros, la distancia que separa a una y otra para determinar los puntos de liga con los que iniciará el trazo definitivo en el campo.



PROYECTO EN PLANTA.



Cuando se encuentra dibujado en planta el trazo definitivo, podemos antes de trazarlo en el campo dibujar un perfil deducido, de acuerdo con los datos que tenemos de la poligonal de apoyo y las curvas de nivel.

El procedimiento para dibujarlo es diferente al que se utiliza con un perfil normal ya que a cada estación ubicada en la línea teórica del camino se le asigna la elevación de la curva de nivel en este punto. Con este perfil tenemos una idea más clara de cómo se compensarán los volúmenes según el trazo propuesto e inclusive tener unas secciones deducidas para suponer un volumen.

Una vez dibujado el trazo definitivo se procede a trazar en el campo para corregir algún error o mejorar lo proyectado.

El tener trazada la línea en el terreno requiere del uso de referencias en los PI, PC, PT, y PST, para poder ubicarlos nuevamente cuando por alguna circunstancia se pierden los trompos o estacas que indican su localización, ya sea por un retraso o construcción del camino.

Para referenciar un punto se emplea ángulos y distancias medidas con exactitud, procurando que las referencias queden fuera del derecho de vía.

Se dejaron referenciados los puntos que definen el trazo como PI, PC, PT y PST, que no disten entre sí más de 500 metros.

Los ángulos se medirán en cuadrantes, tomando como origen el eje del camino y en los PIS el origen será la tangente del lado de atrás y la numeración de los puntos de referencia se hará en el sentido de las manecillas del reloj de adentro hacia fuera y comenzando adelante y a la derecha del camino, cuando menos se tendrán dos visuales con dos P. R. Cada una, como visuales podrán emplearse árboles notables, aristas de edificios, postes



fijos, etc. en caso de no encontrar ninguno de estos se colocaran trompos con tachuela en cada punto y junto una estaca con el numero de referencia del punto y su distancia al eje del camino.

Una vez que sé ubicado el trazo preliminar en los planos topográficos, y también así decidido el tipo de camino que será necesario construir, es necesario definir algunas de las características importantes de la carretera como lo son, Velocidad de proyecto, Grado máximo de curvatura, Longitudes, Sobre elevación, y muchas otras de gran importancia.

Es necesario revisar que en todo momento la pendiente de nuestro trazo definitivo nunca sea mayor que la pendiente máxima permitida.

Con la siguiente tabla de clasificación y características realizada por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, es fácil ubicar todas y cada una de estas características.

Para poder explicar con más facilidad algunos de los puntos mencionados en esta tesis, se ejemplificara durante las siguientes paginas algunos de las soluciones posibles.

Se ha elegido un camino tipo "D" para la realización de algunos ejemplos, con las siguientes características de carretera.

- **TDPA de 100 a 500 unidades**
- **Tipo de terreno: lomerío.**
- **Velocidad de proyecto de 40 km/h**
- **Distancia de visibilidad de parada de 40 mts.**
- **Distancia de visibilidad de rebase de 225 mts.**
- **Grado máximo de curvatura de 30°**
- **Porcentaje de pendiente en curvas verticales en cresta de 8**
- **Porcentaje de pendiente en curvas verticales en columpio de 10**
- **Longitud mínima en curvas verticales de 30 mts.**
- **Pendiente gobernadora de 6%**
- **Pendiente máxima de 9%**



CONCEPTO		U N I D A D	TIPO DE CARRETERA																															
			E				D				C				B				A															
TPDA	EN EL HORIZONTE DE PROYECTO	veh / día	HASTA 100				100 A 500				500 A 1500				1500 A 3000				MAS DE 3000															
TIPO DE TERRENO	MONTAÑOSO																																	
	LOMERIO																																	
	PLANO																																	
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	110	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	180	225	270	315	180	225	270	315	360	405	450	225	270	315	360	405	450	495	270	315	360	405	450	495		
GRADO MAXIMO DE CURVATURA		°	60	30	17	11	7.5	60	30	17	11	7.5	30	17	11	7.5	8.5	4.25	3.25	17	11	7.5	8.5	4.25	3.25	2.75	11	7.5	8.5	4.25	3.25	2.75		
CURVAS VERTICALES	K	CRESTA	m / %	4	7	12	23	36	3	4	8	14	20	4	8	14	20	31	43	57	8	14	20	31	43	57	72	14	20	31	43	57	72	
		COLUMPIO	m / %	4	7	10	15	20	4	7	10	15	20	7	10	15	20	25	31	37	10	15	20	25	31	37	43	15	20	25	31	37	43	
		LONGITUD MINIMA	m	20	30	30	40	40	20	30	30	40	40	30	30	40	40	50	50	60	30	40	40	50	50	60	60	40	40	50	50	60	60	
PENDIENTE GOBERNADORA		%	9	7				8	6				6	5					5	4						4	3							
PENDIENTE MAXIMA		%	13	10	7			12	9	6			8	7	5				7	6	4					6	5			4				
LONGITUD CRITICA		m	VER FIGURA				VER FIGURA				VER FIGURA				VER FIGURA				VER FIGURA															
ANCHO DE CALZADA		m	4.0				6.0				6.0				7.0								A2 7.0 2 CARRILES				A4 2 x 7.0 4 CARRILES				A4S 2 x 7.0 4 CARRILES			
ANCHO DE CORONA		m	4.0				6.0				7.0				9.0								12.0 UN CPO.				> ó = 22.0 UN CPO.				2 x 11.0 CUERPOS SEPARADOS			
ANCHO DE ACOTAMIENTOS		m									0.5				1.0								2.5				3.0 ext 0.8 int				3.0 ext 1.0 int			
ANCHO DE FAJA SEPARADORA CENTRAL		m																									> ó = 1.0				> ó = 3.0			
BOMBEO		%	3				3				2				2								2				2							
SOBRELEVACION MAXIMA		%	10				10				10				10								10				10							
SOBRELEVACIONES PARA GRADOS MENORES AL MAXIMO		%	VER TABLA				VER TABLA				VER TABLA				VER TABLA				VER TABLA				VER TABLA											
AMPLIACIONES Y LONGITUDES DE TRANSICION		m																																



VELOCIDAD		30			40			50			60			70		
Gc	Rc	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le
0.30	2291.84	20	3.0	10	20	3.0	13	20	3.0	16	30	3.0	19	30	3.0	22
1.00	1145.92	20	3.0	10	20	3.0	13	30	3.0	16	30	3.0	19	20	3.0	22
1.30	763.94	20	3.0	10	30	3.0	13	30	3.0	16	30	3.0	19	40	3.0	22
2.00	575.56	20	3.0	10	30	3.0	13	30	3.0	16	40	3.0	19	40	3.0	22
2.30	458.37	30	3.0	10	30	3.0	13	40	3.0	16	40	3.0	19	50	3.0	22
3.00	381.97	30	3.0	10	40	3.0	13	40	3.0	16	50	3.0	19	50	4.0	22
3.30	327.40	30	3.0	10	40	3.0	13	40	3.0	16	50	3.2	19	60	4.7	28
4.00	286.48	30	3.0	10	40	3.0	13	50	3.0	16	50	3.8	19	60	5.5	30
4.30	254.65	30	3.0	10	40	3.0	13	50	3.0	16	60	4.1	20	60	6.0	34
5.00	229.18	40	3.0	10	50	3.0	13	50	3.0	16	60	4.5	22	70	6.7	37
5.30	208.39	40	3.0	10	50	3.0	13	50	3.2	16	60	5.0	24	70	7.3	41
6.00	180.39	40	3.0	10	50	3.0	13	60	3.5	16	60	5.5	26	70	8.0	45
6.30	176.29	50	3.0	10	50	3.0	13	60	3.8	16	70	5.9	28	80	8.7	49
7.00	163.70	50	3.0	10	50	3.0	13	60	4.1	18	70	6.4	31	80	9.3	52
7.30	152.79	50	3.0	10	60	3.0	13	70	4.4	18	70	6.8	33	80	10.0	56
8.00	143.24	50	3.0	10	60	3.0	13	70	4.7	19	80	7.3	35			
8.30	134.81	50	3.0	10	60	3.0	13	70	5.0	20	80	7.7	37			
9.00	127.32	50	3.0	10	60	3.0	13	70	5.3	21	80	8.2	39			
9.30	120.62	60	3.0	10	70	3.0	13	70	5.5	22	80	8.6	41			
10.00	114.59	60	3.0	10	70	3.0	13	80	5.9	24	90	9.1	44			
11.00	104.17	60	3.0	10	70	3.0	13	80	6.5	26	90	10.0	48			
12.00	93.49	60	3.0	10	80	4.0	13	90	7.1	28						
13.00	88.15	70	3.0	10	80	4.3	14	90	7.5	31						
14.00	81.85	70	3.0	10	80	4.7	15	90	8.2	33						
15.00	76.39	70	3.0	10	90	5.0	16	100	8.8	35						
16.00	71.62	80	3.0	10	90	5.3	17	100	9.4	38						
17.00	67.41	80	3.0	10	90	5.7	18	110	10.0	40						
18.00	63.66	80	3.0	10	100	6.0	19									
19.00	60.31	90	3.2	10	100	6.3	20									
20.00	57.30	90	3.3	10	100	6.7	21									
22.00	52.05	100	3.7	10	110	7.5	23									
24.00	47.75	100	4.0	10	120	8.0	26									
25.00	44.07	110	4.3	10	130	8.7	28									
28.00	40.93	110	4.7	11	130	9.3	30									
30.00	38.20	120	5.0	12	140	10.0	32									
32.00	35.81	130	5.3	13												
34.00	33.70	130	5.7	14												
36.00	31.83	140	6.0	14												
38.00	30.18	150	6.3	15												
40.00	28.85	150	6.7	16												
42.00	27.28	160	7.0	17												
44.00	26.04	180	7.3	18												
46.00	25.21	13.5	8.3	1.5												
50.00	22.92	180	8.3	20												
52.00	22.04	190	8.7	21												
54.00	21.22	190	9.0	22												
56.00	20.46	200	9.3	22												
58.00	19.76	200	9.7	23												
60.00	19.10	210	10.0	24												

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

En carreteras tipo E no se dará la ampliación por curvatura o menos que se proyecten libraderos en curva horizontal.

Sc Sobreelevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición mixta, en metros.

Nota.- Para grados intermedios no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal.

TABLA 004-5 AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES PARA CARRETERAS TIPO E y D



VELOCIDAD		40			50			60			70			80			90			100		
Ge	Re	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le	Ac	Sc	Le
0° 15'	4583.63	20	20	22	20	20	28	25	20	34	20	20	39	20	20	45	20	20	50	30	20	58
0° 30'	2291.84	20	20	22	20	20	28	25	20	34	20	20	39	20	20	45	20	20	50	30	20	58
0° 45'	1527.99	20	20	22	20	20	28	25	20	34	20	20	39	20	20	45	20	20	50	30	20	58
1° 00'	1145.92	20	20	22	30	20	28	30	20	34	30	25	38	30	30	45	40	30	50	40	40	58
1° 15'	918.74	30	20	22	30	20	28	30	20	34	40	30	39	40	37	45	40	30	50	50	50	58
1° 30'	763.94	30	20	22	30	20	28	40	20	34	40	30	39	40	44	45	50	30	50	50	50	58
1° 45'	654.81	30	20	22	30	20	28	40	32	34	40	41	38	50	30	45	50	40	50	60	50	58
2° 00'	572.98	30	20	22	40	20	28	40	36	34	50	46	38	50	37	45	50	40	50	60	60	58
2° 15'	509.30	30	20	22	40	20	28	40	40	34	50	51	38	50	42	45	60	40	50	60	60	58
2° 30'	458.37	40	20	22	40	30	28	50	44	34	50	55	39	60	47	45	60	50	57	70	60	58
2° 45'	416.70	40	20	22	40	30	28	50	47	34	50	60	39	60	52	45	60	50	57	70	60	58
3° 00'	380.27	50	20	22	50	20	28	50	50	34	60	64	39	60	57	45	70	50	57	70	60	58
3° 15'	352.59	40	27	22	50	30	28	50	54	34	60	68	39	60	61	52	70	50	57	70	60	58
3° 30'	327.40	40	29	22	50	40	28	50	57	34	60	71	40	70	63	54	70	50	57	70	60	58
3° 45'	305.58	50	31	22	50	44	28	60	60	34	60	75	42	70	66	56	70	50	57	70	60	58
4° 00'	286.48	50	33	22	50	47	28	60	63	34	60	78	44	70	69	58	60	50	57	70	60	58
4° 15'	269.63	50	34	22	60	49	28	60	66	34	70	81	45	70	74	60	60	50	57	70	60	58
4° 30'	254.45	50	36	22	60	51	28	60	69	34	70	84	47	80	76	61						
4° 45'	241.25	50	38	22	60	54	28	60	71	34	70	87	49	80	78	63						
5° 00'	229.78	50	39	22	60	56	28	70	74	36	70	89	50	80	80	65						
5° 15'	228.35	60	42	22	60	60	28	70	78	37	80	93	52	80	80	68						
6° 00'	190.99	60	45	22	70	63	28	70	82	33	80	96	54									
6° 30'	176.29	60	48	22	70	67	28	80	86	41	90	98	55									
7° 00'	163.70	70	51	22	70	70	28	80	89	43	90	99	56									
7° 30'	152.78	70	53	22	80	73	28	90	91	44	90	100	56									
8° 00'	143.24	70	56	22	80	76	30	90	94	45												
8° 30'	134.81	80	58	22	80	79	32	90	96	46												
9° 00'	127.32	80	61	22	90	82	33	100	97	47												
9° 30'	120.62	80	63	22	90	84	34	100	98	47												
10° 00'	114.59	90	65	22	100	86	35	100	99	48												
11° 00'	104.17	90	69	22	100	90	36	110	100	49												
12° 00'	95.49	100	73	23	110	93	37															
13° 00'	88.15	100	76	24	110	96	38															
14° 00'	81.85	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'	67.44	120	87	28	140	100	40															
18° 00'	63.88	130	89	28																		
19° 00'	60.31	130	91	29																		
20° 00'	57.30	140	92	29																		
21° 00'	54.97	140	94	30																		
22° 00'	52.09	150	95	30																		
23° 00'	49.82	150	96	31																		
24° 00'	47.75	160	97	31																		
25° 00'	45.84	160	98	31																		
26° 00'	44.07	170	99	32																		
27° 00'	42.44	170	99	32																		
28° 00'	40.93	180	100	32																		
29° 00'	39.51	190	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 metros
 (Abajo de la línea gruesa se emplean curvas de transición y arriba se usarán transiciones mixtas)

Notas.- Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se continúan por interpolación lineal

TABLA 004-6 AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES
 PARA CARRETERAS TIPO C



VELOCIDAD		70						80						90						100						110					
Gc	Rc	Ac		Sc	La		Ac	Sc	La		Ac	Sc	La		Ac	Sc	La		Ac	Sc	La		Ac	Sc	La		Ac	Sc	La		
		A43	A4		A43	A4			A43	A4			A43	A4			A43	A4			A43	A4			A43	A4			A43	A4	A43
0° 15'	4583.68	0	20	20	39	67	0	20	20	45	76	0	30	20	50	86	0	30	20	56	95	0	30	20	62	105	0	30	20	62	105
0° 30'	2291.84	20	30	20	39	67	20	30	20	45	76	20	40	20	50	86	20	40	23	56	95	20	30	20	62	105	20	30	20	62	105
0° 45'	1527.89	40	40	20	39	67	20	40	23	45	76	30	50	28	50	86	30	60	34	56	95	30	60	40	62	105	40	40	20	62	105
1° 00'	1145.92	60	50	25	39	67	30	50	30	45	76	40	60	36	50	86	40	70	45	56	95	40	70	52	62	105	60	50	25	62	105
1° 15'	916.14	80	60	30	39	67	30	60	37	45	76	40	80	45	50	86	40	80	55	56	95	40	80	63	62	105	80	60	30	62	105
1° 30'	763.94	100	70	40	39	67	30	70	44	45	76	40	100	53	50	86	40	90	64	56	95	40	90	73	64	105	100	70	40	62	105
1° 45'	684.81	120	80	41	39	67	40	80	50	45	76	40	120	61	50	86	40	100	73	58	95	50	100	81	71	121	120	80	41	62	105
2° 00'	572.86	140	90	46	39	67	40	90	57	45	76	40	140	67	50	86	40	110	81	65	110	50	100	89	78	133	140	90	46	62	105
2° 15'	509.30	160	100	51	39	67	40	100	62	45	76	50	160	73	53	89	50	100	87	70	118	60	110	94	83	141	160	100	51	62	105
2° 30'	458.37	180	110	55	39	67	50	110	68	45	76	50	180	79	57	97	60	110	92	74	125	60	120	98	86	147	180	110	55	62	105
2° 45'	416.70	200	120	60	39	67	50	120	73	47	79	50	200	84	60	103	60	110	96	77	131	60	120	100	88	150	200	120	60	62	105
3° 00'	381.97	220	130	64	39	67	50	130	77	49	84	60	220	88	63	108	60	120	99	79	135	60	130	100	80	156	220	130	64	62	105
3° 15'	352.59	240	140	67	39	67	50	140	81	52	88	60	240	92	66	113	60	130	100	80	136	60	140	100	80	161	240	140	67	62	105
3° 30'	327.40	260	150	71	40	68	60	150	85	54	92	60	260	96	69	118	60	140	100	80	136	60	150	100	80	161	260	150	71	62	105
3° 45'	305.58	280	160	75	42	71	60	160	88	56	96	60	280	98	71	120	60	150	100	80	136	60	160	100	80	161	280	160	75	62	105
4° 00'	286.46	300	170	78	44	74	60	170	91	58	99	70	300	100	74	121	60	160	100	80	136	60	170	100	80	161	300	170	78	62	105
4° 15'	269.65	320	180	81	47	80	70	180	94	61	104	70	320	104	77	122	60	170	100	80	136	60	180	100	80	161	320	180	81	62	105
4° 30'	254.25	340	190	84	49	83	70	190	97	63	106	70	340	107	79	123	60	180	100	80	136	60	190	100	80	161	340	190	84	62	105
4° 45'	240.18	360	200	87	50	85	70	200	100	65	108	70	360	110	81	124	60	190	100	80	136	60	200	100	80	161	360	200	87	62	105
5° 00'	218.27	380	210	91	51	87	80	210	103	67	110	80	380	113	83	125	60	200	100	80	136	60	210	100	80	161	380	210	91	62	105
5° 15'	206.33	400	220	95	52	89	80	220	106	69	112	80	400	116	85	126	60	210	100	80	136	60	220	100	80	161	400	220	95	62	105
5° 30'	199.29	420	230	99	53	91	80	230	109	71	114	80	420	119	87	127	60	220	100	80	136	60	230	100	80	161	420	230	99	62	105
5° 45'	190.89	440	240	103	54	93	80	240	112	73	116	80	440	122	89	128	60	230	100	80	136	60	240	100	80	161	440	240	103	62	105
6° 00'	183.36	460	250	107	55	95	80	250	115	75	118	80	460	125	91	129	60	240	100	80	136	60	250	100	80	161	460	250	107	62	105
6° 15'	176.29	480	260	110	56	97	80	260	118	77	120	80	480	128	93	130	60	250	100	80	136	60	260	100	80	161	480	260	110	62	105
6° 30'	169.77	500	270	114	57	99	80	270	121	79	122	80	500	131	95	131	60	260	100	80	136	60	270	100	80	161	500	270	114	62	105
6° 45'	163.70	520	280	118	58	101	80	280	124	81	124	80	520	134	97	132	60	270	100	80	136	60	280	100	80	161	520	280	118	62	105
7° 00'	158.08	540	290	122	59	103	80	290	127	83	126	80	540	137	99	133	60	280	100	80	136	60	290	100	80	161	540	290	122	62	105
7° 15'	152.79	560	300	126	60	105	80	300	130	85	128	80	560	140	101	134	60	290	100	80	136	60	300	100	80	161	560	300	126	62	105
7° 30'	147.85	580	310	130	61	107	80	310	133	87	130	80	580	143	103	135	60	300	100	80	136	60	310	100	80	161	580	310	130	62	105

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

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

Sc Sobreelevación, en porcentaje.

