



**Ing° EDDY T. SCIPION PIÑELLA**

**2,002**

## INDICE

- 1.° BIBLIOGRAFIA – CLASIFICACION POR TRANSITABILIDAD – PLANO RED VIAL
  - 2.° LINEA GRADIENTE
  - 3.° INTRODUCCION NUEVAS NORMAS
  - 4.° NORMAS PESOS Y MEDIDAS
  - 5.° PROYECTO CURVA CIRCULAR – RADIO MINIMO
  - 6.° DISEÑO CURVAS HORIZONTALES
  - 7.° VISIBILIDADES
  - 8.° REPLANTEO CURVAS CIRCULARES
  - 9.° PERFIL LONGITUDINAL
  - 10.° CURVAS VERTICALES
  - 11.° CAPACIDADES – CARRIL DE ASCENSO
  - 12.° CAMBIO DE ANCHO DE CALZADA
  - 13.° TALUDES – CUNETAS
  - 14.° SECCION TRANSVERSAL
  - 15.° PERALTE – BOMBEO – CALZADA – BERMA
  - 16.° SOBREANCHO
  - 17.° EJERCICIO SOBRE PERALTE
  - 18.° EJERCICIO SOBREANCHO
  - 19.° BADENES – DRENAJE SUBTERRANEO
  - 20.° ALCANTARILLAS
  - 21.° CURVA MASA
  - 22.° CURVA TRANSICION
  - 23.° TUNELES
- MANUAL AMBIENTAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE CARRETERAS

## BIBLIOGRAFIA

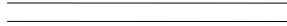
- 1.º MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS DG-1999  
Ministerio de Transportes, comunicaciones, vivienda y Construcción
- 2.º CAMINOS TOMO I - JOSE LUIS ESCARIO
- 3.º VIAS DE TRANSPORTE - CRESPO VILLALAZ.
- 4.º MANUAL DEL INGº CIVIL - TOMO II FREDERICK MERRIT
- 5.º CAMINOS I - INGº ALFONSO FUENTES LIAGUNO.
- 6.º APUNTES CURSO CAMINOS - INGº RAUL PARAUD
- 7.º TRATADO DE TOPOGRAFIA - DAVIS - FOOTE - KELLY
- 8.º CARRETERAS CALLES Y AUTOPISTAS - RAUL VALLE RODAS
- 10.º MECANICA DE SUELOS EN LA INGENIERIA PRACTICA TERZAGHI – PECK
- 11.º MANUAL AMBIENTAL PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE VIAS.  
MTC – Dirección General de Medio Ambiente

## **CLASIFICACION DE CARRETERAS POR TRANSITABILIDAD**

La clasificación por transitabilidad corresponde a las etapas de construcción de la carretera y se divide en :

- 1.- **TERRACERIA:** Cuando se ha construido la sección del proyecto hasta su nivel de subrasante, transitable sólo en tiempo de secas.

☐ **TERRACERIA**



- 2.- **REVESTIDA:** Cuando sobre la subrasante se ha colocado ya una o varias capas de material granular y es transitable en todo tiempo.

☐ **REVESTIDA**



- 3.- **PAVIMENTADA:** Cuando sobre la subrasante se ha construido ya totalmente la estructura del el pavimento.

☐ **PAVIMENTADA**

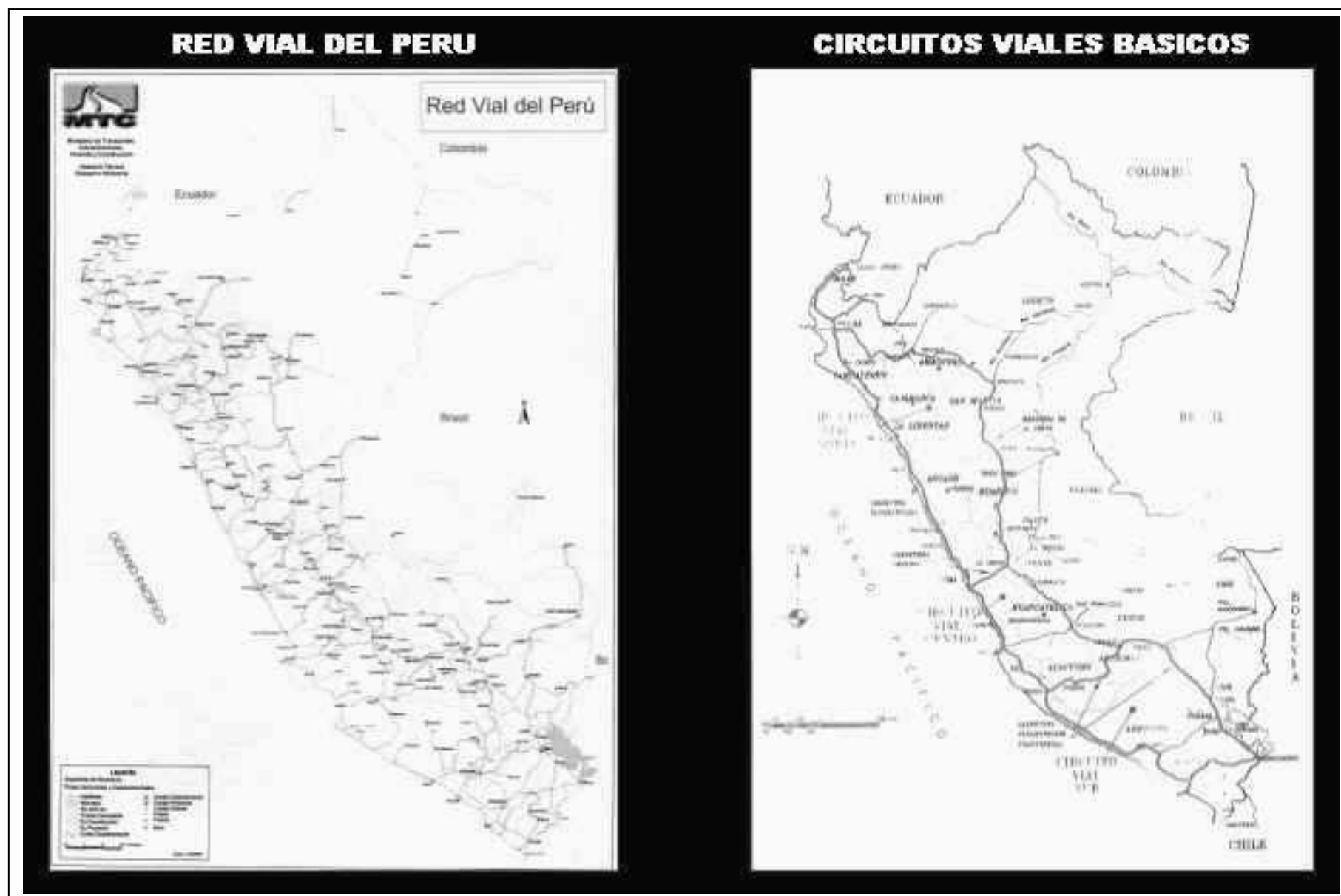


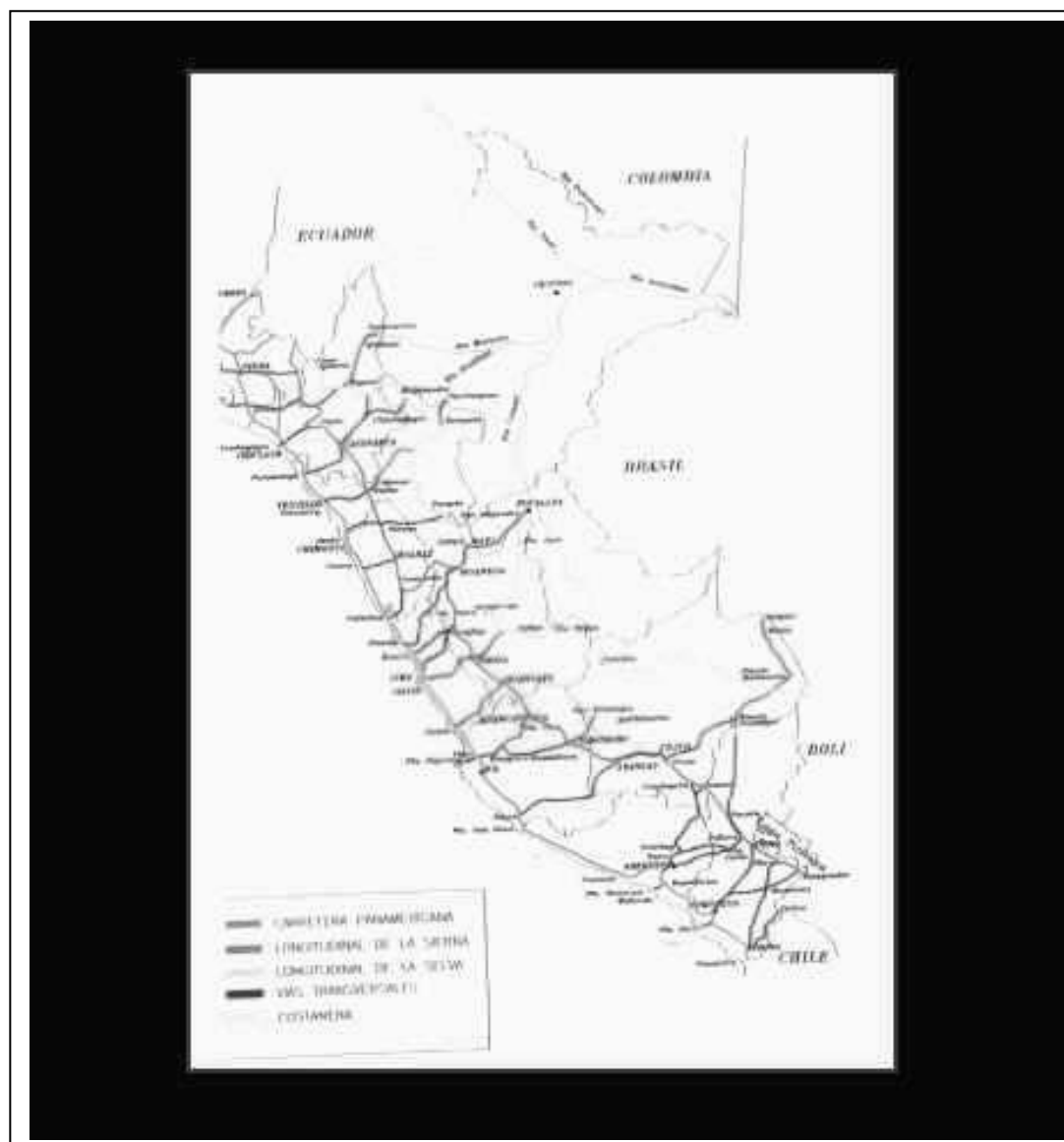
## **RED VIAL DEL PERU**

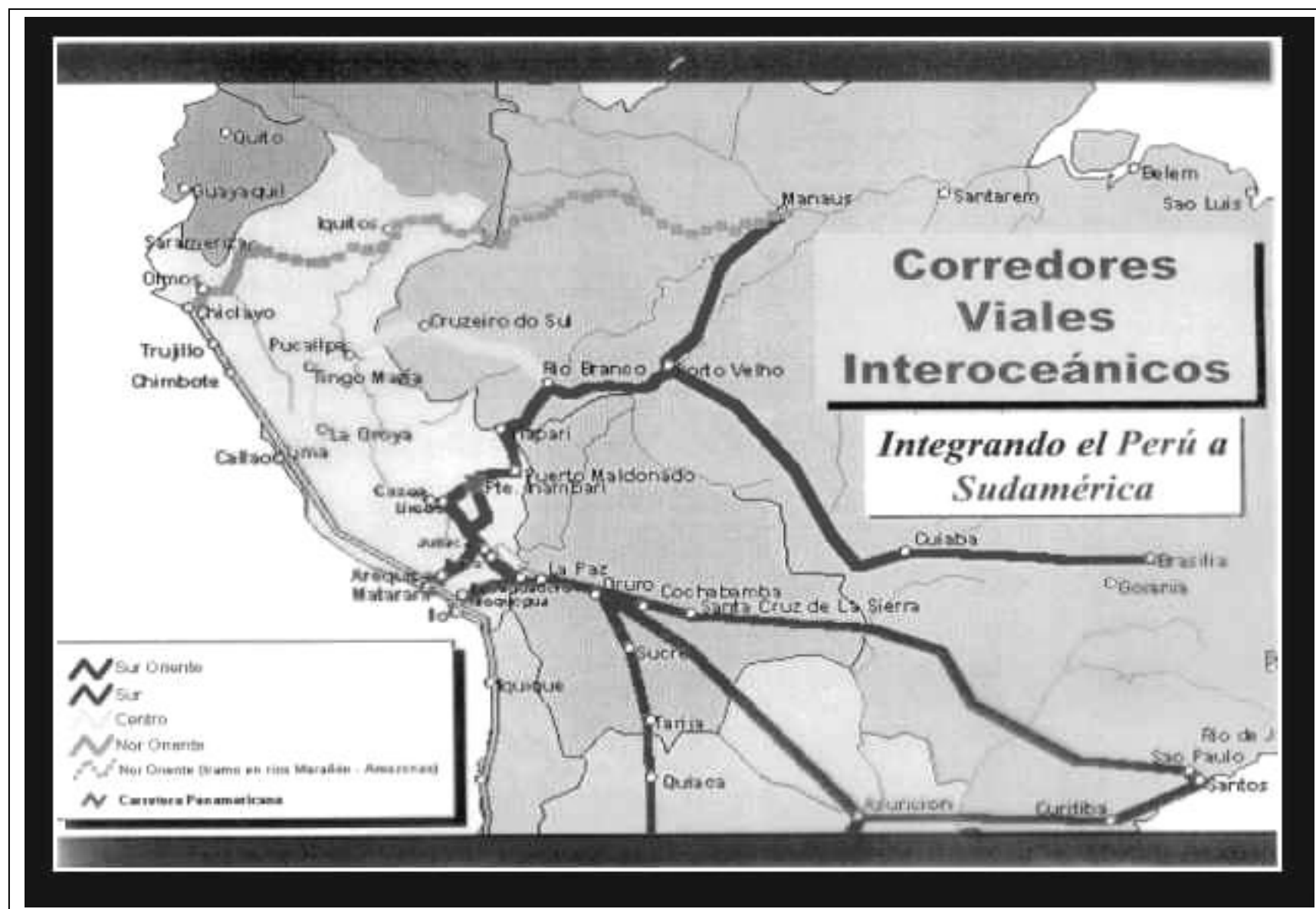
- I).- Ejes Troncales .- Los que permiten la interconexión continua, directa, economía y segura entre los países miembros, en condiciones de transitabilidad durante todo el año, para facilitar el transporte de personas y el intercambio comercial andino.
- II).- Ejes Interregionales.- Los que sirven de enlace de los ejes Troncales con las redes viales de los demás países de América Latina
- III).- Ejes Complementarios.- Los que permiten la conexión de otras áreas internas de desarrollo con los ejes troncales.

La red vial del Perú está clasificada en tres categorías: carreteras nacionales, departamentales y vecinales; registrando a 1998 una extensión total de 78,129.10 kms, que están distribuidos de la siguiente manera:

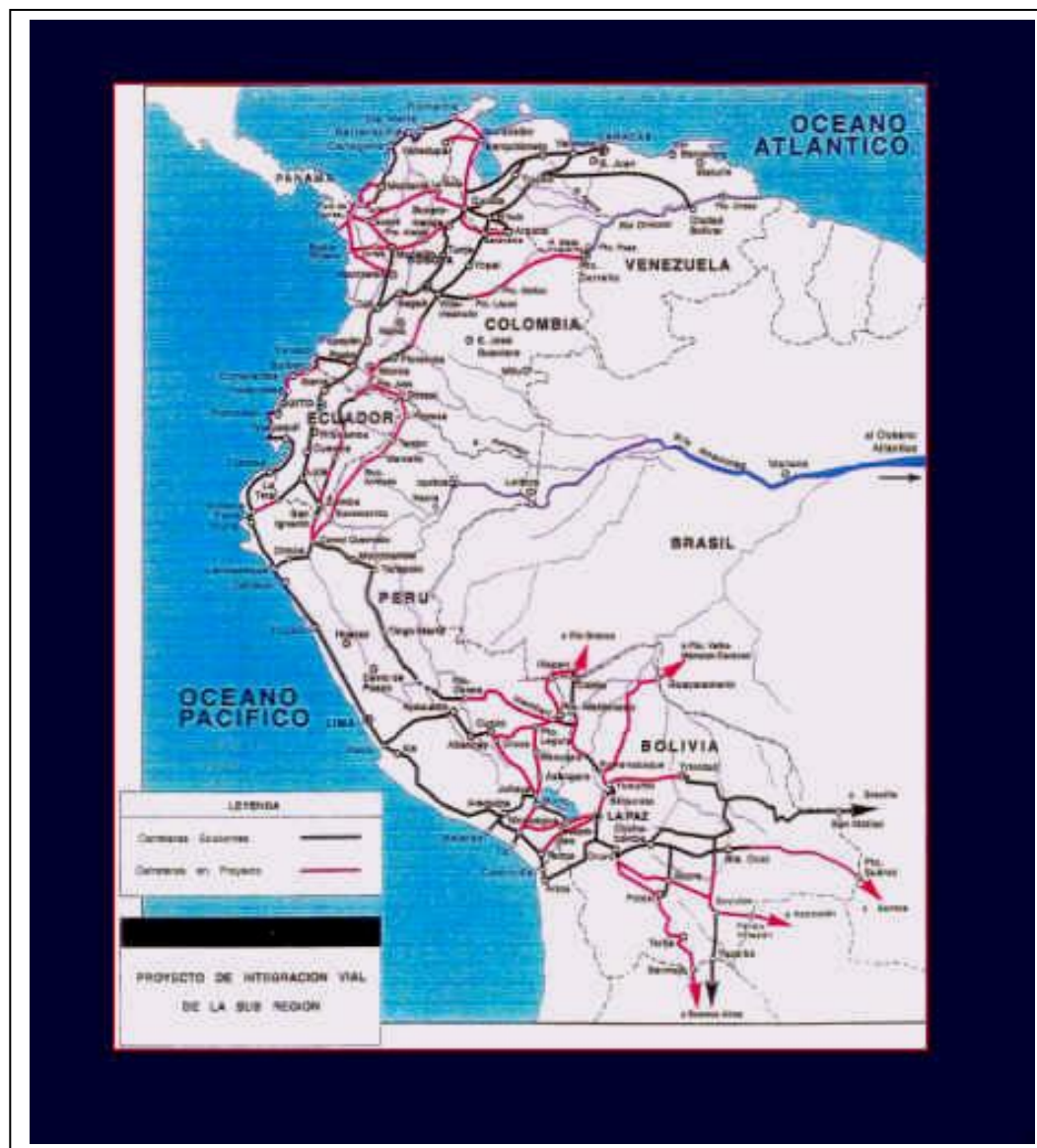
<b>RED VIAL NACIONAL</b>	<b>16,951.90 Kms.</b>
<b>RED VIAL DEPARTAMENTAL</b>	<b>14,267.80 Kms.</b>
<b>RED VIAL VECINAL</b>	<b>46,909.40 Kms.</b>
<b>TOTAL</b>	<b>78,129.10Kms</b>





