

MINISTERIO DE FOMENTO

2107 *ORDEN de 27 de diciembre de 1999 por la que se aprueba la Norma 3.1-IC. Trazado, de la Instrucción de Carreteras.*

Por Órdenes de 23 de abril de 1964 y 12 de marzo de 1976, del entonces Ministro de Obras Públicas, se aprobaron, respectivamente, la Instrucción 3.1-IC «Características geométricas. Trazado», y la Norma complementaria «Trazado de autopistas».

Las numerosas actuaciones llevadas a cabo desde entonces en el proyecto y construcción de carreteras han permitido acumular importantes experiencias en lo que al trazado de las mismas se refiere, lo que unido al desarrollo técnico experimentado, a los cambios acaecidos en el volumen y composición del tráfico, a los nuevos planteamientos de la seguridad y a la normativa técnica nacional e internacional han aconsejado proceder a su revisión.

En su nueva redacción se ha considerado necesario unificar las dos normas hasta ahora existentes en aras de la uniformidad de los proyectos, haciendo especial énfasis en los conceptos de seguridad y comodidad, en los datos básicos para el estudio del trazado en planta y alzado y en la definición de las secciones transversales y en las distancias de seguridad entre entradas y salidas consecutivas de la carretera.

En su virtud, y de conformidad con lo establecido en la disposición adicional segunda de la Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras, y en el artículo 29 y disposición final única del Reglamento General de Carreteras, aprobado por Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, y cumplidos los trámites establecidos en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, por el que se regula la remisión de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y reglamentos relativos

a los servicios de la sociedad de la información, y la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio, modificada por la Directiva 98/48/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de julio, dispongo:

Artículo único.

Aprobación de la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.

Se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras, que figura como anexo a esta Orden.

Disposición transitoria única. *Aplicación a proyectos.*

Los proyectos que a la entrada en vigor de la presente Orden estuviesen en fase de redacción, de aprobación o aprobados, se regirán por la Instrucción vigente en el momento en el que se dio la orden de estudio correspondiente.

Disposición derogatoria única. *Cláusula derogatoria.*

Quedan derogadas las Órdenes de 23 de abril de 1964 y 12 de marzo de 1976 por las que se aprobaron, respectivamente, la Instrucción 3.1-IC «Características geométricas. Trazado», y la Norma complementaria de la 3.1-IC «Trazado de autopistas», y aquellas disposiciones de igual o menor rango que se opongan a lo establecido en ésta.

Disposición final única. *Entrada en vigor.*

La presente Orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Madrid, 27 de diciembre de 1999.

ARIAS-SALGADO MONTALVO

Excmo. Sr. Secretario de Estado de Infraestructuras y Transportes e ilustrísimo señor Director general de Carreteras.

ANEXO

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES.

1.1 Introducción.

La presente Norma contempla las especificaciones de los elementos básicos para el estudio o proyecto de un trazado de carreteras. Sus diferentes capítulos y apartados recogen las condiciones relativas a la planta, al alzado y a la sección transversal, y los criterios generales que deben observarse para obtener la adecuada coordinación entre todas ellas. También se incluyen criterios para su aplicación a secciones transversales especiales y nudos.

El trazado se adaptará a las necesidades de la circulación presentes y a las previsibles en el futuro, teniendo en cuenta la importancia del coste del transporte, en especial en tramos de alta intensidad de tráfico.

Se tendrán en cuenta las afecciones del trazado en el entorno, según el uso actual y futuro del suelo, así como el impacto ambiental.

Deberá lograrse una homogeneidad de características geométricas tal que induzca al conductor a circular sin excesivas fluctuaciones de velocidad, en condiciones de seguridad y comodidad. Para ello se evitarán los puntos en que las características geométricas obliguen a disminuir bruscamente la velocidad y se facilitará la apreciación de las variaciones necesarias de velocidad mediante cambios progresivos de los parámetros geométricos y con la ayuda de la señalización.

La adecuación de las características de las carreteras existentes a las de esta Norma, se hará de acuerdo con los planes y programas de inversión que se aprueben.

1.2 Objeto y ámbito de aplicación.

El contenido de esta Norma tiene como finalidad definir la redacción de estudios de carreteras en materia de trazado, que proporcionen unas características adecuadas de funcionalidad, seguridad y comodidad de la circulación compatibles con consideraciones económicas y ambientales.

Será de aplicación a todos los proyectos de carreteras de nuevo trazado, con las peculiaridades derivadas de su función y tipo,⁽¹⁾ que se exponen en los sucesivos capítulos y apartados.

Excepcionalmente, se podrán admitir cambios de los criterios desarrollados en la presente Norma con la suficiente y fundada justificación.

En casos especiales, no contemplados en la presente Norma, el proyectista podrá acudir a las guías y textos publicados por el organismo titular de la carretera, o a la realización de estudios específicos.

En proyectos de carreteras urbanas, de carreteras de montaña y de carreteras que discurren por espacios naturales de elevado interés ambiental

o acusada fragilidad y de mejoras locales en carreteras existentes, podrán disminuirse las características exigidas en la presente Norma justificándose adecuadamente.

No son objeto de la presente Norma las vías para la circulación de bicicletas.

CAPÍTULO 2 CLASES DE CARRETERAS Y TIPOS DE PROYECTOS.