Le Longitud de la transición, en metros.

(Abajo de la línea gruesa se emplearán espirales
de transición y arriba se usaran transiciones
mixtas)

Notas.- Para grados de curvatura no previstos en la tabla, Ac, Sc y Le se obtienen por interpolación lineal.
A43- Dos carriles en cada cuerpo (cuerpos separados) con el eje de proyecto en el centro de cada calzada.
A4- Centro carriles en un solo cuerpo, con el eje de proyecto coincidiendo con el eje geométrico.

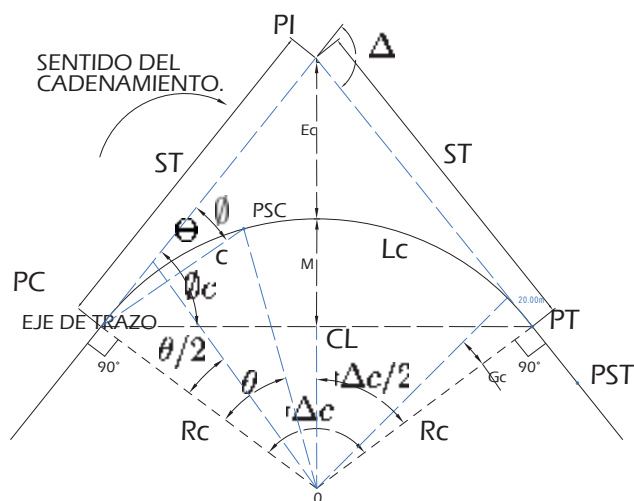
TABLA 004-8 AMPLIACIONES, SOBREELEVACIONES Y TRANSICIONES
PARA CARRETERAS TIPO A (A43 Y A4)



IV.IV. - 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.

IV.IV.1- ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR



PI = Punto de inflexión o cambio de tangente

Gc = Grado de curvatura = $1145.92/Rc$

Rc = Radio de la curva = $1145.92/Gc$

PC = Punto de inicio de curva = PI-ST

PT = Punto de terminación de curva = PC+Lc

ST = Subtangente = $Rc \tan (\Delta c/2)$

Lc = Longitud de curva = $20\Delta c/Gc$

E = Externa = Distancia mínima del PI a la curva = $Rc((1/\cos (\Delta c/2))-1)$



M = Ordenada media = Longitud de la flecha en el punto medio de la curva = $Rc \{ Rc - \cos \Delta c/2 \}$

O = Centro de la curva

S = Deflexión a un punto de la curva respecto a la tangente de entrada = $Gc \, l / 40$

l = Longitud de una cuerda cualquiera

PSC = Punto sobre la curva circular.

PST = Punto sobre tangente

PSST = Punto sobre la subtangente

CL = Cuerda larga = Distancia de la recta comprendida del PC al PT = $2 Rc \, \text{SEN } \Delta c/2$

$\emptyset$ = Angulo a una cuerda cualquiera.

$\emptyset_c$ = Angulo de la cuerda larga.

Θ = Angulo de deflexión a un PSC.

FORMULAS:

$$Rc = \frac{114592}{Gc} \quad ST = Rc \cdot (\text{Tang} \dots (\Delta c/2)) \quad E = (Rc) \sec \dots (\Delta c/2) - 1$$

$$Lc = \frac{120 \cdot \Delta c}{Gc} \quad Pc = PI - ST \quad CL = 2(Rc) \text{sen} \Delta c/2$$

$$PT = Pc + Lc \quad c = 2Rc \text{Sen} \Theta / 2 \quad t = 20 \Theta / Gc$$



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 límite 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:

$$G_{max} = 146000(\mu + S_{max})/V^2$$

En donde:

G_{max} = Grado máximo de curvatura

μ = Coeficiente de fricción lateral

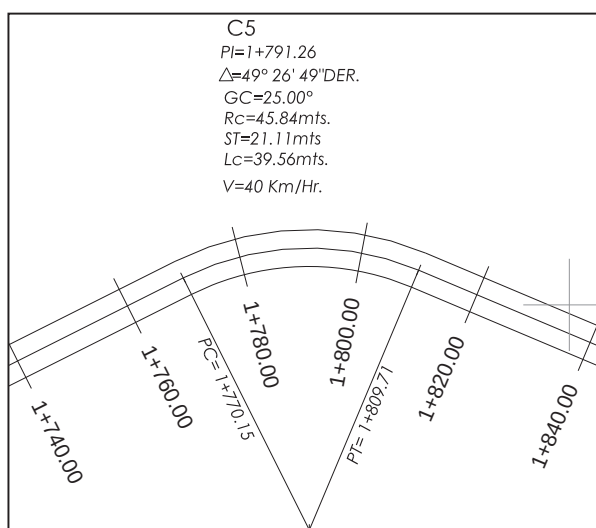


S_{max} = Sobreelevación máxima de la curva en m/m

V = Velocidad de proyecto en Km/h

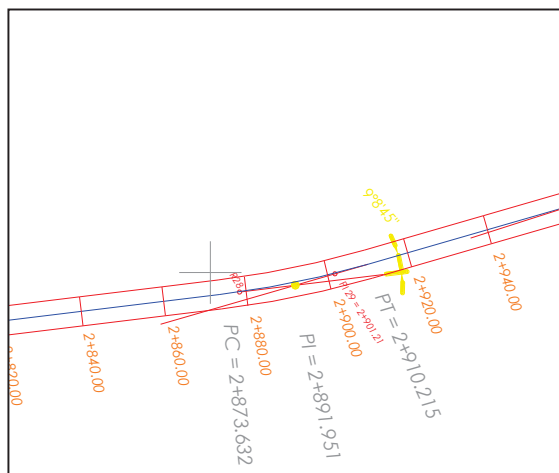
En la siguiente tabla se indican los valores máximos de curvatura para cada velocidad de proyecto.

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



CURVA 5.

PI=1+791.26
 $\Delta=49^\circ 26' 49''$ DER.
 GC=25.00°
 Rc=45.84mts.
 ST=21.11mts
 Lc=39.56mts.
 V=40 Km/Hr.



CURVA 17

PI = 2+891.951

PC = 2+873.632

 $\Delta = 9^\circ 08' 45''$ IZO.GC = 5.0°

Rc = 229.040mts.

ST = 18.319mts

Lc = 36.583mts.

PT = 2+910.215, V = 40 Km/Hr.

CUADRO DE CURVAS Y ALINEAMIENTO COMPLETO EN PLANO ANEXO.

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.

Ejemplo:

Supongamos los siguientes datos:

PI = 0 + 823.40

AC = $90^\circ 00'$

Se mide aproximadamente la externa según donde se quiera que pase el camino, aun cuando no coincida con el camino existente en este caso E = 24 m.

De la formula de la externa se obtiene el valor del radio $24.0 = RC \left(\frac{1}{\cos 45} - 1 \right)$

$$Rc = 57.94 \quad Gc = \frac{1145.92}{Rc} = \frac{1145.92}{57.94} \quad Gc = 19.78^\circ$$



Se redondea el valor del G_c a 20° y con esto se calculan los otros datos.

$$G_c = 20^\circ$$

$$R_c = \frac{1145.92}{20} = 57.30m$$

$$L_c = \frac{20A_c}{G_c} = \frac{20 \cdot 90}{20} = 90.0m$$

$$ST = R_c \tan\left(\frac{A_c}{2}\right) = 57.30 \cdot \tan 45^\circ = 57.30$$

$$PC = PI - ST = 0+823.40 - 57.30 = 0+766.10 = PC$$

$$PT = PC + L_c = 0+766.10 + 90 = 0+856.10 = PT$$

Hecho lo anterior se procede a trazar la curva en campo, para ello se calculan las deflexiones a cada estación desde el PC, para lo cual se usa la siguiente formula:

$$S = \frac{G_c I}{40}$$

Se recomienda lo siguiente, para minimizar el error en el trazo de la curva:

$$I = 20 \text{ m.} \quad \text{Si} \quad G_c > 10^\circ$$

$$I = 10 \text{ m.} \quad \text{Si} \quad 10 < G_c < 20^\circ$$

$$I = 5 \text{ m.} \quad \text{Si} \quad G_c > 20^\circ$$

Para el caso usaremos cuerdas de 10.0 m.

ESTACIÓN	P.V.	DEFLEXIÓN PARCIAL	DEF. ACUMULADA
PC=0+766.10	0+770	1° 57'	1° 57'
	0+780	5° 00'	6° 57'
	790	5° 00'	11° 57'
	800	5° 00'	16° 57'
	810	5° 00'	21° 57'
	820	5° 00'	26° 57'
	830	5° 00'	31° 57'



840	5° 00'	36° 57'
850	5° 00'	41° 57'
PT=856.10	3° 03'	45° 00'

Tabla 4.2 cálculo de la deflexiones de una curva horizontal

S para la primera estación 0 + 770.

$$l = 770 - 766.10 = 3.90 \text{ m.}$$

$$S = \frac{30(3.90)}{40} = 1^\circ 57'$$

Para la última estación 0+856.10

$$l = 850 - 856.10 = 6.10 \text{ m.}$$

$$S = \frac{20(6.10)}{40} = 3^\circ 03'$$

Para las estaciones intermedias.

$$l = 10 \text{ m.}$$

$$S = \frac{20(10)}{40} = 5^\circ 00'$$

Como comprobación del cálculo de la curva horizontal, la deflexión en el punto final de la curva (PT), deberá ser igual a un medio de la deflexión central.

$$\text{En este caso } A_c / 2 = 45^\circ 00'$$

IV.IV.II.- 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.

IV.IV.II.I.- La clotoide como curva de transición.

Numerosas curvas satisfacen los requerimientos de regulación citados, a través de una variación uniforme de la curvatura deberá ser proporcional a algún elemento de la curva de transición.

Entre las curvas de transición más frecuentemente empleadas pueden citarse la espiral de Cornu o Clotoide, el óvalo, la lemniscata de Bernoulli, la parábola cúbica, etc. De



todas estas, la más ampliamente utilizada en carreteras es la Clotoide; su forma se ajusta a la de la trayectoria recorrida por un vehículo que viaja a velocidad constante y cuyo volante es accionado en forma uniforme.

La Clotoide fue analizada en el año de 1860 por Maxvon Leber, e introducida en la práctica de la ingeniería por L. Oerly en el año 1937.



a.- Para efectuar las transiciones se empleara esta espiral de Euler, cuya expresión es:

$$RcLe = K^2$$

En donde:

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:

$$L_{min} = 8VS$$

En donde:

L_{min} = Longitud mínima de la espiral en metros

V = Velocidad de proyecto en Km/h

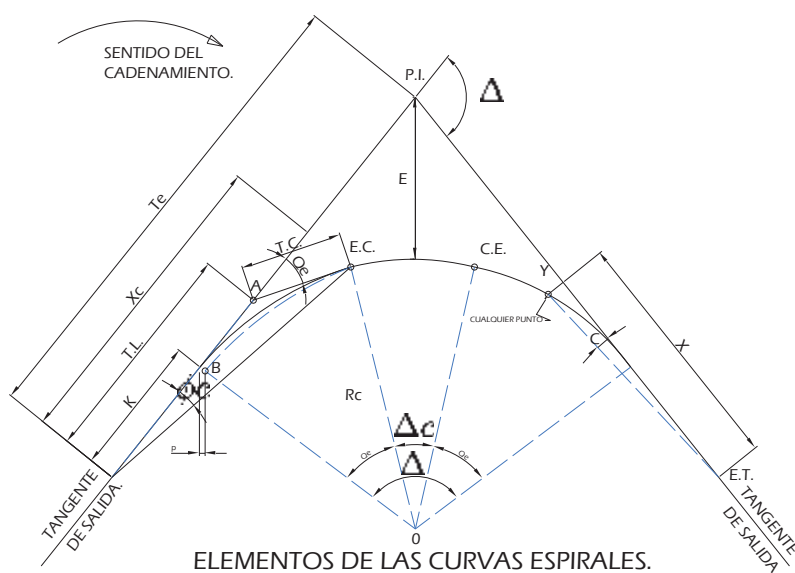


S = Sobre elevación de la curva circular en m/m

Para carreteras tipo A de cuatro carriles en un solo cuerpo, la longitud mínima de la espiral calculada con esta formula deberá multiplicarse por uno punto siete (1.7)

c.- Las curvas espirales de transición se utilizarán 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.



PI: Punto de intersección de las tangentes.

TE: Punto común de la tangente y la curva espiral.

ET: Punto común de la curva espiral y la tangente.

EC: Punto común de la curva espiral y la circular.

CE: Punto común de la curva circular y la espiral.



PC: Punto donde se desplaza el TE o TS de la curva circular.

Δ : Angulo de deflexión entre las tangentes.

$\emptyset$: Angulo de deflexión entre la tangente de entrada y la tangente en un punto cualquiera de la Clotoide.

$\emptyset_e$: Angulo de deflexión entre las tangentes en los extremos de la curva espiral.

Δ_c : Angulo que subtiene el arco EC-CE.

R_c : Radio de la curva circular.

R : Radio de la curvatura de la espiral en cualquiera de sus puntos.

l_e : Longitud de la espiral.

l : Longitud de la espiral desde el TE hasta un punto cualquiera de ella.

l_c : Longitud de la curva circular.

T_e : Tangente larga de la espiral.

X_c, Y_c : Coordenadas del EC.

k, p : Coordenadas del PC de la curva circular.

E_e : Externa de la curva total.

α_p : Angulo de deflexión de un punto P de la Clotoide

V : Velocidad de proyecto.

IV.IV.II.II.- Ecuaciones.

$$1) \emptyset_e = (90 \cdot l_e) / (\pi \cdot R)$$

$$2) \Delta_c = \Delta - 2 \cdot \emptyset_e$$

$$3) X_c = l_e \left\{ 1 - \left[\frac{(\emptyset_e)^2}{10} \right] + \left[\frac{(\emptyset_e)^4}{216} \right] + \left[\frac{(\emptyset_e)^6}{9360} \right] \right\} \quad \emptyset_e: (\text{radianes}).$$



$$4) Y_c = L_e \left\{ \left[\frac{(\Delta e)}{3} \right] - \left[\frac{(\Delta e)^5}{1320} \right] \right\}$$

$$5) K = X_c - R \cdot \text{Sen} \Delta e$$

$$6) P = Y_c - R \cdot (1 - \text{Cos} \Delta e)$$

$$7) T_e = K + (R+P) \cdot \text{Tg}(\Delta/2)$$

$$8) E_e = \left[\frac{(R+P)}{\text{Sec}(\Delta/2)} \right] - R$$

$$9) T_L = X_c - Y_c \cdot \text{Cot} \Delta e$$

$$10) T_C = Y_c / (\text{Sen} \Delta e)$$

$$11) L_e \geq 30 \text{ m}$$

$$12) L_e \geq 0.0522 \left[\frac{V^3}{R} \right] - 6.64 \cdot V \cdot P \quad R < 500 \text{ m} \quad V(\text{km/h}) \quad L_e(\text{m}) \quad R(\text{m}) \quad P: \text{Peralte (en decimal)}$$

$$13) X_e = L_e$$

$$14) Y_e = \frac{L_e^2}{6 \cdot R}$$

$$15) n_p = \left(\frac{\Delta p}{3} \right) - C_p$$

$$16) C_p = \left[\frac{0.528 \cdot (\Delta p)^3}{10^4} \right] \quad C_p (\text{' en minutos}) \quad \Delta (\text{' en grados})$$

$$17) X_p = L_p \left(1 - \frac{\Delta p}{10} + \frac{\Delta^4}{216} - \frac{\Delta^6 p}{9360} \right)$$

$$18) Y_p = L_p \left(\frac{\Delta p}{3} - \frac{\Delta^3 p}{42} + \frac{\Delta^5 p}{1320} \right)$$

IV.V.- 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 el y el eje del carril interior de la curva estarán dadas por la expresión y la grafica que mencionaremos mas adelante.

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

$$D_p = \frac{V_t}{254 f} = \frac{V^2}{254 f}$$



Donde:

D_p = 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 mt			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

$$D_r = 4.5 V$$

Donde:

D_r = 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:

$$D_e = 2 D_p$$

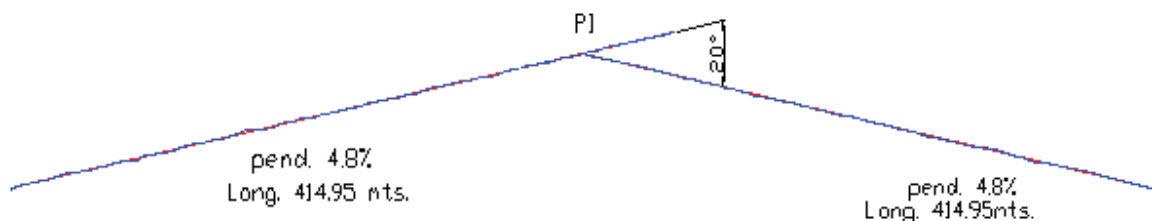
En donde:

D_e = Distancia de visibilidad de encuentro, en metros

D_p = Distancia de visibilidad de parada, en metros

IV.VIII.-Ejemplo: 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.