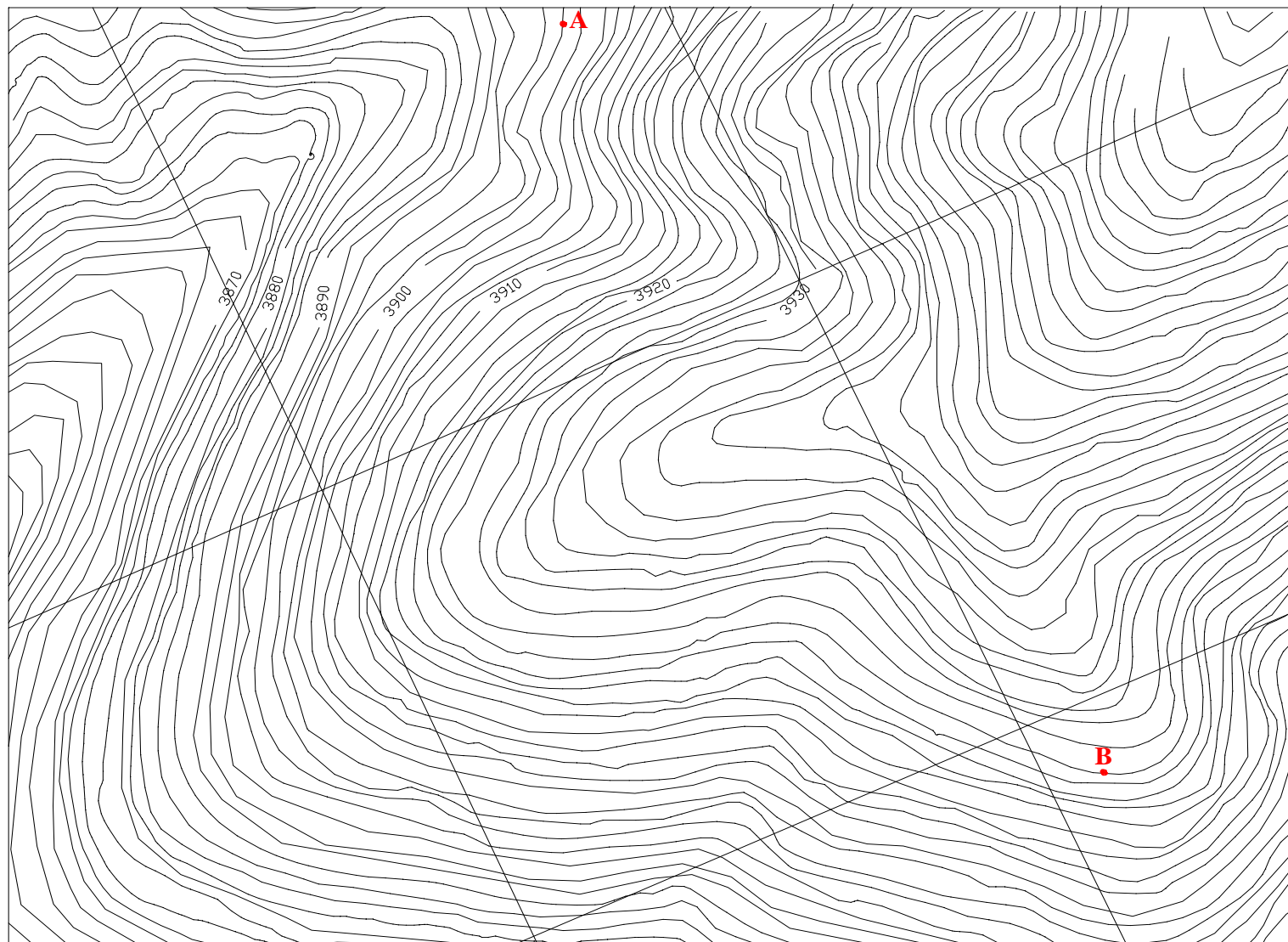




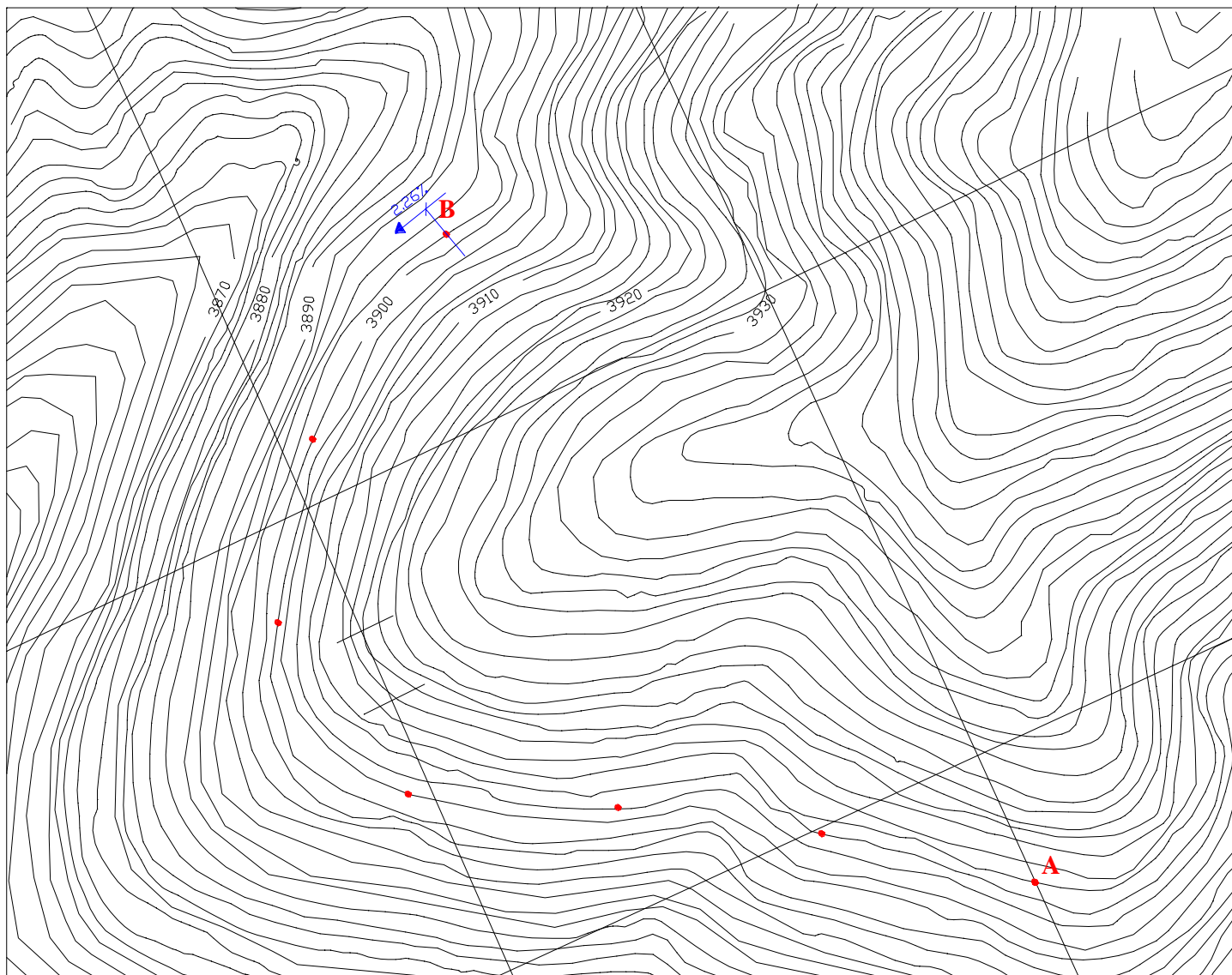




## **LINEA GRADIENTE**



ESCALA 1:2000



ESCALA 1:2000

$$D = 530$$

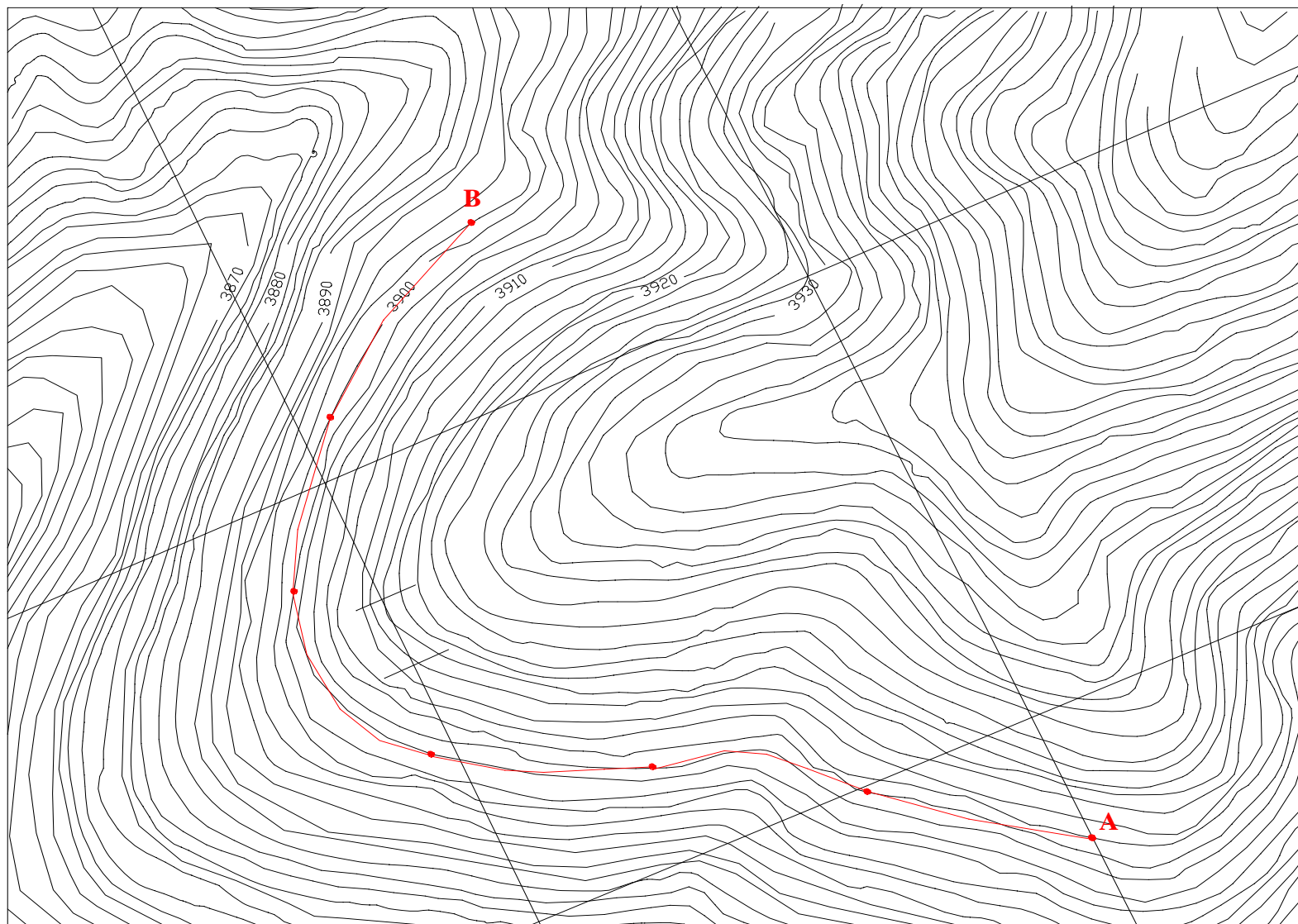
$$Dif_{nivel} = 12$$

$$G = \frac{12}{530} \times 1000$$

$$G = 2.26\%$$

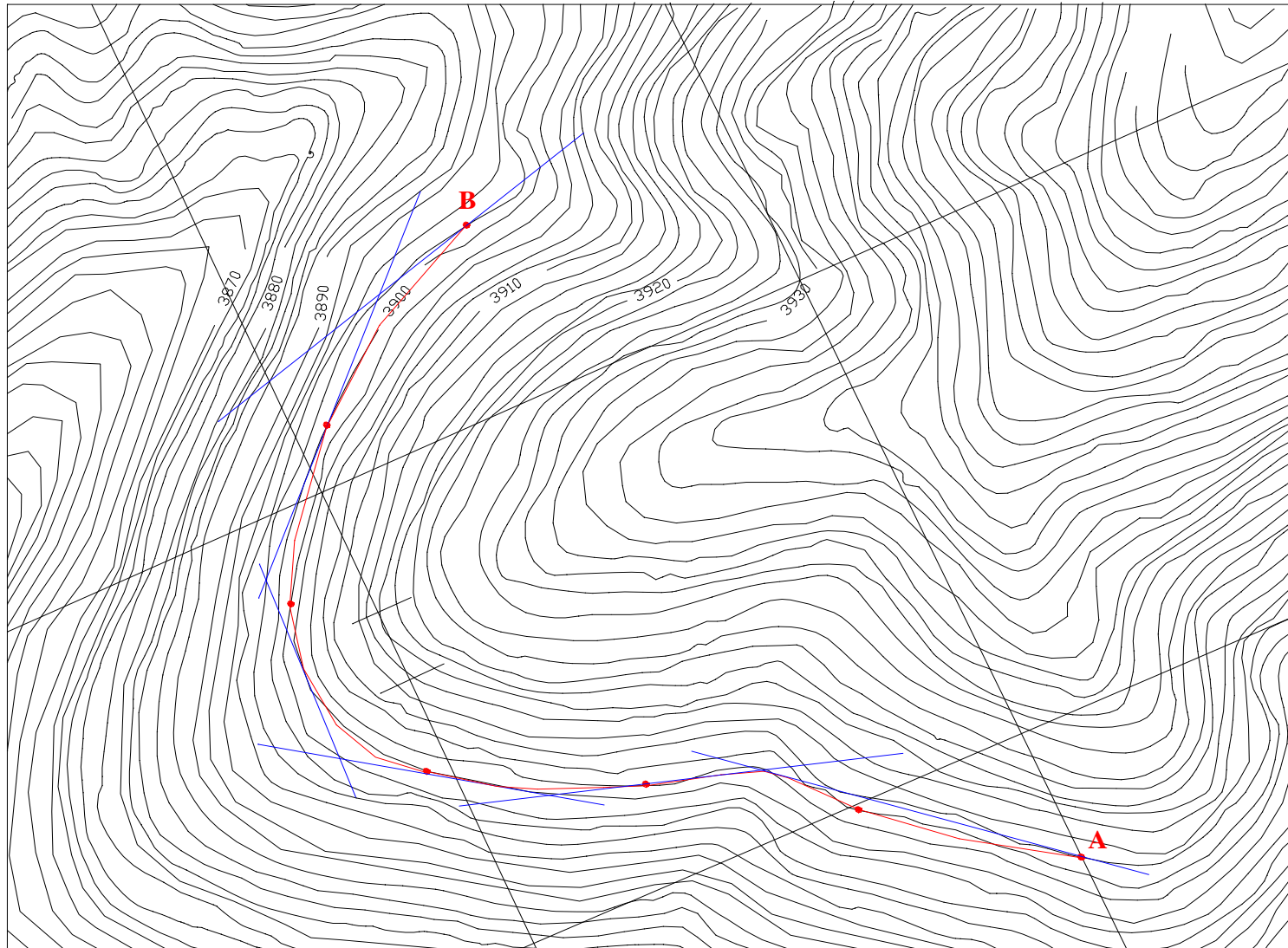
$$A_c = 4.42cl$$

ESCALA 1:2000



TRAZA LINEA GRADIENTE

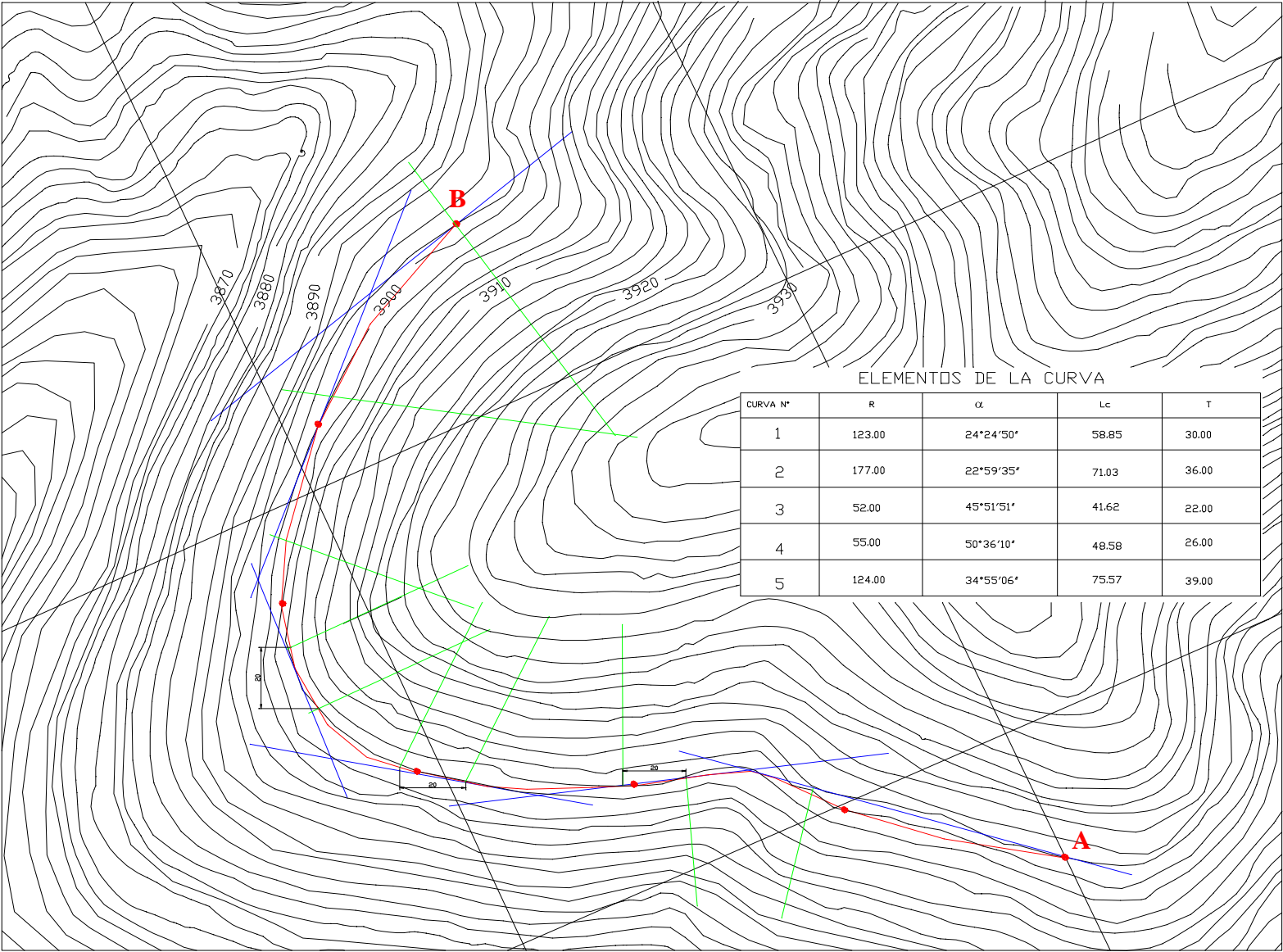




ESCALA 1:2000

TRAZADO EN PLANTA

ESCALA 1:2000



TRAZADO EN PLANTA





## **INTRODUCCION NUEVAS NORMAS**

## INTRODUCCION

El diseño geométrico es la parte más importante del proyecto de una carretera, estableciendo, con base en los condicionantes o factores existentes, la configuración geométrica definitiva del conjunto tridimensional que supone, para satisfacer al máximo los objetivos fundamentales, es decir, la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración en su entorno, la armonía o estética, la economía y la elasticidad.

La funcionalidad vendrá determinada por el tipo de vía a proyectar y sus características, así como por el volumen y propiedades del tránsito, permitiendo una adecuada movilidad por el territorio a los usuarios y mercancías a través de una suficiente velocidad de operación del conjunto de la circulación.

La seguridad vial debe ser la premisa básica en cualquier diseño vial, inspirando todas las fases del mismo, hasta las mínimas facetas, reflejada principalmente en la simplicidad y uniformidad de los diseños.

La comodidad de los usuarios de los vehículos debe incrementarse en consonancia con la mejora general de la calidad de vida, disminuyendo las aceleraciones y, especialmente, sus variaciones que reducen la comodidad de los ocupantes de los vehículos. Todo ello ajustando las curvaturas de la geometría y sus transiciones a las velocidades de operación por las que optan los conductores a lo largo de los alineamientos.

La integración en su entorno debe procurar minimizar los impactos ambientales, teniendo en cuenta el uso y valores de los suelos afectados, siendo básica la mayor adaptación física posible a la topografía existente.

La armonía o estética de la obra resultante tiene dos posibles puntos de vista: el exterior o estático, relacionado con la adaptación paisajística, y el interior o dinámico vinculado con la comodidad visual del conductor ante las perspectivas cambiantes que se agolpan a sus pupilas y pueden llegar a provocar fatiga o distracción, motivo de peligrosidad. Hay que obtener un diseño geométrico conjunto que ofrezca al conductor un recorrido fácil y agradable, exento de sorpresas y desorientaciones.

La economía o el menor costo posible, tanto de la ejecución de la obra, como del mantenimiento y la explotación futura de la misma, alcanzando siempre una solución de compromiso con el resto de objetivos o criterios.

La elasticidad suficiente de la solución definitiva para prever posibles ampliaciones en el futuro.

## **ALCANCES, ORGANIZACIÓN Y DEFINICIONES**

### **1.- ALCANCES**

Los aspectos en este documento son tanto normativos como de recomendación general.

Abarcan exclusivamente temas geométricos.

Este Manual no es un texto de estudio, ni tampoco puede sustituir la experiencia y el buen criterio que debe ser parte inicial del arte de la Ingeniería. Las fórmulas, ábacos y tablas que se incluyen tienen por objeto la solución rápida de los problemas que se presenten en gabinete o en obra, cuando estos no se encuentran con facilidad en los textos de estudios de caminos.

La normatividad, recomendaciones y metodologías generales presentadas en este manual, están orientadas a facilitar la labor del Ingeniero proyectista y a conseguir una razonable uniformidad en los diseños. En ningún caso el contenido del manual reemplaza el conocimiento de los principios básicos de la ingeniería ni a un adecuado criterio profesional.

### **2.- ORGANIZACIÓN DEL MANUAL**

#### **2.1 Generalidades**

Las materias tratadas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-1999), han sido separadas en 3 alternativas.

Volumen 1:        Normas de Diseño Geométrico de Carreteras

Volumen 2:        Guías de Diseño Geométrico de Carreteras

Volumen 3:        Normas para la Presentación de Estudios de Carreteras

Los volúmenes del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras tiene la siguiente estructura y organización, con el fin de identificar y jerarquizar cada materia.

#### **2.2 Capítulos**

Abarcar una serie de aspectos análogos referentes a un tema específico, todos ellos compatibles con el genérico del capítulo al que pertenecen.

Un capítulo puede contener varias SECCIONES.

#### **2.3 Secciones.**

Una sección trata un determinado tema, constituyentes del Capítulo.

Una sección estará conformada por TOPICOS.

El aspecto reservado por las generaciones que se pueden introducir en el capítulo tendrá una capacidad de 99 secciones. A fin de poder albergar, intercalar o ampliar otras secciones que se requieran, se pueden codificar las secciones con intervalos entre cada una de ellas.

#### **2.4 Tópicos**

Un tópico trata específicamente un determinado tema, que conforman las sección.

Un tópico estará conformada por ARTICULOS y éstos a su vez por ACÁPITES.

Los tópicos tendrán una numeración correlativa que identificará cada uno de los temas que son tratados dentro de la sección

#### **2.5 Codificación**

La organización que se ha previsto para el manual permiten una adecuada codificación y la previsión necesaria para que periódicamente en la medida que sea necesario puedan ser ampliadas, revisadas y/o mejoradas.

La codificación responderá el siguiente criterio:

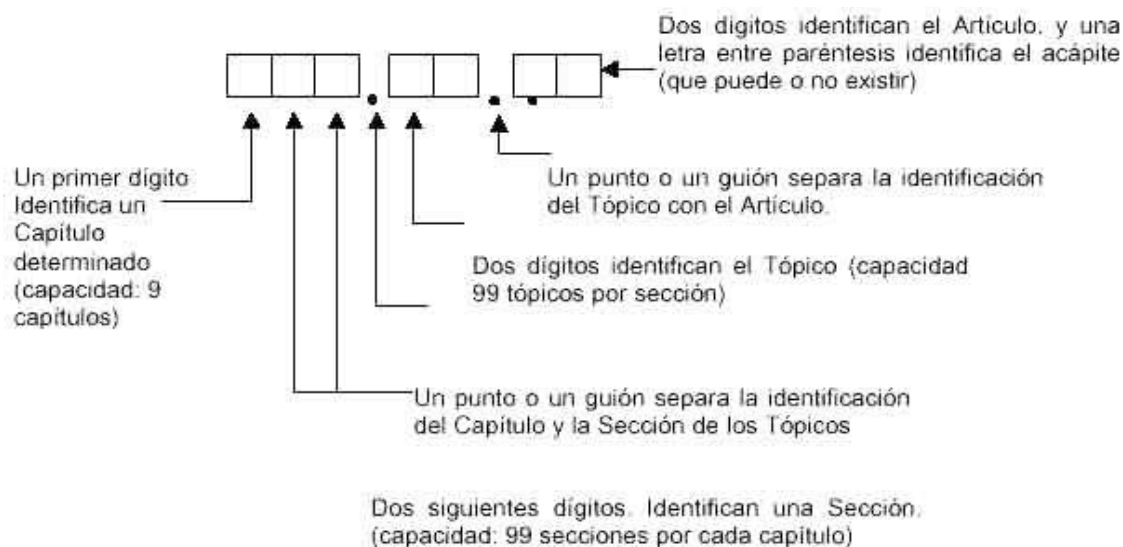
Cada uno de los capítulos llevará como identificación un dígito comenzando por uno, con progresión correlativa para los siguientes que se definan como tales.

El criterio de codificación planteado, utilizado para identificar y jerarquizar cada materia, puede apreciarse solo en forma ilustrativa en el siguiente ejemplo.

304.08.01 (b) corresponde a:

<b>3</b>	<b>CAPITULO</b>	Geometría de la Sección Transversal
<b>304</b>	<b>SECCION</b>	Sección Transversal
<b>30408</b>	<b>TOPICO</b>	Taludes, cunetas y otros elementos
<b>304.08.01</b>	<b>ARTICULO</b>	Taludes.
<b>304.08.01 (b)</b>	<b>ACÁPITE</b>	Taludes en corte

Gráficamente la codificación planteada será:



La identificación de los tópicos no es necesariamente la misma para una u otra sección, ya que dependerá de la cantidad de tópicos que contengan una sección, lo que es variable en función a la importancia y complejidad de la actividad. En consecuencia el tópico tiene carácter descriptivo y responde solo a la necesidad de una mayor o menor caracterización de métodos, procedimientos y otros aspectos que requiera ser descritos o mencionada en un Tópico. Es correlativo solo para ordenar el textos y no tiene asociado ninguna características específica.

### 3.- ABREVIATURAS.

Las abreviaturas utilizadas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-1999), en todos sus volúmenes, representan lo que se indica a continuación.

<b>AASHTO</b>	American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de autoridades Estatales de Carreteras y transporte (EE.UU)
<b>EG ( )</b>	Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras del Perú, entre paréntesis se colocará el año de actualización.
<b>FHWA</b>	Federal Highway Administration, o Administración Federal de Carreteras.
<b>MTC</b>	Ministerio de Transportes, comunicaciones, vivienda y construcción del Perú
<b>PNP</b>	Policía Nacional del Perú
<b>SI</b>	Sistema Internacional de unidades (Sistema Métrico Modernizado)
<b>SLUMP</b>	Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (el SI en el Perú)
<b>TRB</b>	Transportation Research Board o Junta de Investigación

#### 4.- SISTEMA DE MEDIDAS .

En el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG –1999), se emplean las unidades del SLUMP (Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú) que a su vez ha tomado las unidades del SI (Sistema Internacional de Unidades) o sistema Métrico Modernizado.

##### (a) Símbolo de las Unidades del SLUMP

A	Ampere	Corriente eléctrica
Cd	Candela	Intensidad luminosa
*C	Grado Celsius	Temperatura
G	Gramo	Mesa
H	Hora	Tiempo
H	Henry	Inductancia
li	Henry	Inductancia
Ha	Hectárea	Area
Hz	Hertz ( $s^{-1}$ )	Frecuencia
	Joule (N.m)	Energía, trabajo
K	Kelvin	Temperatura
L	Litre	Volumen
lx	Lux	Iluminación
M	Metro	Longitud
	metro cuadrado	Area
	metro cúbico	Volumen
Mm	Minute	Tiempo
N	Newton (Kgm/s')	Fuerza
Pa	Pascal ( $N/m^2$ )	Presión
S	Segundo	Tiempo
T	Tonelada métrica	Masa
V	voltio (W/A)	Potencial eléctrica
W	watt (J/s)	Potencia, flujo radiante
O	Ohm (V/A)	Resistencia eléctrica
o	Grade	Angulo plano
	Minute	Angulo plano
	Segundo	Angulo plano

##### (b) Símbolo de Prefijos

E	Exa	$10^{18}$
P	Pete	$10^{15}$
T	Tera	$10^{12}$
C	Giga	$10^9$
M	Mega	$10^8$
K	Kilo	$10^3$
C	Centi	$10^{-2}$
m	Mili	$10^{-3}$
	Micro	$10^{-6}$
n	Nano	$10^{-9}$
p	Pico	$10^{-12}$
f	Femto	$10^{-15}$
a	Atto	$10^{-18}$

##### (c) Notación para taludes (vertical : Horizontal)

Para taludes con inclinación menor que 1:1, expresar la inclinación del talud como la relación de una vertical a un número de unidades horizontales.

Para taludes con inclinación mayor que 1:1 expresar la inclinación del talud como la relación de un número de unidades verticales a una unidad horizontal.

## 5.- DEFINICIONES

Para obtener una interpretación uniforme del Manual de Diseño que presentamos, se ha visto conveniente la formulación de un vocabulario en el que figuran términos que pueden tener varias acepciones en el lenguaje común, con el fin que sean entendidos de acuerdo con la definición que se expone.

### **ACCESO DIRECTO A UNA PROPIEDAD O INSTALACIÓN**

Es aquel en que la incorporación de los vehículos a/o desde la calzada se produce sin utilizar las conexiones o enlace de otras vías públicas con la carretera.

### **AÑO HORIZONTE**

Año para cuyo tráfico previsible debe ser proyectada la carretera.

### **ARISTA EXTERIOR DE LA CALZADA**

Borde exterior de la parte de carretera destinada a la circulación de vehículos en general.

### **ARISTA EXTERIOR DE LA EXPLANACIÓN.**

Es la intersección del talud del desmonte o terraplén con el terreno natural. Cuando el terreno natural circundante está al mismo nivel que la carretera, la arista de la explanación es el borde exterior de la cuenta.

### **AUTOPISTA.**

Carretera de dos calzados con limitados o control total de accesos a las propiedades colindantes.

### **BERMA**

Franja longitudinal, afirmada o no, comprendida entre el borde exterior de la calzada y la cuneta o talud.

### **BIFURCACIÓN**

Tramo en que diverge el flujo de tráfico en flujos similares.

### **BOMBEO**

Pendiente transversal de la plataforma en tramos en tangente.

### **CALZADA**

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles.

### **CALZADA DE SERVICIO**

Vía de servicio.

### **CAMINO DE SERVICIO**

El construido como elemento auxiliar o complementario de las actividades específicas de sus taludes.

### **CAMINO VECINAL**

Vía de servicio destinada fundamentalmente para acceso de chacras.

### **CAMIÓN**

Vehículo autopropulsado con llantas simples y duales, con dos o más ejes, diseñado para el transporte de carga, incluye camiones, tractores, remolques y semiremolques.

### **CAPACIDAD POSIBLES.**

Es el máximo número de vehículos que tiene razonables probabilidades de pasar por una sección dada de una calzada o carril en una dirección (ó en ambas para el caso de carreteras de 2 ó 3 carriles) durante un período de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes en la carretera y en el tránsito.

De no haber indicación en contrario se expresa como volumen horario.

### **CARRETERA DE EVITAMIENTO.**

Obra de modernización de una carretera que afecta a su trazado y como consecuencia de la cual se evita o sustituye una localidad o tramo urbano.

### **CARRETERA DUAL.**

Es aquella que consta de calzadas separadas corrientes de tránsito en sentido opuesto.

**CARRIL**

Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales , y con ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

**CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACIÓN LENTA.**

Es el carril adicional que, situado a la derecha de los principales, permite a los vehículos que circulan con menor velocidad desviarse de los carriles principales, facilitando, en las rampas, el adelantamiento por los vehículos más rápidos.

**CARRIL, ADICIONAL PARA CIRCULACIÓN RÁPIDA**

Es el carril adicional que, situado a la izquierda de los principales de carreteras de calzadas separadas o entre ellos en carreteras de calzada única, facilita a los vehículos rápidos el adelantamiento de otros vehículos que circulan a menor velocidad.

**CARRIL CENTRAL DE ESPERA.**

Es el carril destinado en una intersección con giro a la izquierda, a la detención del vehículo a la espera de oportunidad para realizar esta maniobra sin obstaculizar el tránsito de los carriles del sentido opuesto

**CARRIL DE CAMBIO DE VELOCIDAD**

Es el carril destinado a incrementar o reducir la velocidad, desde los elementos de un acceso a la de la calzada principal de la carretera, o viceversa.

**CONFLUENCIA**

Tramo en que convergen flujos de tráfico similares

**CONTROL DE ACCESO**

La acción de la autoridad por la cual se limita, parcial o totalmente , el derecho de los dueños u ocupantes de la propiedad adyacente o de las personas en tránsito, el acceder a una carretera , y por lo cual se regulan las modificaciones que pueda experimentar el goce de la luz, el aire y la vista existente antes de la construcción de la carretera.

**CORONA DE PAVIMENTO**

Zona de la Carretera destinada al uso de los vehículos, formada por la calzada y las bermas.

**CUNA DE TRANSICIÓN**

Ensanche de la calzada, en forma triangular que, en una divergencia, permite el paso gradual del ancho normal de la calzada en la vía principal al ancho completo del carril de deceleración y en una convergencia el paso del ancho completo del carril de aceleración al ancho normal de la calzada en la vía principal.

**CURVA VERTICAL**

Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferentes pendientes.

**DERECHO DE VÍA**

Faja de ancho variable dentro de la cual se encuentra comprendida la carretera y todas sus obras accesorias.