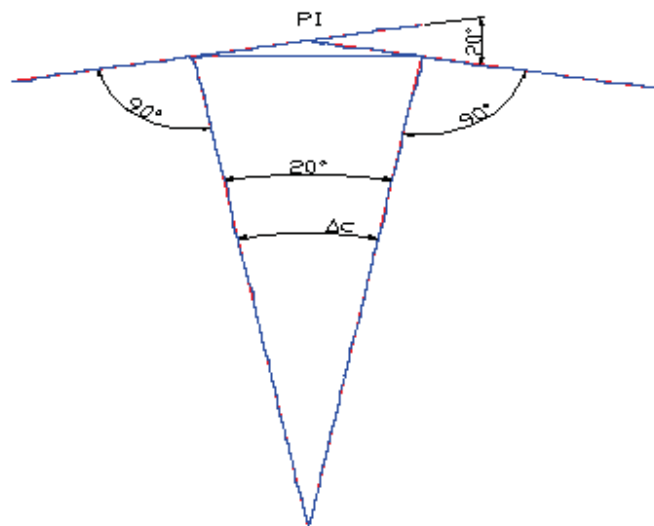


Para el cálculo de una curva horizontal es necesario el trazo de las tangentes a la curva y determinar el ángulo de deflexión de la tangente (Δ), que en este caso es de 20° , es necesario también el valor del grado de curvatura de la curva circular (G_c), que en este caso es propuesto de 10° , el grado 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.

$$R_c = \frac{114592}{G_c}$$



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° .



$$ST = Rc \cdot (\text{Tang}..(\Delta c/2))$$

$$E = (Rc) \sec..(\Delta c/2) - 1$$

$$Lc = \frac{120 \cdot \Delta c}{Gc}$$

$$CL = 2(Rc) \sin(\Delta c/2)$$

$$Pc = PI - ST$$

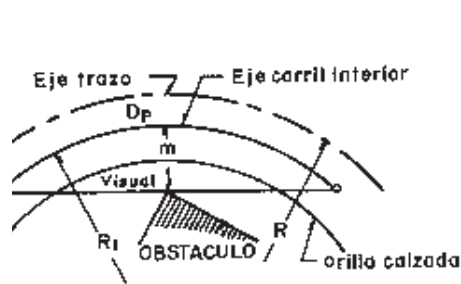
$$PT = Pc + Lc$$

$$\text{Deflexion./ metro.}(\text{grados}) = \frac{\Delta}{2} \frac{1}{Lc} = \frac{20}{2} \frac{1}{40} = 0.25000..^\circ / \text{mts}$$

$$\text{Deflexion./ metro.}(\text{radianes})$$



Cadenamiento	Metros de curva	Def/metro	° Deflexión (decimales)	Deflexión acumulada	GRADOS
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"



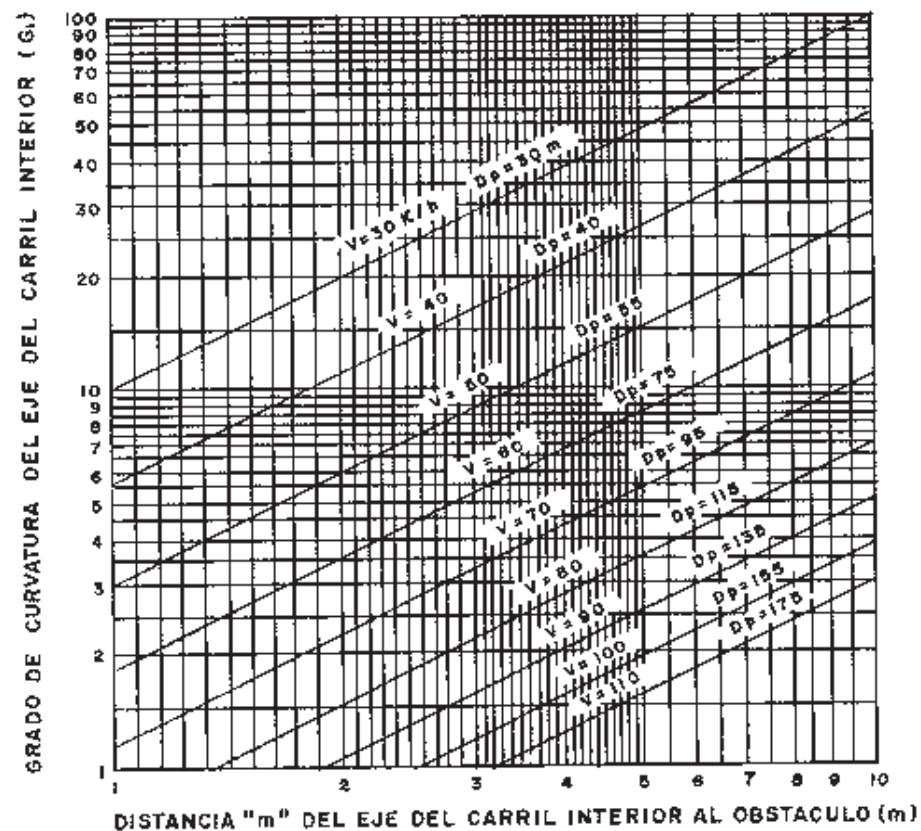
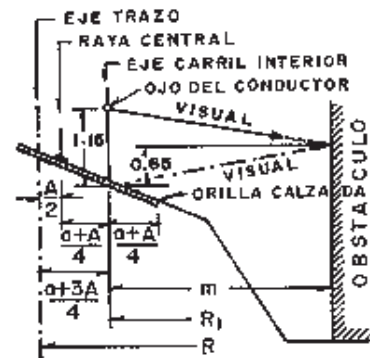
$$m = \frac{D_p^2}{8R_1} = \frac{D_p^2 G_1}{9170}$$

$$R_1 = R - \frac{a + 3A}{4} \quad G_1 = \frac{1146}{R_1}$$

a - ancho de la calzada en tangente

A - ampliación en la curva

D_p - distancia de visibilidad de parada





CAPITULO V.-ALINEAMIENTO VERTICAL.



V.I.- PERFIL DEL TERRENO NATURAL.

Ya efectuada la nivelación por cualquiera de los métodos, le corresponde al personal de gabinete calcularla, obteniendo las elevaciones de cada punto.

Teniendo las cotas, se procede a elaborar el plano, para ello se colocan en la parte de abajo, horizontalmente, las estaciones enumeradas a cada hectómetro y verticalmente las elevaciones.

Las escalas más usuales y las usadas en este plano son verticales 1:200 horizontal 1:2000, pero pueden emplearse otras que guarden una relación parecida con objeto de hacer más notables los accidentes topográficos. (PLANO ANEXO).

Los puntos se localizan encontrando la intersección de elevación y estación y se unen sin usar regla, entintándose con un punto delgado color negro, en la parte inferior se colocan las elevaciones del terreno natural en color negro y en la parte superior con rojo se colocan los datos del alineamiento horizontal, con los datos de las curvas incluyendo los PI, PC, PT y PST.

Se colocan también debajo del perfil y en el cadenamiento que le corresponda, las obras de drenaje con su elevación y el tipo de obra, así como los bancos de nivel con todos sus datos, dejando el espacio adecuado para dibujar la curva-masa.

Echo lo anterior esta todo listo para proyectar el alineamiento vertical lo cual se tratara en el capítulo iv en donde se anexa el plano de perfil.

V.I.I.- PROYECTO DEL ALINEAMIENTO VERTICAL

DEFINICIÓN

El alineamiento vertical es la representación grafica en un plano vertical del trazo del camino sobre un eje cartesiano.

- La rasante es el perfil del eje de la corona del camino.
- La sub-rasante es el perfil del eje de la sub-corona del camino o sea el perfil de las terracerías y esta compuesta por tangentes que son las pendientes y por arcos de parábola que son las curvas verticales y que unen a las tangentes.
- El alineamiento vertical generalmente se proyecta en base de la sub-rasante y será esta y no la rasante la línea que aparecerá en los planos, así que si se desea conocer la elevación del pavimento en algún punto se incrementara el espesor del revestimiento a la elevación de la sub-rasante en ese punto.

N o t a: Para este caso el espesor del revestimiento será de 20 cm. Que corresponde al espesor de base, el espesor de la carpeta de riegos se desprecia.



En caso de que el alineamiento vertical se haga en base a la rasante, deberá quedar claro para evitar confusiones.

PLANO ANEXO.

V.I.II.- ALGUNOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL ALINEAMIENTO VERTICAL.

A) Pendiente gobernadora: Es la pendiente media que teóricamente se le puede dar a la línea subrasante para dominar un desnivel determinado en función de las características del tránsito y la configuración del terreno, la mejor pendiente gobernadora será aquella que al conjugar estos elementos, del menor costo de construcción conservación y operación. Sirve de norma reguladora a la serie de pendientes que se deben proyectar para ajustarse al terreno.

B) Pendiente máxima: Es la pendiente máxima permisible en el proyecto.

Tanto la pendiente máxima como la gobernadora aparecen en la tabla 1.1. Para el tipo de camino que se esta proyectando.

C) Pendiente mínimas: Esta pendiente se fija para permitir el drenaje.

En los terraplenes puede ser nula, en los cortes se recomienda 0.5 % mínimo para garantizar el funcionamiento de las cunetas.

D) Longitud critica de una tangente del alineamiento vertical: Es la longitud máxima que puede conservar esa tangente, sin que un camión cargado reduzca su velocidad hasta un limite establecido.

Esta longitud se calcula en función de la pendiente, de la relación peso-potencia del vehículo y la velocidad de entrada a la tangente principal.

Los valores de longitud critica para diferentes relaciones peso-potencia están tabulados en el manual de proyecto geométrico de la S.C.T.; en este documento se anexa la tabla 4.4 para una relación peso – potencia de 180 empleada en este proyecto, se anexan también las características de los vehículos de proyecto.

La tabla a emplear depende de la relación peso-potencia del vehículo de proyecto adoptado, para el caso se utilizo el vehículo tipo de 180, el cual es similar al vehículo más desfavorable identificado en los aforos de tránsito.

E) Tangentes: Como ya se dijo, las tangentes son líneas rectas tangentes a las curvas verticales, la pendiente de dichas tangentes se obtiene con la formula:

$$\text{Pendiente} = (\text{desnivel} / \text{dist. Horizontal}) 100$$



F) Curvas verticales parabólicas.

Estas curvas sirven para enlazar dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, se emplean con la finalidad de pasar gradualmente de una tangente a otra y deben dar como resultado un camino de operación segura, apariencia agradable y drenaje adecuado. La curva que mejor cumple con estas características es un arco de parábola que puede tener la concavidad hacia arriba o hacia abajo, recibiendo el nombre de curvas en columpio o en cresta respectivamente.

Las pendientes se deben proyectar al décimo; ejemplo: +5.3%, - 1.2% salvo en casos de igualdades, ligas u otro motivo que obliguen a calcular pendientes con más decimales.

Según el sentido del cadenamamiento las pendientes ascendentes son positivas (+) y las descendentes negativas (-).

Al punto en que una pendiente cambia de valor se le denomina PIV (punto de inflexión vertical), dichos puntos se recomienda colocarlos en una estación cerrada para facilitar la supervisión.

Valores máximos de las pendientes gobernadoras y de las pendientes máximas

CARRETERA TIPO	PENDIENTE GOBERNADORA (%)			PENDIENTE MÁXIMA (%)		
	TIPO DE TERRENO			TIPO DE TERRENO		
	PLANO	LOMERÍO	MONTAÑOSO	PLANO	LOMERÍO	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



TABLA 5.4
Pendiente crítica para vehículos con relación Peso –Potencia = 180

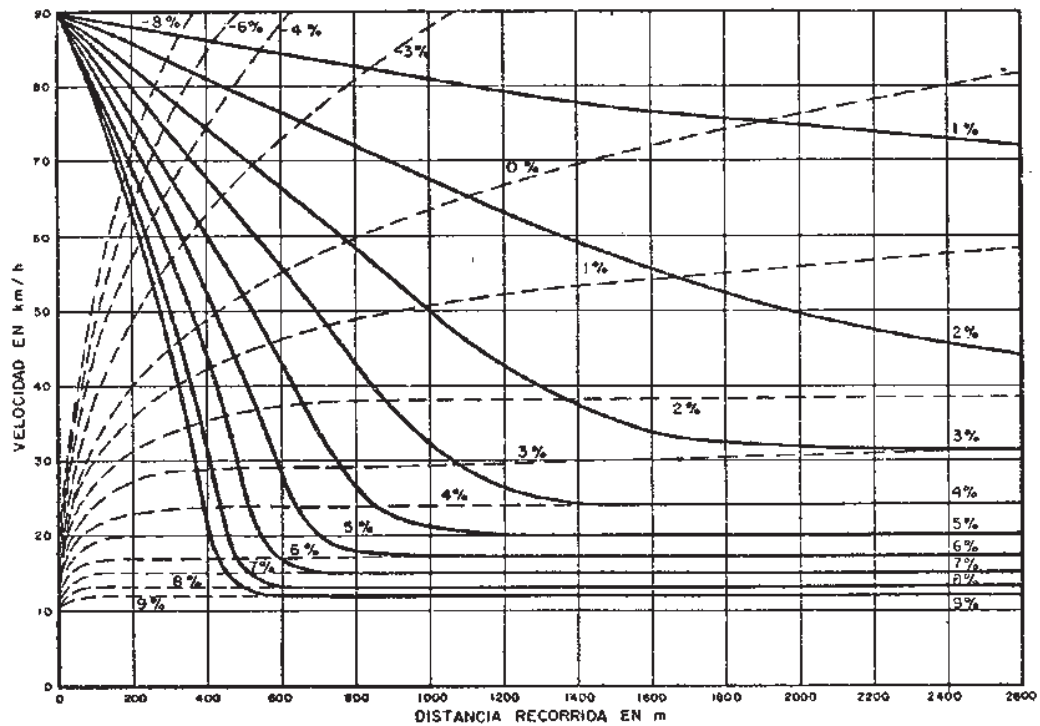




TABLA 5.5 Características de los vehículos de proyecto.

C A R A C T E R I S T I C A S			VEHICULO DE PROYECTO					
			DE-335	DE-450	DE-610	DE-1220	DE-1525	
D I M E N S I O N E S E N C M .	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 semiremolque	DES	—	—	—	762	610	
	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 semiremolque	Ts	—	—	—	122	122	
	Distancia entre ejes interiores tractor	Dt	—	—	—	397	488	
	Dist.entre ejes interiores tractor y semiremolque	Ds	—	—	—	701	793	
	Ancho total del vehículo	A	214	244	259	259	259	
	Entrevía 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 ojos 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 mínimo (cm)		Re	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)		$\frac{Wc}{P}$	45	90	120	180	180	
VEHICULOS REPRESENTADOS POR EL DE PROYECTO			ApyAc	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			ApyAc	99	100	100	100	
			C2	30	90	99	100	
			C3	10	75	99	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			ApyAc	98	100	100	100	
			C2	62	98	100	100	
			C3	20	82	100	100	
			T2-S1	6	85	100	100	
			T2-S2	6	42	98	98	
			T3-S2	2	35	80	80	

El cálculo de estos elementos se hace de la siguiente manera:

A) = Longitud de la curva

Es la distancia horizontal entre el PCV y PTV existen 4 criterios para establecer esa longitud.

**1) Criterio de comodidad**

$$K = \frac{L}{A} > 0 = \frac{V^2}{395}$$

2) "Criterio de apariencia"

$$K = L/A > 0 = 30$$

3) "Criterio de drenaje"

$$K = L/A < 0 = 43$$

4) "Criterio de seguridad" dice que en la curva la longitud deberá ser tal que la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada o la de rebase según convenga.

Estas condiciones se cumplen con las ecuaciones siguientes:

Curvas en cresta

$$D > LL = 2D - C_1 \quad D < L \quad L = AD^2/C_1$$

Curvas en columpio

$$D > L \quad L = 2D - \frac{C_2 + 3.5D}{A} \quad D < L \quad L = \frac{AD^2}{C_2 + 3.5D}$$

L = Longitud en curva vertical (m)

D = Distancia de visibilidad de parada o rebase (m)

A = Diferencia algebraica de pendientes (%)

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



VALORES MÍNIMOS DEL PARÁMETRO K Y DE LA LONGITUD MÍNIMA ACEPTABLE DE LAS CURVAS VERTICALES

Velocidad de proyecto (km/h)	Valores del parámetro K (m/%)			Longitud mínima aceptable (m)
	Curvas en cresta		Curvas en columpio	
	Carretera tipo		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



V.II.- TIPO DE CURVAS VERTICALES.

EN CRESTA



EN COLUMPIO.



5) De forma empírica se puede calcular la longitud de curva mediante la ecuación.

$$L = P_1 - P_2$$

P_1 = Pendiente de entrada

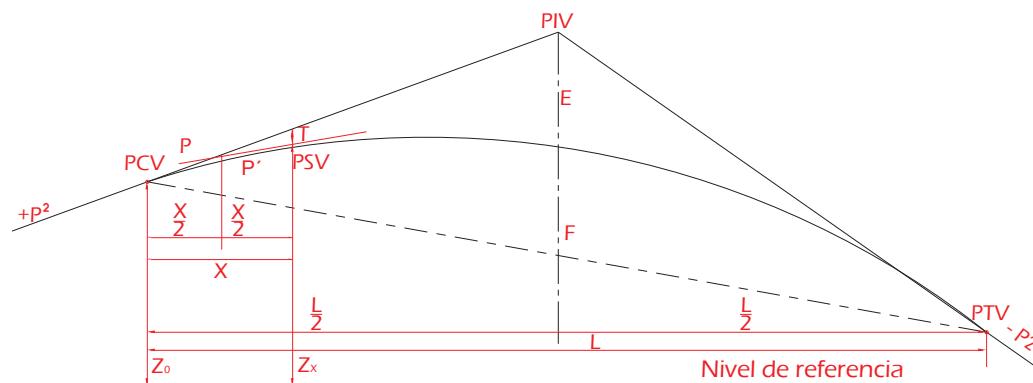
P_2 = Pendiente de salida

El resultado se redondea a su inmediato superior y será esa longitud en estaciones.

NOTA : En el proyecto que aquí se trata, las longitudes de curvas se calcularon con el "Criterio de seguridad" el cual para un uso más práctico queda plasmado en las gráficas No 4.B y 4.C.

Pendiente a un punto cualquiera de la curva (P)

$$P = P_1 - \frac{A_1}{L} \quad p, p_1, p_2 \text{ y } A \text{ en } \% \\ l \text{ y } l \text{ en m}$$

**FIGURA 5.5 ELEMENTOS DE LAS CURVAS VERTICALES**

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**Z₀** 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:

$$Z_x = Z_0 + (20 p_1 - (10AX/L))X$$

$$Z_x = Z_0 - 1 + 20 p_1 - (10A/L)(2X - 1)$$

$$A = p_1 - (-p_2)$$



$$K = L / A$$

$$P = P_1 - A (X/L)$$

$$P' = \frac{1}{2} (P_1 + P)$$

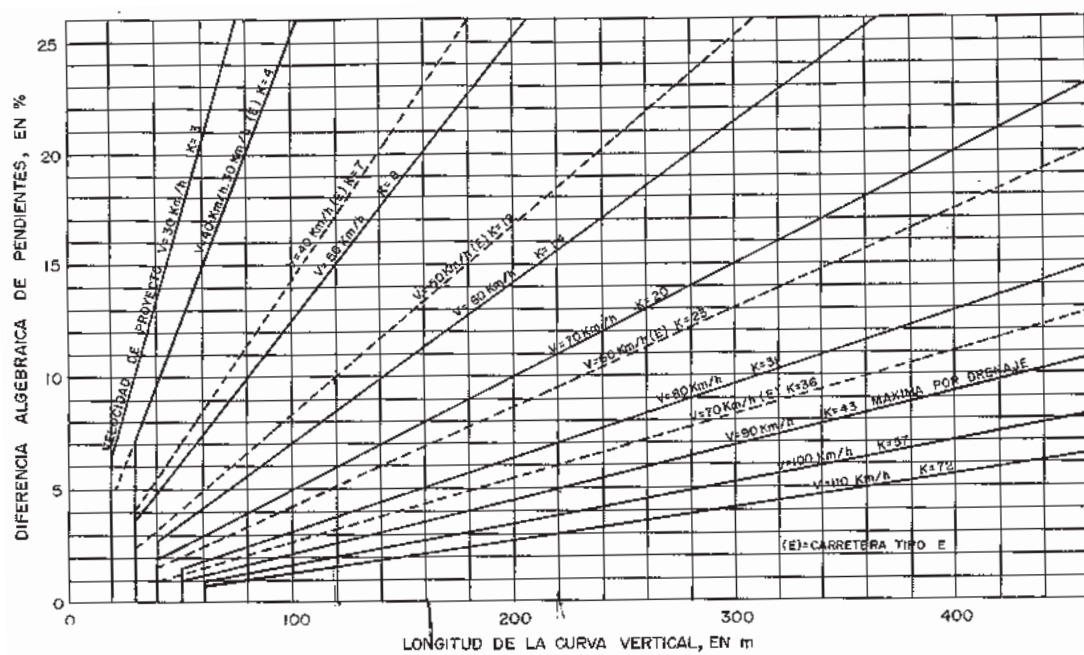
$$E = (AL) / 8$$

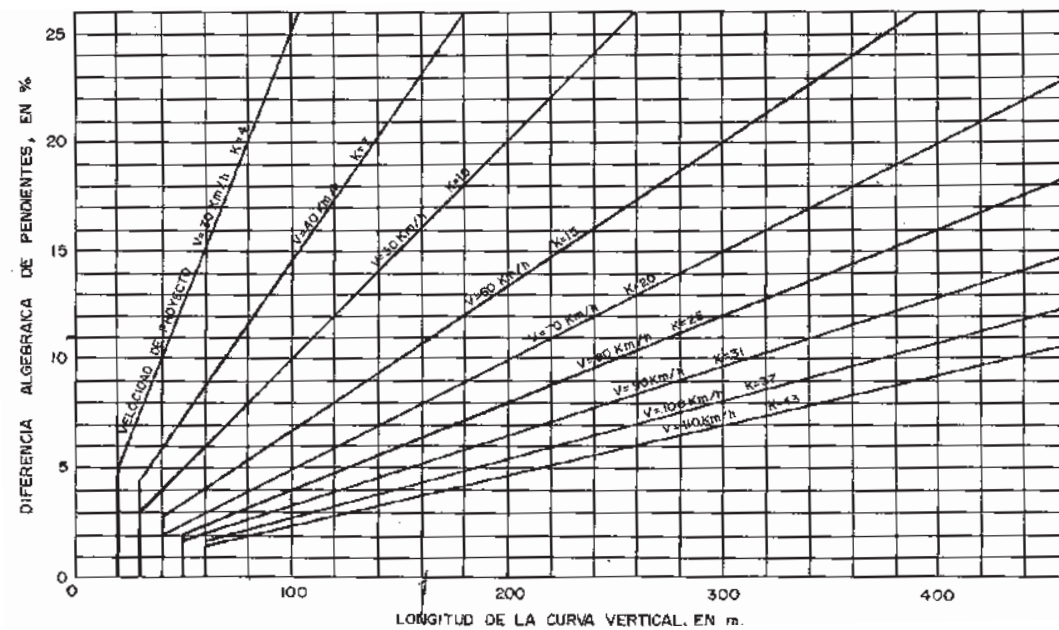
$$F = E$$

$$T = 4E (X / L)^2$$

$$Zx = Z_0 + [P_1 - (AX/2L)] X$$

FIGURA 5.6 LONGITUD MÍNIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN CRESTA



**FIGURA 5.7 LONGITUD MÍNIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO**

C) Pendiente de la cuerda

a un punto cualquiera (P1)

$$P' = P_1 - \frac{AI}{2L}$$

D) Desviación respecto a la tangente (t)

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

E) Externa (E)

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

F) Flecha (f)

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



V.III.- CÁLCULO DE CURVAS VERTICALES.

a.- Longitud mínima:

1. La longitud mínima de las curvas verticales se calcula con la expresión:

$$L = K A$$

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.