La propiedad del terreno para Derecho de Vía será adquirido por el Estado, cuando ello sea preciso, por expropiación o por negociación con lo propietarios.

**DESPEJE LATERAL.**

Explanación necesaria para conseguir una determinada distancia de visibilidad.

**DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO.**

Distancia necesaria para que, en condiciones de seguridad, un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menos velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto, en el caso más general es la suma de las distancias recorridas durante la maniobra de adelantamiento propiamente dicha, la maniobra de reincorporación a su carril delante del vehículo adelantado, y la distancia recorrida por el vehículo que circula en sentido opuesto.

**DISTANCIA DE CRUCE.**

Es la longitud de carretera que debe ser vista por el conductor de un vehículo que pretende atravesar dicha carretera(vía preferencial)



**DISTANCIA DE PARADA**

Distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto u obstáculo que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado.

**DUPLICACIÓN DE CALZADA.**

Obra de modernización de una carretera consistente en construir otra calzada separada de la existente, para destinar cada una de ellas a un sentido único de circulación.

**EJE**

Línea que define el trazado en planta o perfil de una carretera, y que se refiere a un punto determinado de su sección transversal.

**ELEMENTO.**

Alineación, en planta o perfil, que se define por características geométricas constantes a lo largo de toda ella.

Se consideran los siguientes elementos:

- En planta: Tangente (acimut, constante), curva circular (radio constante), curva de transición (parámetro constante)
- En perfil: Tangente (pendiente constante), curva parabólica (parámetro constante)

**ENSANCHE DE LA PLATAFORMA**

Obra de modernización de una carretera que amplía su sección transversal, utilizando parte de la plataforma existente.

**EXPLANACIÓN**

Zona de terreno realmente ocupada por la carretera, en la que se ha modificado el terreno original.

**GUARDAVÍAS.**

Sistema de contención de vehículos empleado en los márgenes y separadores de las carreteras.

**ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)**

El volumen de tránsito promedio ocurrido en un periodo de 24 horas promedio del año.

**INTERSECCIÓN A DESNIVEL.**

Zona en la que dos o más carreteras se cruzan a distinto nivel, y en la que se incluyen los ramales que pueden utilizar los vehículos para el desarrollo de los movimientos de cambio de una carretera a otra.

**INTERSECCIÓN A NIVEL.**

Zona común a dos o varias carreteras que se encuentran o se cortan al mismo nivel, y en la que se incluyen los ramales que puedan utilizar los vehículos para el paso de una a otra carretera.

**NIVEL DE SERVICIOS.**

Medida cualitativa descriptiva de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico; generalmente se describe en función de ciertos factores como la velocidad, el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, la comodidad y conveniencia, y la seguridad.

**ÓMNIBUS.**

Vehículos autopropulsados, para transporte de personas, con capacidad para diez o más pasajeros sentados.

**OVALO O ROTONDA.**

Intersección dispuesta en forma de anillo (generalmente circular) al que acceden, o del que parten, tramos de carretera, siendo único el sentido de circulación en el anillo.

**PASO A NIVEL.**

Cruce a la misma cota entre una carretera y una línea de ferrocarril.

**PAVIMENTO**

Es la estructura construida sobre la subrasante, para los siguientes fines

- a) Resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos

b) Mejorar las condiciones de comodidad y seguridad para el tránsito

**PENDIENTE**

Inclinación de una rasante en el sentido de avance.

**PERALTE**

Inclinación transversal de la plataforma en los tramos en curva

**PLATAFORMA**

Ancho total de la carretera a nivel de subrasante

**RAMAL**

Vía que une las calzadas que confluyen en una intersección para solucionar los distintos movimientos de los vehículos

**RASANTE**

Línea que une las cotas de una carretera terminada.

**SECCIÓN TRANSVERSAL**

Corte ideal de la carretera por un plano vertical y normal a la proyección horizontal del eje, en un punto cualquiera del mismo.

**SEPARADOR CENTRAL.**

Franja longitudinal situada entre dos plataformas separadas, no destinada a la circulación

**SUBRASANTE**

Superficie del camino sobre la que se construirá la estructura del pavimento.

**TERRAPLÉN**

Parte de la explanación situada sobre el terreno original.

**TRAMO.**

Con carácter genérico, cualquier porción de una carretera, comprendida entre dos secciones transversales cualesquiera.

Con carácter específico, cada una de las partes en que se divide un itinerario, a efectos de redacción de proyectos. En general los extremos del tramo coinciden con puntos singulares, tales como poblaciones, intersecciones, cambios en el medio atravesado, ya sea de carácter topográfico de utilización del suelo.

**TRANSITO**

Todo tipo de vehículos y sus respectivas cargas, considerados aisladamente o en conjunto, mientras utilizan cualquier camino para transporte o para viaje.

**TRENZADO**

Maniobra por la que dos flujos de tráfico del mismo sentido se entrecruzan

**VARIANTE DE TRAZADO**

Obra de modernización de una carretera en planta o perfil cambiando su trazado en una longitud acumulada de más de un Kilómetro (1 Km)

**VEHÍCULO**

Cualquier componente de tránsito cuyas ruedas no están confinadas dentro de rieles.

**VEHÍCULO COMERCIAL**

Omnibuses y Camiones

**VEHÍCULO LIGERO**

Vehículo auto impulsado diseñado para el transporte de personas, limitando a no más de 9 pasajeros sentados incluye taxis, camionetas y automóviles privados.

**VELOCIDAD ESPECIFICA DE UN ELEMENTO DE TRAZADO (V)**

Máxima velocidad que puede mantenerse a lo largo de un elemento de trazado considerado aisladamente, en condiciones de seguridad y comodidad, cuando encontrándose el pavimento húmedo y los neumáticos en buen estado, las condiciones meteorológicas, del tráfico y legales son tales que no imponen limitaciones a la velocidad.

**VEREDA**

Franja longitudinal de la carretera, elevada o no, destinada al tránsito de peatones.

**VIA COLECTORA – DISTRIBUIDORA**

Calzada con sentido único de circulación, sensiblemente paralela a la carretera principal, cuyo objeto es separar de dicha carretera principal las zonas de conflicto que se originan por las maniobras de cambio y trenzado de vehículos en tramos con salidas y entradas sucesivas muy próximas. En ningún caso sirve a las propiedades o edificios colindantes.

**VIA DE SERVICIO**

Camino sensiblemente paralelo a una carretera, respecto de la cual tiene carácter secundario, conectado a ésta solamente en algunos puntos, y que sirve a las propiedades o edificios contiguos. Pueden ser con sentido único o doble sentido de circulación.

**VIA URBANA**

Cualquiera de las que componen la red interior de comunicaciones de una población, siempre que no formen parte de una red arterial.

**VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO**

Distancia que existe a lo largo del carril por lo que se realiza el mismo entre el vehículo que efectúa la maniobra de adelantamiento y la posición del vehículo que circula en sentido opuesto, en el momento en que puede divisarlo, sin que luego desaparezca de su vista hasta finalizar el adelantamiento.

**VISIBILIDAD DE CRUCE**

Distancia que precisa un vehículo para poder cruzar otra vía que intercepta su trayectoria. Está determinada por la condición de que el conductor del vehículo que espera para cruzar pueda ver si se acerca otro vehículo y, en este caso, juzgar si éste se halla a distancia suficiente para poder finalizar la maniobra de cruce antes de que llegue a su posición el segundo vehículo.

**VISIBILIDAD DE PARADA.**

Distancia a lo largo de un carril que existe entre un obstáculo situado sobre la calzada y la posición de un vehículo que circula hacia dicho obstáculo, en ausencia de vehículos intermedios, en el momento en que pueda divisarlo sin que luego desaparezca de su vista hasta llegar al mismo.

## **CLASIFICACIÓN ADMINISTRATIVA DE LA RED VIAL**

### **SISTEMA NACIONAL**

Carreteras de interés Nacional, cuya jurisdicción está a cargo del MTC.

Las carreteras del sistema Nacional evitarán, en general, el cruce de poblaciones y su paso por ellas deberá relacionarse con las carreteras de circunvalación o vías de Evitamiento.

Se les identifica con un escudo y la numeración es impar, desde el 01 al 99 inclusive.

### **SISTEMA DEPARTAMENTAL**

Carreteras que constituyen la red vía circunscrita a la zona de un departamento, cuya jurisdicción está a cargo de los Consejos Transitorios de Administración Regional.

Se les identifica con una insignia y la numeración es desde 100 al 499 inclusive.

### **SISTEMA VECINAL.**

Carreteras de carácter local, cuya jurisdicción está a cargo de las Municipalidades.

Se les identifica con un círculo y la numeración es desde el 500 hacia adelante.

## **CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LA RED VIAL**

### **CARRETERAS LONGITUDINALES**

Sistema compuesto por aquellas carreteras que unen las Capitales de Departamento a lo largo de la Nación, de Norte a Sur o viceversa

### **CARRETERAS TRANSVERSALES**

Lo constituyen las carreteras que unen las Capitales de Departamento a través del país de Este a Oeste o viceversa.

### **CARRETERAS COLECTORAS.**

Son aquellas que unen las Capitales de Provincia, y alimentan a las Vías Transversales y/o Longitudinales

### **CARRETERAS LOCALES.**

La componen las vías que unen los distritos, pueblos o caseríos con las carreteras colectoras y/o con otros distritos, pueblos o caseríos.

## **CLASIFICACIÓN POR IMPORTANCIA DE LA VÍA**

### **CARRETERAS DE 1er ORDEN**

Son aquellas con un IMDA mayor que 4000 veh/día y/o une dos puntos estratégicos, para el país, departamento y/o provincia.

### **CARRETERAS DE 2do ORDEN**

Son aquellas con IMDA entre 2001-4000 veh/día y/o une Capitales de Departamento

### **CARRETERAS DE 3er ORDEN**

Son aquellas con IMDA entre 201-2000 veh/día y/o une provincias ó distritos

### **CARRETERAS DE 4to ORDEN**

Son aquellas con IMDA menor que 200 veh/día. El diseño de este tipo de vías se rigen por Normas Especificas emitidas por el MTC, que no forman parte del presente Manual.

## **CLASIFICACIÓN SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS**

### **AUTOPISTA**

Vía de calzada separadas, cada una con dos o más carriles, con control total de los acceso (Ingresos y Salidas). Que proporciona flujo vehicular completamente continuo. Se le denominará con la sigla AP

### **CARRETERAS MULTICARRIL**

Vía de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, con control parcial de los accesos(Ingresos y Salidas). Se le denominará con la sigla MC

### **CARRETERAS DE DOS CARRILES.**

Vía de calzada única con dos carriles, uno por cada sentido de circulación. Se le denominará con la sigla DC.

## **CLASIFICACIÓN SEGÚN SUS CONDICIONES OROGRÁFICAS**

### **CARRETERA TIPO 1**

Permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros, La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía. Es menor o igual a 10%

### **CARRETERA TIPO 2**

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos de pasajeros, sin ocasionar el que aquellos operen a velocidades sostenidas en rampas por un intervalo de tiempo largo. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 10 y 50%

### **CARRETERA TIPO 3**

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pasados a reducir a velocidad sostenida en rampa durante distancia considerables o a intervalos frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 50 y 100%.

### **CARRETERA TIPO 4**

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es mayor de 10%

## **RELACIÓN ENTRE CLASIFICACIONES**

En las secciones precedentes, se han presentado diferentes clasificaciones del Sistema Vial para el país. Sin embargo, para efectos del Diseño Geométrico se utilizarán las siguientes:

- Clasificación por Importancia de Vía
- Clasificación según sus características
- Clasificación según condiciones Orográficas

La tabla se entrega la relación entre clasificaciones de la Red Vial con la velocidad de diseño.

**TABLA 101.01**  
**CLASIFICACION DE LA RED VIAL PERUANA Y SU RELACION CON LA VELOCIDAD DE DISEÑO**

CLASIFICACION	SISTEMA VIAL																							
IMPORTANCIA	PRIMER ORDEN												SEGUNDO ORDEN								TERCER ORDEN			
CARACTERISTICAS	AP				MC				DC				MC				DO				DC			
OROGRAFIA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																								
30 KPH																								
40 KPH																								
50 KPH																								
60 KPH																								
70 KPH																								
80 KPH																								
90 KPH																								
100 KPH																								
110 KPH																								
120 KPH																								
130 KPH																								
140 KPH																								
150 KPH																								

**AP:** Autopista  
**MC:** Carretera Multicarril  
**DC:** Carretera de dos Carriles

 Rango de Sección de Velocidad

**Nota 1 :** En zona de topo 3 t/o 4, donde exista espacio suficiente y se justifique la construcción de una autopista, puede realizarse con calzadas a diferente nivel asegurándose que ambas calzadas tengan las características de dicha clasificación

**Nota 2:** En caso de que una vía clasifique como carretera de tercer orden y a pasar de ello se desee diseñar una vía multicarril, las características de ésta se deberán adecuar a orden superior inmediato. Igualmente si es una vía de segundo orden y se desea diseñar una autopista, se deberán utilizar los requerimientos mínimos del orden superior inmediato.

**Nota 3:** Los casos no contemplados en la presente clasificación, serán justificados de acuerdo con lo que disponga el MTC y sus características serán definidas por dicha entidad.

**TABLA 202.01**  
**DATOS BASICOS DE LOS VEHICULOS DE DISEÑO (medida en metros)**

TIPO DE VEHICULO	NOMENCLATURA	ALTO TOTAL	ANCHO TOTAL	LARGO TOTAL	LONGITUD ENTRE EJES	RADIO MINIMO RUEDA EXTERNA DELANTERA	RADIO MINIMO RUEDA EXTERNA TRASERA
VEHICULO LIGERO	VL	1.30	2.1	5.8	3.4	7.3	4.2
AUTOBUS CONVENCIONAL	B2	4.10	2.6	9.1	6.1	12.8	8.7
AUTOBUS INTERPROVINCIAL	B3	4.10	2.6	12.2	7.6	12.8	7.1
CAMION SIMPLE 2 EJES	C2	4.10	2.6	9.1	6.1	12.8	8.5
CAMION SIMPLE 3 EJES O MAS	C3 / C4	4.10	2.6	12.5	7.6	12.2	5.7
COMBINACION DE CAMIONES							
SEMIREMOLQUE TANDEM	T2S1 / 2 / 3	4.10*	2.6	15.2	4.00 / 7.00	12.2	5.7
SEMIREMOLQUE TANDEM	T3S1 / 2 / 3	4.10	2.6	16.7	4.90 / 7.90	13.7	5.8
REMOLQUE 2 EJES + 1 DOBLE(TANDEM)	C2 - R2 / 3	4.10	2.6	19	3.80 / 6.10 / 6.40	13.7	6.8
REMOLQUE 3 EJES + 1 DOBLE(TANDEM)	C3 - R2 /3/ 4	4.10	2.6	19.9	3.80 / 6.10 / 6.40	13.7	6.8

**TABLA 402.01**  
**LONGITUD DE TRAMOS EN TANGENTE**

<b>Vd (Km/h)</b>	<b>Lmin.s (m)</b>	<b>Lmin.s (m)</b>	<b>Lmax (m)</b>
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004



# **NORMAS PESOS Y MEDIDAS**

## **EL VEHICULO**

Las unidades automotoras, son aquellas, que llevan en si mismo su mecanismo propulsor, siendo los camiones acoplados los que están formados por una unidad tractora y de uno o varios remolques.

Las dimensiones de los automotores varía con su capacidad, las que están limitadas por los reglamentos de cada país.

En el Perú existe la norma establecida por el D.S. N°001-96-MTC-SINMAC cuyo título es:

**“NORMAS DE PESOS Y DIMENSIONES DE VEHICULOS, PARA LA CIRCULACIÓN EN LAS CARRETERAS DE LA RED VIAL NACIONAL”**

**TABLA 202.01**  
**DATOS BÁSICOS DE LOS VEHÍCULOS DE DISEÑO**  
**(medidas en metros)**

TIPO DE VEHÍCULO	NOMENCLATURA	ALTO TOTAL	ANCHO TOTAL	LARGO TOTAL	LONGITUD ENTRE EJES	RADIO MÍNIMO RUEDA EXTERNA DELANTERA	RADIO MÍNIMO RUEDA INTERNA TRASERA
VEHÍCULO LIGERO	VL	1,30	2,10	5,80	3,40	7,30	4,20
OMNIBUS DE DOS EJES	B2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
OMNIBUS DE TRES EJES	B3	4,10	2,60	12,10	7,60	12,80	7,40
CAMION SIMPLE 2 EJES	C2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
CAMION SIMPLE 3 EJES O MAS	C3 / C4	4,10	2,60	12,20	7,60	12,80	7,40
COMBINACION DE CAMIONES							
SEMIREMOLQUE TANDEM	T2S1 / 2 / 3	4,10 *	2,60	15,20	4,00 / 7,00	12,20	5,80
SEMIREMOLQUE TANDEM	T3S1 / 2 / 3	4,10	2,60	16,70	4,90 / 7,90	13,70	5,90
REMOLQUE 2 EJES + 1 DOBLE (TANDEM)	C2 – R2 / 3	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80
REMOLQUE 3 EJES + 1 DOBLE (TANDEM)	C3 – R2 / 3 / 4	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80

\* Altura máxima para contenedores 4.65



MINISTERIO DE TRANSPORTES, COMUNICACIONES,  
VIVIENDA Y CONSTRUCCION



Normas de Pesos y Dimensiones de Vehiculos  
Para la circulación en las Carreteras de la  
Red Vial Nacional

Decreto Supremo N° 001-96-MTC



**SINMAC**

# RED DE ESTACIONES DE CONTROL DE PESOS EN LA RED VIAL NACIONAL



## OBJETO Y COMPETENCIA

Esta Norma tiene por objeto señalar los pesos y dimensiones que deberán tener los vehículos de carga y de pasajeros para la circulación o tránsito en las Vías del País.

## SIMBOLOGIA

A los efectos de la presente norma se adoptan para la designación de los vehículos de carga y ómnibuses y sus combinaciones símbolos compuestos de letra(s) y dígito(s). La(s) letra(s) que viene(n) en primer lugar, designa(n) el tipo de vehículo y el dígito (que viene de inmediato), indica el número de ejes.

Las letras utilizadas a este efecto son:

<b>C</b>	Camión
<b>T</b>	Tractor – Camión
<b>S</b>	Semi – remolque
<b>R</b>	Remolque
<b>RB</b>	Remolque Balanceado
<b>B</b>	Omnibus
<b>BA</b>	Omnibus Articulado

En el caso de combinación de vehículos la designación del vehículo motriz precede la designación del vehículo no motriz, separados por un guión cuando se trate de combinación con remolques.

## DIMENSIONES

Para circular por la vías del país, los vehículos no podrán exceder las siguientes dimensiones máximas.

- Ancho 2.60m
- Altura 4.10m
- Longitudes máximas entre parachoques.
  - Camión Simple 13.20m

- Omnibus convencional con chasis 13.20m
- Omnibus semi integral de hasta 3 ejes 14.00m
- Omnibus semi integral de hasta 4 ejes 15.00m
- Omnibus integral de hasta 4 ejes 15.00m
- Omnibus articulado 18.30m
- Camión Remolque 18.30m
- Camión Remolque Balanceado 18.30m.
- Remolque (incluido el enganche) 10.00m.
- Remolque Balanceado (incluido el enganche) 10.00m.
- Semi remolque (incluido el enganche) 13.50m.

## PESO VEHICULAR EN CARRETERA

Peso máximo por eje independiente o grupo de ejes.





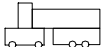
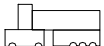
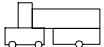


Ejes(s)	Neumáticos	Kg.
Simple	02	6,000
Simple	04	11,000
Doble (Tándem)	06	15,000
Doble (Tándem)	08	18,000
Doble no (Tándem)	08	16,000
Triple (Tridem)	10	23,000
Triple (Tridem)	12	25,000

El peso bruto máximo total por vehículo no deberá ser mayor de 48,000 Kg..




## VEHICULOS IMPEDIDOS DE CIRCULAR O TRANSITAR

Se encuentra impedido de circular o transitar en la Red Vial Nacional, los vehículos que infrinjan la presente norma.

## TABLA DE DIMENSIONES Y CARGA

VEHICULOS Y SUS COMBINACIONES		Longitud Total (mts)	CARGA POR EJE (TN)				PESO BRUTO MAXIMO	
			Eje Delantero	Carga por Eje Posterior				
				1° Eje	2° Eje	3° Eje		4° Eje
SIMBOLO	DIAGRAMA							
C2		13.20	6	11			17	
C3		13.20	6	15			24	
C4		13.20	6	25			30	
T251 251		18.30	6	11	11		28	
T252 252		18.30	6	11	15		35	
T253 253		18.30	6	11	25		42	
T351 351		18.30	6	18	11		35	
T352 352		18.30	6	18	15		42	
T353 353		18.30	6	18	25		48	

Nota.- El peso bruto vehicular máximo permitido para unidad o combinacion de vehiculos es de 48,000 Kg.

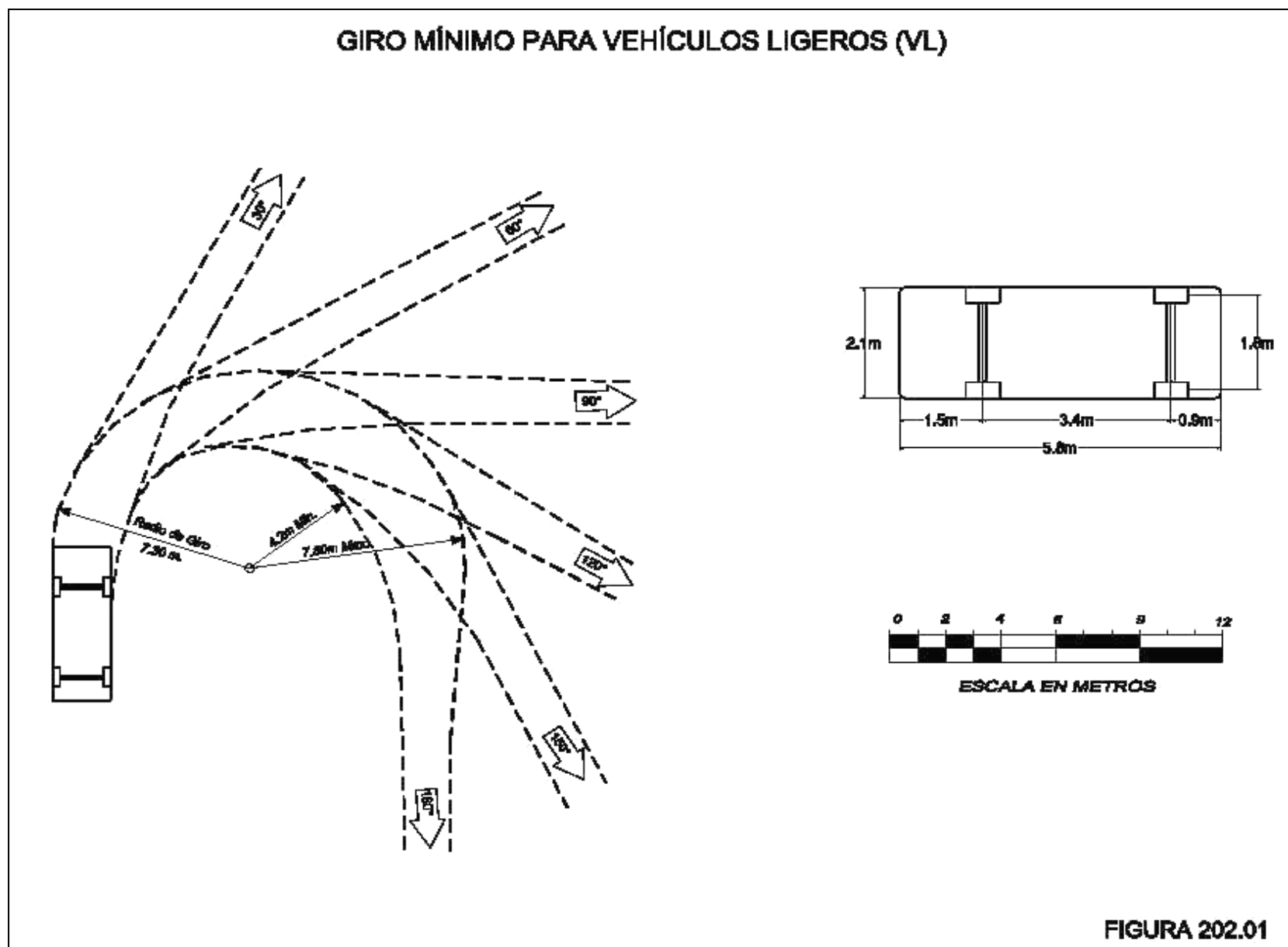
VEHICULOS Y SUS COMBINACIONES		Longitud Total (mts)	CARGA POR EJE (TN)					PESO BRUTO MAXIMO
SIMBOLO	DIAGRAMA		Eje Delantero	Carga por Eje Posterior				
				1° Eje	2° Eje	3° Eje	4° Eje	
C2-R2 212		18.00	6	11	11	11		39
C2-R3 213		18.30	6	11	11	18		46
C3-R2 312		18.30	6	18	11	11		46

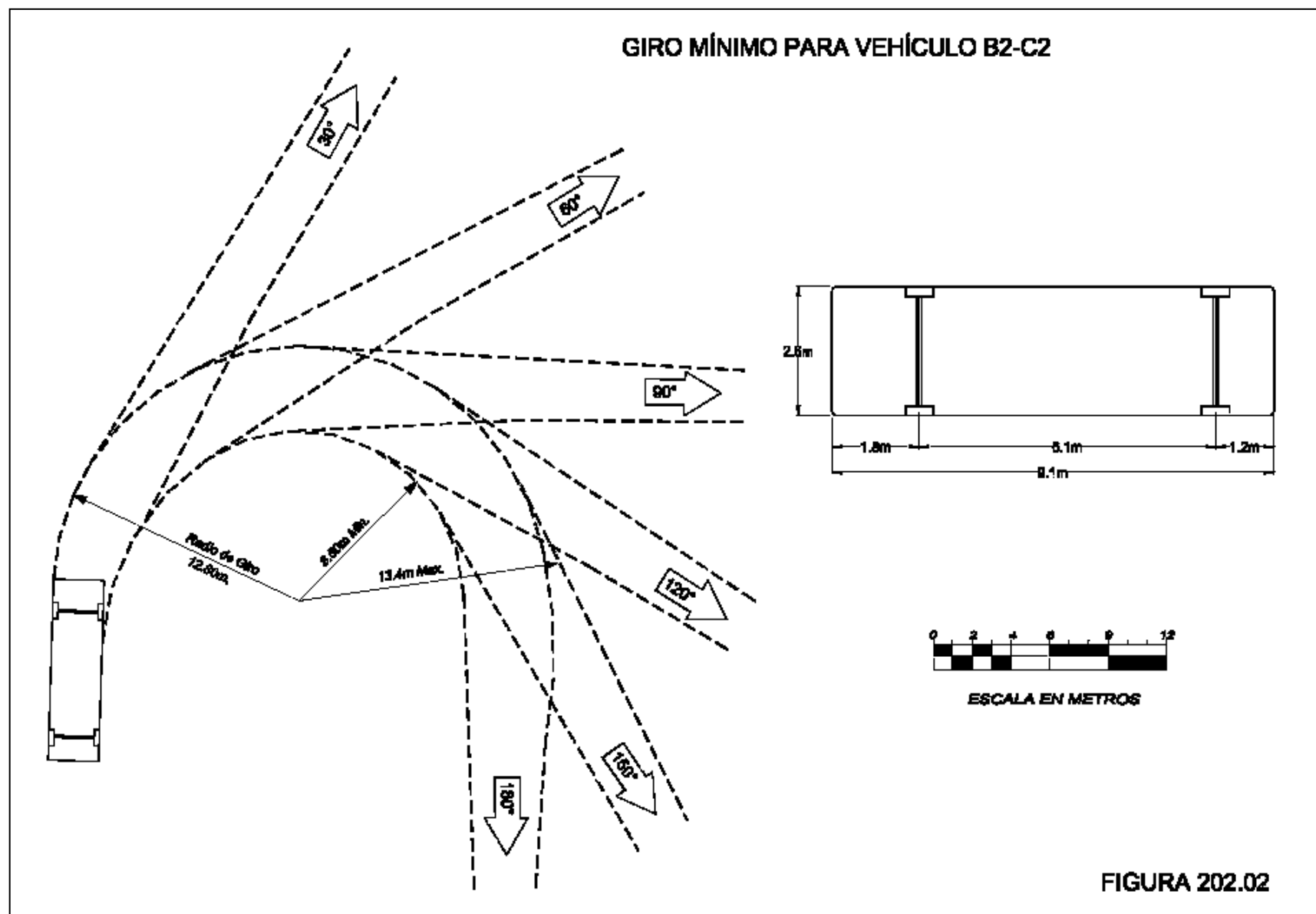
C3-R3 313		18.30	6	18	11	18		48
C3-R4 314		18.30	6	18	18	18		48
C4-R2		18.30	6	25	11	11		48
C4-R3		8.30	6	25	11	18		48
C2-RB1		18.30	6	11	11			28
C2-RB2		18.30	6	11	11	11		39

Nota.- El peso bruto vehicular máximo permitido para unidad o combinacion de vehiculos es de 48,000 Kg.

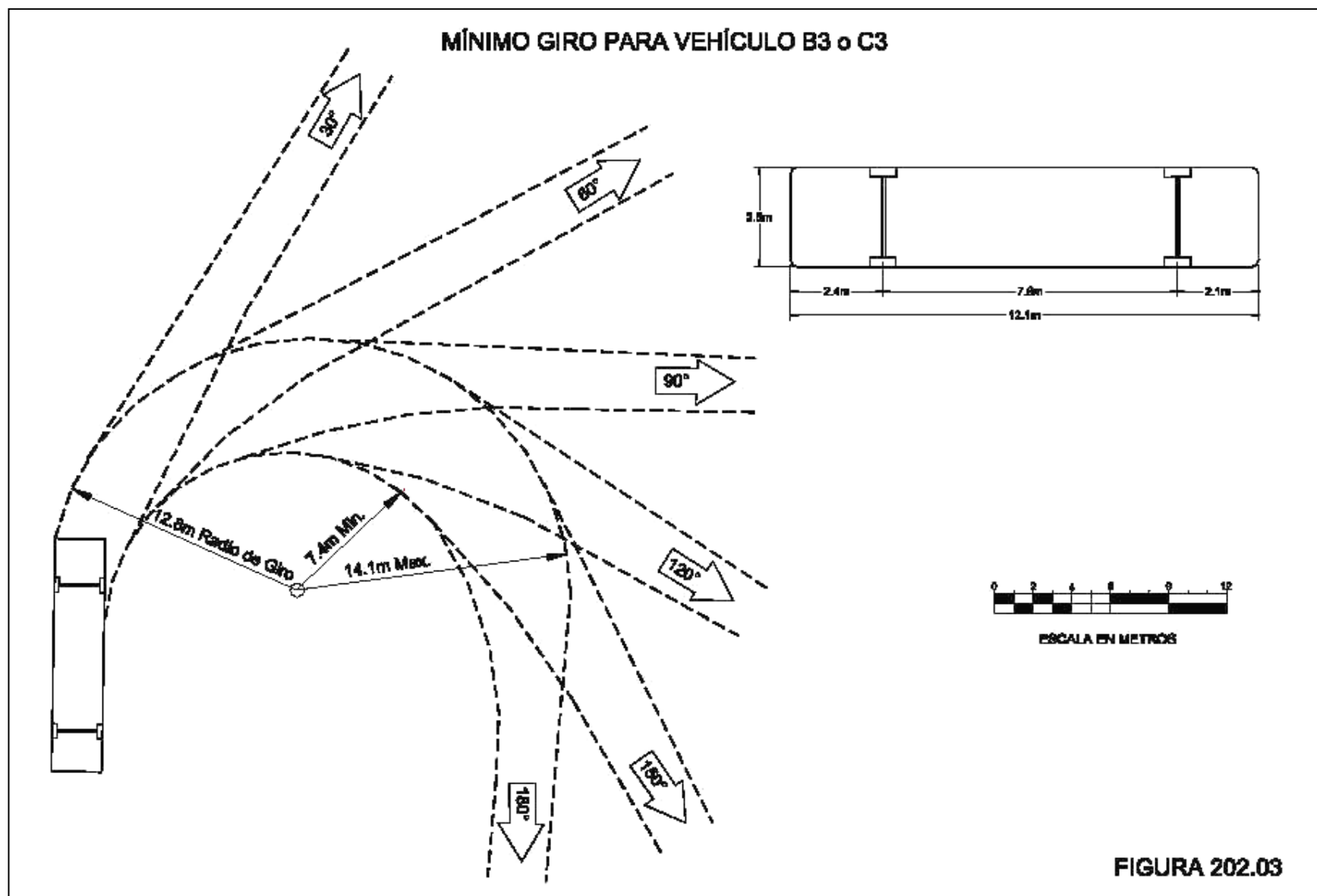
VEHICULOS Y SUS COMBINACIONES		Longitud Total (mts)	Eje Delantero	CARGA POR EJE (TN)				PESO BRUTO MAXIMO
SIMBOLO	DIAGRAMA			Carga por Eje Posterior				
				1° Eje	2° Eje	3° Eje	4° Eje	
C3-RB1		18.30	6	18	11			35
C3-RB2		18.30	6	18	18			42
C4-RB1		18.30	6	25	11			42
C4-RB2		18.30	6	25	18			48
B2		13.20	6	11				17
B3		14.00	6	18 (*) 15				24
B4		15.00	6 + 6	18 (*) 15				30
BA		18.30	6	18 (*) 15	11			(*) 35

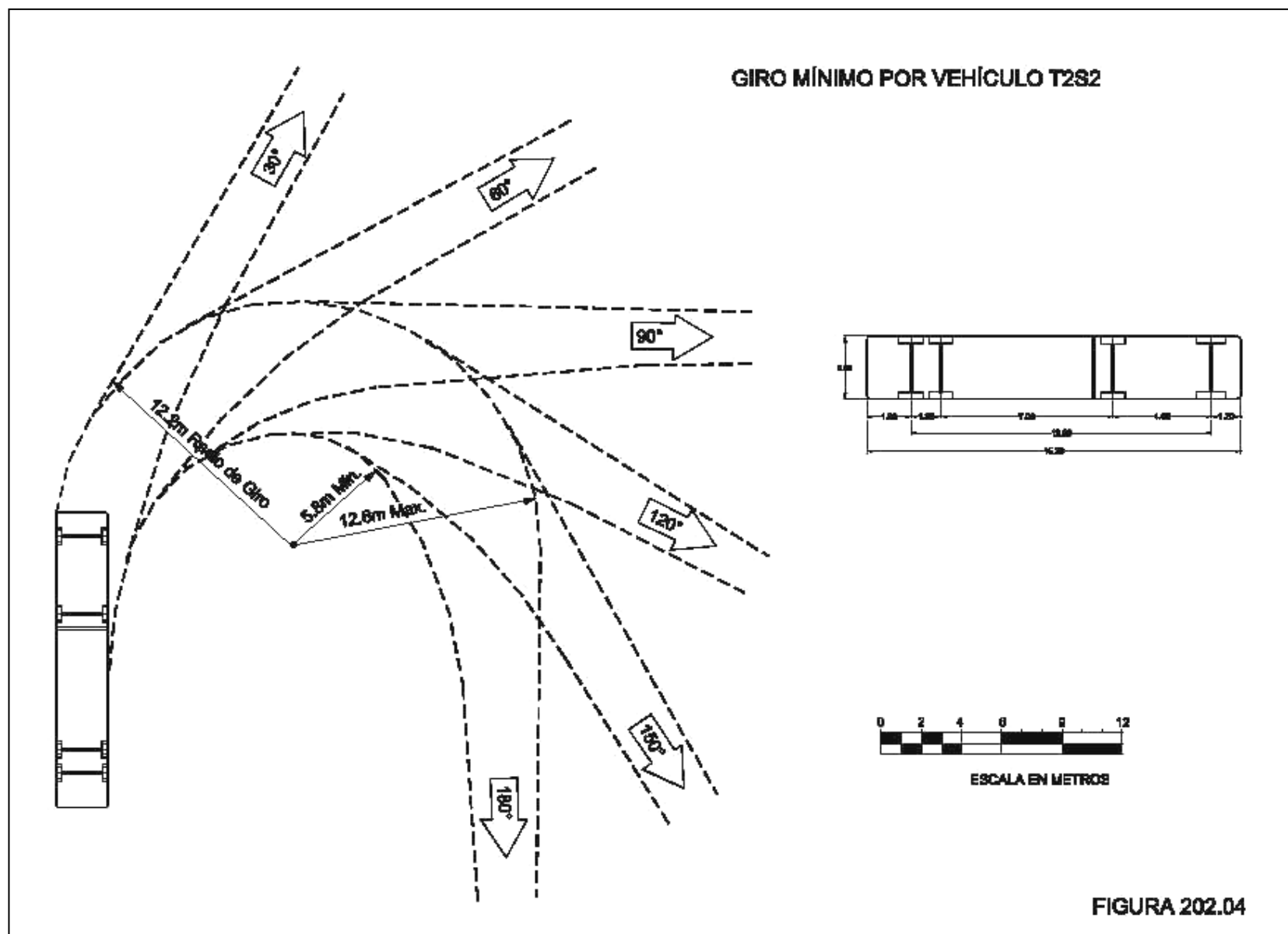
(\*) en caso de Eje con 6 neumaticos

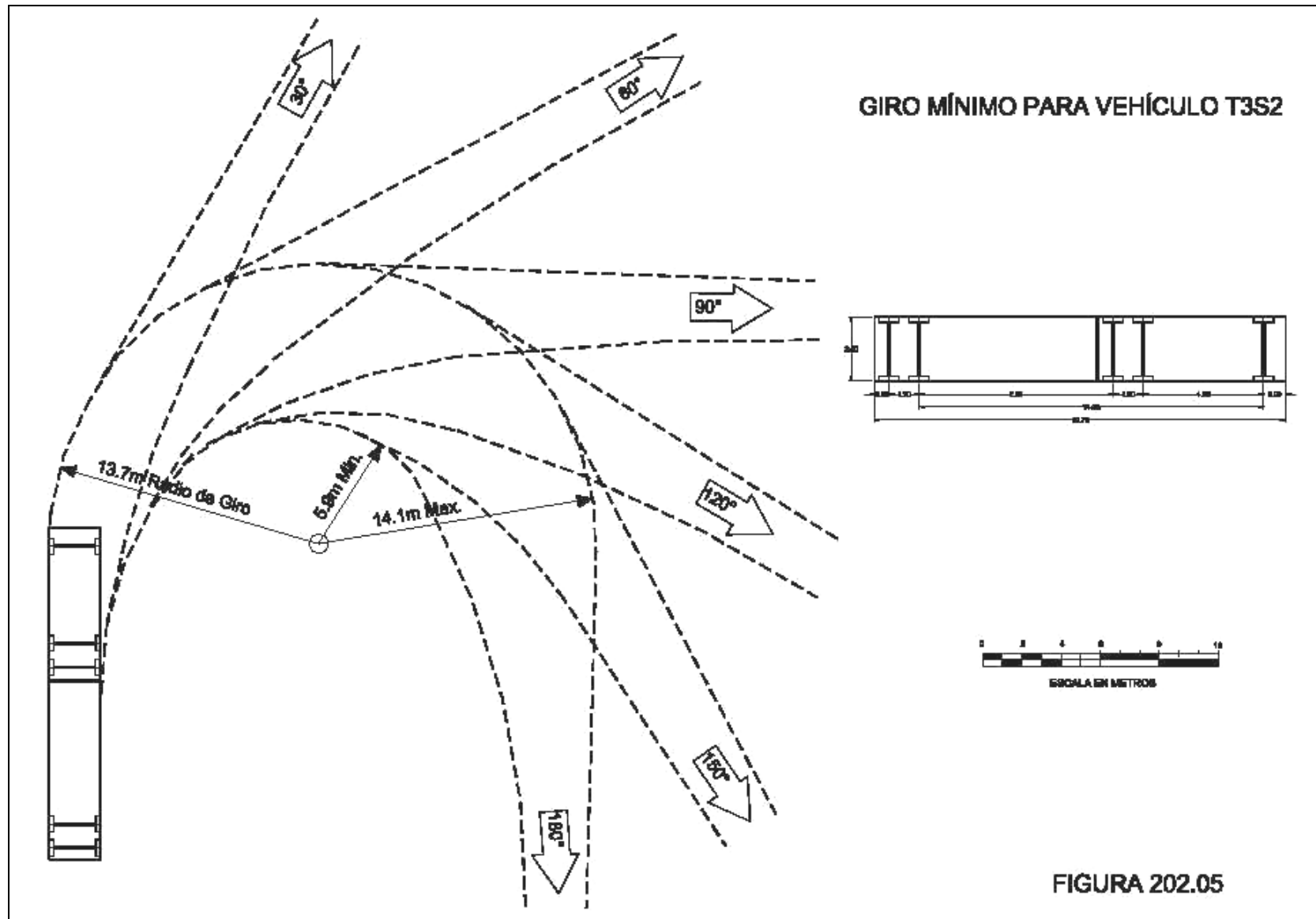


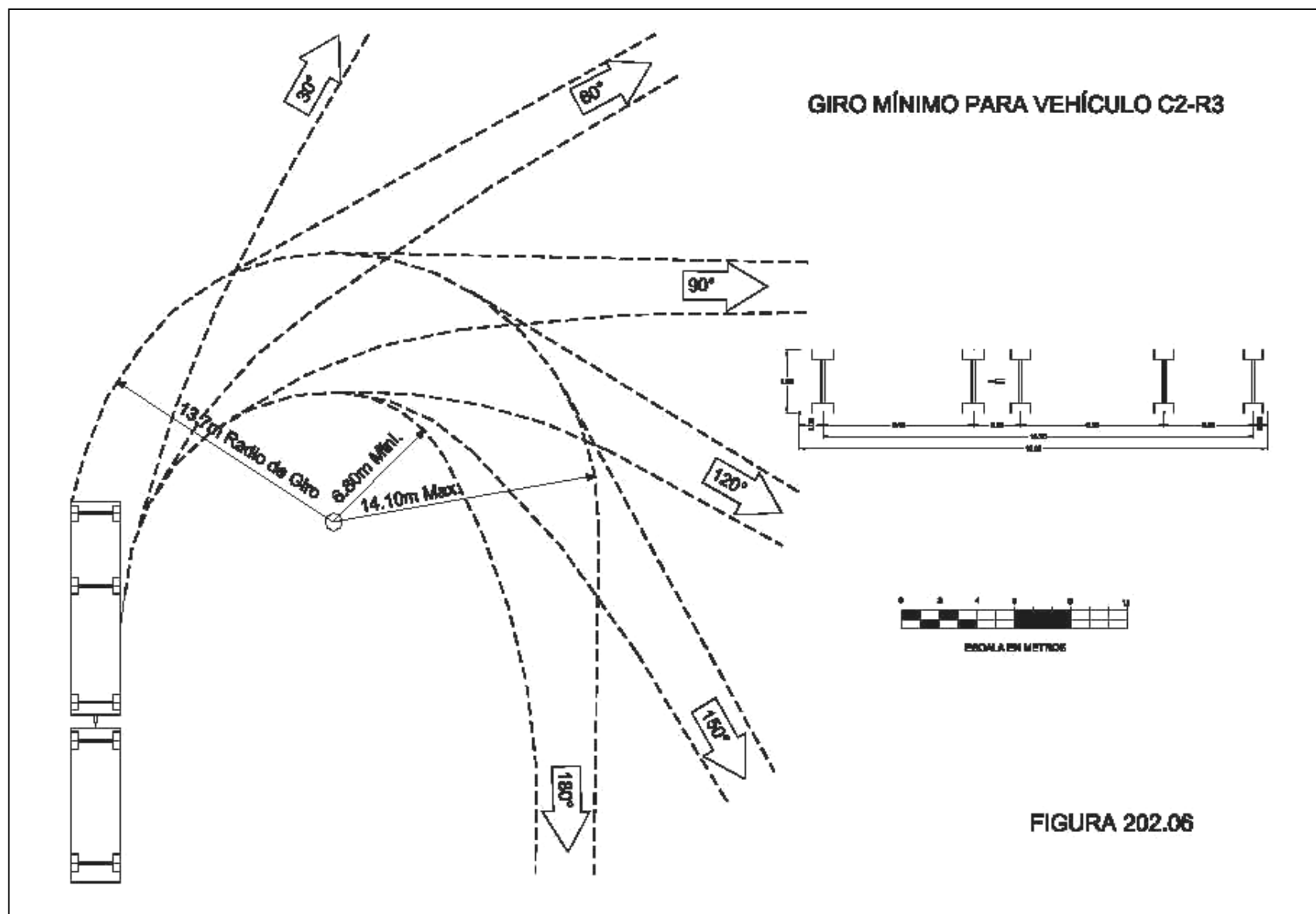












## TRAZADO DE PLANTA

El trazado en planta, se compone de alineamiento rectos y de curvas

### VELOCIDAD DIRECTRIZ (K/Hr)

Es la velocidad a la cual un conductor de habilidad media manejando con razonable atención, puede circular con entera seguridad, por una carretera.

Los radios mínimos de curvas, sobreanchos, peraltes, curvas verticales, visibilidades, longitud de transiciones y en fin todos los factores que gobiernan el diseño del camino, se calculan en función de la velocidad directriz.(V)

**TABLA 101.01**  
**CLASIFICACIÓN DE LA RED VIAL PERUANA Y SU RELACION CON LA VELOCIDAD DE DISEÑO**

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
TRAFICO VEH/DIA <sup>(1)</sup>	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	AP <sup>(2)</sup>				MC				DC				DC				DC			
OROGRAFÍA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																				
40 KPH																				
50 KPH																				
60 KPH																				
70 KPH																				
80 KPH																				
90 KPH																				
100 KPH																				
110 KPH																				
120 KPH																				
130 KPH																				
140 KPH																				
150 KPH																				

AP : Autopista  
MC : Carretera Multicarril o Dual (dos calzadas)  
DC : Carretera De Dos Carriles  
■ : Rango de Selección de Velocidad

**NOTA 1:** En zona tipo 3 y/o 4, donde exista espacio suficiente y se justifique por demanda la construcción de una autopista, puede realizarse con calzadas a diferente nivel asegurándose que ambas calzadas tengan las características de dicha clasificación.

**NOTA 2:** En caso de que una vía clasifique como carretera de la 1ra. Clase y a pesar de ello se desee diseñar una vía multicarril, las características de ésta se deberán adecuar al orden superior inmediato. Igualmente si es una vía dual y se desea diseñar una autopista, se deberán utilizar los requerimientos mínimos del orden superior inmediato.

**NOTA 3:** Los casos no contemplados en la presente clasificación, serán justificados de acuerdo con lo que disponga el MTC y sus características serán definidas por dicha entidad.

### PROYECTO DE UNA CURVA:

Al proyectar las curvas de un trazado habrá que estudiar

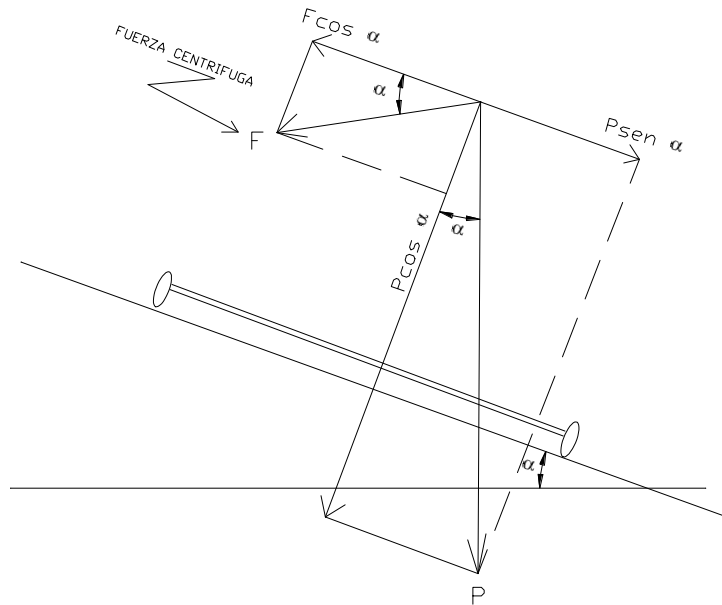
- (1°) La combinación de radios mínimos y de peraltes
- (2°) El paso de la alineación recta a la curva, intercalando curvas de transición (dependiendo de V)
- (3°) El sobreancho que permita conservar la misma capacidad de tráfico, que en la alineación recta
- (4°) La debida, visibilidad asegurada por el radio mínimo.

Alteraciones que se originan, cuando se proyecta una curva

- (1°) Aparición de la fuerza centrífuga
- (2°) Falta de velocidad
- (3°) Aumento del ancho preciso por vía tránsito, para salvar esto, es preciso que las curvas se proyecten con el mayor R posible.

## RADIO MINIMO

Al entrar en curva se presenta la fuerza centrífuga que origina peligro para estabilidad del vehículo.



Fuerza solicitante:  $F \cos \alpha$

Fuerza resistente:  $P \sin \alpha$

$(\mu_t)$  = Coeficiente de Rozamiento Transversal\*Rotación, cuyo valor varía de 1.0 a 0.6

Reacción del rozamiento:

Transversal \* rotación:  $\mu_t (F \sin \alpha + P \cos \alpha)$

La condición de equilibrio

$$F \cos \alpha = P \sin \alpha + \mu_t (F \sin \alpha + P \cos \alpha) \quad (1)$$

Valor Fuerza Centrifuga:

$$F = \frac{MV^2}{R} = \frac{P}{g} \cdot \frac{V^2}{R}; \text{ Expresado Valor en K/Hr}$$

$$F = \frac{P}{g} \cdot \frac{V^2}{3.6^2 R} = \frac{P}{127} \cdot \frac{V^2}{R}$$

Sustituyendo en (1):

$$\frac{P}{127 R} V^2 \cos \alpha = P \sin \alpha + \left( P \cos \alpha + \frac{P}{127 R} V^2 \sin \alpha \right) \mu_t$$

De donde, se obtiene:

$$R_{\min} = \frac{V^2 (1 - \mu_t \tan \alpha)}{127 (\tan \alpha + \mu_t)}$$

Esta fórmula da el valor de R, necesario para que no exista deslizamiento por efecto de una velocidad V.