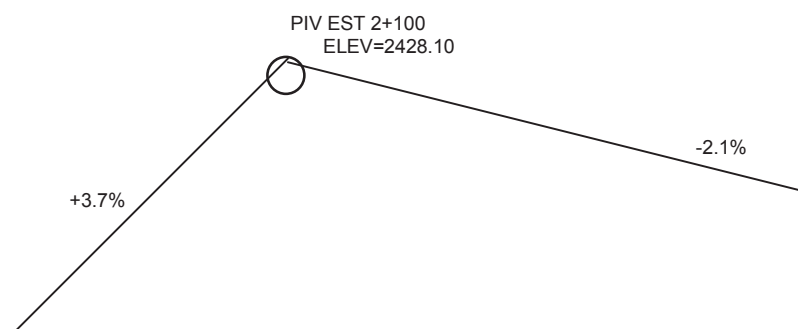
2. La longitud mínima de las curvas verticales en ningún caso deberá ser menor a las mostradas en las siguientes dos tablas: "Longitud mínima de las curvas verticales en cresta" y "Longitud mínima de las curvas verticales en columpio"

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.

Entre los métodos existentes el más sencillo es el conocido como "método empírico".



EJEMPLO:



Velocidad de proyecto = 70 KM/H

CALCULO.

Longitud de la curva:

Diferencia de pendientes = $a = + 3.7 \% - (-2.1 \%) = 5.8 \%$ de la gráfica no 4.6 " longitud mínima de curvas en cresta" entrando con $a = 5.8 \%$ se obtiene la longitud = 120 m = 6 estaciones.

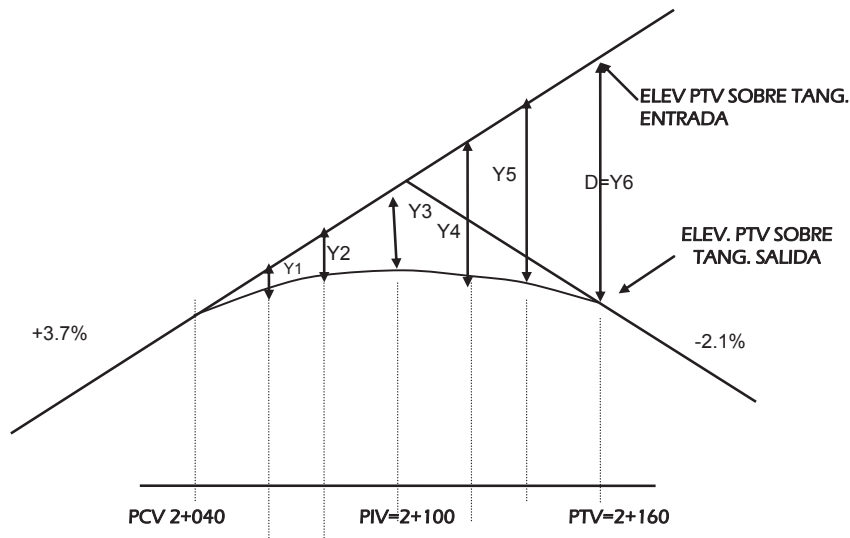
Nota:

Como la gráfica indica, esta es la longitud mínima, si se desea emplear otro criterio o bien pasar con la línea subrasante más abajo y si las condiciones lo permiten, se puede hacer esa longitud tan grande como se requiera.

Para el ejemplo dejaremos la longitud como se calculo.

Estación de PCV (principia curva vertical) = $PIV - l/2 = (2+ 100) - 120 / 2 = 2 + 040$

Estación de PTV (principia tangente vertical) = $PIV + l/2 = 2+100 + 120 / 2 = 2+160$



Elevación del PCV:

$$\text{ELEV PCV} = \text{ELEV PIV} - \left[\left(\frac{L}{2} \right) \times (\text{pendiente de entrada, en decimal}) \right]$$

$$= 2428.10 - (60 \times 0.037) = 2425.88 \text{ m}$$

Elevación del PTV: Elevación real sobre tangente salida

$$\text{ELEV PTV} = \text{ELEV PIV} - \left[\left(\frac{L}{2} \right) \times (\text{pendiente salida en decimal}) \right]$$

$$= 2428.10 - (60 \times 0.021) = 2426.84 \text{ m}$$

Elevación del PTV: sobre tangente de entrada

$$\text{ELEV PTV} = \text{ELEV PCV} + \left[L \times (\text{pendiente en decimal entrada}) \right]$$

$$= 2425.88 + (120 \times 0.037) = 2430.32 \text{ m}$$

ECC de la parábola

$$Y = Kx^2 \quad K = \frac{D}{L^2} \quad X = \text{número de estaciones} \quad X = n$$

$$Y = \frac{D}{L^2} n^2$$

P = Ordenada del punto final de tangencia PTV

L = Longitud total horizontal de la curva en estaciones

Y = Ordenada vertical en un punto cualquiera.



DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO.

El método consiste en calcular las elevaciones en cada estación o punto de interés sobre la tangente de entrada y después calcular las ordenadas con la ecuación de la parábola, para restárselas a las elevaciones sobre la tangente de entrada si como este caso la curva es en cresta, o bien sumárselas si se trata de una curva en columpio; de esta manera obtendremos las elevaciones sobre la curva..

Cálculo de "D"

D= Elevación PTV sobre tangente de entrada – Elevación real de PTV.

$$D = 2430.32 - 2426.84 = 3.48$$

$$Y = \frac{3.48}{6^2} n^2 \quad Y = 0.0967 n^2$$

n	n ²	COTAS SOBRE TANG. DE ENTRADA	Y = 0.0967n ²	COTAS SOBRE LA CURVA
PCV 0	0	2425.88	0	2425.88
1	1	26.62	0.10	26.52
2	4	27.36	0.39	26.97
3	9	28.10	0.37	27.23
4	16	28.84	1.55	27.29
5	25	29.58	2.42	27.16
PTV 6	36	30.32	3.48	2426.84

Tabla 4.6 cotas de terreno natural y subrasante

V.IV.- NORMAS GENERALES PARA EL ALINEAMIENTO VERTICAL.

Como ya se dijo el alineamiento vertical queda definido por la elevación de la subrasante (sr).

El costo de construcción de un camino esta gobernado principalmente por los movimientos de terracerías que se efectúen y estos movimientos los define la elevación de la subrasante en relación con la del terreno natural.

Se deberá siempre que sea posible proyectar una SR que propicie los movimientos mínimos de terracerías o sea un SR económico pero teniendo presente que:

- 1.- El proyecto de alineamiento vertical debe cumplir con las especificaciones y nunca se deberá regatear con la seguridad y buena operatividad.



2.- En general el alineamiento vertical es definitivo aunque pudieran hacerse modificaciones locales.

3.- Se deberá cumplir en todo momento con las recomendaciones del procedimiento de construcción y estudio geotécnico.

Aunque cada camino es un caso especial y las recomendaciones de construcción son casi siempre distintas podemos de manera general hablar de normas que se deberán tener presentes al proyectar el alineamiento vertical.

Se considera que las condiciones que definen el proyecto de la subrasante son las siguientes.

- A) Condiciones topográficas.
- B) Condiciones geotécnicas.
- C) Subrasante mínimas.
- D) Costo de terracerías.
- E) Condiciones de buena operatividad del alineamiento vertical.
- F) Condiciones de correspondencia entre alineamiento vertical y horizontal.
- A) Condiciones topográficas.

Se consideran tres tipos de terrenos.-

Plano.- cuyo perfil presenta pendientes uniformes y pequeñas.

Lomerío.- se considera al terreno cuyo perfil longitudinal presenta cimas y depresiones en sucesión considerables y pendiente transversal de menos de 25°.

Montañoso.- terreno con pendientes transversales de más de 25° y accidentes notables, cuyo perfil obliga a grandes movimientos de tierra.

Según estos tipos de terreno se recomienda lo siguiente al proyectar la subrasante.

- **En terreno plano**, el proyecto se rige por la elevación de las obras de drenaje, pues deberá haber entre la rasante y el terreno natural la altura suficiente para alojarlas.

Se recomienda también proyectar la SR en terraplenes de altura suficiente para quedar a salvo de la humedad por capilaridad o inundaciones.

- **En terreno considerado como Lomerío**, el alineamiento vertical se proyectara ondulado y con el criterio de "compensar el material de los terraplenes con el de los cortes.

En terreno montañoso, se deberá también tratar de compensar los volúmenes, teniendo presente siempre el comportamiento del terreno en su sección transversal, en el caso de



secciones en balcón donde el cuerpo no quede alojado en firme, se deberá tener presente el posible empleo de muros de retención.

En ocasiones en este tipo de terreno la construcción de túneles es una solución aceptable.

B) Condiciones geotécnicas.

En el capítulo anterior ya se vio la correspondencia que guarda el estudio geotécnico con el alineamiento vertical, para que según las características del terreno de cimentación la subrasante quede alojada o más arriba o más abajo del terreno natural, queda claro que la subrasante económica será aquella que genere menos movimientos de tierra y cumpla con las especificaciones y la forma en que puede generar menos movimientos será apegándose en lo posible a la forma del terreno natural, de modo que las líneas terreno natural y subrasante sean paralelas separadas por una distancia que definirá el estudio geotécnico.

V.V.- 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 esta 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 numero de tramos con distancias de visibilidad de rebase.
- h. En donde este previsto el proyecto de un entronque, los alineamientos deben de ser lo mas suave posible.



CAPITULO VI.-SECCIÓN TRANSVERSAL.



Las secciones transversales tienen por objeto conocer la topografía de una línea perpendicular al eje del camino, dicha línea tendrá una longitud que dependerá de las necesidades del proyecto. Para este caso en que tendremos un ancho de corona de aproximadamente 7.00 m. fue suficiente con levantar de 15 a 20 m. a cada lado del eje de trazo.

El procedimiento para levantar las secciones transversales es el siguiente:

Se emplea el nivel de mano, las perpendiculares al eje se obtienen parándose el nivelador con los brazos extendidos señalando al eje de trazo después se juntan los brazos al frente, señalando así la línea perpendicular. Otro método es utilizar el conocido método del triángulo de dimensiones 3,4,5 pero es menos práctico.

En los PI la sección transversal que se obtiene es la de la línea que bisecta el ángulo y en las curvas horizontales se obtiene una radial en el punto, pues debe recordarse que nuestro eje tiene ya trazadas las curvas horizontales, generalmente los puntos sobre los que se obtienen secciones transversales son las estaciones localizadas a cada 20.0 m y ocasionalmente, los PC, PT o estaciones intermedias según la variación en la topografía.

Una vez localizada la línea perpendicular en cada quiebre del terreno, se coloca el estadal para medir el desnivel con respecto a la estación, el cual será positivo (+) si se encuentra sobre la estación o negativo (-) si se encuentra por debajo de esta, midiendo también la distancia horizontal.

En la figura 6.1 se ilustra la forma de levantar una sección transversal.

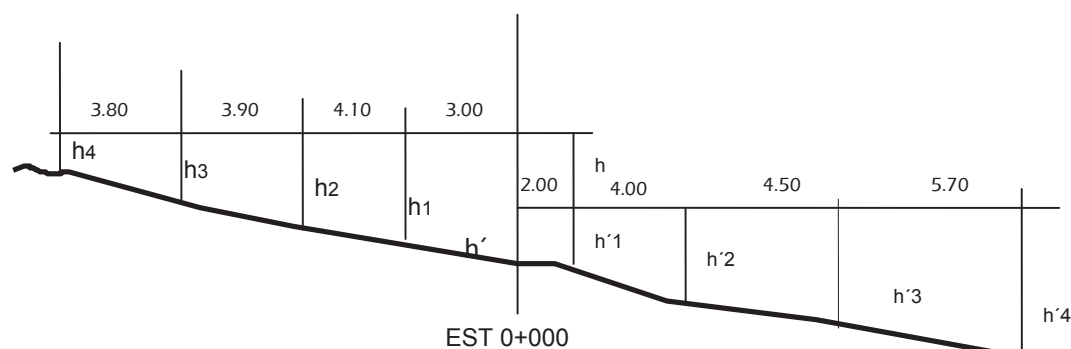


Figura 6.1

$h = 3.10$	$h' = 0.30$
$h_1 = 3.00$	$h'_1 = 0.40$
$h_2 = 2.70$	$h'_2 = 0.80$
$h_3 = 1.60$	$h'_3 = 1.10$
$h_4 = 1.00$	$h'_4 = 3.10$



Para el ejemplo el registro de esta sección quedaría así:

<u>14.80</u>	<u>11.00</u>	<u>7.10</u>	<u>3.00</u>	O	<u>2.00</u>	<u>6.00</u>	<u>10.50</u>	<u>16.20</u>	DISTANCIAS
+2.1	+1.5	+0.40	+0.10	(0+000)	-0.1	-0.5	-0.8	-2.8	DESNIVEL

Teniendo ya los registros de campo del seccionamiento en la forma antes mencionada, se procede a pasar la información a un plano, el cual al igual que el perfil se elabora en papel alba nene milimétrico.

En una línea vertical y a cada 5 cm. (Usualmente) se localiza una estación del eje de trazo colocando abajo el nombre de la estación.

Enseguida se localizan los puntos donde el terreno natural hace un quiebre, dichos puntos se encuentran con su distancia y elevación como si fuera un par coordenado, este plano se elabora a escala 1:100, los puntos se unen con escuadra y se entinta de color negro con un punto delgado adicionando la información que contengan los registros como pueden ser orilla de camino existente (o/c) si lo hay, canales, vías de ferrocarril cercas, construcciones, etc...

De esta manera queda listo el plano para proyectar ahí las secciones de construcción, que posteriormente trataremos

SECCIÓN TIPO DE CONSTRUCCIÓN.

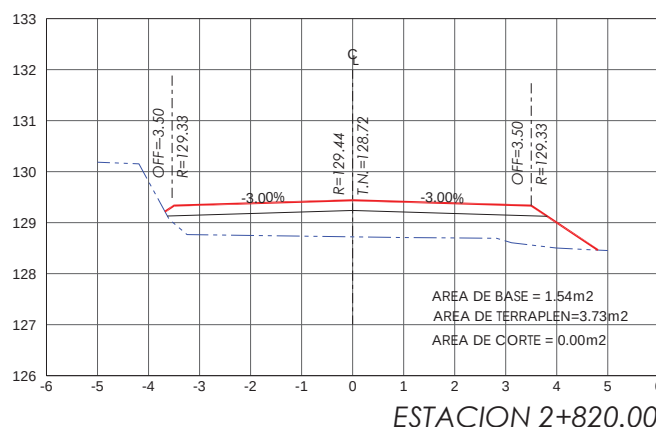


Figura 6.2 Corte Transversal de una sección tipo en terraplén

V.I.I.- SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN CAMINO.

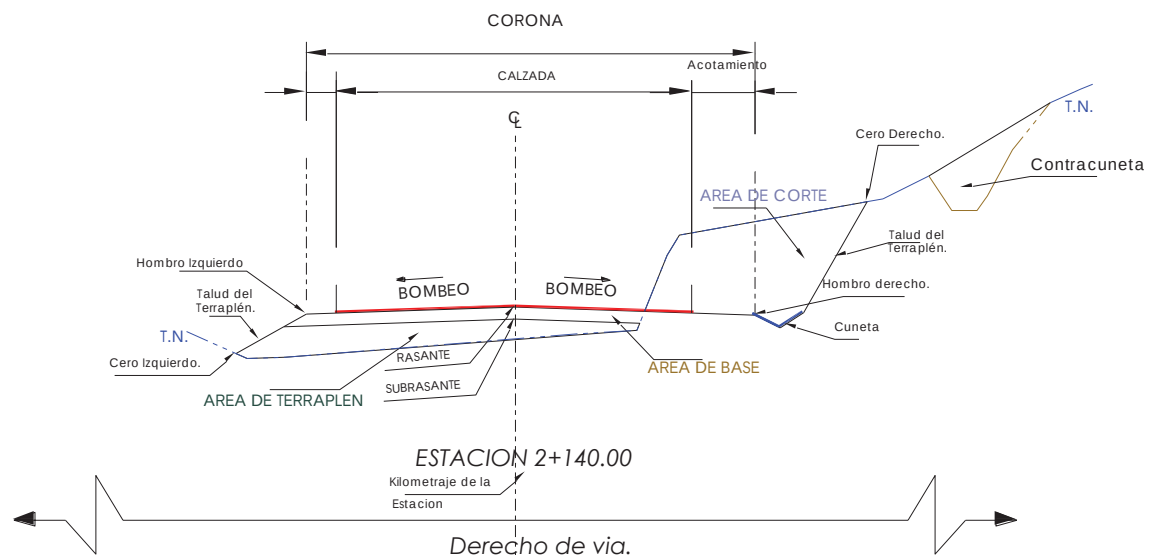
Es un corte vertical normal al eje del camino en un punto cualquiera y permite definir la posición y dimensiones de los elementos que forman el camino en dicho punto y su relación con el terreno natural.

El proyecto de secciones de construcción o de alineamiento transversal como también suele llamarse, es tan importante como el horizontal y el vertical, pues también define la buena operatividad del camino.



Consiste en dibujar, sobre las secciones transversales del terreno natural (previamente levantadas y dibujadas) una sección del camino, con unas dimensiones y geometría previamente calculadas y establecidas.

Los elementos que integran la sección transversal de un camino pueden apreciarse en la figura siguiente:



SECCION TRANSVERSAL.

Figura 6.3 Corte Transversal de una sección tipo en balcón

VI.I.II.- ELEMENTOS DEL ALINEAMIENTO TRANSVERSAL

Corona. Es la superficie del camino comprendida entre los hombros del mismo, esta representada por la rasante como un punto, la calzada, los acotamientos y en su caso la faja separadora central.

Cabe mencionar que generalmente no se dibuja la corona en las secciones, puesto que el alineamiento vertical generalmente se proyecta a nivel de subrasante, por lo cual lo único que aparecerá, será la subcorona.

Hombro: Punto de intersección de las líneas definidas por el talud del terraplén y la corona o por esta y el talud interior de la cuneta.

Pendiente transversal: Es la pendiente que se da a la corona de forma normal a su eje y se le da a cada una de las capas que forman el pavimento, incluyendo a la subrasante.

Existen 3 casos:

Bombeo.- Para las secciones en tangente y que no forman parte de la longitud de transición.



Generalmente se da del centro hacia ambas alas del camino en forma descendente, aunque en vías urbanas es usual darlo en una sola dirección hacia la orilla en que se aloje el colector pluvial.