De esta fórmula se obtiene la fórmula práctica usada en las "Normas Peruanas" (NP)

$$R_{\min} = \frac{V^2}{128(p + f)} \quad V = \text{Velocidad Directriz (K/H)}$$

p = Peralte (máx 8% p'carreteras 1° y 2° orden)  
(máx 10% p'carreteras 3° y 4° orden)

Valores:

V	30	40	50	60	70	80	90	100	110
f	0.18	0.17	0.16	0.153	0.146	0.14	0.133	0.126	0.12

Los radios mínimos y Peraltes máximos se tomarán de la siguiente tabla :

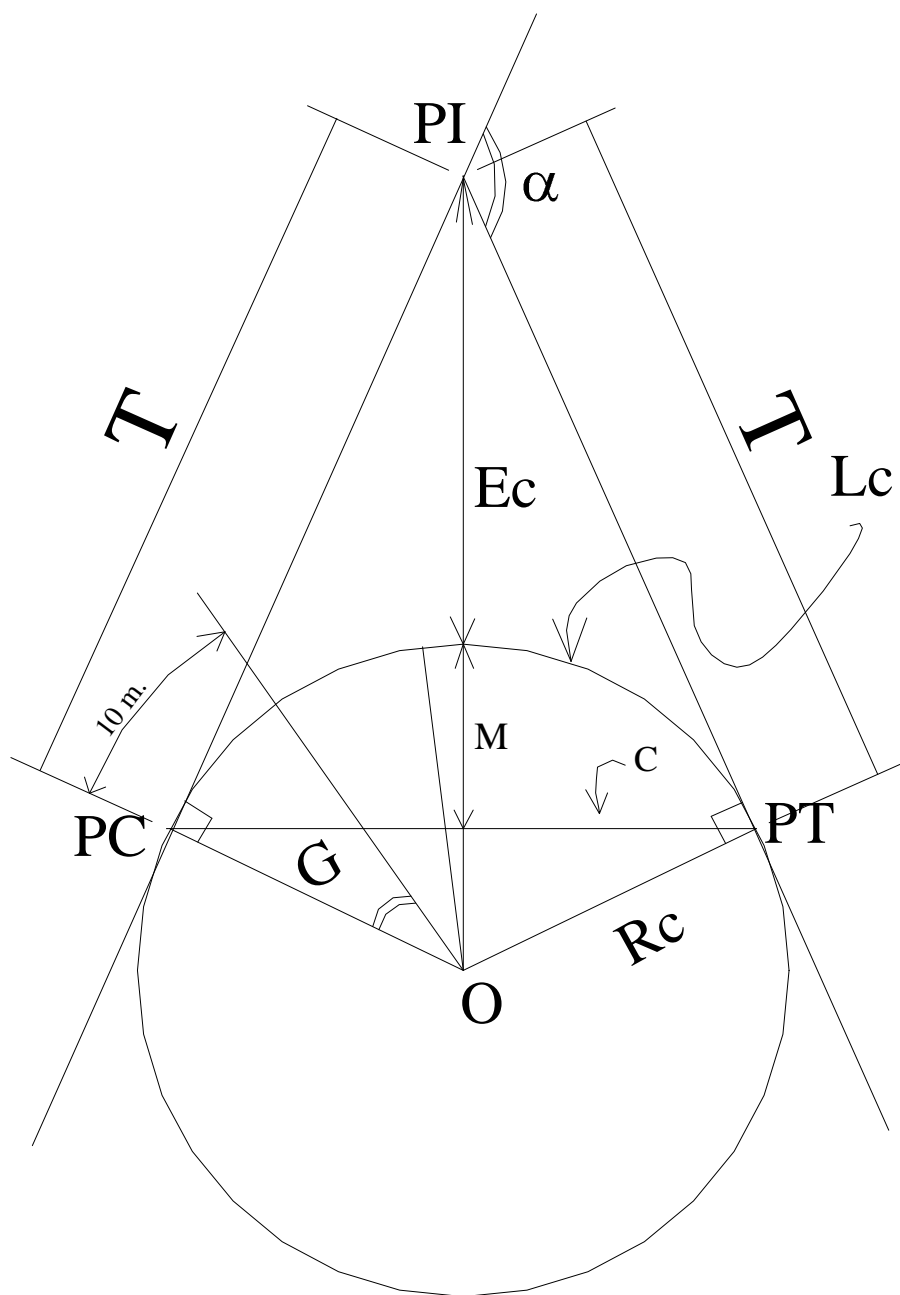
**TABLA 402.02**  
**RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS PARA DISEÑO DE CARRETERAS**

Ubicación de la Vía	Velocidad de diseño (Kph)	P máx %	Radio Mínimo (m)
Area Urbana (Alta Velocidad)	30	4,00	35
	40	4,00	60
	50	4,00	100
	60	4,00	150
	70	4,00	215
	80	4,00	280
	90	4,00	375
	100	4,00	495
	110	4,00	635
	120	4,00	875
	130	4,00	1110
	140	4,00	1405
Area Rural (con peligro de Hielo)	150	4,00	1775
	30	6,00	30
	40	6,00	55
	50	6,00	90
	60	6,00	135
	70	6,00	195
	80	6,00	255
	90	6,00	335
	100	6,00	440
	110	6,00	560
	120	6,00	755
	130	6,00	950
	140	6,00	1190
	150	6,00	1480

Ubicación de la Vía	Velocidad de diseño (Kph)	P máx %	Radio Mínimo (m)
Area Rural (Tipo 1, 2 ó 3)	30	8,00	30
	40	8,00	50
	50	8,00	85
	60	8,00	125
	70	8,00	175
	80	8,00	230
	90	8,00	305
	100	8,00	395
	110	8,00	505
	120	8,00	670
	130	8,00	835
	140	8,00	1030
	150	8,00	1265
Area Rural (Tipo 3 ó 4)	30	12,00	25
	40	12,00	45
	50	12,00	70
	60	12,00	105
	70	12,00	150
	80	12,00	195
	90	12,00	255
	100	12,00	330
	110	12,00	415
	120	12,00	540
	130	12,00	665
	140	12,00	815
	150	12,00	985



# **DISEÑO CURVAS HORIZONTALES**



## ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE

$$R = \frac{T}{\operatorname{Tg} \frac{\alpha}{2}}$$

Curva N°	T (m)	$\alpha$ (°)	R (m)
1	30	27.5°	122.6
2	36	23°	176.95
3	22	45°	52.46
4	26	50°5	55.13
5	39	35°	123.69

$$\alpha = 2 \arctan \left( \frac{T}{R} \right)$$

Curva N°	T (m)	R (m)	$\alpha$
1	30	123	27°24'50"
2	36	177	22°59'35"
3	22	52	45°51'51"
4	26	55	50°36'10"
5	39	124	34°55'06"

## **VISIBILIDAD**

## VISIBILIDAD

### GENERALIDADES

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante del camino, que es visible al conductor del vehículo.

En diseño se consideran dos distancias, la de visibilidad suficiente para detener el vehículo, y la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior, en el mismo sentido.

En esta nueva norma, estas dos situaciones influyen en el diseño de la carretera en campo abierto y serán tratados en esta sección considerando:

- 1) Alineamiento recto y rasante de pendiente uniforme
- 2) Condicionamiento asociado a singularidades de planta o perfil

### VISIBILIDAD DE PARADA

#### DEFINICION:

Distancia de visibilidad de parada, es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja de diseño, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

Se considera obstáculo aquél de una altura igual o mayor a 0.15 m, estando situados los ojos del conductor a 1,15 m, sobre la rasante del eje de su pista de circulación.

Todos los puntos de una carretera deberán estar previstos de la distancia mínima de visibilidad de parada.

#### INFLUENCIA DE LA PENDIENTE SOBRE LA DISTANCIA:

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Esta influencia tiene importancia práctica para valores de la pendiente de más o menos 6% y para velocidades directrices mayores de 80 Km./h.

En tramos de pendiente del 6% o más, la distancia de visibilidad varía con la velocidad directriz.

### DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

- 1).- Alineamiento Recto y Rasante de Pendiente Uniforme

La distancia de parada sobre una alineación recta de pendiente uniforme, se calcula mediante la expresión :

$$D_p = \frac{V \cdot t_{pr}}{3.6} + \frac{V^2}{254 \cdot (\pm i)}$$

Donde:

<b>D<sub>p</sub></b>	: Distancia de Visibilidad de Parada(m)
<b>V</b>	: Velocidad de diseño de la carretera (Kph)
<b>t<sub>pr</sub></b>	: Tiempo de percepción + reacción (seg)
<b>f</b>	: Coeficiente de fricción, pav. húmedo
<b>i</b>	: Pendiente Longitudinal (en tanto por uno)
	+i = subida respecto al sentido de circulación
	-i = bajada respecto al sentido de circulación

V	f	T <sub>pr</sub>
25	0.536	3
30	0.528	3
35	0.520	3
40	0.512	3
45	0.504	3
50	0.496	3
60	0.480	2.833
70	0.464	2.666
80	0.448	2.500
90	0.432	2.333
100	0.416	2.167
110	0.400	2.000

El primer término de la expresión representa la distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (d<sub>tp</sub>) y el segundo la distancia recorrida durante el frenado hasta la detención junto al obstáculo (d<sub>f</sub>).

#### 2) Condicionamiento Asociado a singularidades de Planta o Perfil

En la figura siguiente se indica la variación de la distancia de visibilidad de parada con la velocidad de diseño y la pendiente.

Donde t<sub>p</sub> corresponde aproximadamente a 2 seg y f varía entre 0,30 – 0,40, según aumente la Velocidad.



DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (Dp)

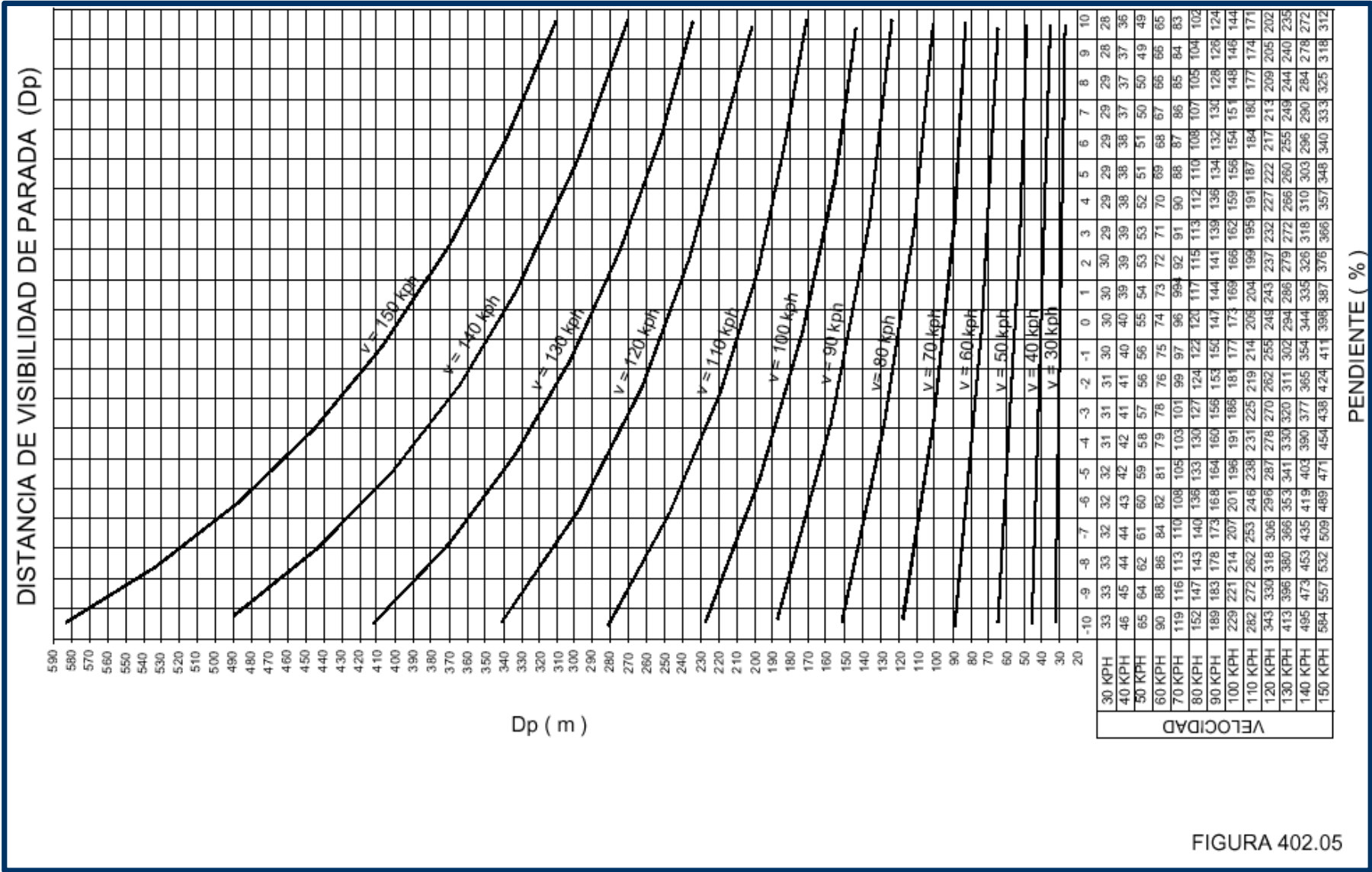


FIGURA 402.05



**EJEMPLO**

Hallar la distancia de Visibilidad de Parada para una carretera en tramo tangente de  $V_d = 60\text{Kph}$  con una pendiente de  $+6\%$

**SOLUCION:**

1.- Según la lamina **402.05** Distancia de Visibilidad de Parada( $D_p$ )

Para :  $V_d = 60\text{Kph}$   $D_p = 68\text{m}$   
 Pendiente =  $+6\%$

2.- Según la fórmula

$$D_p = \frac{V_d \times T_p}{3.6} + \frac{V_d^2}{254(f \pm i)}$$

Para :  $V_d = 60\text{Kph}$   $T_p = 2.833$   
 $f = 0.480$

Reemplazando valores:

$$D_p = \frac{60 \times 2.833}{3.6} + \frac{60^2}{254(0.480 + 0.06)} = 73.49\text{m.}$$

**IMPOSIBILIDAD DE CRUCE-DIST DOBLE VISIBILIDAD:**

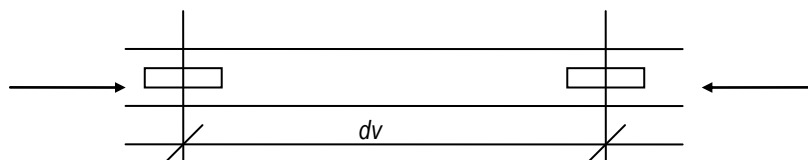
Cuando el camino es de un ancho tal que no permita el cruce de 2 vehículos a la velocidad de régimen hay que calcular la distancia precisa para que puedan parar antes de chocar.

Tramo Horizontales  $\left| dv = 2(0.555V + \frac{V^2}{254 \cdot f}) + 5\text{m} \right.$

Esta fórmula estima en 2seg el tiempo de percepción y reacción para cada conductor y una dist. De seguridad de 5m.

Si tuviera una pendiente  $i$ , se suman los espacios de frenado de los vehículos, en la distancia de frenado, el que desciende será afectado por el signo  $-$  y el que asciende por  $+$

$$dv = \left[ 1.11V + \frac{f \cdot V^2}{127(2 \pm i^2)} \right] + 5\text{m}$$



## DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD ENTRE DOS VEHICULOS

Si 2 vehículos marchan a la misma velocidad, uno tras otro la mínima distancia que los separa debe ser tal :

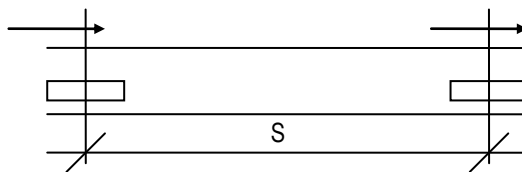
- que si el de adelante aplica frenos
- el de atrás se detenga sin chocar

La AASHTO propone la siguiente fórmula:

$$S = \frac{V}{5} + 6$$

$$S = m$$

$$V = K/Hr.$$



## DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO

### DEFINICION:

Distancia de visibilidad de paso, es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que se supone viaja a una velocidad de 15 Km p. h. menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

### Tomando en cuenta un alineamiento recto de razante uniforme

Cuando no existe impedimento impuestos por el terreno que se reflejan por lo tanto en el costo de producción, la visibilidad de paso debe asegurarse para el mayor desarrollo posible del proyecto.

Se deberá evitar que se tengan sectores sin visibilidad de adelantamiento, en longitudes superiores a las de la tabla siguiente, según las categorías de la carretera

### LONGITUD MAXIMA SIN VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO EN SECTORES CONFLICTIVOS

CATEGORIA DE VIA	LONGITUD
Autopista y Multicarril	1500m
1ra Clase	2000m
2da Clase	2500m

Los sectores con visibilidad adecuada para adelantar deberán distribuirse lo más homogéneamente posible a lo largo del trazado. En un tramo de carretera de longitud superior a 5 Kms, emplazado en una topografía dada, se procurará que los sectores con visibilidad adecuada para adelantar, respecto del largo total del tramo, se mantengan dentro de los porcentajes que se indican en la tabla siguiente.

### PORCENTAJE DE LA CARRETERA CON VISIBILIDAD ADECUADA PARA ADELANTAR

Condiciones Orográficas	% Mínimo	% Deseable
0-10 Llana	50	> 70
10 – 50 Ondulada	33	> 50
50 – 100 Accidentada	25	> 35
> 100 Muy Accidentada	15	> 25

La distancia de visibilidad de paso varía con la velocidad directriz según el diagrama de la figura siguiente.

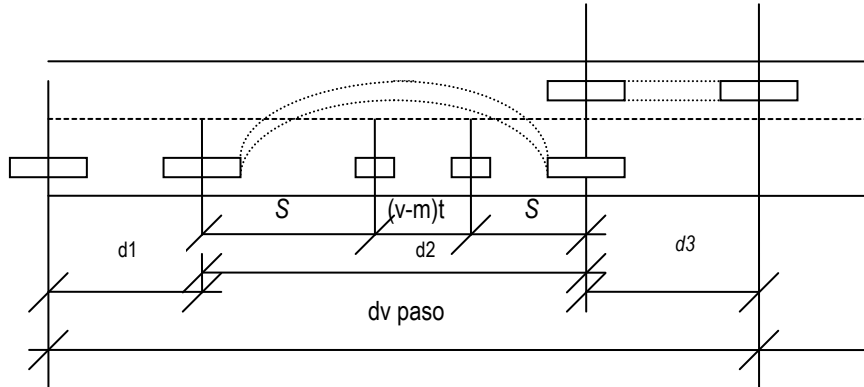
Para ordenar la circulación en relación con la maniobra de adelantamiento, se puede definir:

- Una zona de preaviso, dentro de la que no se debe iniciar un adelantamiento, pero si se puede completar uno iniciado con anterioridad.
- Una zona de prohibición propiamente dicha, dentro de lo que no se puede invadir el carril contrario.

**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO ( Dvpaso)**

Es la necesaria para que un vehículo pueda adelantar a otro que marcha por su misma vía a menor velocidad, sin peligro de colisión con el tránsito que venga en sentido opuesto.

Cuando no sea posible, económicamente que el trazado tenga en todos los puntos la Dvpaso, debe exigirse que por lo menos  $c/2$  km. Halla un tramo donde exista.



Se adopta una percepción de 3 seg. y se supone que el vehículo que sobrepasaba marchaba a  $V$ . Km/Hr. Ha debido reducir su velocidad, hasta igualar la que lleva el vehículo sobrepasado, se generaliza que es  $m$  K/Hr menor; el vehículo que sobrepasa reduce su velocidad a  $V-m$ , durante los 3 seg. Y la distancia que recorre:

$$d_1 \text{ (metros)} = \frac{3(v-m)}{3.6} = \frac{0.83(V-m)}{3.6} \quad (e=V \times T)$$

3.6 ← para reducir a m/seg.

Se supone que la distancia  $d_1$ , se recorre mientras el vehículo lo que sobrepasa se mantiene a una dist.  $S$  del que lo precede.

$$S = \frac{(V-m)}{5} + 6$$

cuando se halla completado la maniobra de sobrepaso:

El vehículo 1 habrá recorrido una distancia  $2S$  durante dicha maniobra y habrá estado acelerando a razón de  $a$  Km/Hr/seg., el tiempo " $t$ " requerido está dado por:

$$t = \sqrt{\frac{14.4S}{a}} \text{ (seg)}$$

y la distancia  $d_2$ :

$$d_2 = 2S + \frac{(V-m)t}{3.6}$$

Se supone que el momento de iniciarse la maniobra del sobrepaso, aparece en sentido opuesto un 3 circulando a la velocidad directriz.  $V$

$$d_3 = \frac{V \cdot t}{3.6}; dv\_paso\_total = d_1 + d_2 + d_3$$

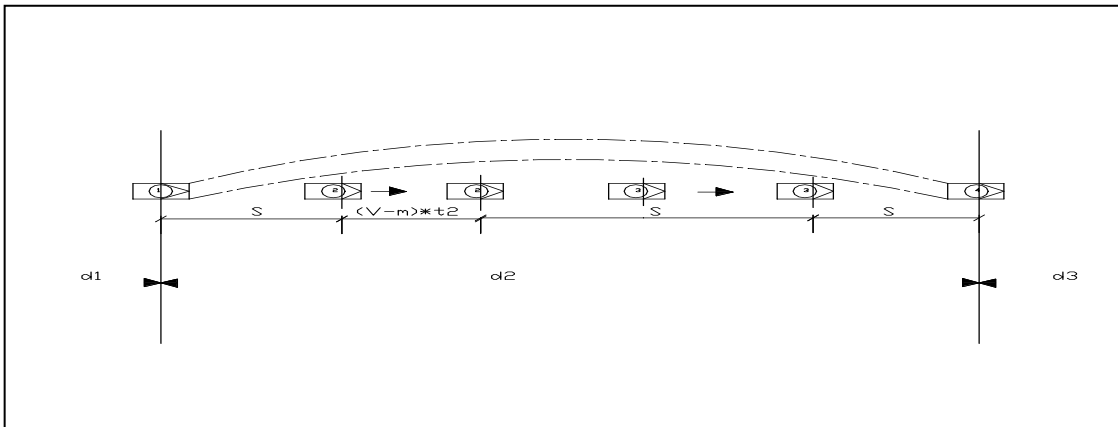
### VALORES DE LA ACELERACION PARA SOBREPASO DE UN VEHICULO

(m)(dif. Entre V y la velocidad del vehículo sobrepasado)

V km/hr	15	24	32	40
50	4.2	4.6	5.1	5.7
65	3.4	3.7	4.2	4.6
80	2.7	3.0	3.4	3.7
95	2.1	2.2	2.7	3.0
110	1.6	1.8	2.1	2.2

K/Hr/seg  
(a)

Para el caso de un vehículo, que tenga que adelantar a otros dos, d<sub>1</sub> será , pero d<sub>2</sub> y d<sub>3</sub> varían ya que varía t



$$d_2 = 3S + \frac{(V-m)}{3.6} \times t_2 \quad t_2 = \sqrt{\frac{21.6 \times S}{a}}$$

$$d_3 = \frac{t_2}{3.6} \times V_1$$

Coloco V<sub>1</sub> , ya que la velocidad del 3er vehículo no tiene que ser igual a la del que sobrepasa.

### VALORES DE LA ACELERACION (a) PARA SOBREPASO

DE DOS VEHICULOS (K/H/seg)m

V (K/H)	15	24	32	40
50	4	4.5	5.0	5.5
65	3.2	3.5	4.0	4.5
80	2.6	2.9	3.2	3.5
95	1.9	2.2	2.5	2.9
110	1.4	1.8	1.9	2.2

K/Hr/seg  
(a)



**EJEMPLO:**

Hallar la distancia de Visibilidad de Paso para una  $V_d = 60\text{Kph}$

**Solución:**

1.- Según la lamina 402.06 Distancia de Visibilidad de Paso ( $D_a$ )

Para  $V_d = 60\text{Kph}$   $D_a = 290\text{m}$

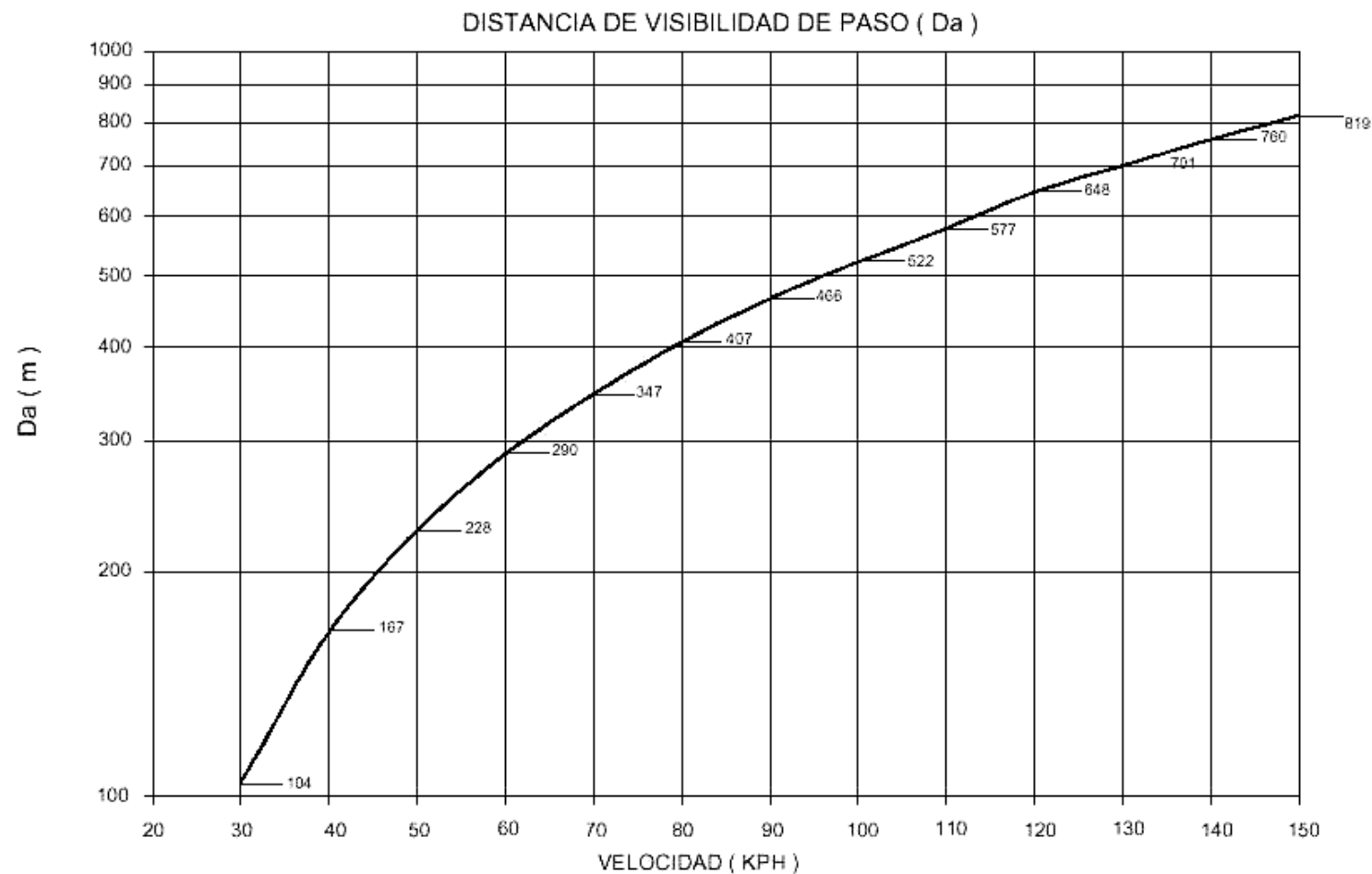


FIGURA 402.06

**BANQUETAS DE VISIBILIDAD**

En las Curvas Horizontales deberán asegurarse la Visibilidad mínima de parada se acuerdo a lo ya indicado.

El control de este requisito y la determinación de la eventual Banqueta de Visibilidad se definirá, luego de verificar si una curva provee una distancia de visibilidad requerida, así mismo se presenta las siguientes tablas

**TABLA 402.10**  
**ALEJAMIENTO MÍNIMO DE LOS OBSTÁCULOS FIJOS EN TRAMOS EN**  
**TANGENTE MEDIDO DESDE EL BORDE DE LA BERMA HASTA EL BORDE DEL**  
**OBJETO**

Descripción	Alejamiento (m)
Obstáculos aislados (pilares, postes, etc)	1,50 (0,60)
Obstáculos continuos (muros, paredes, barreras, etc)	0,60 (0,30)
Pared, muro o parapeto, sin flujo de peatones	0,80 (0,60)
Idem, con flujo de peatones	1,50

Nota : Alejamientos desde el borde exterior de la berma

( ) : Valores mínimos absolutos, no aceptables para las carreteras de la Red Vial Nacional.

## BANQUETAS DE VISIBILIDAD

DESPEJE LATERAL REQUERIDO POR VISIBILIDAD DE PARADA O ADELANTAMIENTO

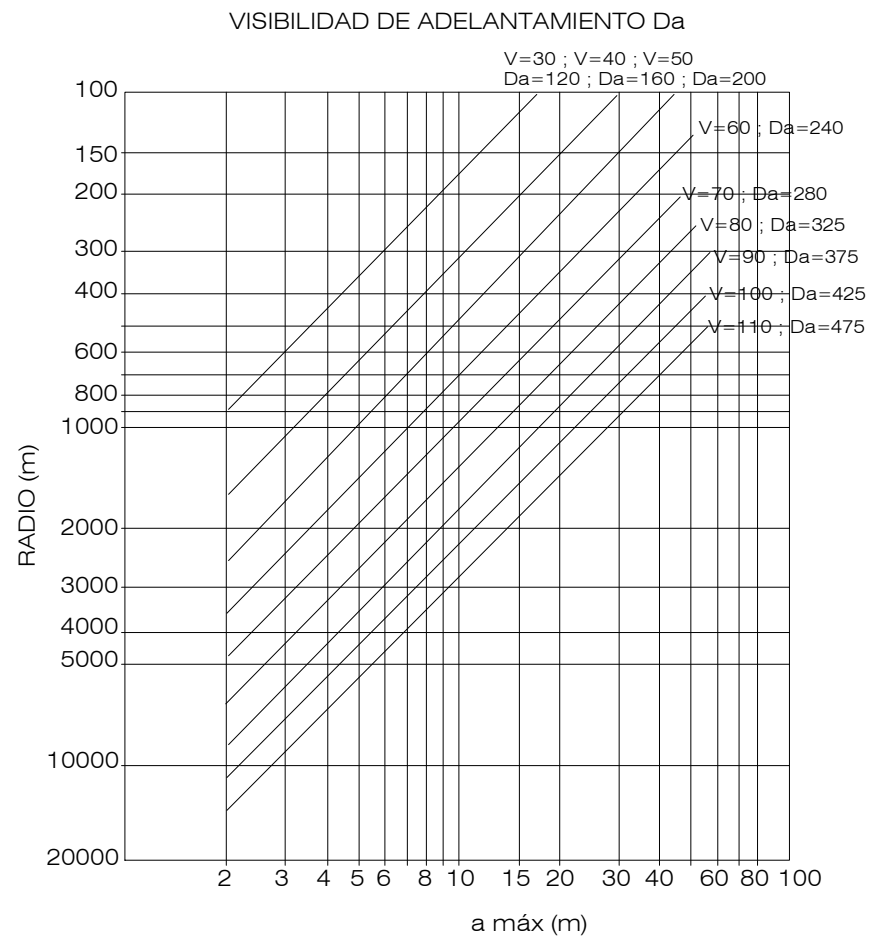
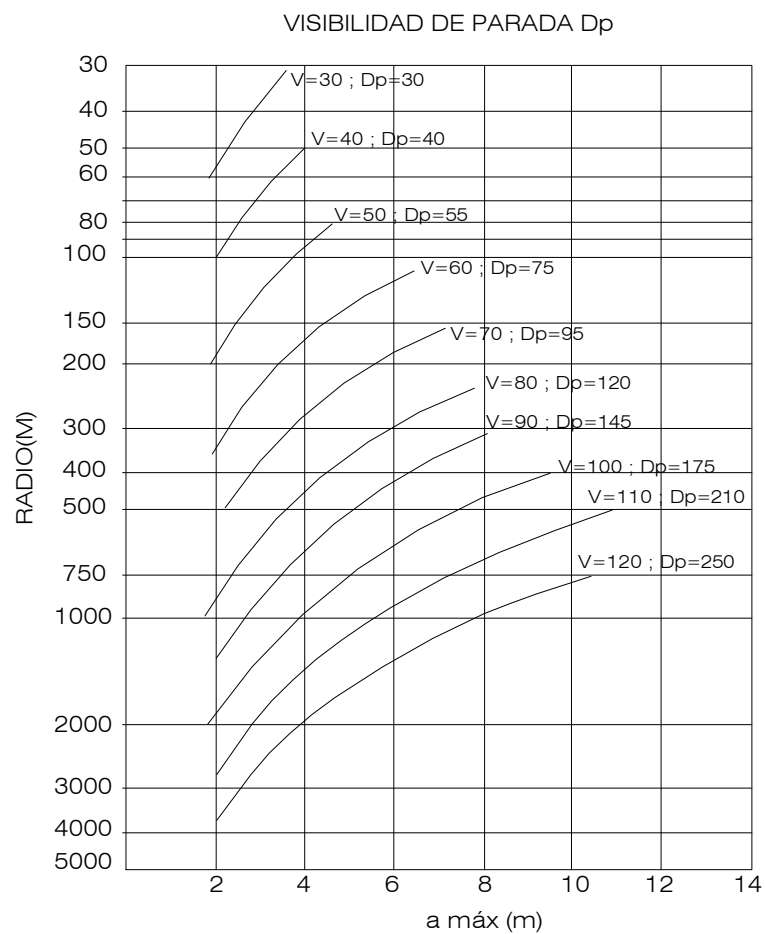
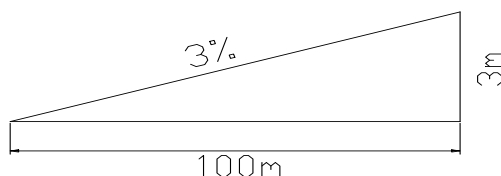


FIGURA 402.07



## PERFIL LONGITUDINAL

### PENDIENTE:



No se mide por ángulos, ni por unidades lineales, si no en tanto por ciento.

Si se habla de una pendiente de 2 ó 3% , se entiende que asciende o desciende 2 ó 3cm en c/metro; ó 2 ó 3m cada 100m.

### PENDIENTE MINIMA.-

Lo ideal sería construir los caminos a nivel, pero esto trae el problema de drenaje, ya que las aguas se estancan en las depresiones.

Los N.P. prescriben que los pendientes no deben ser menores a  $\frac{1}{2}$  (0.5) por ciento

**TABLA 403.01**  
**PENDIENTES MÁXIMAS**

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
TRAFICO VEH/DIA <sup>(1)</sup>	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	AP <sup>(2)</sup>				MC				DC				DC				DC			
OROGRAFÍA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																			10,00	12,00
40 KPH																9,00	8,00	9,00	10,00	
50 KPH											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00		
60 KPH					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00		
70 KPH			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	7,00		7,00			
80 KPH	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00			
90 KPH	4,50	5,00	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00							
100 KPH	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							
110 KPH	4,00	4,00			4,00															
120 KPH	4,00	4,00			4,00															
130 KPH	3,50																			
140 KPH	3,00																			
150 KPH																				

AP : Autopista  
MC : Carretera Multicarril o Dual  
DC : Carretera De Dos Carriles

**NOTA 1:** En orografía tipo 3 y/o 4, donde exista espacio suficiente y se justifique la construcción de una autopista, puede realizarse con calzadas a diferente nivel asegurándose que ambas calzadas tengan las características de dicha clasificación.

**NOTA 2:** En caso de que una vía clasifique como carretera de 1ra. clase y a pesar de ello se desee diseñar una vía multicarril, las características

de ésta se deberán adecuar al orden superior inmediato. Igualmente si es una vía de segundo orden y se desea diseñar una autopista, se deberán utilizar los requerimientos mínimos del orden superior inmediato.

**NOTA 3:** Los casos no contemplados en la presente clasificación, serán justificados de acuerdo con lo que disponga el MTC y sus características serán definidas por dicha entidad.

**NOTA 4:** En los casos de pendientes elevadas, verificar la capacidad de la vía y necesidad de carril de ascenso.

### CONCEPTOS IMPORTANTES

#### CONTRAPENDIENTES :

Cuando en una carretera en constante ascenso se intercala un tramo en descenso se tiene lo que se llama una contrapendiente.

#### DESARROLLOS :

Es común encontrarse con el problema de no poder ascender directamente con una pendiente determinada i, entre 2 puntos y se hace necesario alargar la línea para ir ganando altura que es lo que se conoce con el nombre de desarrollo.

# **CURVAS VERTICALES**

## **CURVAS VERTICALES**

### **NECESIDADES DE CURVAS VERTICALES**

Los tramos consecutivos de rasantes, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea de 1%, para carreteras de tipo superior y de 2% para las demás.

### **PROYECTO DE CURVAS VERTICALES**

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la distancia de visibilidad mínima de parada.

#### **LONGITUD DE CURVAS CONVEXAS**

La longitud de curvas cóncavas viene dadas por las siguientes expresiones:

- a) Para contar con la Visibilidad de Parada deberá utilizarse los valores de Longitud de Curva Vertical de la figura (1-b) para esta condición
- b) Para contar con la Visibilidad de Sobrepaso.- Se utilizarán los valores de longitud de curvas Verticales de la figura (2-b) para esta condición.

#### **LONGITUD DE CURVAS CONCAVAS**

Los valores de longitud de curva vertical serán los de la figura (3-b).

### **CONSIDERACIONES ESTETICAS**

La longitud de curva vertical cumplirá la condición

$$L > \text{ó} = V$$

L : Longitud de la curva (m)

V: Velocidad Directriz (Kph)

### **CONSIDERACIONES**

#### **Consideraciones que tenemos que tomar de las Nuevas Normas del Diseño Geométrico de Carreteras (DG-99)**

- 1.-) En curvas Verticales Convexas deben tener las mismas distancias de Visibilidad adecuadas, como mínimo iguales a la de parada.
- 2.-) El proyecto de curvas Verticales, puede resumirse en cuatro criterios para determinar la longitud de las curvas:
  - **Criterios de Comodidad** .- Se aplica al diseño de curvas verticales cóncavas en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección se suma al peso propio del vehículo.
  - **Criterios de Operación** .- Se aplica al diseño de curvas verticales con visibilidad completa, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.
  - **Criterio de Drenaje** .- Se aplica al diseño de curvas verticales convexas o cóncavas cuando están alojadas en corte, Para advertir al diseñados la necesidad de modificar las pendientes longitudinales en las cunetas.
  - **Criterios de seguridad** .- Se aplica a curvas cóncavas y convexas. La longitud de las curvas debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada. En algunos casos el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de paso.

**NOTA :** Para hallar las longitudes de curvas verticales tanto para cóncavas como convexas podemos utilizar las gráficas correspondientes o las formulas que presentamos a continuación.

## LONGITUDES DE CURVAS CONVEXAS

a).- Para contar con la Visibilidad de Parada (Dp)

$$\begin{aligned} \text{Cuando } D_p < L \quad L &= A D_p^2 / (200 (h_1 + 2h_2)^2) \\ \text{Cuando } D_p \geq L \quad L &= 2D_p - (200 (h_1 + h_2)^2 / A) \end{aligned}$$

Donde: L : Longitud de la curva Vertical (m)  
 Dp : Distancia de Visibilidad de Parada(m)  
 A : Diferencia algebraica de pendiente (%)  
 h<sub>1</sub> : Altura del ojo sobre la rasante(m)  
 h<sub>2</sub> : Altura del objeto sobre la rasante(m)

b).- Para contar con la Visibilidad de Paso (Da)

Se utilizarán las mismas que en (a); utilizandose como h<sub>2</sub> = 1.30m considerando h<sub>1</sub> = 1.07m

$$\begin{aligned} \text{Cuando } D_a < L \quad L &= A D_a^2 / 946 \\ \text{Cuando } D_a \geq L \quad L &= 2D_a - 946/A \end{aligned}$$

Donde: D<sub>a</sub> : Distancia de Visibilidad de Paso(m)  
 L y A : Idem (a)

## LONGITUDES DE CURVAS CONCAVAS

La longitud de las Curvas Verticales Cóncavas, viene dada por la siguiente expresión

$$\begin{aligned} \text{Cuando } D < L \quad L &= A D^2 / [20 + 3.5D] \\ \text{Cuando } D \geq L \quad L &= 2D_a - 946/A \end{aligned}$$

Donde: D : Distancia entre el vehículo y el punto donde con un ángulo de 1°, los rayos de luz de los faros, intercepta a la rasante.

Del lado de la seguridad se toma D = D<sub>p</sub>

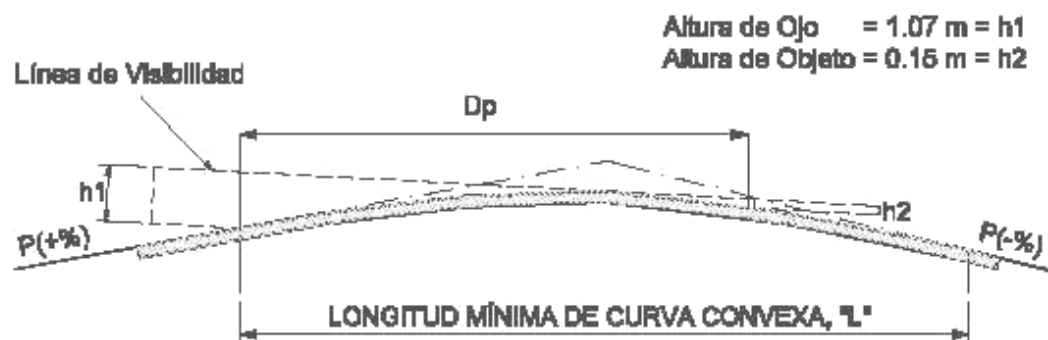
Adicionalmente, considerando que los efectos gravitacionales y de fuerzas centrífugas afectan en mayor proporción a las curvas cóncavas, a fin de considerar este criterio se tiene que

$$L = A V^2 / 395$$

Donde: V : Velocidad Directriz (Khp)  
 L y A : Idem (a)



## LONGITUD MÍNIMA DE CURVA VERTICAL PARABÓLICA CON DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA



L = Longitud de la curva vertical (m)  
Dp = Distancia de Visibilidad de Frenado (m)  
V = Velocidad de Diseño (Km/h)  
A = Diferencia Algebraica de Pendientes (%)

Para $D_p > L$	Para $D_p < L$
$L = 2D_p - \frac{404}{A}$	$L = \frac{AD_p^2}{404}$

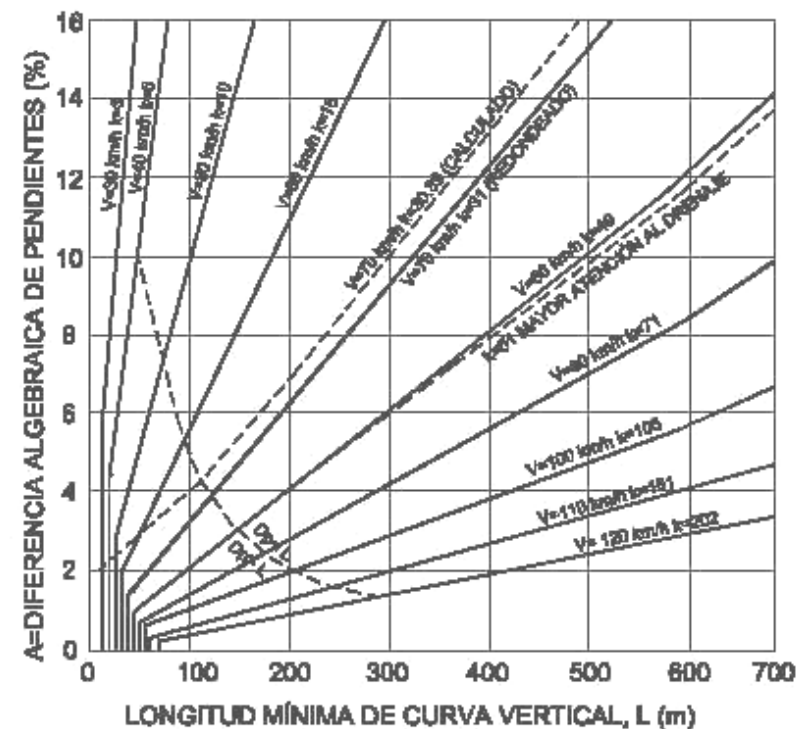
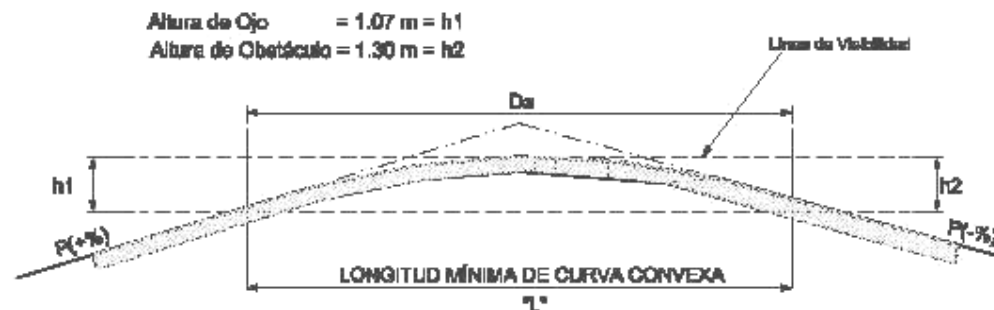


FIGURA 403.01

## LONGITUD MÍNIMA DE CURVA VERTICAL CONVEXA CON VISIBILIDAD DE PASO



L = Longitud de la Curva Vertical (m)  
D = Distancia de Visibilidad de Paso (m)  
V = Velocidad de Diseño (km/h)  
A = Diferencia Algebraica de Pendientes (%)

Para  $D_s > L$       Para  $D_s < L$

$$L = 2D_s - \frac{945}{A} \qquad L = \frac{AD_s^2}{948}$$

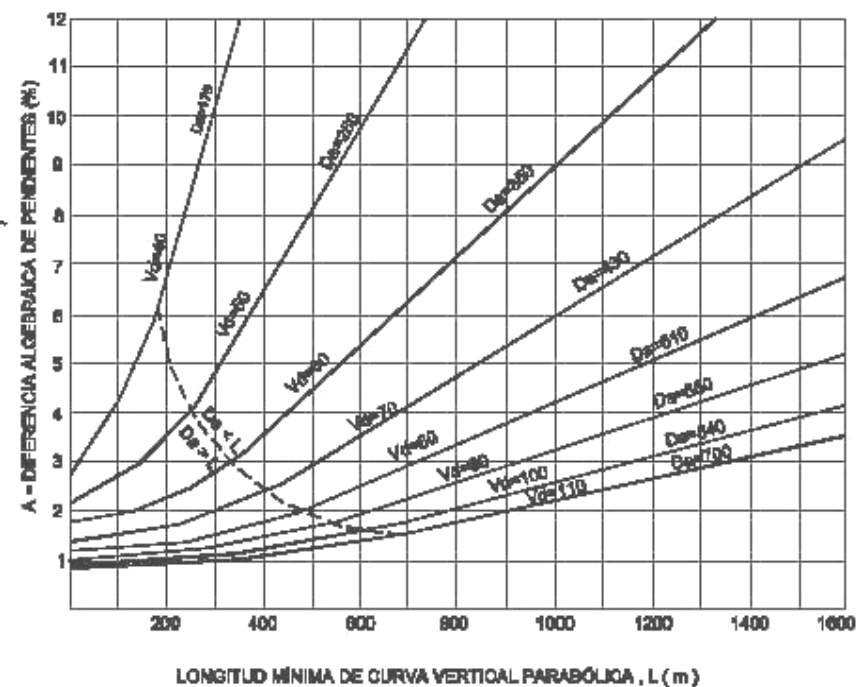
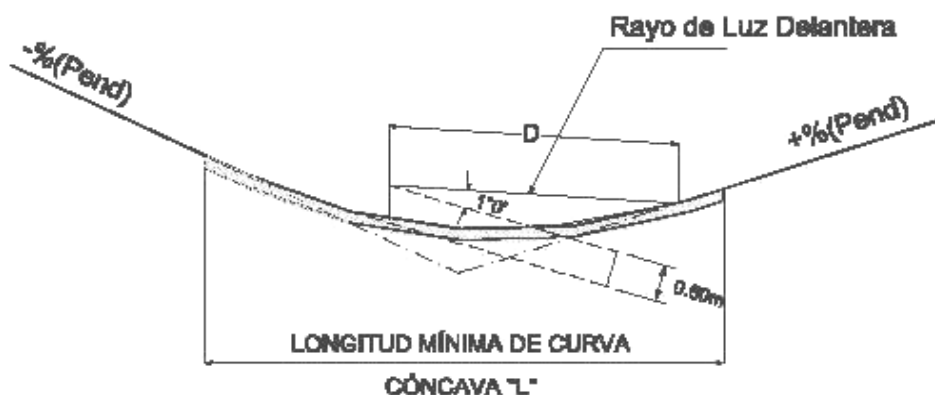


FIGURA 403.02

## LONGITUD MÍNIMA DE CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS



L = Longitud de la Curva Vertical (m)  
 D = Distancia desde los Faros a la Rasante (m)  
 V = Velocidad de diseño (km/h)  
 A = Diferencia Algebraica de Pendientes (%)

D = Dp

Dp > L

$$L = 2Dp - \left( \frac{120 + 3,60 Dp}{A} \right)$$

Dp < L

$$L = \frac{A Dp^2}{120 + 3,6 Dp}$$

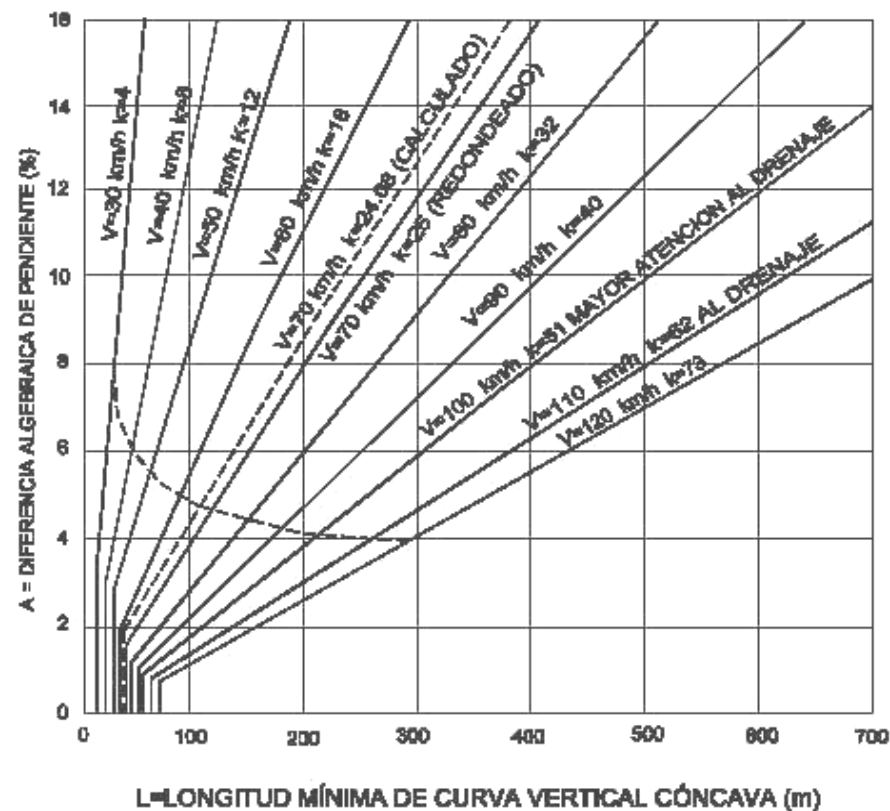
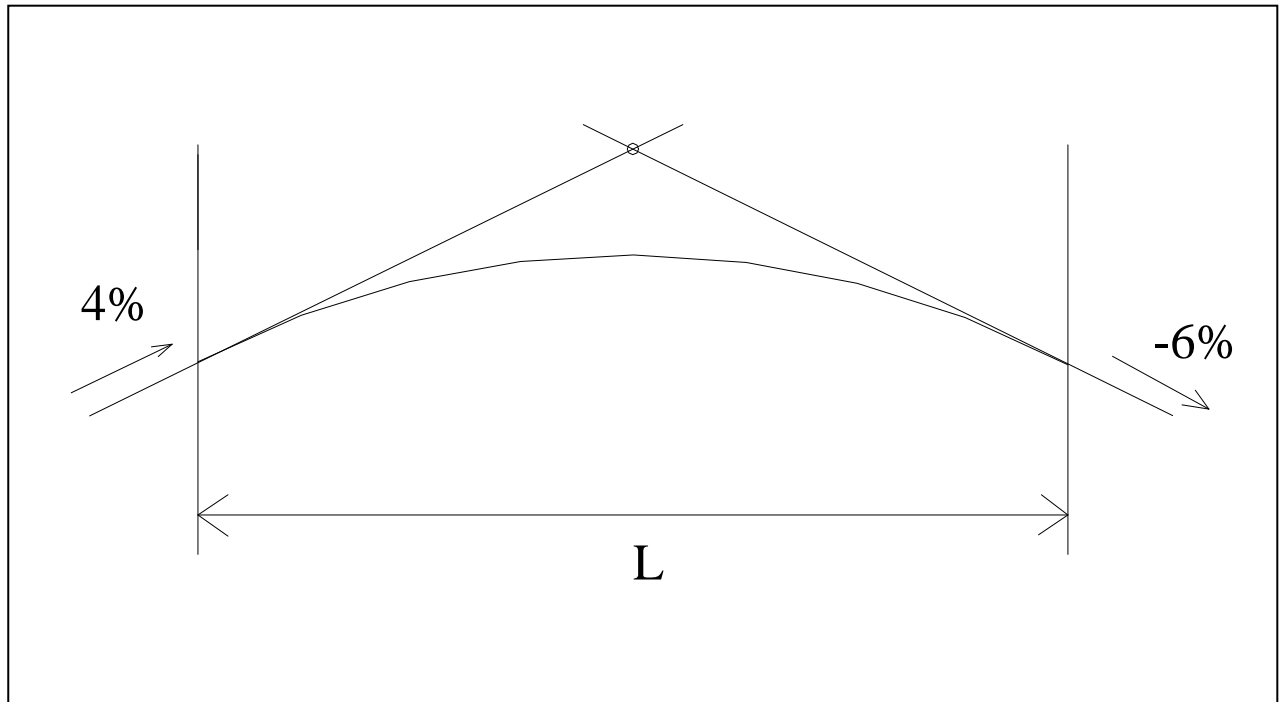


FIGURA 403.03



**EJEMPLO CURVA VERTICAL**

1. Calcular la Longitud mínima para una curva vertical Convexa para una velocidad directriz de 50 Kph con pendientes de + 6% y -4%

**Solución:**

- 1.a) Longitud mínima de Curva Vertical con distancia de Visibilidad de Parada

$$A = 4 - (-6) = 10$$

$$V_d = 50 \text{ Kph}$$

Teniendo estos valores nos vamos a la gráfica y encontramos hallamos la longitud mínima (Figura 403.01).

$$L_{\min} = 100 \text{ mt}$$

Ahora si queremos un valor más exacto resolveremos la fórmula, como sabemos que estamos en el  $D_p < L$ .