Sobreelevación.- Es la pendiente transversal que se da a la corona desde la subcorona, en forma descendente de afuera hacia adentro de la curva con un valor previamente establecido.

Transición.- sobreelevación dada a las capas del camino desde la subcorona hasta la corona, en un tramo de tangente previamente calculado antes y después de la curva y que transide del bombeo a la sobreelevación en curva o viceversa.

- Posteriormente veremos la forma de calcular tanto la pendiente transversal como la ampliación o el ancho total de la subcorona para cada sección.

Acotamiento.- Faja continúa a la calzada, comprendida entre su orilla y la línea de hombros de la carretera o en su caso, la guarnición de la banqueta o de la faja separadora.

Subcorona.- Es la superficie del camino encontrándose este a nivel de subrasante y faltándose por construir los espesores de pavimento (sub-base, base y carpeta) lógicamente como los taludes no son verticales, el ancho de la subcorona será mayor que la corona debido al ensanche.

La subcorona debe tener la pendiente transversal de la corona.

Ensanche.- Es el sobreancho que se da a cada lado de la subcorona, para que con los taludes de proyecto, puedan obtenerse el ancho de corona después de construidas las capas de pavimento.

- Existe también un sobreancho que se le da a la subcorona para garantizar la compactación de proyecto en toda la sección.

Calzada.- Parte de la corona destinada solo al tránsito de vehículos, constituida por uno o más carriles, entendiéndose por carril de circulación la faja de ancho suficiente para que circule una fila de vehículos; los anchos de carriles usuales son: 2.75 m, 3.05 m, 3.50 m y 3.65 m.

El ancho de calzada es variable en toda la longitud del camino, pues en las curvas para mejorar la operación es necesario ampliarla igual que la pendiente transversal, se debe usar un tramo antes y después de la curva para hacer la transición de anchos de calzada.

Cero.- Es el punto de intersección de las líneas definidas por el talud del terraplén o del corte y del terreno natural.

Derecho de vía.- Superficie de terreno cuyas dimensiones fija la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección, y en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación.

Generalmente se manejan 20.0 m a cada lado del eje de camino en caminos principales y 10.0 m en caminos secundarios.



Cuneta.- Son zanjas construidas en los tramos de corte, continuas a los hombros con el objeto de recibir en ellas el agua que escurre por la corona y los taludes del corte.

Se debería describir dentro del apartado que se refiere a drenaje, pero dado que son elementos tan relacionados con el camino y que definen además la geometría de la sección, se incluyen aquí.

Las cunetas pueden ser rectangulares, trapeziales o triangulares, debido a la facilidad para su desazolve se utilizan de esta última sección.

Normalmente las dimensiones son; 1.00 m de ancho, medido horizontalmente del hombro de la corona al fondo de la cuneta, su talud es 3:1 el espesor del revestimiento, en caso de que lo lleve es de 7.0 cm de concreto de $F' C = 100 \text{ Kg./ cm}^2$.

Existen 2 formas de darle sus dimensiones definitivas a la cuneta en la etapa de construcción.

A) dar un ensanche a la subcorona y construir una cuneta de ancho igual a un metro menos el ensanche, para que cuando se construya el pavimento, la cuneta tenga como ancho 1.00 m.

Esta solución es útil cuando el camino se pavimentara de inmediato.

Ejemplo

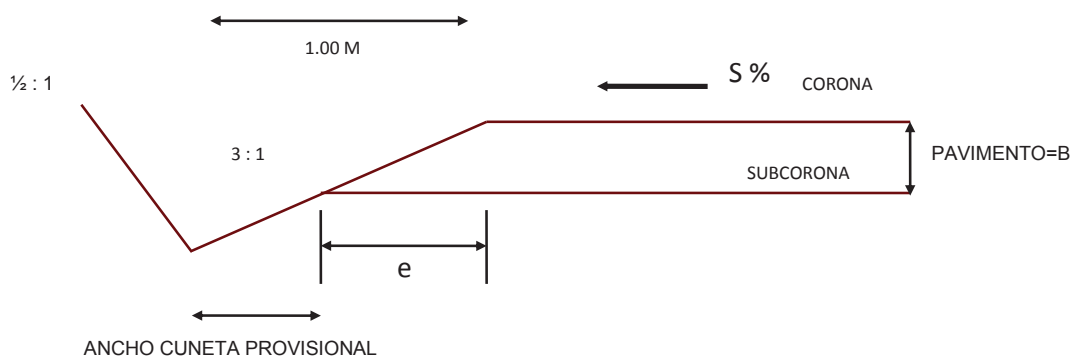


Figura 6.4 Corte Transversal de una sección tipo para cuneta

EL ENSANCHE SE CALCULA CON LA FORMULA:

$$e = \frac{b}{\frac{1}{t} + s}$$

e = Ensanche en m.

b = Espesor de revestimiento (base, sub-base y carpeta) en m.

t = Talud de la cuneta = 3.

s = Sobre elevación que entra a la formula en valor decimal y con su signo.

Esta formula es utilizada también al calcular el sobre ancho para secciones en terraplén donde " t " es el talud del terraplén.



En caso de que se tengan sobreelevaciones de valor alto y que el ensanche de más de 1.0 m se debe utilizar la formula:

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

T = Talud del corte (generalmente vale $\frac{1}{2} = 0.5$)

B) Otra opción es dar en la construcción el mismo ancho a la subcorona de modo que sus hombros queden en una misma vertical, y al construir la subcorona se construye una cuneta provisional, de un ancho menor que el definitivo (1-d) pero con el mismo talud, así al construir la corona estas capas se extienden también sobre la cuneta y alcanza el ancho definitivo.

El ancho de la cuneta provisional será 1-d, y será este ancho con que se grafiquen las secciones con cuneta.

El valor de d se calcula con:

$$d = \frac{B}{\frac{1}{T} + \frac{1}{t}}$$

Contracuneta.- Son zanjas de sección trapezoidal, que se excavan sobre la línea de ceros de un corte para interceptar el agua que escurre y evitar así la inestabilidad en el tramo.

T a l u d.- Es la inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes, expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente ejemplo; 1.5 a 1 ; significa t = 1.5 por lo que la pendiente es igual a $i/1.5 = 67\%$

Se le llama también talud a la superficie entre el hombro y el fondo de la cuneta.

Los taludes empleados en caminos son comúnmente:

Para los terraplenes por el control que se lleva de los materiales se acostumbra usar 1.5 a 1.

El de la cuneta como ya se dijo 3 a 1

El de corte mientras no sean altos o de material muy inestable se acostumbra $\frac{1}{2}$ a 1.

NOTA: Descopetar significa cambiar el valor del talud a una altura determinada según el criterio del proyectista

Partes complementarias.

Otros elementos que integran la sección transversal y que deben formar parte del camino para garantizar su conservación son:



Bordillos.- son elementos de concreto hidráulico contruidos en los hombros del camino, cuando se haya en terraplén y la pendiente transversal desciende hacia ese hombro para evitar el escurrimiento de agua sobre el talud del terraplén, las dimensiones del mismo se especifican en la figura 4-o , el caudal que capte el bordillo se desfoga en lavaderos.

Lavaderos.- Son pequeñas canaletas revestidas de concreto contruidas en el talud de los terraplenes donde se construirá bordillo, su función es desfogar el agua captada en los bordillos, sus dimensiones se aprecian en la figura 4-o.

La longitud de ellos esta relacionada con el tramo del terraplén.

En terrenos planos se deben prolongar un poco después del cero, para salvaguardar el camino de la humedad, su construyen a una separación de 100 mts. Aproximadamente o según convenga.

Pueden construirse también de media caña de tubo de lámina galvanizada, a la cual se le puede dar un baño de asfalto para protegerlo de la humedad, fijándolos con anclas de alambón y concreto en los bordes.

Tienen la ventaja de que en caso de asentamiento del terraplén no se rompen, se recomiendan en terrenos montañosos.

VI.II.I.- CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE CONSTRUCCIÓN.

Son tres los elementos indispensables que nos permitirán graficar la sección de construcción, sobre la sección de terreno natural (serchado).

1.- El espesor, de corte o terraplén el cual como ya se vio se obtiene del alineamiento vertical.

2.- El ancho de la subcorona, pues recuérdese que se proyecta nivel de Sr.

Este ancho se obtiene en dos fracciones, una del eje del camino hasta el hombro derecho y otra del eje al hombro izquierdo.

3.- La pendiente transversal, que igual que el ancho se debe calcular para cada estación y un valor para el lado derecho y otro para el lado izquierdo.

En algunos caminos o vialidades urbanas principalmente, es necesario encauzar el agua para un solo lado, por el cual se maneja un solo valor de pendiente transversal.

Además de los datos anteriores necesitaremos la información producto del estudio geotécnico; espesor de despalme si lo hay, espesor de Sr. y si la hay subyacente, valor de los taludes, ancho de cuneta, dimensiones de contracuneta si se recomienda, etc.



VI.II.II.- CALCULO DEL ANCHO TOTAL DE SUBCORONA.

Como es sabido, para mejorar la operatividad, es necesario ampliar la sección cuando esta se encuentra en curva o dentro de la longitud de transición, la ampliación total se debe dar en todo el tramo en que exista sobre elevación máxima, siendo esta toda la longitud de curva del PC al PT o bien un tercio medio de esa longitud, dependiendo de la longitud existente entre dos curvas consecutivas.

De esa manera tendremos dos anchos de subcorona.

1.- Para secciones en tangente, calculado con la fórmula:

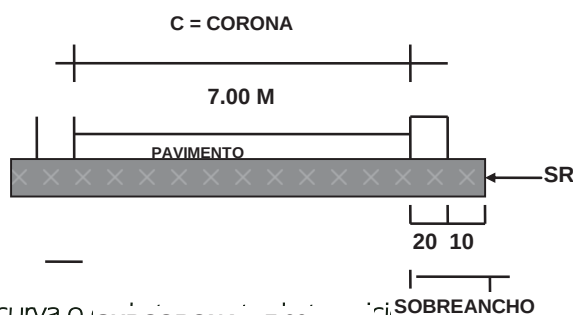
$$AS = C + eD + el \quad C = \text{Ancho de corona en situación normal}$$

eD = Sobreancho derecho

el = Sobreancho izquierdo.

Para secciones con guarnición existe otro tipo de sobreancho dado a la subcorona, para apoyar la guarnición como se ilustra en la figura

Se utiliza un valor constante de 30 cm.



2.- Para secciones en curva o **SUBCORONA = 7.60 m**

$$AS = C + eD + el + AC \quad AC = \text{Ampliación de la calzada}$$

El sobreancho dado a la sección para garantizar el valor de la compactación con uniformidad, para secciones en terraplén, no se en zonas suma a los otros anchos, debido a que estas cuñas de sobreancho se incluyen en el costo de la formación de los terraplenes, pero deben marcarse en las secciones, para cuantificar el material a emplear.

La geometría que tendremos en una curva será:

Ejemplo 1



Figura 6.7

OBSERVACIONES

- En el caso de que la distancia entre el PT de una curva y el PC de la siguiente, siendo ambas circulares simples inversas, sea menor que la suma de las longitudes de transición de ambas, más dos longitudes "N" para transición de bombeo, no se usará ni la ampliación total, ni la sobreelevación máxima en toda la longitud de curva (LC) si no solo en un tercio de la misma, siendo este el del centro, así parte de la transición se hace dentro de la curva.

- Si se emplean curvas espirales, la ampliación total y sobreelevación máxima se aplica en la curva circular central, y las curvas espirales se usan como si fueran tangentes de transición.

- La ampliación total mínima así como la sobreelevación máxima y la longitud de transición se obtienen en relación al tipo de camino, la velocidad de proyecto y el grado de curvatura de las tablas ya antes vistas (

- Como puede verse en la sección "B" la ampliación es cero y en la sección "E" que para este caso coincide con el PC la ampliación es la total, manteniéndose constante hasta la sección E', para el caso igual al PT y de ahí nuevamente hasta una longitud igual a la de transición se encuentra la sección B' con ampliación cero.

Así tenemos dos triángulos, uno a la entrada y otro a la salida de la curva, en las secciones que se alojen en ese triángulo, "la ampliaciones se calculan con una regla de 3", con la cual se produce la fórmula

$$A = (L/Le) A_c$$

L = Distancia de la sección B donde la ampliación es cero, hasta la sección S donde se quiera calcular la ampliación.



Ejemplo 2

En este ejemplo la sobre elevación máxima y la ampliación total solo se da en $1/3$ de la longitud de curva, la longitud de transición queda comprendida en la curva y parte de la tangente.

-En caso de presentarse dos curvas en el mismo sentido, con una longitud corta entre el PT de la primera y el PC de la 2ª se pueden convertir en una sola curva, dando la sobre elevación máxima y ampliación total desde el PC de la primera hasta el PT de la segunda, o desde el PC' de la primera hasta el PT' de la 2ª. No se recomienda hacerlo desde el PC' de la 1ª al PT de la 2ª o del PC de la primera al PT' de la 2ª para efecto de guardar la simetría.

Si las curvas son de distinto grado los elementos; L_e , A_c Y S_c serán de valor distinto para ambas curvas en ese caso se emplean los valores más altos, sin embargo se recomienda no utilizar este criterio cuando la diferencia de grado entre las curvas sea de más de 8° .

En la figura se ve una doble curva en el mismo sentido, en la cual se a ampliado la calzada con un valor igual a A_{c-2} que para el caso es mayor que la A_{c-1} , por ser la curva dos de mayor grado.

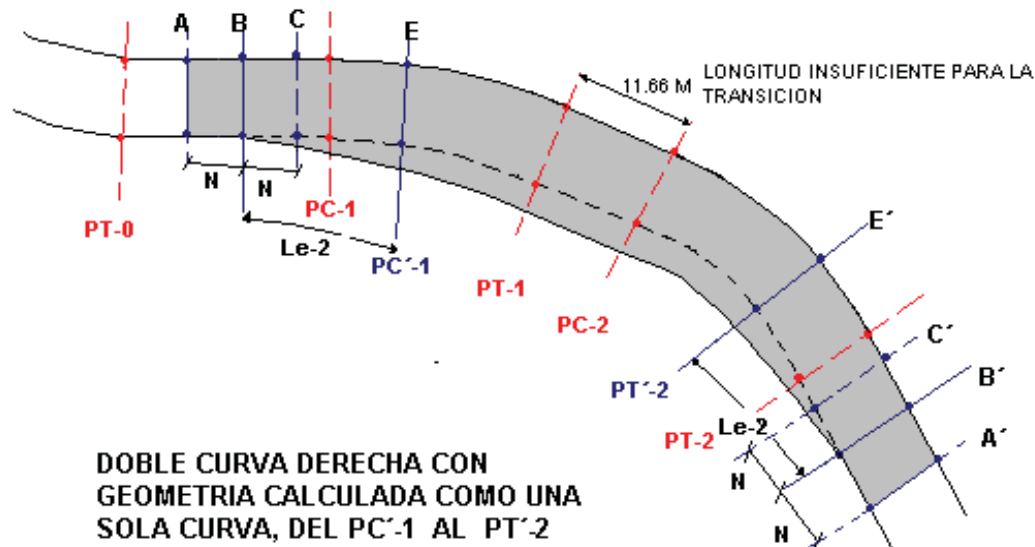


figura 6.8



Ejemplo numérico

CURVA No.1

PI = 1+300
 G = 12°00'
 A = 40°00'DER
 PC = 1+265.24
 PT = 1+331.91
 R = 95.49
 LC = 66.66
 LC/3 = 22.22
 ST = 34.76

ESTACIÓN PT-0 = 1+240

VELOCIDAD DE
 PROY = 50 KM/H
 CURVA IZQUIERDA

CURVA No.2

PI = 1+375.00
 G = 17000°
 A = 50°00'DER
 PC = 1+343.57
 PT = 1+402.39
 R = 67.41
 LC = 58.82
 LC/3 = 19.60
 ST = 31.43

Con $V = 50$ km/h para camino tipo C y el grado correspondiente, se tienen los siguientes datos:

ELEMENTOS GEOMÉTRICOS

Ac = 110 Cm
 Sc = 9.3%
 Le = 37.0 m

AMPLIACIÓN TOTAL
 SOBREELEVACIÓN MÁXIMA
 LONGITUD DE TRANSICIÓN

Ac = 140 Cm
 Sc = 10.0%
 Le = 40.0 m

CONSIDERACIONES EN EL CÁLCULO.

Como puede verse en la figura 4-S, tenemos dos curvas en la misma dirección de distinto grado, separadas con una longitud de apenas 11.66m que aun sumada con el tercio de la longitud de cada curva seria $11.66 + 22.22 + 19.60 = 53.48$ m.

Para el caso de dos curvas en la misma dirección, la longitud mínima de tangente es igual a la suma de las longitudes de transición.

Para el caso:

$$Le_1 + Le_2 = 37.0 + 40.0 = 77.0 \text{ m}$$

Por ello se ha optado por convertir las dos curvas en una sola con los datos más desfavorables que para el caso son los de la curva No.2 ($Ac = 140$ M, $Sc = 10.0$ %, $Le = 40.0$ M.)

Para el ejemplo suponemos que antes de las curvas derechas existe una izquierda cuyo PT (PT-0) se localiza en la estación 1 + 240.

Obteniéndose del PT-0 AL PC-1 una tangente de 25.24 m.

Podemos ver que aun usando toda esa longitud no nos alcanza para alojar la longitud de transición de la curva uno que para el caso es igual a 40.0m.

Por ese motivo se ha usado el tercio de la longitud de curva obteniendo un PC' (PC auxiliar).

En la salida de la curva dos, aunque existe una tangente larga, por simetría se ha usado también un PT' (PT auxiliar) haciendo la transición de salida parte en la curva y parte en la tangente.



CALCULO DEL ANCHO DE SECCIONES.

NOTA: para el ejemplo se supondrá el lado izquierdo del camino en corte y el derecho en terraplén.

ESTACIÓN	ANCHO NORMAL DE CALZADA		SOBREANCHO				AMPLIACIÓN		ANCHO SUBCORONA	
			CORTE		TERRAPLEN					
	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.	IZQ.	DER.
B = 1+247.46	3.50	3.50					-	0.00		
1+260	3.50	3.50					-	0.47		
1+280	3.50	3.50					-	1.23		
PC'-1= 1+287.46	3.50	3.50					-	1.40		
1+300	3.50	3.50					-	1.40		
1+320	3.50	3.50					-	1.40		
1+340	3.50	3.50					-	1.40		
1+360	3.50	3.50					-	1.40		
1+380	3.50	3.50					-	1.40		
PT'-2= 1+382.79	3.50	3.50					-	1.40		
1+400	3.50	3.50					-	0.80		
1+420	3.50	3.50					-	0.10		
B = 1+422.79	3.50	3.50					-	0.00		

Tabla 6.1

Para calcular las ampliaciones:

A) Se anotan todas las estaciones cerradas, y las fraccionarias que sean puntos importantes.

Como la estación en que la ampliación es cero, o en que la ampliación es máxima, ya sea el PC, el PT, el PC' o el PT'.

B) En la columna de ancho de calzada se anota el valor de la dimensión que en definitiva tendrá la calzada en esa estación sin considerar ampliación y que va del eje de proyecto del camino el cual generalmente se localiza al centro, (aunque puede estar en otro lugar), al hombro derecho o izquierdo según corresponda.

C) En la columna de sobreanchos se anota el valor de sobreancho calculado con las formula antes mencionadas según el caso.

Este valor depende de la sobre elevación, por eso estas deberán calcularse antes que las ampliaciones.

D) En la columna de ampliación y en la subcolumna izquierda o derecha según corresponda, se anota el valor predeterminado de la ampliación o sea cuando esta es igual a cero y cuando es la total.

Posteriormente se calculan las ampliaciones en las estaciones que se quedaron sin valor.

Por ejemplo

- Para la estación 1+260

$$\text{Ampliación} = \frac{L}{L_e} A_c$$

$$L = | \text{Est B} - \text{Est} | \text{ (Para la cual se desea calcular la ampliación) } ||$$



Valor absoluto
 $L = [1+247.46 - 1+260] = 12.54$
 Ampliación = $\frac{12.54 \times 1.40}{37} = 0.47 \text{ m}$
 - Para la estación 1+280 (Entrada)
 $L1 = |1+247.46 - 1+280| = 32.54 \text{ m}$
 Ampliación = $\frac{32.54 \times 1.40}{37} = 1.23 \text{ m}$
 - Para la estación 1+400 (salida)
 $L1 = |1+422.79 - 1+400| = 22.79$
 Ampliación = $\frac{22.79 \times 1.40}{40} = 0.80 \text{ M}$
 - Para la estación 1+420 Ampliación = $\frac{2.79 \times 1.40}{40} = 0.10 \text{ M}$

- A) Por ultimo en la columna ancho de subcorona se anota la suma de los anchos, normal, sobreancho y ampliación.
- B) Para realizar los cálculos anteriores y siguientes es necesario ajustarse de acuerdo a las especificaciones de proyecto geométrico de la normativa S.C.T.

VI.III.- CÁLCULO DE LA SOBRE ELEVACIÓN EN CURVAS.

Con el objeto de contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga en curvas horizontales se debe dar una pendiente transversal a la corona del camino (sobreelevación), esta deberá ser descendente hacia el interior de la curva.

Como ya se menciono el valor de la sobreelevación máxima para una curva se obtiene de las especificaciones de proyecto geometrico en relación con el grado, la velocidad y el tipo de camino.

En zonas urbanas, el valor máximo de sobreelevación que se recomienda es del 6.0%.

Del mismo modo que la ampliación, la sobreelevación máxima se da en toda la longitud de curva, o bien en el tercio medio de la curva, según las condiciones antes explicadas.

La misma longitud de transición usada para la ampliación, la usaremos para trascindir del bombeo a la sobreelevación máxima.

En esa longitud sin embargo solo haremos la transición del cero a la sobreelevación máxima o viceversa, para hacerla del bombeo al cero usaremos una longitud "n", calculada de la forma.

$$N = (b/S_c) L_e \quad b = \text{BOMBEO}$$



Que no es más que una regla de tres, usando el razonamiento que para alcanzar la sobreelevación máxima se utiliza la longitud de transición.

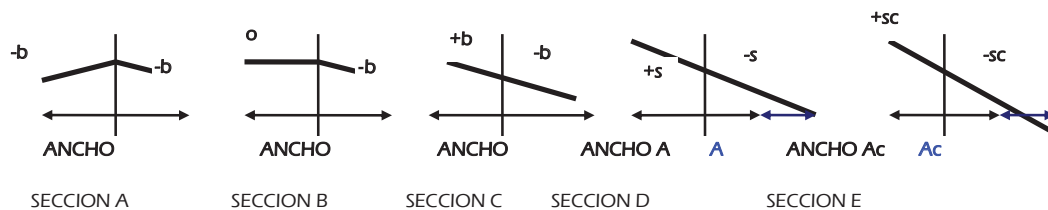


Figura 5.7 Geometría de una sección transversal

La sobreelevación en las estaciones del tramo de "B" hasta "E" se calcula en forma proporcional, con la formula $S = (L/L_e) S_c$ y de "A" Hasta "B" con $S = (L/N) b$

Como podemos apreciar el ejemplo anterior es terminado con el calculo de las sobreelevaciones.

Los formatos empleados para el calculo de secciones se recomienda sean del tipo del aquí presentado y registrar cualquier modificación en la memoria de cálculo.

Para resolver el ejemplo faltan por calcular las estaciones A, C, A' Y C'.

Cálculo de la longitud N

$$N = (b/S_c) L_e \quad N = (2/10) 40 = 8.0 \text{ m}$$

$$\text{Estación A} = \text{Est B} - N = (1+247.46) - 8.0 = 1+239.46$$

$$\text{Estación C} = \text{Est B} + N = (1+247.46) + 8.0 = 1+255.46$$

$$\text{Estación A'} = \text{Est B'} - N = (1+422.79 - 8.0) = 1+414.79$$

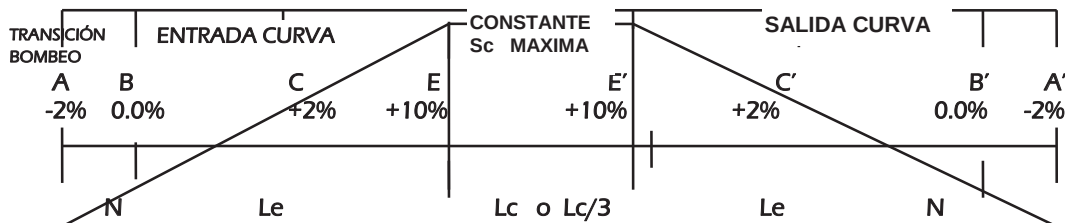
$$\text{Estación C'} = \text{Est B'} + N = 1+422.79 + 8.0 = 1+430.79$$

DESARROLLO DEL EJEMPLO.

A) Se anotan las estaciones que correspondan a las secciones de interés aun si son fraccionarias y se intercalan las estaciones cerradas.

B) Se anotan los valores de sobreelevación para las secciones A, B, C, E, ETC.

El resto de las secciones se calcula de forma proporcional, haciendo dos proporciones a la entrada y dos a la salida; una de la sección "B" a la "E" y otra de la "B" a la "A" según se aprecia enseguida:



EJEMPLO

PARA LA SECCION 1+240

$$S = (L/N) bc$$

$$L = | [1+240 - SECC B] | = | [1+240 - 1+247.46] | = 7.46$$

$$S = (7.46 / 8) (-2\%) = -1.9 \%$$

PARA LA SECC 1+260

$$S = (L/Le) Sc$$

$$L = | [1+260 - 1+247.46] | = 12$$

Los sobreanchos para cada una de las estaciones los calcularemos de la forma:

$$\text{En terraplén: } e = \frac{B}{\frac{1}{t} + S}$$

En corte: usaremos la formula del inciso "B" anteriormente vista, por ser ese procedimiento el más usual en la construcción.

Por tanto $e = 0.0m$, para sección. en corte y el ancho de la cuneta provisional será:

$$d = \frac{B}{1/T + 1/t}$$

$$\begin{aligned} B &= 0.20m \\ T &= 0.5 \\ t &= 3 \end{aligned}$$

$$d = \frac{0.20}{1/0.5 + 1/3} = 0.09$$

$$\text{Ancho cuneta} = 1 - 0.09 = 0.91m.$$

Para fines constructivos ancho = 90cm.

- Como ya se dijo para el ejemplo supondremos el lado izquierdo en corte y el derecho en terraplén.

Cálculo del sobreancho

Lado derecho



Estación 1+240

$$e = \frac{0.20}{\frac{1}{1.5} + 0.02} = 0.31$$

Estación 1+30

$$e = \frac{0.20}{\frac{1}{1.5} + 0.10} = 0.35$$

El ancho total de la subcorona se obtiene sumando las columnas; ancho normal + sobreancho + ampliación.

En la columna de observaciones se anota el valor de los taludes, el ancho de la cuneta provisional y si se recomienda un procedimiento especial para algún tramo o sección; como zona de construcción de bermas, escalones de liga, cambios de talud en corte, descopetar taludes, construir contracunetas, etc...

Una vez definidas las dimensiones y las geométricas de cada una de las secciones de construcción se procede a pasar esta información a los planos, con el procedimiento siguiente.

Sobre las secciones transversales del T.N. dibujaremos las secciones de construcción.

Usaremos los datos del ejemplo anterior, para la estación 1+280.

1.- Primero se localiza el eje de proyecto, a partir del cual se medirían los anchos a la izquierda y derecha.

Es muy usual que el eje de proyecto coincida con el de trazo, para el caso supondremos el eje de proyecto en esa estación a 0.80m a la izquierda. Este dato debe obtenerse de la planta y anotarse con rojo en el plano.

2.- Del alineamiento vertical, obtendremos el espesor para esta sección, punto que se localiza en el eje de proyecto y se anota con tinta roja, si es de corte sobre el T.N. y si es terraplén por debajo.

Para el caso supondremos un terraplén = 0.20m.

3.- Con el auxilio de las escuadras se obtiene una línea con la pendiente transversal del camino en esa sección que para el caso es la misma a ambos lados del camino, dicha línea se hace pasar por el punto del eje de proyecto en que se marco el espesor, esa línea será la subcorona, sobre ella se medirán los anchos a la izquierda y derecha a partir del eje de proyecto localizándose los hombros de la subcorona.



Utilizando también las escuadras se obtienen y trazan los taludes de la sección.

Se marca el espesor del Sr. con línea punteada y se anotan los anchos y las sobreelevaciones con rojo.

Por ultimo se deberá marcar con tinta negra y línea punteada el despalme, en caso que se recomiende. Así como las recomendaciones especiales como: escarificado, escalones de liga, cambios de talud, contracunetas, etc.

NOTA (para el caso se considera despalme de 20 cm en las áreas fuera del camino existente)

VI.IV.- AREADO DE LAS SECCIONES.

Una vez proyectadas todas y cada una de las secciones de construcción, se procede a obtener el área para cada uno de los conceptos, según el estudio geotécnico y procedimiento constructivo.

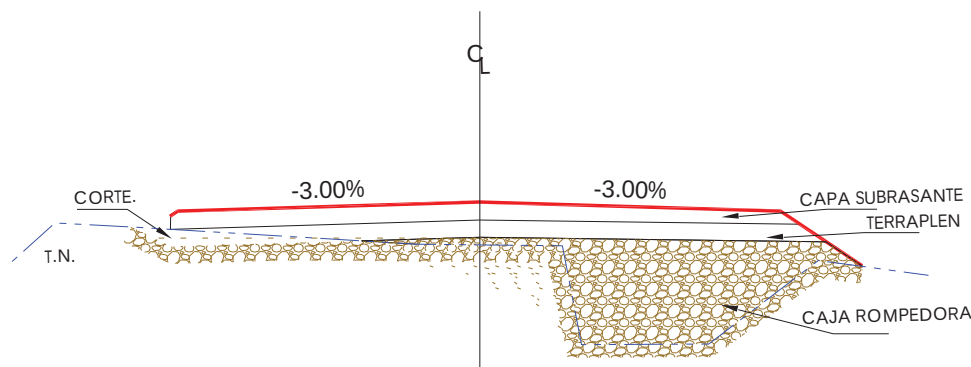


Figura 6.1

1.-Despalme (D).- Es un corte sobre la capa superficial del terreno, cuando se trate de una capa vegetal o de características no aptas para la construcción, ya sea que se trate de zonas de corte, despalme de terraplén o bancos. Ordinariamente varía de 20 a 30 cm.

2.-Corte (C).- Así se designa a la porción del terreno que se extrae, la cual puede ser o no utilizada en la construcción del terraplén.

En ocasiones el corte se diferencia en estratos, sin embargo cuando el proyectista no esta en total contacto con el trabajo de campo, resulta muy difícil acertar y es preferible que la diferenciación en los cortes la haga el residente en el transcurso de la obra.

3.- Terraplén (T).- Se llama así a la capa de material generalmente producto del corte, que se coloca abajo de la capa subrasante (subcorona) y que es material compactable.

4.- Escalones de liga (EL).- Se refiere a cortes y terraplenes que son necesarios realizar, cuando la sección del camino se aloja en balcón y el terraplén es de altura considerable o bien cuando se trata de ligar con terraplenes existentes.



5.- Subrasante de banco (SR).- Se refiere a la última capa de las terracerías que servirá como transición a las capas del pavimento, cuando esta será construida con material de banco.

En el ejemplo se supone que el material del terreno natural, una vez realizado el despalme puede utilizarse como subrasante, por lo cual se tendrán dos áreas y dos conceptos distintos en la formación de la subrasante correspondiente a los incisos 5 y 6.

6.- Escarificado para subrasante (ESR).- En este caso se refiere a la parte del terreno natural que servirá para la construcción de la capa subrasante previo escarificado y re compactación.

7.- Cuñas de afinamiento.- Esta área debe sumarse al área de la capa que se trate, se refiere al material de más, que debe colocarse para garantizar la compactación en los hombros del camino.

8.- Excavación en contra-cuneta (ECC).- Es el corte que debe realizarse para formar la contra-cuneta, no deberá tomarse por separado el área de la cuneta en virtud de que esta, se incluye en el corte.

9.- Muro de retención.- Las áreas de muro de contención no deberán obtenerse mediante este método, sino en el proyecto individual del muro, sin embargo si deberán indicarse en las secciones transversales.

10.- Compactación en la cama de cortes y desplante de terraplenes (CCC) (CDT) .- Estos conceptos se refieren al tratamiento que debe realizarse al terreno natural, una vez realizado el despalme, con objeto de que cumpla con el VRS supuesto en el diseño del pavimento.

12.- Capa rompedora de capilaridad (CRC) .- En caminos alojados abajo del nivel del terreno natural, cuando este contenga altos índices de humedad o en rellenos de canales, es conveniente alojar una capa compuesta por material no compactable que evite la ascensión capilar.

13.- Capa subyacente (SY).- Es la capa que debe construirse sobre los pedraplenes, con objeto de impedir la pérdida de material fino, esta debe tener tamaños menores que el pedraplén y mayores que la capa siguiente.

14.- Subdren (SD) .- Este inciso se refiere únicamente a los drenes longitudinales similares al tipo Francés, que conviene colocar en los tramos en que se construye capa rompedora de capilaridad o en las secciones en balcón en el lado del corte, se colocan bajo la cuneta y deben obtenerse los volúmenes tanto de excavación como de relleno, descontando al relleno el área que ocupa el tubo.

Estos son solo algunos de los conceptos más usados, para cada caso particular deben incluirse todos los que el procedimiento constructivo señale, cuidando de preferencia que sean conceptos ya incluidos en las normas de la S.C.T.

Areado de las secciones de construcción.



Una vez proyectadas y dibujadas las secciones y definidas las áreas que deban de obtenerse, se realizará el cálculo de las mismas usando cualquiera de los siguientes métodos.

1.- Método gráfico

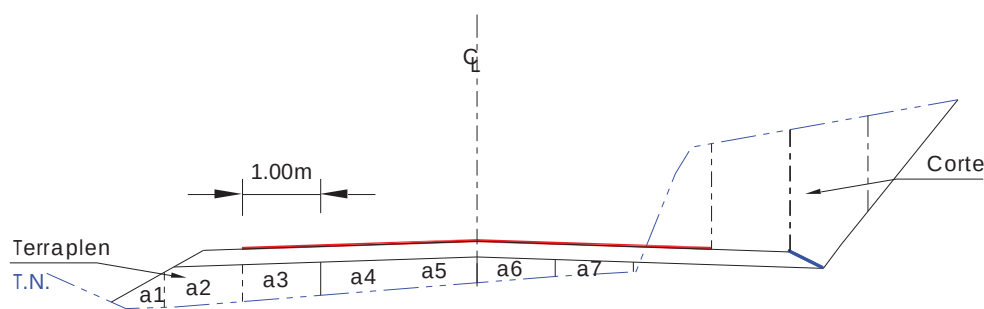
2.- Método del planímetro

3.- Método analítico

Por su facilidad haremos referencia únicamente el método gráfico, el cual consiste en acumular las distancias verticales de la figura que se esta areando, a cada metro (un centímetro en el papel), aprovechando que las secciones están dibujadas a escala 1 a 100 y en papel milimétrico. Al final únicamente se suman todas las distancias y la suma será igual al área en metros cuadrados.

Esto se ilustra en la figura

Ejemplo:



ÁREA DE TERRAPLÉN = SUMA DE (a1 A a9) =METROS CUADRADOS

a1, a2 etcétera en cm

VI.V.- CÁLCULO DE VOLÚMENES.

Una vez calculadas todas las áreas, se procede a calcular los volúmenes, con la suposición de que el camino esta formado por una serie de prismoides sin variaciones entre las estaciones dibujadas.



Ejemplo:

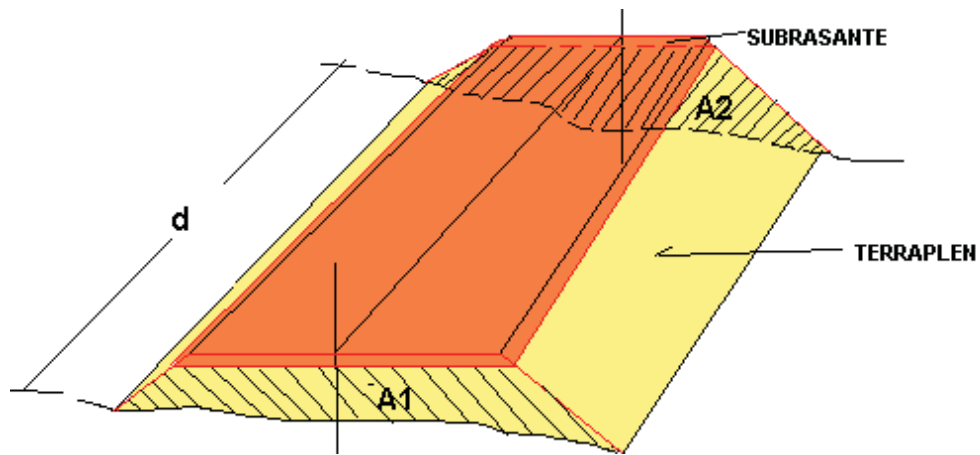


FIG.

Donde el volumen se calcula como $(A1 + A2) \frac{d}{2}$

En resumen, el volumen será el promedio de las áreas de las secciones por la distancia que hay entre ellas.



CAPITULO VII.- ORDENADA CURVA MASA (O.C.M.)



VII.I.- LLENADO DEL FORMATO DE CURVA-MASA.

Para facilitar los cálculos de volúmenes y acarreos, se emplea el formato de curva-masa en el cual además de los volúmenes totales, se obtienen las ordenadas que servirán para dibujar el diagrama de curva-masa y proyectar los movimientos de tierra que habrán de ejecutarse.

PROCEDIMIENTO DE LLENADO.

- 1.- Anotar todas las estaciones areadas.
- 2.- Anotar en los encabezados las abreviaturas de los conceptos y el valor para cada estación.
- 3.- Realizar la suma del área más la consecutiva.
- 4.- Calcular la semidistancia entre estaciones.
- 5.- Multiplicar las sumas obtenidas en el paso 3 por las semidistancias.
- 6.- En el caso de que los materiales producto de los cortes se utilicen en la formación de alguna de las otras capas, se continuara el cálculo hasta obtener la ordenada de curva masa.

En caso contrario el cálculo puede dejarse hasta la obtención de volúmenes calculando el abastecimiento o reducción de aquellos que lo requieran.

- 7.- Del estudio geotécnico, se obtienen los coeficientes de variabilidad volumétrica, según sea el caso, por ejemplo:

En caso de que el material de corte se use en la construcción de los terraplenes, el coeficiente se obtendrá tomando en cuenta el cambio de volumen del material en estado natural con la compactación natural a la compactación recomendada para terraplenes, generalmente 90 % del peso volumétrico seco máximo PROCTOR.

Deberán abundarse también los materiales a desperdiciar a efecto de calcular el precio de los acarreos.

Ejemplo:

- A) suponiendo que el material de corte se desperdicia.
- B) volumen de corte = 3561 m^3
- C) volumen que será acarreado = $3561 \times (\text{coeficiente de variabilidad})$

En este caso el coeficiente sería de estado natural a suelto $CVV = 1.18$



D) volumen de acarreo del desperdicio = $3561 \times 1.18 = 4202 \text{ m}^3$

8.- Posteriormente se obtienen los totales de corte y terraplén, en el entendido de que el material cortado puede ser empleado en el terraplén o en otra capa.

9.- Para calcular la ordenada se realiza la suma algebraica entre total de corte y total de terraplén, anotándose en su respectiva columna, posteriormente se anota un origen arbitrario para el primer renglón (una cifra elevada para no tener cantidades negativas) y se suman o restan las sumas algebraicas, obteniendo así una ordenada para cada estación.