$$L = A \times D_p^2 / 404$$

$$D_p = V \times T_{pr} / 3.6 + V^2 / 254 \times f$$

$$\text{Para } V_d = 50 \text{ Kph} \dots \dots \dots T_{pr} = 3$$

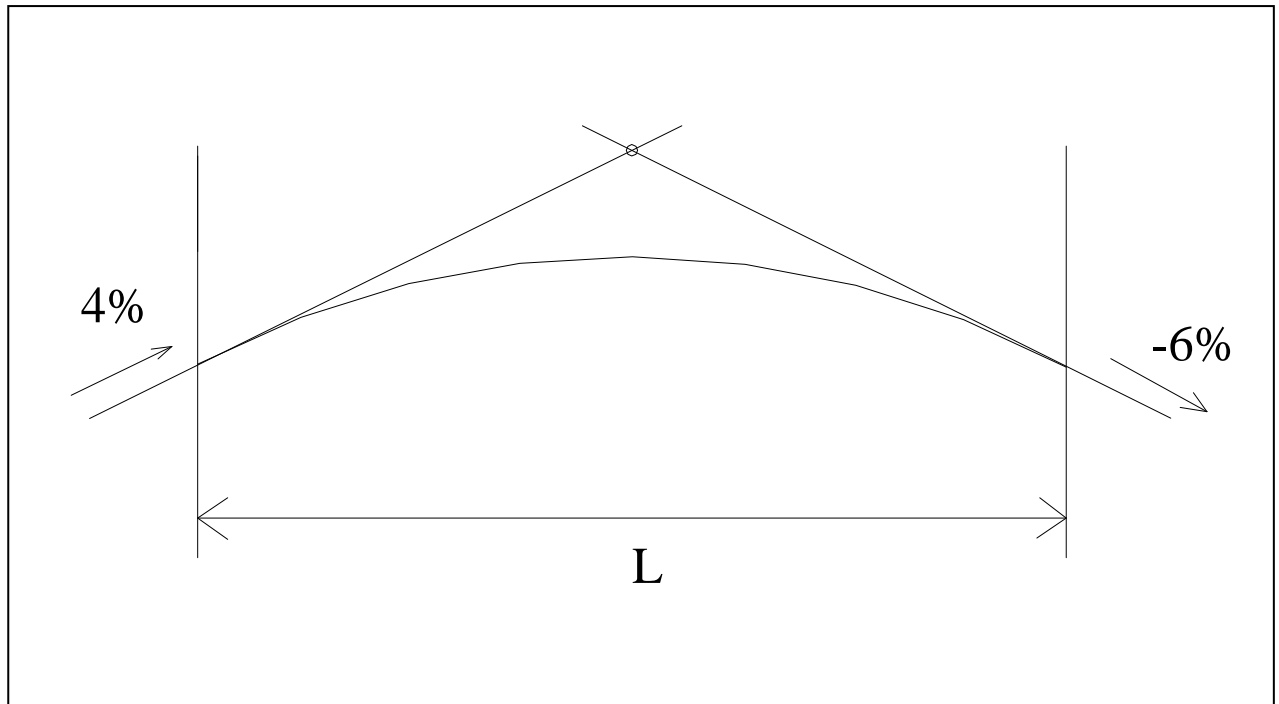
$$\dots \dots \dots f = 0.496$$

$$D_p = 50 \times 3 / 3.6 + 50^2 / 254 (0.496) = 61.5 \text{ mt}$$

Entonces hallamos la longitud

$$L = 10 \times 61.5^2 / 404 = 93.6 \text{ mt}$$

- Calcular la Longitud mínima para una curva Vertical Convexa para una velocidad directriz de 50 Kph con pendiente de + 6% y -4%



**Solución:**

1b) Longitud mínima de Curva Vertical con distancia de Visibilidad de Paso

$$A = 4 - (-6) = 10$$

$$Vd = 50 \text{ Kph}$$

Teniendo estos valores nos vamos a la gráfica y hallamos la longitud mínima.

$$L_{min} = 610 \text{ mt}$$

Ahora si queremos un valor más exacto resolveremos la fórmula, como sabemos que estamos en el  $Da < L$ .

$$L = A \times Dp^2 / 496$$

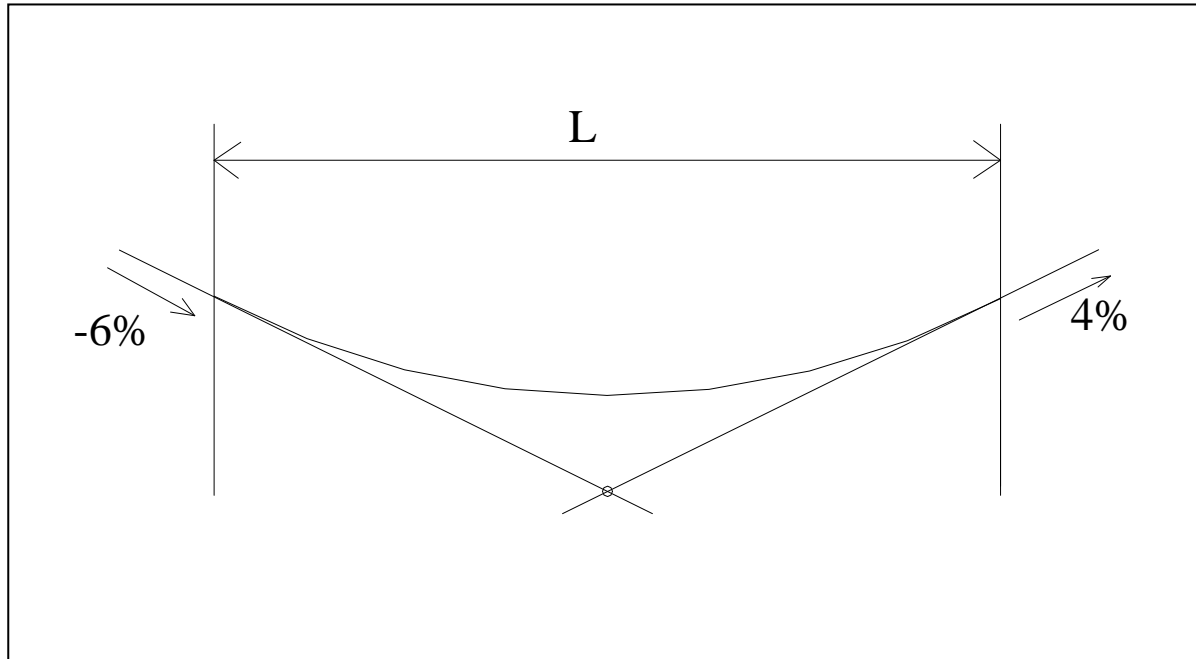
$Da$  = Se saca de la gráfica de visibilidad d depaso

$$Da = 230 \text{ mt}$$

Entonces hallamos la longitud

$$L = 10 \times 230^2 / 496 = 559.2 \text{ mt}$$

- 2.- Calcular la Longitud mínima para una curva Vertical Cóncava para una Vd de 50 Kph con pendientes -6% y 4%



**Solución.-**

$$A = 4 - (-6) = 10$$

$$Vd = 50 \text{ Kph}$$

Teniendo estos valores nos vamos a la gráfica y hallamos la longitud mínima

$$L_{\min} = 115 \text{ mt}$$

Ahora si queremos un valor más exacto resolveremos la fórmula, como sabemos que estamos en el  $D_p < L$ .

$$L = A \times D_p^2 / (120 + 3.5 D_p)$$

Donde:

$$D_p = V \times T_{pr} / 3.6 + V^2 / 254 \times f$$

$$D_p = 50 \times 3 / 3.6 + 50^2 / 254 \times 0.496 = 61.5 \text{ mt}$$

Entonces hallamos la longitud

$$L = 10 \times 61.5^2 / (120 + 3.5 \times 61.5)$$

$$L = 112.82 \text{ m}$$

## CURVAS VERTICALES

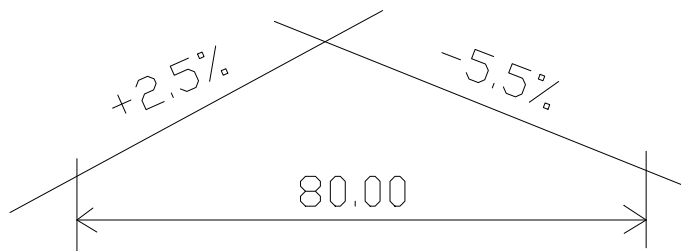
En el perfil se calcularán y fijarán curvas verticales parabólicas y según N.P. deben colocarse cuando diferencia algebraica de pendiente sea mayor a 2%

Existe tablas que dan las ordenadas de las parábolas en función de las abscisas y de las longitudes de las curvas verticales.

La longitud puede ser variable y las N.P. recomienda las de 80.00 m.

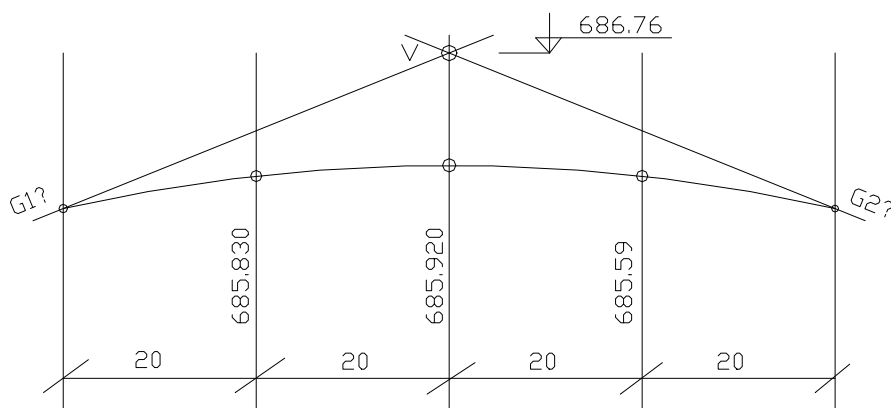
### ¿POR QUÉ SE RECOMIENDA LAS DE 80.00m?

Por que tiene la propiedad que la corrección en el vértice es igual a la diferencia algebraica de pendientes convertida a cm. y la corrección de las estacas laterales es la cuarta parte de esa magnitud.

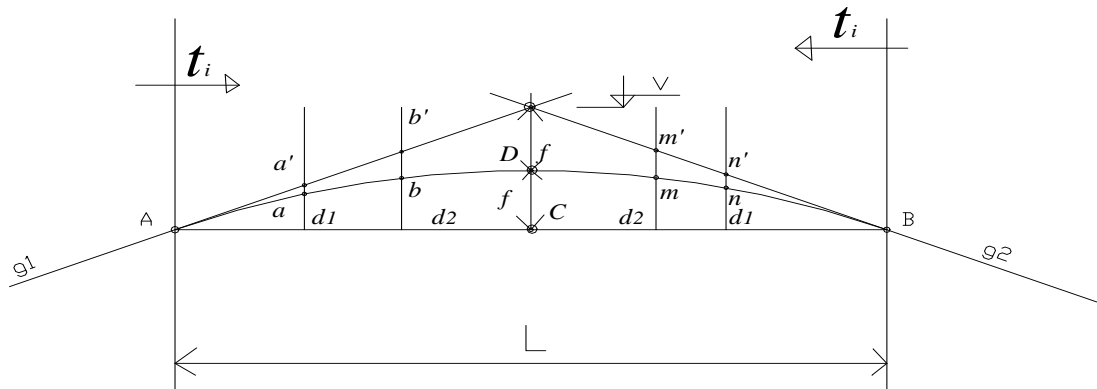


Problema:

Calcular las pendientes de los perfiles longitudinales que se indican en base a los datos de la figura adjunta, correspondiente a una curva vertical:



### EN GENERAL UNA CURVA VERTICAL SE CALCULA:



Si  $VD=f$ , estacado cada 20 , mts= $t$  ,  $AB=L$

Siendo la cota (Plv) =  $V$  y las pendientes  $g_1$  y  $g_2$  se tiene :

Cota de A :  $CA = \text{cota } V - g_1 \times L/2$

Cota de B :  $CB = \text{cota } V - g_2 \times L/2$

Cota de C :  $C_C = \frac{C_A + C_B}{2}$

el valor de  $f$  :  $f = \frac{VC}{2} = \frac{1}{2} \left( \text{cota } V - \frac{C_A + C_B}{2} \right)$

corrección de las estacas intermedias :

$$d_i = f \left[ \frac{\frac{t_i}{L}}{2} \right]^2$$

Ej. Práctico :

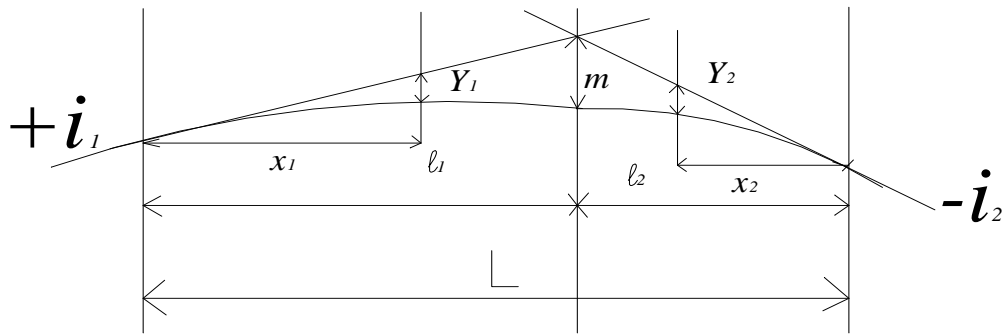
La línea de rasante de un proyecto de carretera debe cambiar de ascenso (5%) a descenso (3%) formándose un vértice que debe ser redondeado con una curva vertical. Para una velocidad  $V=80$  K/H, y una cota de rasante del vértice de 100m.(Plv); se pide:

Hallar las cotas de rasante de las estacas de la curva vertical cada 20m.

## CURVAS VERTICALES ASIMÉTRICAS

Son aquellas que tienen ramas de distinta longitud, se suelen presentar cuando las pendientes de la rasante están determinadas y en una de ellas se encuentra un punto obligado que limita la longitud.

Ocurre frecuentemente en los accesos de puentes y en los cruces o intersecciones de carreteras y vías férreas.



### Ejemplo

La ordenada:  $m = \frac{l_1 * l_2}{2(l_1 + l_2)} * (-i_2) \text{ cm}$

$$i_1 = +4 \quad l_1 = 70$$

$$i_2 = -3 \quad l_2 = 40$$

$$\therefore m = 89.09 \text{ cm}$$

$$m = 0.89 \text{ m}$$

$$Y_1 = \left( \frac{x_1}{l_1} \right)^2 * m \quad Y_2 = \left( \frac{x_2}{l_2} \right)^2 * m$$

### Nota:

- 1) Pendiente en % sale en m
- 2) Pendiente directa sale en cm

### Problema sobre Curva Vertical Asimétrica.

La línea de rasante de un proyecto de carretera, debe cambiar de ascenso 4% a descenso 3.5%, formándose un vértice que debe ser redondeado con una curva vertical asimétrica. Se sabe además que la longitud del tramo en ascenso debe ser el doble que el tramo en descenso.

La cota de rasante del vértice es 728.62 y una ordenada tomada a 40m. del vértice A(inicio del ascenso) vale 25cm. Se pide hallar las cotas de rasante de las estacas de la curva vertical @ 10m.

# **REPLANTEO DE CURVAS** **(Replanteo Previamente Estacado)**

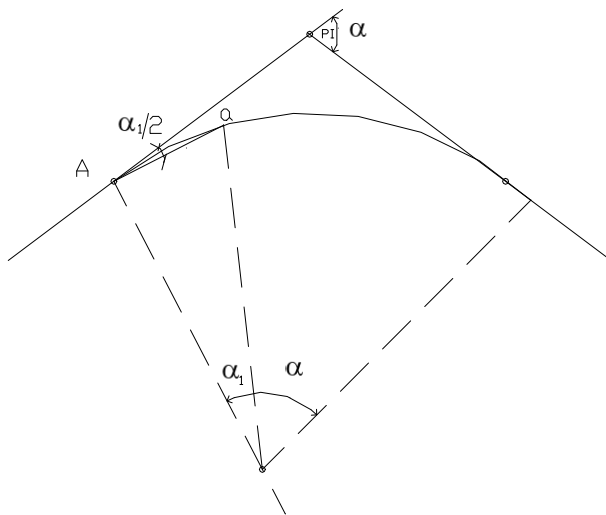
## ESTACADO DE LAS CURVAS

Sólo hemos definido como se ubica las estacas del PC, PT, PI, pero estas estacas son fraccionarias y es necesario ubicar las estacas enteras y cuando las curvas son extensas se requiere ubicar puntos intermedios generalmente a fin de que la curva quede bien definida en el terreno.

Para el estacado de las curvas existen varios métodos describiremos tres de ellos.

### 1. Métodos de los Angulos de Deflexión:

Angulo de deflexión es el ángulo formado por una cuerda con la tangente al arco por uno de sus extremos.  $\alpha$  es el ángulo de deflexión de la cuerda Aa y su media es la mitad del ángulo Aoa, subtendido por ella.



Angulo de deflexión es el ángulo formado por una cuerda con la tangente al arco por uno de sus extremos.  $\alpha$  es el ángulo de deflexión de la cuerda Aa y su media es la mitad del ángulo Aoa, subtendido por ella. Está basado en las siguientes propiedades de las circunferencia.

(1) Si en una circunferencia se toma los tramos Aa, ab, bc... son = s, las cuerdas Aa, ab, bc también son = s.

(2) Si en un punto de la circunferencia tal como A, se forman los ángulo PI Aa, a Ab, bAC cuyos lados pasan por los extremos de las cuerdas = s Aa, ab, Bc, son también = s pues tienen por medidas la mitad de arcos iguales.

**Ejemplo:** Calcular los ángulos de deflexión y la longitud de las cuerdas para trazar una curva de 50m, de radio entre los alineamientos que forman en ángulo de intersección de  $36^{\circ}30'$  siendo la progresiva de la estaca de PI : 23+5.67 a cada 5m.

PI	$\alpha$	R	T	Lc	E
23+5.67	$36^{\circ}30'$	50 m	16.49 m	31.85 m	2.65 m

$$PC = PI - T \quad PC = 0 + 21 + 8.77$$

$$PT = PC + L \quad PT = 0 + 25 + 0.62$$

$$36.5^{\circ} \quad \text{-----} \quad 31.85\text{m}$$

$$2\alpha_1^{\circ} \quad \text{-----} \quad 1.23\text{m}$$

$$2\alpha_2^{\circ} \quad \text{-----} \quad 10 \text{ m}$$

$$2\alpha_3^{\circ} \quad \text{-----} \quad 0.62\text{m}$$

Progresiva	Longitud		Angulo de Deflexion	
	de cuerda (m)	acumulado (m)		Acumulado
00 +00 +8.77				
00 +22 +00	1.23	1.23	0.70479	0.70479
00 +23 +00	10	11.23	5.72998	6.43477
00 +24 +00	10	21.23	5.72998	12.16476
00 +25 +00	10	31.23	5.72998	17.89474
00 +25 +0.62	0.62	31.85	0.35259	18.24733

Donde el último angulo de deflexión acumulado es casi la mitad del angulo entre las dos alineaciones

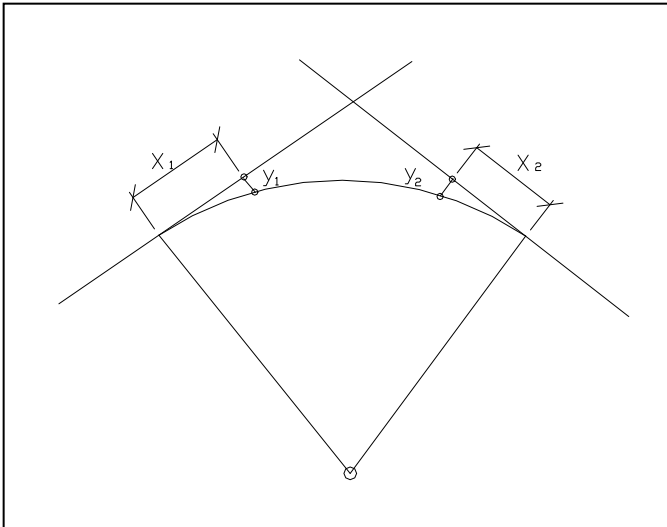
$$\alpha_1 = 0^{\circ} 42' 17.24''$$

$$\alpha_2 = 5^{\circ} 43' 47.94''$$

$$\alpha_3 = 0^{\circ} 21' 9.32''$$



### REPLANTEO POR METODO DE ORDENADAS A LA TANGENTE

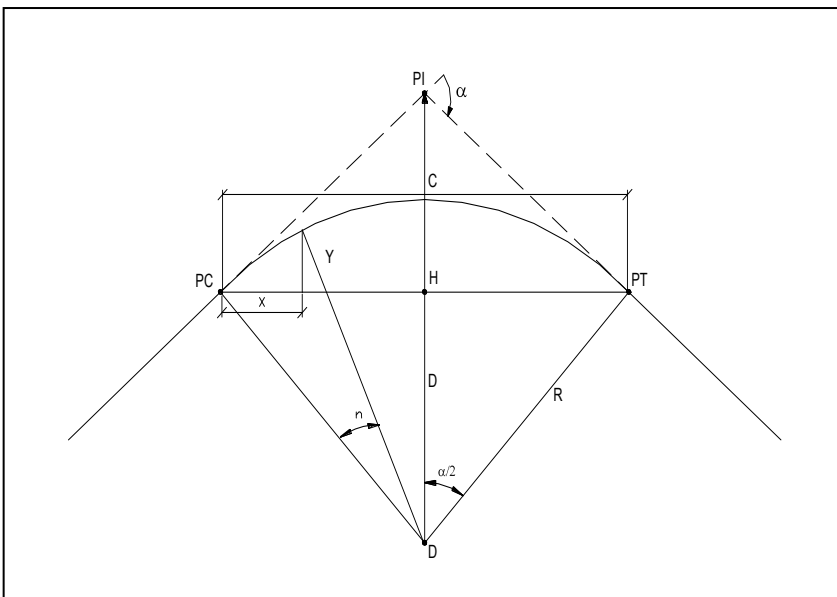


Se obtiene por medio de la fórmula:

$$Y_i = R * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{X_i^2}{R^2}} \right)$$

### REPLANTEO POR COORDENADAS QUE SE APOYAN SOBRE LA CUERDA MAYOR

En caso que los 2 anteriores es difícil por existir obstáculos entonces se encuentra otra solución, la cual es en apoyarnos en la cuerda mayor.



$$\frac{OH = D}{PC - PT = C}$$

$$D = R \cos(0.5 \alpha)$$

$$C = 2R \sin(0.5 \alpha)$$

$$x = \frac{C}{2} - R \sin\left(\frac{\alpha}{2} - n\right)$$

$$x = R \sin\left(\frac{\alpha}{2} - n\right) - D$$

## **CAPACIDAD**

Es el máx. N° de vehículos que pueden pasar razonablemente por una sección de un carril o un lado del camino en un sentido, en ambos sentidos si así se indica durante un tiempo determinado. El periodo normal en general es una hora.

### **CAPACIDAD DEL CAMINO:**

Se define como "CAPACIDAD DE TRANSITO DE UNA CARRETERA", el número de vehículos que pueden pasar en una hora por un punto determinado de una carretera sin que la densidad de transito sea tan grande que ocasione demoras , peligros o incomodidad a los pilotos.

Se han estudiado diversas fórmulas para determinar esa capacidad, la más conocida:

$$C = \frac{5280V}{S}$$

C= capacidad de una vía de circulación en Veh/H

V = velocidad en millas x hora

S = distancia. Promedio en pies de centro a centro de los vehículos.

Sin embargo se ha publicado un boletín llamado "HIGHWAY CAPACITY NORMAL " en el que se expone los resultados y experiencias de una gran cantidad de observaciones posibles.

### **CAPACIDAD EN CONDICIONES IDEALES.**

La capacidad de una carretera de 2 carriles en condiciones ideales "independientemente de la distribución en los sentidos de la marcha es de 2000 vehículos /hora.

Las condiciones ideales del tráfico de la carretera se establecen así:

- Flujo ininterrumpido libre de interferencias laterales de vehículos y peatones.
- evolución plano alimétrica correspondiente a una  $V \pm 100$  K/H, y dist. De visibilidad de adelante no inferior a 450 m.
- Carriles de 3.65 m. de ancho con bermas adecuadas y sin obstáculos laterales a una distancia no menor de 1.80 m. desde el borde del pavimento.
- Ausencia de Camiones.

### **CAPACIDAD POSIBLE - CALCULO**

Considerado siempre que se respete la primera de estas condiciones se analizan los elementos principales que influyen en la capacidad

Los coeficientes correctivos que intervienen son:

- L= considera la evolución planimétrica del trazo
- W = considera ancho de los carriles y la presencia de obstáculos laterales
- T = considera la presencia de camiones y las características alimétricas de la carretera que fuerzan a los mismos a velocidades inferiores a las permitidas a los automóviles.

$$\therefore C = 2000 \times L \times W \times T$$

Ejemplo Numérico:

Determinar la capacidad posibles de una carretera de 2 carriles que tiene estas características :

VELOCIDAD	DIRECTRIZ	100 K/H
ANCHO DEL PAVIMENTO		6.60 m.
ANCHO DE LAS BERMAS		1.80 m.
PORCEN. DE TRAFICO PESADO	(TP)	15%
TRAMO EN PENDIENTE DE		5% y con una longitud de 1000 m.

**SOLUCION:**

1.- de la tabla	B.2.1.a se tiene L= 0.987
2.- de la tabla	B.2.1.b se tiene W=0.88 1.80 berma carril 3.30
3.- en la lámina	B.2.1.a N = 44
4.- en la lámina	B.2.1.b para N=44 y Tp = 15% T = 0.144

$$\therefore C = 2000 \times 0.987 \times 0.88 \times 0.144 = 250 \text{ veh/hora.}$$

**CARRILES DE ASCENSO**

Es un carril adicional que se coloca cuando se acomete a una tramo en pendiente.

**NECESIDAD DEL CARRIL:**

Cuando debe determinarse la necesidad del carril de ascenso en un tramo en pendiente, los términos conocidos del problema son:

- 1- velocidad directriz
- 2- ancho del pavimento y de las bermas
- 3- volumen del tráfico (Vf) (Veh/hora)
- 4- Porcentaje de tráfico pesado (Tp)

La solución de este problemas se basa :

C = Vf                      Se cumple en cada tramo de carretera

$$Vf = 2000 \times L \times W \times T \quad T = \frac{Vf}{2000 \times L \times W} \quad \rightarrow \quad LyW \text{ ya se sabe como se calcula}$$

Obtenido el valor T en la lámina B.2.1.b se encuentra el valor del equivalencia para un determinado Tp .

Luego se calcula para cada valor de la pendiente la longitud hasta la cual no se necesita el carril.