DEFINICIÓN DEL COEFICIENTE DE VARIABILIDAD VOLUMÉTRICA.

Es la relación entre el peso volumétrico del material en su estado inicial, entre el peso volumétrico del mismo material en su segundo estado, el cual puede ser suelto o formando parte de una cierta capa, con determinada compactación.

Es importante mencionar que este coeficiente puede variar para los diferentes estratos o para distintos tramos.

VII.II.- DIBUJO DEL DIAGRAMA DE MASAS.

Es una gráfica donde las abscisas están representadas por las estaciones (generalmente cada 20 m.) Y las ordenadas son cifras obtenidas en el calculo anterior y que representan m^3 de material.

Solamente cuando los materiales producto del corte, son utilizables en la formación del terraplén, la curva-masa es la integral de la curva del perfil del camino y tendrá sus máximos y mínimos donde el espesor de corte o terraplén sea cero, lo cual ocurre en los puntos de paso.

VII.III.- CARACTERÍSTICAS DE LA CURVA-MASA.

- 1.- Cuando predomina el corte en la suma algebraica, la curva crece y cuando predomina el terraplén la curva decrece.
- 2.- En los máximos o mínimos, las tangentes a la curva son horizontales.
- 3.- La diferencia entre dos ordenadas de la curva, expresa un volumen.
- 4.- Si en el diagrama se traza una línea horizontal que lo corte dos veces consecutivas, los puntos interceptados tendrán la misma ordenada y por lo tanto los volúmenes de corte y terraplén serán iguales, en otras palabras este tramo será compensado.

A esta línea se le llamará compensadora y la distancia de acarreo será la comprendida entre ambos centros de gravedad, restándole el acarreo libre, el cual se acostumbra que sea de 20 m



5.- Cuando en un tramo compensado inicialmente el diagrama asciende o sea que hay un corte y posteriormente desciende, el acarreo será hacia adelante.

En situación inversa el acarreo será hacia atrás.

6.- El área comprendida entre el diagrama de masas y la compensadora es igual al acarreo total, al cual se deberá restar el acarreo libre.

ORDENADA CURVA MASA.

PAVIMENTACIÓN CON CARPETA ASFÁLTICA DEL CAMINO A SAN ILDEFONSO

EST	AREA	AREA	TERRAP	CORTE	D/2	FACT. ABUND	FACT. COMP	CORTE+		TERRAPLEN-		OCM
			A1+A2	A1+A2				VOL	VOL/AC	VOL	VOL/AC	
0+000	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+020	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+040	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+060	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+080	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+100	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+120	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+140	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+160	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+180	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+200	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+220	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+240	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+260	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+280	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+300	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+320	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+340	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+360	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+380	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+400	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+420	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+440	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+460	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+480	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+500	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+520	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+540	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+560	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+580	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+600	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+620	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+640	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+660	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00



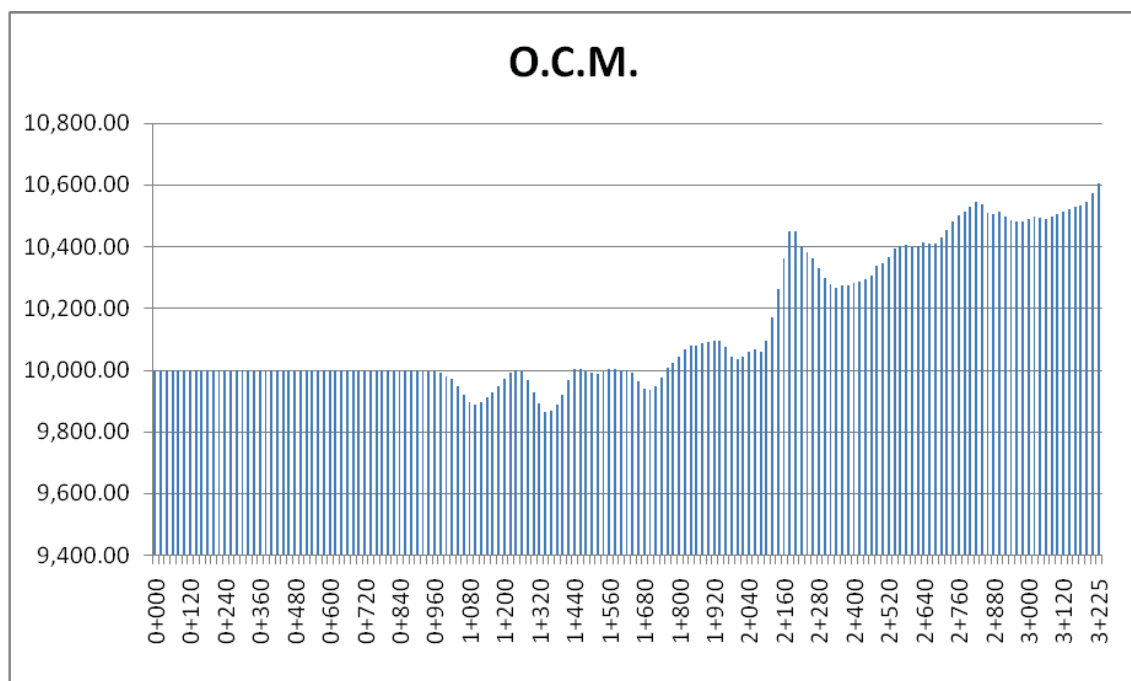
0+680	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+700	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+720	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+740	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+760	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+780	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+800	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+820	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+840	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+860	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+880	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	10,000.00
0+900	0.00	0.00	0.26	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	0.60	0.60	10,000.00
0+920	0.00	0.00	0.79	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	1.80	2.40	9,999.40
0+940	0.00	0.00	1.14	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	2.60	5.00	9,997.60
0+960	0.00	0.00	1.85	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	4.20	9.20	9,995.00
0+980	0.00	0.00	3.65	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.00	8.30	17.50	9,990.80
1+000	0.02	0.66	4.62	0.02	10.00	1.25	0.90	0.25	0.25	10.50	28.00	9,982.50
1+020	0.00	1.55	9.72	0.02	10.00	1.25	0.90	0.25	0.50	22.10	50.10	9,972.25
1+040	0.00	1.46	13.24	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.50	30.10	80.20	9,950.40
1+060	0.00	0.87	10.25	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	0.50	23.30	103.50	9,920.30
1+080	0.11	0.19	4.66	0.11	10.00	1.25	0.90	1.38	1.88	10.60	114.10	9,897.00
1+100	0.80	0.00	0.84	0.91	10.00	1.25	0.90	11.38	13.25	1.90	116.00	9,887.78
1+120	0.52	0.00	0.00	1.32	10.00	1.25	0.90	16.50	29.75	0.00	116.00	9,897.25
1+140	0.72	0.00	0.00	1.24	10.00	1.25	0.90	15.50	45.25	0.00	116.00	9,913.75
1+160	0.90	0.00	0.00	1.62	10.00	1.25	0.90	20.25	65.50	0.00	116.00	9,929.25
1+180	0.93	0.00	0.00	1.83	10.00	1.25	0.90	22.88	88.38	0.00	116.00	9,949.50
1+200	0.65	0.00	0.00	1.58	10.00	1.25	0.90	19.75	108.13	0.00	116.00	9,972.38
1+220	0.12	0.00	0.00	0.77	10.00	1.25	0.90	9.63	117.75	0.00	116.00	9,992.13
1+240	0.00	0.83	3.65	0.12	10.00	1.25	0.90	1.50	119.25	8.30	124.30	10,001.75
1+260	0.00	1.92	12.10	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	119.25	27.50	151.80	9,994.95
1+280	0.00	1.95	17.03	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	119.25	38.70	190.50	9,967.45
1+300	0.00	1.75	16.28	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	119.25	37.00	227.50	9,928.75
1+320	0.00	0.72	10.87	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	119.25	24.70	252.20	9,891.75
1+340	0.60	0.00	3.17	0.60	10.00	1.25	0.90	7.50	126.75	7.20	259.40	9,867.05
1+360	1.16	0.00	0.00	1.76	10.00	1.25	0.90	22.00	148.75	0.00	259.40	9,867.35
1+380	1.35	0.00	0.00	2.51	10.00	1.25	0.90	31.38	180.13	0.00	259.40	9,889.35
1+400	2.40	0.00	0.00	3.75	10.00	1.25	0.90	46.88	227.00	0.00	259.40	9,920.73
1+420	0.80	0.34	1.50	3.20	10.00	1.25	0.90	40.00	267.00	3.40	262.80	9,967.60
1+440	0.01	0.58	4.05	0.81	10.00	1.25	0.90	10.13	277.13	9.20	272.00	10,004.20
1+460	0.01	0.37	4.18	0.02	10.00	1.25	0.90	0.25	277.38	9.50	281.50	10,005.13
1+480	0.12	0.29	2.90	0.13	10.00	1.25	0.90	1.63	279.00	6.60	288.10	9,995.88
1+500	0.04	0.28	2.51	0.16	10.00	1.25	0.90	2.00	281.00	5.70	293.80	9,990.90
1+520	0.79	0.00	1.23	0.83	10.00	1.25	0.90	10.38	291.38	2.80	296.60	9,987.20
1+540	0.87	0.91	4.00	1.66	10.00	1.25	0.90	20.75	312.13	9.10	305.70	9,994.78
1+560	0.35	0.61	6.69	1.22	10.00	1.25	0.90	15.25	327.38	15.20	320.90	10,006.43
1+580	0.13	0.52	4.97	0.48	10.00	1.25	0.90	6.00	333.38	11.30	332.20	10,006.48
1+600	0.50	0.38	3.96	0.63	10.00	1.25	0.90	7.88	341.25	9.00	341.20	10,001.18
1+620	0.00	1.18	6.86	0.50	10.00	1.25	0.90	6.25	347.50	15.60	356.80	10,000.05
1+640	0.00	1.49	11.75	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	347.50	26.70	383.50	9,990.70



1+660	0.00	0.80	10.08	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	347.50	22.90	406.40	9,964.00
1+680	0.80	0.65	6.38	0.80	10.00	1.25	0.90	10.00	357.50	14.50	420.90	9,941.10
1+700	0.58	0.00	2.86	1.38	10.00	1.25	0.90	17.25	374.75	6.50	427.40	9,936.60
1+720	1.70	0.00	0.00	2.28	10.00	1.25	0.90	28.50	403.25	0.00	427.40	9,947.35
1+740	0.99	0.00	0.00	2.69	10.00	1.25	0.90	33.63	436.88	0.00	427.40	9,975.85
1+760	0.36	0.00	0.00	1.35	10.00	1.25	0.90	16.88	453.75	0.00	427.40	10,009.48
1+780	1.06	0.01	0.04	1.42	10.00	1.25	0.90	17.75	471.50	0.10	427.50	10,026.35
1+800	0.83	0.00	0.04	1.89	10.00	1.25	0.90	23.63	495.13	0.10	427.60	10,044.00
1+820	0.28	0.24	1.06	1.11	10.00	1.25	0.90	13.88	509.00	2.40	430.00	10,067.53
1+840	0.15	0.00	1.06	0.43	10.00	1.25	0.90	5.38	514.38	2.40	432.40	10,079.00
1+860	0.49	0.12	0.53	0.64	10.00	1.25	0.90	8.00	522.38	1.20	433.60	10,081.98
1+880	0.04	0.13	1.10	0.53	10.00	1.25	0.90	6.63	529.00	2.50	436.10	10,088.78
1+900	0.16	0.00	0.57	0.20	10.00	1.25	0.90	2.50	531.50	1.30	437.40	10,092.90
1+920	0.28	0.17	0.75	0.44	10.00	1.25	0.90	5.50	537.00	1.70	439.10	10,094.10
1+940	0.23	2.53	11.88	0.51	10.00	1.25	0.90	6.38	543.38	27.00	466.10	10,097.90
1+960	0.16	1.32	16.94	0.39	10.00	1.25	0.90	4.88	548.25	38.50	504.60	10,077.28
1+980	0.45	0.10	6.25	0.61	10.00	1.25	0.90	7.63	555.88	14.20	518.80	10,043.65
2+000	0.48	0.17	1.19	0.93	10.00	1.25	0.90	11.63	567.50	2.70	521.50	10,037.08
2+020	1.09	0.23	1.76	1.57	10.00	1.25	0.90	19.63	587.13	4.00	525.50	10,046.00
2+040	0.04	0.59	3.61	1.13	10.00	1.25	0.90	14.13	601.25	8.20	533.70	10,061.63
2+060	0.39	0.57	5.10	0.43	10.00	1.25	0.90	5.38	606.63	11.60	545.30	10,067.55
2+080	2.85	0.15	3.17	3.24	10.00	1.25	0.90	40.50	647.13	7.20	552.50	10,061.33
2+100	3.53	0.00	0.66	6.38	10.00	1.25	0.90	79.75	726.88	1.50	554.00	10,094.63
2+120	3.54	0.00	0.00	7.07	10.00	1.25	0.90	88.38	815.25	0.00	554.00	10,172.88
2+140	4.43	0.02	0.09	7.97	10.00	1.25	0.90	99.63	914.88	0.20	554.20	10,261.25
2+160	2.69	0.00	0.09	7.12	10.00	1.25	0.90	89.00	1,003.88	0.20	554.40	10,360.68
2+180	0.02	3.23	14.21	2.71	10.00	1.25	0.90	33.88	1,037.75	32.30	586.70	10,449.48
2+200	0.00	1.56	21.08	0.02	10.00	1.25	0.90	0.25	1,038.00	47.90	634.60	10,451.05
2+220	0.07	0.81	10.43	0.07	10.00	1.25	0.90	0.88	1,038.88	23.70	658.30	10,403.40
2+240	0.00	1.12	8.49	0.07	10.00	1.25	0.90	0.88	1,039.75	19.30	677.60	10,380.58
2+260	0.00	2.00	13.73	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	1,039.75	31.20	708.80	10,362.15
2+280	0.00	1.08	13.55	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	1,039.75	30.80	739.60	10,330.95
2+300	0.00	1.16	9.86	0.00	10.00	1.25	0.90	0.00	1,039.75	22.40	762.00	10,300.15
2+320	0.31	0.13	5.68	0.31	10.00	1.25	0.90	3.88	1,043.63	12.90	774.90	10,277.75
2+340	0.26	0.12	1.10	0.57	10.00	1.25	0.90	7.13	1,050.75	2.50	777.40	10,268.73
2+360	0.21	0.13	1.10	0.47	10.00	1.25	0.90	5.88	1,056.63	2.50	779.90	10,273.35
2+380	0.48	0.29	1.85	0.69	10.00	1.25	0.90	8.63	1,065.25	4.20	784.10	10,276.73
2+400	0.50	0.24	2.33	0.98	10.00	1.25	0.90	12.25	1,077.50	5.30	789.40	10,281.15
2+420	0.24	0.16	1.76	0.74	10.00	1.25	0.90	9.25	1,086.75	4.00	793.40	10,288.10
2+440	1.09	0.01	0.75	1.33	10.00	1.25	0.90	16.63	1,103.38	1.70	795.10	10,293.35
2+460	1.41	0.18	0.84	2.50	10.00	1.25	0.90	31.25	1,134.63	1.90	797.00	10,308.28
2+480	0.10	0.71	3.92	1.51	10.00	1.25	0.90	18.88	1,153.50	8.90	805.90	10,337.63
2+500	2.45	0.44	5.06	2.55	10.00	1.25	0.90	31.88	1,185.38	11.50	817.40	10,347.60
2+520	0.46	0.38	3.61	2.91	10.00	1.25	0.90	36.38	1,221.75	8.20	825.60	10,367.98
2+540	0.63	0.29	2.95	1.09	10.00	1.25	0.90	13.63	1,235.38	6.70	832.30	10,396.15
2+560	0.47	0.85	5.02	1.10	10.00	1.25	0.90	13.75	1,249.13	11.40	843.70	10,403.08
2+580	0.08	0.57	6.25	0.55	10.00	1.25	0.90	6.88	1,256.00	14.20	857.90	10,405.43
2+600	0.66	0.00	2.51	0.74	10.00	1.25	0.90	9.25	1,265.25	5.70	863.60	10,398.10
2+620	0.49	0.15	0.66	1.15	10.00	1.25	0.90	14.38	1,279.63	1.50	865.10	10,401.65



2+640	0.44	1.30	6.38	0.93	10.00	1.25	0.90	11.63	1,291.25	14.50	879.60	10,414.53
2+660	1.04	0.70	8.80	1.48	10.00	1.25	0.90	18.50	1,309.75	20.00	899.60	10,411.65
2+680	1.12	0.15	3.74	2.16	10.00	1.25	0.90	27.00	1,336.75	8.50	908.10	10,410.15
2+700	1.02	0.00	0.66	2.14	10.00	1.25	0.90	26.75	1,363.50	1.50	909.60	10,428.65
2+720	1.12	0.03	0.13	2.14	10.00	1.25	0.90	26.75	1,390.25	0.30	909.90	10,453.90
2+740	0.65	0.17	0.88	1.77	10.00	1.25	0.90	22.13	1,412.38	2.00	911.90	10,480.35
2+760	0.68	0.17	1.50	1.33	10.00	1.25	0.90	16.63	1,429.00	3.40	915.30	10,500.48
2+780	0.86	0.17	1.50	1.54	10.00	1.25	0.90	19.25	1,448.25	3.40	918.70	10,513.70
2+800	0.70	0.26	1.89	1.56	10.00	1.25	0.90	19.50	1,467.75	4.30	923.00	10,529.55
2+820	0.02	1.37	7.17	0.72	10.00	1.25	0.90	9.00	1,476.75	16.30	939.30	10,544.75
2+840	0.04	1.38	12.10	0.06	10.00	1.25	0.90	0.75	1,477.50	27.50	966.80	10,537.45
2+860	0.74	0.00	6.07	0.78	10.00	1.25	0.90	9.75	1,487.25	13.80	980.60	10,510.70
2+880	0.23	0.49	2.16	0.97	10.00	1.25	0.90	12.13	1,499.38	4.90	985.50	10,506.65
2+900	0.00	1.47	8.62	0.23	10.00	1.25	0.90	2.88	1,502.25	19.60	1,005.10	10,513.88
2+920	0.33	0.08	6.82	0.33	10.00	1.25	0.90	4.13	1,506.38	15.50	1,020.60	10,497.15
2+940	0.04	0.67	3.30	0.37	10.00	1.25	0.90	4.63	1,511.00	7.50	1,028.10	10,485.78
2+960	0.80	0.60	5.59	0.84	10.00	1.25	0.90	10.50	1,521.50	12.70	1,040.80	10,482.90
2+980	0.38	0.00	2.64	1.18	10.00	1.25	0.90	14.75	1,536.25	6.00	1,046.80	10,480.70
3+000	0.20	0.05	0.22	0.58	10.00	1.25	0.90	7.25	1,543.50	0.50	1,047.30	10,489.45
3+020	0.02	0.51	2.46	0.22	10.00	1.25	0.90	2.75	1,546.25	5.60	1,052.90	10,496.20
3+040	0.22	0.04	2.42	0.24	10.00	1.25	0.90	3.00	1,549.25	5.50	1,058.40	10,493.35
3+060	0.34	0.00	0.18	0.56	10.00	1.25	0.90	7.00	1,556.25	0.40	1,058.80	10,490.85
3+080	0.25	0.01	0.04	0.59	10.00	1.25	0.90	7.38	1,563.63	0.10	1,058.90	10,497.45
3+100	0.36	0.02	0.13	0.61	10.00	1.25	0.90	7.63	1,571.25	0.30	1,059.20	10,504.73
3+120	0.33	0.02	0.18	0.69	10.00	1.25	0.90	8.63	1,579.88	0.40	1,059.60	10,512.05
3+140	0.37	0.01	0.13	0.70	10.00	1.25	0.90	8.75	1,588.63	0.30	1,059.90	10,520.28
3+160	0.17	0.27	1.23	0.54	10.00	1.25	0.90	6.75	1,595.38	2.80	1,062.70	10,528.73
3+180	0.97	0.00	1.19	1.14	10.00	1.25	0.90	14.25	1,609.63	2.70	1,065.40	10,532.68
3+200	1.40	0.00	0.00	2.37	10.00	1.25	0.90	29.63	1,639.25	0.00	1,065.40	10,544.23
3+220	1.18	0.00	0.00	2.58	10.00	1.25	0.90	32.25	1,671.50	0.00	1,065.40	10,573.85
3+225	1.18	0.00	0.00	2.36	2.50	1.25	0.90	7.38	1,678.88	0.00	1,065.40	10,606.10





CAPITULO VIII.- VOLÚMENES DE OBRA.



VOLÚMENES DE OBRA Y PRESUPUESTO

Como ya se menciona uno de los objetos principales del proyecto geométrico, es el de que sirva para presupuestar la obra, previendo todas las actividades que serán realizadas para tener un camino completo, seguro, funcional, protegido, de apariencia agradable y que requiera en un futuro pocas inversiones para su conservación.

CALCULO DE VOLÚMENES DE OBRA.

Previo a la elaboración del catalogo de conceptos, deberán obtenerse todos y cada uno de los volúmenes de obra que serán ejecutados, de acuerdo a la unidad establecida por las normas.

Volviendo a nuestro ejemplo, hasta este momento se tienen calculados los volúmenes siguientes:

Volúmenes de terracerías, calculados de la curva-masa

Volumen de obras de drenaje, calculados al proyectar las mismas

Volumen de señalamiento

Volúmenes faltantes

Volúmenes de pavimentos

Volúmenes de obras complementarias de drenaje

Volúmenes de mobiliario y paisaje

Otros.

Es conveniente calcular estos volúmenes por medio de generadores, empleando, para enlistarlos, algunos formatos predeterminados que incluyan la mayoría de los conceptos, a efecto de que no se omitan algunos por olvido. Finalmente, ya enlistados se le da forma y orden en el catálogo de conceptos, cuidando de no repetir involuntariamente algún trabajo.

ALGUNOS COMENTARIOS SOBRE EL CALCULO DE VOLÚMENES Y LA INTEGRACIÓN DEL CATALOGO.

1.- La curva masa es una herramienta muy útil para calcular los volúmenes y debe aprovecharse al máximo, ocasionalmente se emplea solo para calcular las terracerías, es decir despalmes, cortes, capas de terracerías, escarificados y otros, dado que el proyecto se elabora al nivel de subrasante, pero con la misma pueden calcularse volúmenes para pavimentos es decir base, sub-base, carpeta asfáltica, volumen de subdrenes, volúmenes de compactación del terreno natural, etc.



2.- Los sobreacarreos para terracerías deben incluir los movimientos de proyecto, o sea, los movimientos del material de corte para formar el terraplén; asimismo los acarreos de materiales de banco para subrasante, capa rompedora de capilaridad o cualquier otra capa de terracería, acarreo de los materiales de desperdicio, lo anterior, siempre que el concepto se integre por unidad de obra terminada.

3.- Las obras de drenaje complementarias (cunetas, bordillos y lavaderos), es conveniente integrarlas por metro cúbico de concreto P.U.O.T. debiendo anexar al catálogo los croquis de estos elementos con sus dimensiones y características.

El cálculo de volumen puede obtenerse de las secciones de construcción, debiendo anexar una relación de los cadenamientos en que se construirán estos elementos.

4.- Los sobreacarreos para materiales de pavimentos, conviene separarlos en “medios en los vehículos de transporte” para los materiales de sello y “medidos compactos en la capa construida” para bases y sub-bases

Los materiales para carpeta de mezcla asfáltica, cuando se trata de conceptos P.U.O.T. incluyen el acarreo.

5.- Los volúmenes de concreto, mampostería y aceros para conceptos P.U.O.T. en obras de drenaje, incluyen los materiales y acarreos de los mismos entre otros trabajos, por lo cual no es necesario considerarlos por separado.

6.- Los volúmenes para banquetas y guarniciones se obtienen definiendo la longitud en las secciones de construcción y multiplicándola por el área de la sección.

Se deben anexar croquis con las dimensiones de estos elementos y conviene considerarlas en el catalogo como concretos por unidad de obra terminada.

7.- Los volúmenes de obra derivados del proyecto de paisaje y mobiliario urbano, se cuantificaran de acuerdo al mismo y los conceptos se integraran de acuerdo a las normas o bien de acuerdo a especificaciones particulares.

NOTAS SOBRE LA OBTENCIÓN DE VOLÚMENES.

1.- En el concepto de prestamos, se incluyen los volúmenes de materiales que se emplearan de banco en terracerías, debe mencionarse que se incluye el costo de las regalías, ya que el concepto no lo contempla

2.- Cuando se trate de bases o sub-bases estabilizadas, conviene no incluir el concepto de formación de estas capas, sino el concepto de estabilización aquí incluido, el cual contempla además de la mezcla del producto estabilizante, la construcción de la capa.

3.- El cálculo del volumen de la cal se realiza multiplicando el volumen del material de base por el peso volumétrico seco suelto por el tres por ciento para este caso.



4.- Para obtener los volúmenes de los riegos (pétreos y asfálticos)

Se multiplica el área de la calzada por la dosificación en cada caso. Cabe mencionar que en mayo de 1996 Pemex retiro del mercado los productos asfálticos FM y FR, y en su lugar actualmente se utiliza emulsión de fraguado medio en proporción de 1.4 a 1.7 para impregnaciones y emulsión de fraguado rápido en proporción de 1.15 a 1.7 lt/m² en liga.

5.- Deben anexarse las especificaciones particulares del señalamiento vertical y horizontal.

OBRA: PAVIMENTACION ASFALTICA DE DEL CAMINO DE
ACCESO A SAN ILDEFONSO
UBICACIÓN: SAN ILDEFONSO.

NUMEROS GENERADORES No.

PERIODO:

FECHA:

HOJA:

CLAVE	C O N C E P T O	U	LOCALIZACION			LARGO	ANCHO 1	ANCHO 2	AREA PROM.		RESULTADO
			EJE	TRAMO							
	Trazo y nivelación de terreno con equipo topografico, incluye: equipo de medición, estacas, cal, pintura, herramienta y mano de obra.	M2	0.00	0.00	20.00	20.00	10.00	10.00	10.00		200.00
			20.00	20.00	40.00	20.00	10.00	10.00	10.00		200.00
			40.00	40.00	60.00	20.00	10.00	10.00	10.00		200.00
			60.00	60.00	80.00	20.00	10.00	10.00	10.00		200.00
			80.00	80.00	100.00	20.00	10.00	10.00	10.00		200.00
			-	-	-	-	-	-	-		-
			-	-	-	-	-	-	-		-
			-	-	-	-	-	-	-		-
			3225.00	160.00	180.00	20.00	2.20	2.20	2.20		44.00
										TOTAL	32250.00

OBRA: PAVIMENTACION ASFALTICA DE DEL CAMINO DE
ACCESO A SAN ILDEFONSO
UBICACIÓN: SAN ILDEFONSO.

NUMEROS GENERADORES No.

PERIODO:

FECHA:

HOJA:

CLAVE	CONCEPTO	U	LOCALIZACION			LARGO	AREA 1	AREA 2	AREA PROMEDIO	F.A.	RESULTADO
			EJE	TRAMO							
	Corte de material tipo "B" para alojar base	M3	0.00	0.00	20.00	20.00	3.82	7.42	5.62	1.25	112.40
			20.00	20.00	40.00	20.00	7.42	2.59	5.01	1.25	100.10
			40.00	40.00	60.00	20.00	2.59	1.92	2.26	1.25	45.10
			60.00	60.00	80.00	20.00	1.92	2.23	2.08	1.25	41.50
			80.00	80.00	100.00	20.00	2.23	2.26	2.25	1.25	44.90
			-	-	-	-	-	-	-	1.25	-
			-	-	-	-	-	-	-	1.25	-
			-	-	-	-	-	-	-	1.25	-
			3225.00	160.00	180.00	20.00	2.20	2.20	2.20	1.25	44.00
										TOTAL	1678.88



OBRA: PAVIMENTACION ASFALTICA DE DEL CAMINO DE
ACCESO A SAN ILDEFONSO
UBICACIÓN: SAN ILDEFONSO.

NUMEROS GENERADORES No.

PERIODO:

FECHA:

HOJA:

CLAVE	CONCEPTO	U	LOCALIZACION			LARGO	AREA 1	AREA 2	AREAPROM.	F.C.	RESULTADO		
			EJE	TRAMO									
	Terraplen con material cementado de banco, incluye suministro y colocacion.	M3	0.00	0.00	20.00	20.00	3.82	0.00	0.00	0.9	0.00		
			20.00	20.00	40.00	20.00	7.42	0.00	0.00	0.9	0.00		
			40.00	40.00	60.00	20.00	2.59	0.00	0.00	0.9	0.00		
			60.00	60.00	80.00	20.00	1.92	0.00	0.00	0.9	0.00		
			80.00	80.00	100.00	20.00	2.23	0.00	0.00	0.9	0.00		
										0.9			
										0.9			
										0.9			
					3225.00	160.00	180.00	20.00	2.20	2.20	2.20	0.9	44.00
												TOTAL	1065.40

OBRA: PAVIMENTACION ASFALTICA DE DEL CAMINO DE
ACCESO A SAN ILDEFONSO
UBICACIÓN: SAN ILDEFONSO.

NUMEROS GENERADORES No.

PERIODO:

FECHA:

HOJA:

CLAVE	C O N C E P T O	U	LOCALIZACION			LARGO	AREA 1	AREA 2	AREA PROM.	F.C.	RESULTADO
			EJE	TRAMO							
	Suministro y colocación de base hidráulica de 20 cm. de espesor compactos, incluye; suministro del material de banco , mezclado, tendido y compactado al 90% de la prueba PROCTOR, P.U.O.T.	M3	0.00	0.00	20.00	20.00	3.82	7.42	5.62	0.95	112.40
			20.00	20.00	40.00	20.00	7.42	2.59	5.01	0.95	100.10
			40.00	40.00	60.00	20.00	2.59	1.92	2.26	0.95	45.10
			60.00	60.00	80.00	20.00	1.92	2.23	2.08	0.95	41.50
			80.00	80.00	100.00	20.00	2.23	2.26	2.25	0.95	44.90
			-	-	-	-	-	-	-	0.95	-
			-	-	-	-	-	-	-	0.95	-
			-	-	-	-	-	-	-	0.95	-
			3225.00	160.00	180.00	20.00	2.20	2.20	2.20	0.95	44.00
										TOTAL	3474.95

OBRA: PAVIMENTACION ASFALTICA DE DEL CAMINO DE
ACCESO A SAN ILDEFONSO
UBICACIÓN: SAN ILDEFONSO.

NUMEROS GENERADORES No.

PERIODO:

FECHA:

HOJA:

CLAVE	C O N C E P T O	U	LOCALIZACION			LARGO	ANCHO 1	ANCHO 2	ANCHO PROM.	F.C.	RESULTADO
			EJE	TRAMO							
	Suministro, aplicación y compactación de carpeta de concreto asfáltico en caliente de 5 cm de espesor compactos	M2	0.00	0.00	20.00	20.00	10.39		0.00	0.9	0.00
			20.00	20.00	40.00	20.00	6.15	16.54	0.00	0.9	0.00
			40.00	40.00	60.00	20.00	6.14	12.29	0.00	0.9	0.00
			60.00	60.00	80.00	20.00	6.07	12.21	0.00	0.9	0.00
			80.00	80.00	100.00	20.00	6.08	12.15	0.00	0.9	0.00
			-	-	-	-	-	-	-	0.9	-
			-	-	-	-	-	-	-	0.9	-
			-	-	-	-	-	-	-	0.9	-
			3225.00	160.00	180.00	20.00	2.20	2.20	2.20	0.9	44.00
										TOTAL	19662.70



CONCLUSIONES.



Es incuestionable que existen factores ajenos, que impiden lograr proyectos ejecutivos adecuados y oportunos, que muchas de las veces se convierten en obstáculos infranqueables para el proyectista, mencionare aquí dos de los principales y los errores, omisiones y faltas que con más frecuencia se cometen en la elaboración de los proyectos y que dan como resultado una obra de características deficientes, estos los clasificamos como factores internos.

Finalmente se menciona la forma mínima de presentar un proyecto terminado.

FACTORES EXTERNOS.

FALTA DE OPORTUNIDAD EN LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS.

De forma lamentable podemos decir que en muchas ocasiones la ejecución de las obras se lleva a cabo por presiones o conveniencias políticas y pocas veces atienden a una planeación programada de acuerdo con las necesidades reales de la red carretera.

El origen de la programación ocasiona que los proyectos no sean elaborados con la suficiente antelación y la prisa es un factor definido en la calidad de estos trabajos.

En conclusión todos los proyectos ejecutivos debieran ser elaborados en un periodo mínimo de un ejercicio fiscal antes y un máximo de tres, a efecto de que se consideren como proyectos aplicables con seguridad.

Por otra parte, el problema principal al tratar de concursar una obra antes de contar con el proyecto ejecutivo debidamente concluido y revisado, es que no se tienen los elementos suficientes para elaborar un catalogo de conceptos adecuado, lo cual origina que al tener el proyecto concluido en la etapa de obra, resulten conceptos y volúmenes no contemplados, que permitirán a las empresas contratistas elevar precios, trayendo consigo por ultimo que la obra no se concluya de acuerdo a los planteamientos iniciales.

RESTRICCIONES FÍSICAS PARA PROYECTAR

Otro factor externo que incluye en la calidad de los proyectos, es la falta de terrenos liberados o de recursos para liberarlos, lo cual impide proyectar con apego a las especificaciones y origina que la opción de proyecto no sea la más adecuada técnicamente.

Estas restricciones, obligan al proyectista a convertirse en gestor de afectaciones, toda vez que las restricciones económicas dejan como única salida el convencimiento de las personas afectadas, para llevar a cabo el proyecto.



TRABAJOS TOPOGRÁFICOS DE CAMPO Y GABINETE

Se consideran aceptables los procedimientos empleados en este tipo de trabajos, los cuales además de confiables son prácticos y dinámicos, sin embargo aquellas ocasiones en que se realizan modificaciones considerables, deben ejecutarse los trabajos topográficos definitivos, es decir después de la modificación, ya que de ello se derivara el tener un proyecto totalmente confiable.

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Dentro de los procedimientos constructivos, las fallas más comunes que se han detectado son las siguientes

a) Como antes se menciono los bancos de materiales en el estado de México, están tan identificados que en muchas ocasiones ya no se estudian, o se aprovechan los estudios realizados en otras ocasiones,

Lo cual nos obliga a trabajar con datos supuestos que en muchas ocasiones son erróneos para el frente de ataque que se tenga.

b) Debido a que los procedimientos constructivos y el proyecto geométrico se desarrolla en dos áreas diferentes en la Junta de Caminos, cuando de proyectos ejecutivos por administración se trata, se da pie a cometer ciertas incongruencias, es decir muchas veces se proponen procedimientos que geométricamente no son aplicables, además de que queda una laguna de conceptos sin definir.

c) En forma general, los procedimientos propuestos se puede decir que son tradicionalistas y pocas veces se atreven a proponer acciones o materiales nuevos, desaprovechando las nuevas tecnologías.

Este comentario no sugiere que se empleen racionalmente procedimientos y/o materiales que muchas veces no esta comprobada su eficacia, sino en el sentido que se experimenten, aprueben o en su caso se desechen estos, pero con la iniciativa de ponerlos en práctica.

d) Dado que se trata de estructuras, de tierra pero estructuras al fin, los taludes de cortes y terraplenes debieran de analizarse y diseñarse si no en su totalidad al menos los de una altura considerable (la dirección general de carreteras federales considera que de 7 metros en adelante deben diseñarse).

En su lugar se utilizan indiscriminadamente los taludes 1.5 para terraplén y $\frac{1}{2} \times 1$ para cortes.

INTEGRACIÓN DEL PROYECTO.

Es muy usual que en las áreas destinadas únicamente a la elaboración de proyectos, se omitan algunos detalles elementales que se suponen conocidos por las diversas partes que participan en la construcción o modernización de los caminos



Algunas de estas omisiones son.

1.- No se define explícita y claramente los tramos en que deberá por así requerirlo la geometría, construirse obras de drenaje complementarias como son cunetas, bordillos, lavaderos, contracunetas, subdrenes, drenes transversales, cajas de captación, etc.

La localización de estas obras se deja al criterio del residente y únicamente se menciona que deben construirse.

La forma correcta sería dejar asentado en forma clara ubicación exacta, dimensiones y forma exacta, características de los materiales y dejar clara la responsabilidad de supervisores y constructores, de la destrucción de la obra por falta de estos elementos.

Estas acciones nos evitan problemas al realizar alguna revisión por las supervisiones o áreas auditoras, facilitan las cosas al constructor y traerá consigo una obra de mayor durabilidad.

2.- No se aprovecha el cálculo de curva-masa para incluir todos los conceptos desde compactaciones del terreno natural, hasta volúmenes de carpeta, trayendo consigo que estos volúmenes se obtengan por métodos menos precisos.

3.- Generalmente se omiten los conceptos elementales del proyecto de paisaje como son formación de zonas jardinadas, tratamiento de taludes etc.

DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

En el caso de caminos vecinales se tienen perfectamente identificados los impactos adversos al medio ambiente, que se presentan durante la construcción y operación de las carreteras, por lo tanto más que un estudio ambiental, es necesario exigir el cumplimiento de las medidas elementales de mitigación, limpieza absoluta de parte de la empresa constructora y además tomar alguna medida para incitar y educar al usuario, a efecto de que mantenga limpios los caminos, no obstruya las obras de drenaje y no interrumpa la circulación vehicular.

Estas medidas deben quedar estipuladas por escrito y por supuesto incluidas en el catálogo de conceptos.

Para este camino no se hizo, pues el trazo definitivo solo se hizo siguiendo el camino existente y en algunos tramos solo se amplió el mismo para cumplir con especificaciones y también así darle un mejor servicio a la comunidad.

DE LA APLICACIÓN DE LOS PROYECTOS EN LA ETAPA DE OBRA

Debe ser responsabilidad del proyectista vigilar la correcta aplicación del proyecto durante la construcción, aclarar todas las dudas que pudieran surgir y solucionar los problemas imprevistos que tengan que ver con su campo de acción.



El proyectista no se debe olvidar, es quien a visualizado desde su imaginación la posible problemática y el resultado son todas las ideas de solución, los criterios y las técnicas debidamente razonadas y discernidas, presentadas al final mediante planos constructivos.



BIBLIOGRAFÍA:

- Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y aplicaciones.

Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas G.

Alfa omega

-Elementos básicos para la ingeniería de tránsito.

Juan Manuel Pérez Nuñez.

Morelia, Mich. 1982.

-Ingeniería de caminos en México.

José Alfonso Mier Suárez.

Horacio Solorio Cano.

UMSNH

-Vías de Comunicación

Carlos Crespo

Limusa

"Manual de Ingeniería de Tránsito"

Ing. Arturo Rábago Alejandre

Especialidad En Vías Terrestres

Facultad de Ingeniería Civil

U. M. S. N. H.

-Normas de Servicios técnicos.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Subsecretaría de infraestructura.

-Estructuración de vías terrestres

Segunda edición

Fernando Olivera Bustamante.

-Apuntes de Vías Terrestres 2° Año.

Clase impartida por la Profesora Patricia Araiza Chavez.

F.I.C. (U.M.S.N.H.)

2002.

-Apuntes del curso de actualización de Pavimentos Flexibles.

Clase impartida por el Profesor Alejandro Peralta Arnaud.

F.I.C. (U.M.S.N.H.)

2006.

INTERNET.

-Google Earth (imágenes satelitales).

-www.contruaprende.com.mx



-www.inegi.com.mx

- <http://www.sitmo.com/latex> (Elaboración de formulas).

-www.cemex.com.mx