Ejemplo Numérico:

La carretera tiene las características del ejemplo anterior siendo el volumen de tráfico previsto de 450 Veh/Hora.

$$T = \frac{45}{200 \times 0.987 \times 0.88} = 0.259$$

En la lámina B.2.1.b. se tiene:

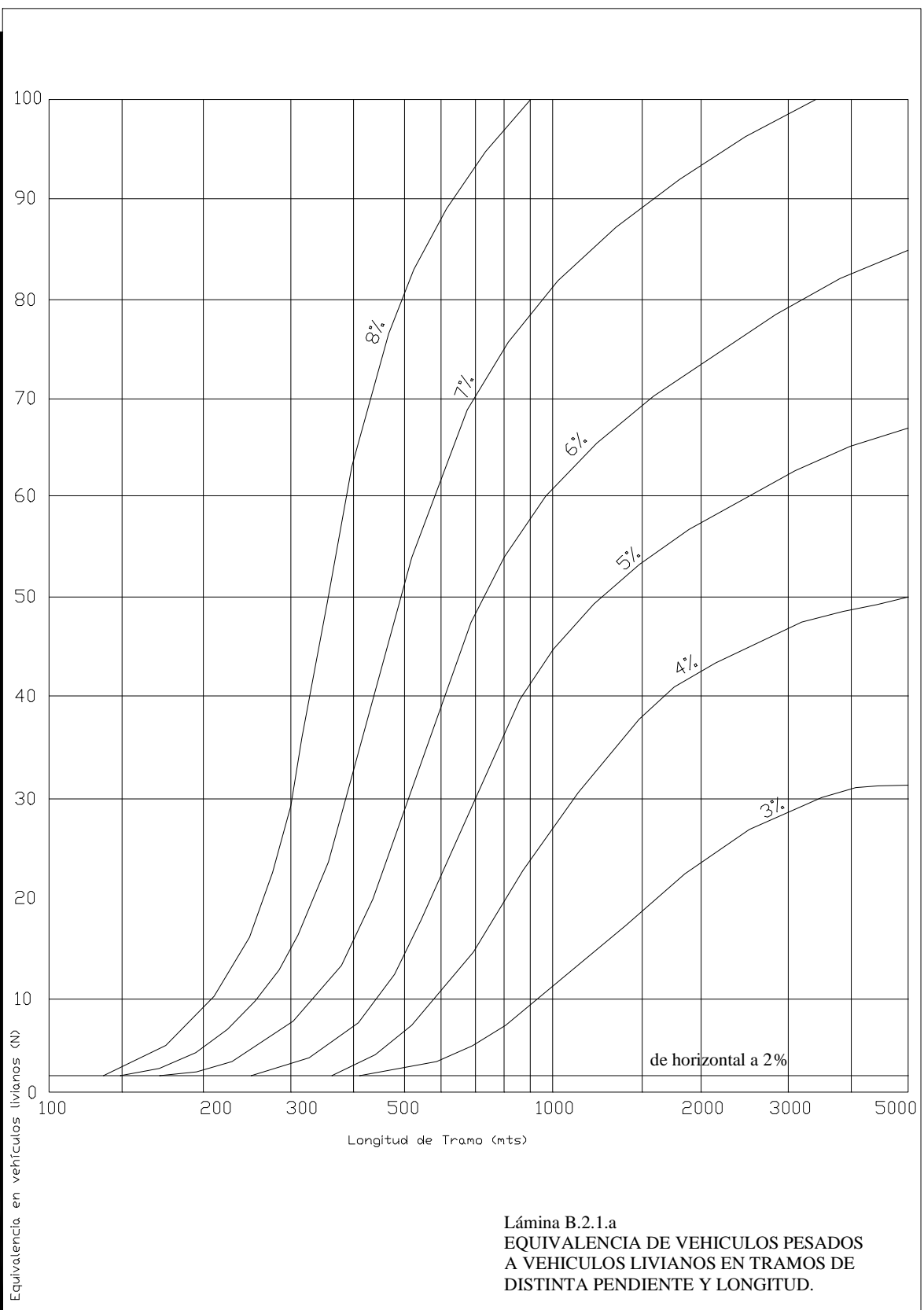
para                      T = 0.259

                                 Tp = 15%

N=21

En la lámina B.2.1.a se aprecia que en correspondencia del valor  $N=21$  para la equivalencia, las pendientes y sus longitudes hasta las cuales no se necesitan carriles:

2%	CUALQUIER LONGITUD
3%	1700 m. De longitud
4%	820 m. “
5%	580 m. “
6%	440 m. “
7%	330 m. “
8%	280 m. “



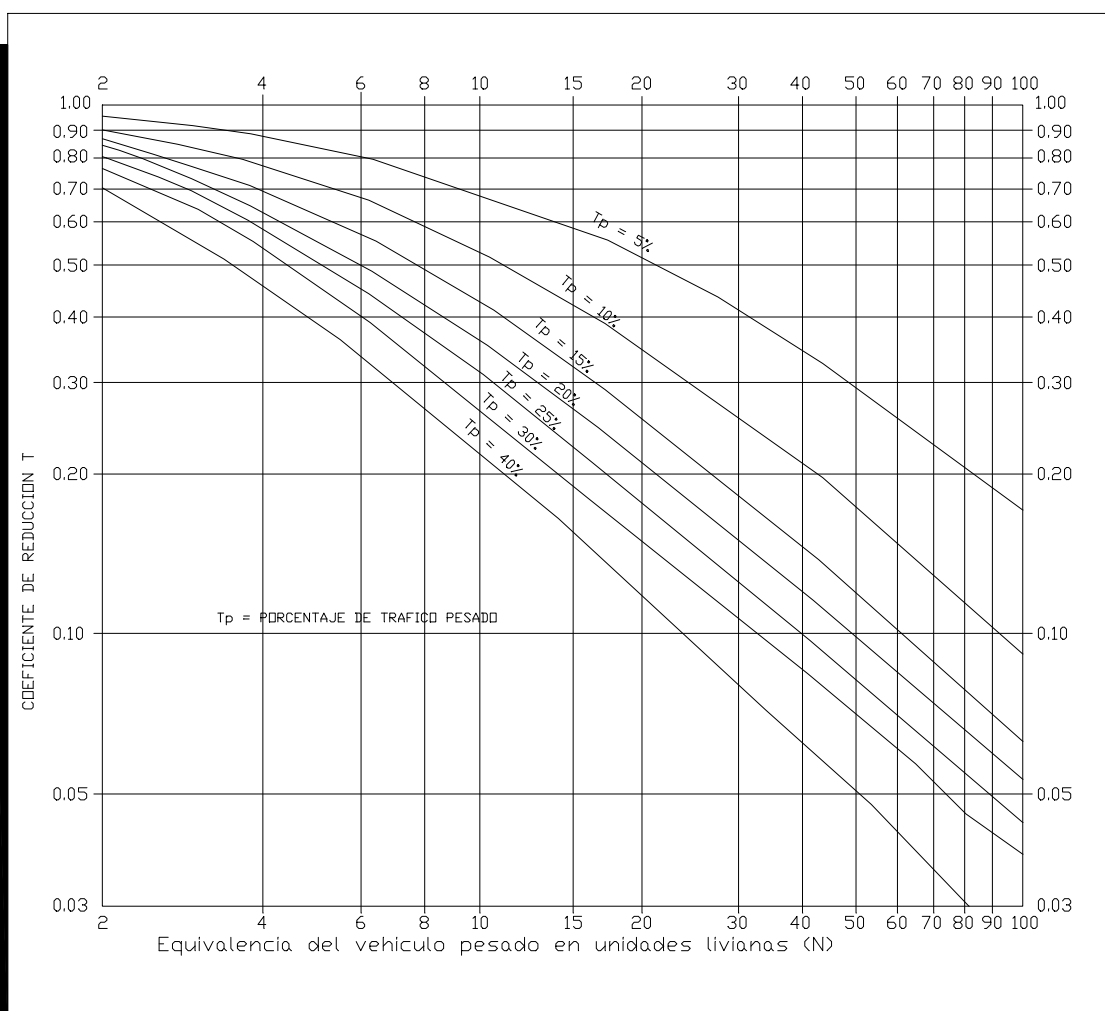


Lámina B.2.1.b  
COEFICIENTE  $T$  DE REDUCCION DE LA  
CAPACIDAD.

**TABLA B 2.1. A**

**VALORES DEL COEFICIENTE L PARA CADA  
VELOCIDAD DIRECTRIZ**

<b>VELOCIDAD DIRECTRIZ (Km/h)</b>	<b>L</b>
110	1.000
100	0.987
90	0.973
80	0.96
70	0.953
60	0.945
50	0.94
40	0.935
30	0.93

**TABLA B.2.1. B**

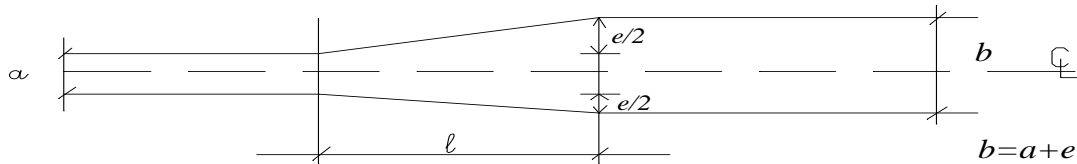
**EFFECTO COMBINADO DEL ANCHO DEL CARRIL Y DEL ANCHO  
LATERAL LIBRE DE OBSTACULOS SOBRE LA CAPACIDAD DE  
UNA CARRETERA DE DOS CARRILES CON FLUJO DE TRAFICO  
NO INTERRUMPIDO**

DISTANCIA DEL BORDE DEL CARRIL AL OBSTACULO (m)	FACTORES DE CORRECCION							
	OBSTACULOS EN UN SÓLO LADO				OBSTACULOS EN LOS DOS LADOS			
	Carril de m. 3.65	Carril de m. 3.30	Carril de m. 3.00	Carril de m. 2.75	Carril de m. 3.65	Carril de m. 3.30	Carril de m. 3.00	Carril de m. 2.75
1.80	1.00	0.88	0.81	0.76	1.00	0.88	0.81	0.76
1.20	0.98	0.85	0.79	0.74	0.94	0.83	0.76	0.71
0.60	0.93	0.81	0.75	0.70	0.85	0.75	0.69	0.65
0	0.88	0.77	0.71	0.66	0.76	0.65	0.62	0.58



## CAMBIO DE ANCHO DE CALZADA

La transición de un ancho de calzada a otro diferente deberá realizarse de un modo gradual.



Se recomienda se haga empleando parábola cúbica, recta, parábola de 4° grado.

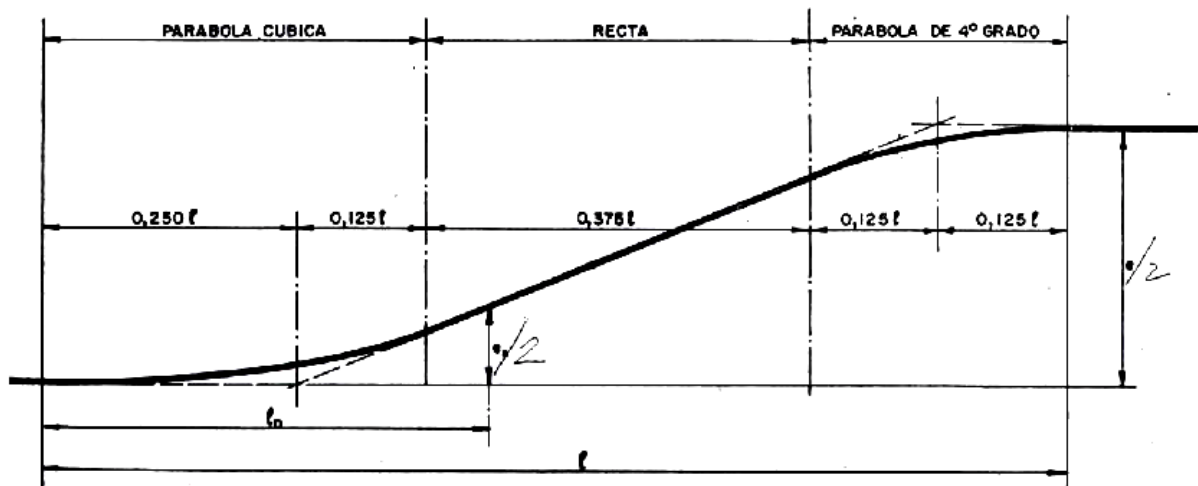
La longitud  $L$ , deberá cumplir la condición como mínimo  $L \geq 40\sqrt{e}$  y si es posible económicamente  $L = 80\sqrt{e}$ .

$e$  = sobreancho que se desea alcanzar

$$L_{\text{mín}} = 40\sqrt{4} = 80\text{m}$$

Ej. Si se tiene una calzada de 6m. y el se va a pasar a otra, de 10 m.  $e = 10-6 = 4$

$$L_{\text{normal}} = 80\sqrt{4} = 160\text{m}$$



Los valores intermedios de  $\frac{en}{e}$  correspondiente a longitudes unitarias  $\frac{ln}{l}$  se obtiene

$ln/l$	$en/e$	$ln/l$	$en/e$
0.00	0.0000	0.50	0.400
0.05	0.0005	0.55	0.480
0.10	0.0004	0.60	0.560
0.15	0.013	0.65	0.640
0.20	0.030	0.70	0.720
0.25	0.062	0.75	0.800
0.30	0.102	0.80	0.872
0.35	0.162	0.85	0.928
0.375	0.200	0.90	0.968
0.400	0.240	0.95	0.992
0.45	0.320	1.00	1.000

**Problema.**

Una calzada debe pasar de un ancho inicial 6m. a otro 10m., la transición debe tener la longitud mínima. Se pide hallar los valores de las ordenadas @ 10m, dentro de la transición.

# **TALUDES**

## TALUDES

### GENERALIDADES

Los taludes para las selecciones en corte variarán de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados; la altura admisible del talud y su inclinación se determinarán en lo posible, por medio de ensayos y cálculos, aún aproximados.

### TALUDES DE CORTE

Los valores de la inclinación de los taludes para las secciones en corte serán, de un modo referencial los indicados en la siguiente tabla.

**TABLA 304.10**  
**VALORES REFERENCIALES PARA TALUDES EN CORTE**

Altura de Taludes (m)	Talud por Tipo de Terreno (V:H)		
	(*) Tipo 1 ó 2	Tipo 3	Tipo 4
0 a 1.20	4:1	6:1	10:1
1.20 a 3.00	3:1	4:1	10:1
3.00 a 5.00	2:1	4:1	6:1
5.00 a 10.0	2:1	3:1	6:1
> 10.0	-----	3:1	4:1

(\*) El tipo corresponde a la clasificación **Según su orografía**

### TALUDES DE TERRAPLEN

Las inclinaciones de los taludes en relleno variarán en función de las características del material con el cual está formado el terraplén, siendo de un modo referencial los que se muestran en la tabla:

**TABLA 304.11**  
**TALUDES PARA TERRAPLENES**

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	< 5.00	5.00 – 10.00	> 10.00
Material Común (limos arenosos)	1:1,5	1:1,75	1:2
Arenas Limpias	1:2	1:2,25	1:2,5
Enrocados	1:1	1:1,25	1:1,5

Las normas internacionales exigen barreras de seguridad para taludes con esta inclinación, puesto que consideran que la salida de un vehículo desde la plataforma no puede ser controlada por el conductor si la pendiente es más fuerte que el 1 : 4.

Cuando se tiene dicho 1 : 4, la barrera de seguridad se utiliza a partir de los 4,0 m. de altura.

**CONSIDERACIONES**

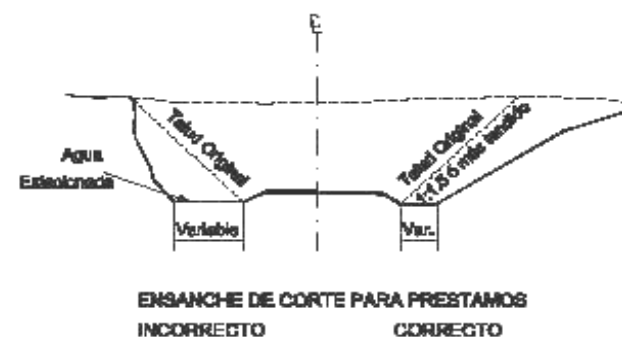
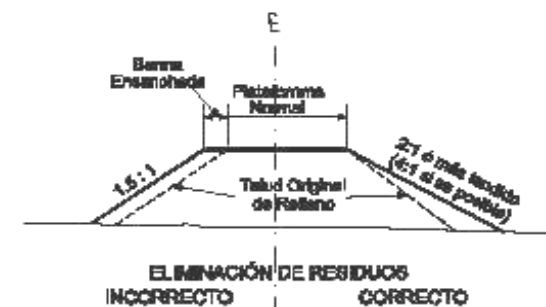
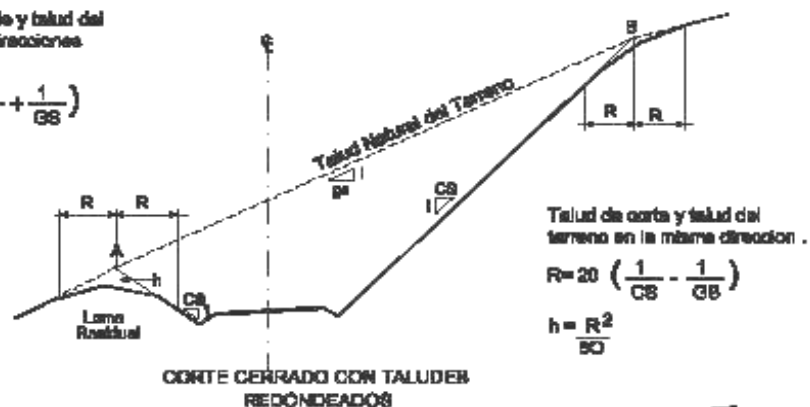
- 1.- En ciertas secciones con terraplén se construyen taludes especiales con revestimiento de piedra, mampostería seca de piedra tosca, concreto armado y diferentes tipos de muros de contención.
- 2.- La mejor evidencia de un talud probable, es un talud existente en un material similar sometido a las variaciones del clima, de preferencia uno que se encuentre en la cercanías.
- 3.- Lo que se tiene que tomar también en consideración es la influencia del intemperismo, apareciendo fundamentalmente el efecto erosivo del agua y el viento, en taludes sin protección. para lo cual una cubierta vegetativa adecuada, prevendrá la mayor parte de los daños originados por el esfuerzo climático, para ello se debe seleccionar la vegetación adecuada a la inclinación del talud empleado.
- 4.- Un talud de corte con más de una inclinación se puede dar en dos casos básicos
  - a). Cuando la inclinación con la cual el se inicia, a partir del borde exterior del fondo de la cuneta, debe ser disminuida más arriba, teniéndolo, al existir terrenos de inferiores características estructurales.
  - b). Cuando se elige diseñar un talud de corte con banquetas, por ser esta solución, en el caso estudiado., preferible a un talud más tendido, ya sea único o quebrado.
- 5.- Las banquetas pueden ser diseñadas como permanentes. o transitorias si se prevé que ellos estén cubiertos con materiales desprendidos o derramados desde los siguientes. En ambos las banquetas deben tener un ancho mínimo que es función de las características geológicas del terreno y, en zonas de nevadas frecuentes, de la intensidad de éstas. En todo caso es necesario que dicho ancho permita el paso de maquinarias de construcción y conservación.. Sus inclinaciones transversales deben ser del orden del 4%, vertiendo hacia la pared del corte si son permanentes y no superiores al 1 : 5 (V:H), vertiendo hacia la plataforma, si son transitorios

## TRATAMIENTO DE TALUDES TIPO

Talud de corte y talud del terreno en Direcciones Opuestas

$$R = 20 \left( \frac{1}{CB} + \frac{1}{GB} \right)$$

$$h = \frac{R}{80}$$

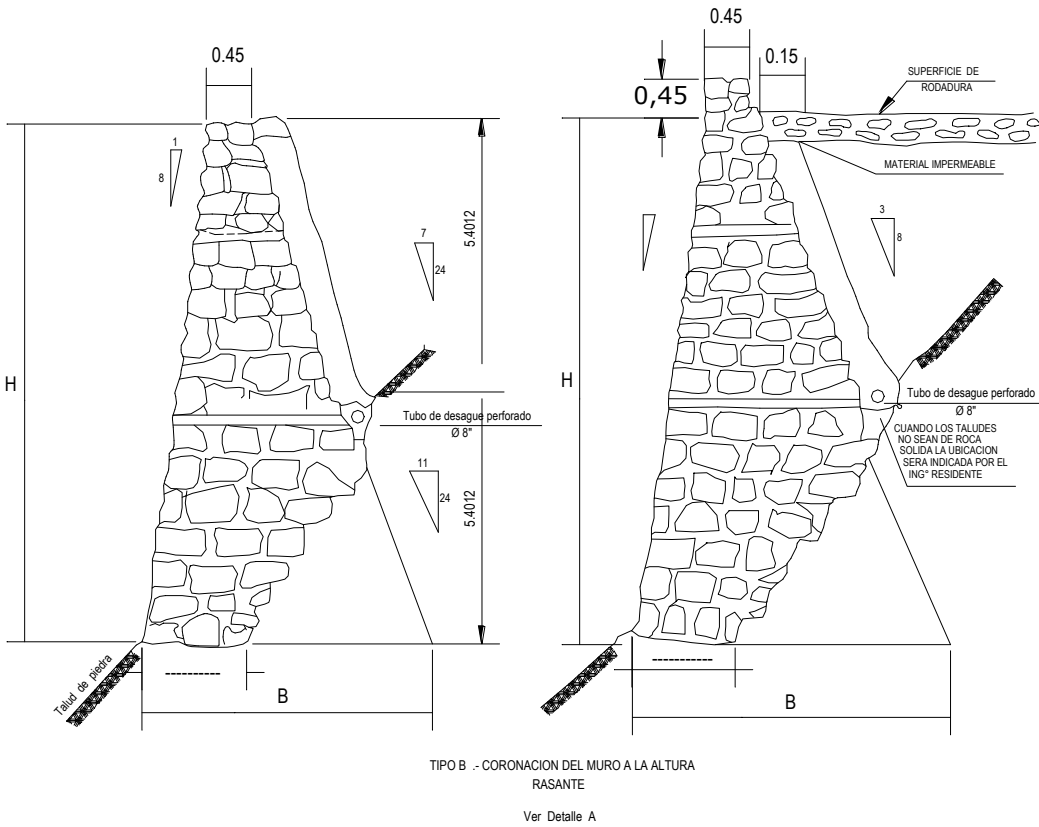


NOTA.- EN CASO QUE LA ALTURA DEL TALUD REQUIERA BANQUETAS DE ACUERDO CON EL MANUAL AMBIENTAL DEL MITC, EL REDONDEO SE HARÁ EN CADA VÉRTICE GENERADO POR CADA BANQUETA.

FIGURA 304.01g

FIGURA N° 4

MUROS DE SOSTENIMIENTO  
DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA



TABLAS PARA MUROS DE SOSTENIMIENTO  
DE MANPOSTERIA DE PIEDRA

TIPO - A					TIPO - B			
H	B	$\frac{B}{3}$	PRESION EN LA BASE Kg/cm²	AREA DE SECCION (m²)	B	$\frac{B}{3}$	PRESION EN LA BASE Kg/cm²	AREA DE SECCION (m²)
1.50	1.99	0.26	0.273	1.15	1.35	0.45	0.320	1.62
2.00	1.28	0.42	0.346	1.35	1.60	0.53	0.388	2.83
2.50	1.49	0.50	0.417	2.43	1.84	0.51	0.456	3.25
2.75	1.59	0.53	0.452	2.81	1.97	0.66	0.489	3.76
3.00	1.74	0.58	0.477	3.22	2.10	0.70	0.521	4.23
3.50	2.03	0.67	0.525	4.16	2.36	0.78	0.567	5.39
4.00	2.32	0.77	0.579	5.25	2.60	0.86	0.653	6.61
4.50	2.62	0.87	0.634	6.49	2.86	0.98	0.717	8.01
5.00	2.90	0.96	0.694	7.56	3.10	1.03	0.783	9.46
5.50	3.19	1.06	0.753	9.38	3.35	1.11	0.848	11.05
6.00	3.49	1.16	0.812	11.08	3.60	1.20	0.912	12.83
6.50	3.76	1.25	0.872	12.57	3.83	1.28	0.977	14.69
7.00	4.07	1.35	0.934	14.83	4.11	1.37	1.042	16.71
7.50	4.38	1.45	0.995	16.94	4.35	1.45	1.108	18.70
8.00	4.56	1.55	1.056	19.21	4.60	1.53	1.170	21.03
8.50	4.95	1.65	1.118	21.61	4.85	1.61	1.235	23.39
9.00	5.28	1.74	1.181	24.12	5.11	1.75	1.299	25.92
9.50	5.52	1.84	1.243	26.84	5.35	1.75	1.364	28.49
10.00	5.82	1.94	1.283	29.67	5.60	1.96	1.428	33.23

- NOTAS :
- 1.- LOS MUROS DE SOSTENIMIENTO EN TALUDES ROCOSOS TENDRAN MAMPOSTERIA ASENTADA CON MORTERO DE CEMENTO EN LA SUPERFICIE ROCOSA LA CUAL DEBERA SER CINCELADA Y LIMPIADA.
  - 2.- CUANDO LO INDIQUE EL ING° RESIDENTE SE COLOCARA BARRAS DE REFUERZO DE Ø 1" CON LECHADA DE CEMENTO EN HUECOS DE 8 cm. DE DIAMETRO POR 40 cm. DE PROFUNDIDAD.
  - 3.- ALTURA MAXIMA DE DISEÑO = 10.8 m.
  - 4.- SE USARA EL ANCHO DE V/S SOLO CUANDO LAS CONDICIONES DEL SUELO SEAN OPTIMAS.





## **ALABEO DE TALUDES**

En numerosos puntos del trazado se producen pasos de un talud a otro, debiéndose dar una transición adecuada para cada caso.

Lo más frecuente es el paso de corte a terraplén o viceversa.

En las transiciones de cortes de más de 4 m, a terraplén, o de terraplenes de más de 4 m, a corte, los taludes de uno y otro deberán tenderse a partir del punto en el cual la altura del corte o del terraplén llega a reducirse a 2,0 m. En todo caso, la longitud de la zona de alabeo no debe ser menor que 10,0 m.

La transición del talud del terraplén se ejecuta pasando, linealmente, desde este último al talud interior de la cuneta. En el corte, la transición consiste en pasar desde su valor normal al 1:4, valor límite teórico en el punto en que su altura se hace nula (punto de paso).

Si los cortes o terraplenes tienen una altura máxima inferior a dos metros, o si la longitud total de ellos es inferior a 40 metros, no es necesario alabear sus taludes en las transiciones. Si dicha altura máxima está comprendida entre dos y cuatro metros, el tendido deberá hacerse a partir del punto en que ella se reduce a la mitad, y la transición se ejecuta de igual manera que para terraplenes y cortes de más de 4,0 m.

Si el paso es de un talud a otro de la misma naturaleza pero con inclinación distinta, el alabeo se dará en un mínimo de diez metros, cuidando que se realice en la zona de materiales mejores.

La parte superior de los taludes de corte se deberá redondear, para mejorar la apariencia de sus bordes.

## **BOMBEO**

**TABLA 304.03**  
**BOMBEO DE LA CALZADA**

<b>Tipo de Superficie</b>	<b>Bombeo (%)</b>	
	<b>Precipitación &lt; 500 mm/año</b>	<b>Precipitación &gt; 500 mm/año</b>
<b>Pavimento Superior</b>	<b>2.0</b>	<b>2.5</b>
<b>Tratamiento Superficial</b>	<b>2.5(*)</b>	<b>2.5 – 3.0</b>
<b>Afirmado</b>	<b>3.0 – 3.5 (*)</b>	<b>3.0 – 4.0</b>

(\*) En climas definitivamente desérticos se pueden rebajar los bombeos hasta un valor límite de 2%

El bombeo se puede dar de varias maneras, dependiendo del tipo de plataforma y de las conveniencias específicas del proyecto en una zona dada. Estas formas se indican en la figura 304.02