2.1 Clases de carreteras.

A efectos de aplicación de la presente Norma, atendiendo a sus características esenciales, se distinguirán las siguientes:

A) Según su definición legal (Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobada por el Real Decreto Legislativo 339/1990):

- Autopistas
- Autovías
- Vías rápidas
- Carreteras convencionales

B) Según el número de calzadas:

- Carreteras de calzadas separadas: Son las que tienen calzadas diferenciadas para cada sentido de circulación, con una separación física entre ambas. Excepcionalmente pueden tener más de una calzada para cada sentido de circulación.

No se considera como separación física la constituida exclusivamente por marcas viales sobre el pavimento o bordillos montables (altura inferior a 15 cm).

Queda expresamente prohibido el proyecto de carreteras de calzadas separadas con más de cuatro carriles y menos de dos por calzada y sentido de circulación. A este respecto, no tendrán la consideración de carriles los de cambio de velocidad o de trenzado y los incluidos en confluencias y bifurcaciones de autovías o autopistas urbanas.

- Carreteras de calzada única: Son las que tienen una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física, independientemente del número de carriles.

Queda expresamente prohibido el proyecto de carreteras de calzada única, con dos carriles o más en alguno de los dos sentidos de circulación, excepto los carriles adicionales y de cambio de velocidad.

C) Según el grado de control de accesos:

- Sin acceso a propiedades colindantes: Son aquellas en las que el acceso desde el exterior se realiza exclusivamente a través de enlaces o, mediante entradas y salidas directas a otras carreteras.

⁽¹⁾ El texto de la Norma se refiere a todo tipo de carretera. Cuando el texto es de aplicación para un tipo específico de carretera, se destaca en letra cursiva.

No tendrán la consideración de accesos a propiedades colindantes los correspondientes a elementos funcionales de la carretera cuando no exista posibilidad de comunicación de uso público entre la carretera y el exterior de dichos elementos.

- Con acceso limitado a propiedades colindantes: Son aquéllas en las que, además de los accesos a través de los enlaces o mediante entradas y salidas directas a otras carreteras, se pueden establecer otros a través de vías de servicio con entradas o salidas específicas.
- Con accesos directos autorizados: Son aquéllas en las que no existen las limitaciones establecidas en los párrafos anteriores, debiendo cumplirse en cualquier caso la reglamentación vigente. Se deberá definir la frecuencia y disposición de los accesos según las condiciones técnicas derivadas de la funcionalidad de la carretera, su entorno, la intensidad del tráfico y la velocidad a que circulen los vehículos.

D) Según las condiciones orográficas:

Se tipificarán las carreteras según el relieve del terreno natural atravesado indicado en la tabla 2.1, en función de la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera.

TABLA 2.1

TIPO DE RELIEVE	MÁXIMA INCLINACIÓN i (%)
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy accidentado	$25 < i$

E) Según las condiciones del entorno urbanístico:

Se considerarán:

- Tramos urbanos: Son los que discurren en su totalidad por suelo clasificado de urbano por el correspondiente instrumento de planeamiento urbanístico.
- Tramos interurbanos: Son los no incluidos en el apartado anterior.

2.2 Denominación de las carreteras.

A efectos de aplicación de la presente Norma, las carreteras o sus tramos se denominarán indicando la clase de carretera, según su definición legal, seguido del valor numérico de la velocidad de proyecto, expresado en km/h. Las autopistas se designarán como AP, las autovías como AV, las vías rápidas como R y las carreteras convencionales como C.

Salvo justificación en contrario, se considerarán exclusivamente las siguientes:

AP-120, AP-100, AP-80
 AV-120, AV-100, AV-80
 R-100, R-80
 C-100, C-80, C-60, C-40

Se establecen los siguientes grupos a efectos de aplicación de la presente Norma:

- Grupo 1: Autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras C-100.
- Grupo 2: Carreteras C-80, C-60 y C-40.

2.3 Tipos de proyectos.

A efectos de aplicación de la presente Norma se distinguen los siguientes:

Proyectos de nuevo trazado: Son aquéllos cuya finalidad es la definición de una vía de comunicación no existente o la modificación funcional de una en servicio, con trazado independiente, que permita mantenerla con un nivel de servicio adecuado.

Proyectos de duplicación de calzada: Son aquéllos cuya finalidad es la transformación de una carretera de calzada única en otra de calzadas separadas, mediante la construcción de una nueva calzada, generalmente muy cercana y aproximadamente paralela a la existente. Estos proyectos suelen incluir modificaciones locales del trazado existente, supresión de cruces a nivel, reordenación de accesos, y en general las modificaciones precisas para alcanzar las características de autovía o autopista.

Proyectos de acondicionamiento: Son aquéllos cuya finalidad es la modificación de las características geométricas de la carretera existente, con actuaciones tendentes a mejorar los tiempos de recorrido, el nivel de servicio y la seguridad de la circulación.

Proyectos de mejoras locales: Son aquéllos cuya finalidad es la adecuación de la carretera por necesidades funcionales y de seguridad de la misma, modificando las características geométricas de elementos aislados de ésta.

CAPÍTULO 3 DATOS BÁSICOS PARA EL ESTUDIO DEL TRAZADO.

3.1 Velocidad.

El trazado de una carretera se definirá en relación directa con la velocidad a la que se desea que circulen los vehículos en condiciones de comodidad y seguridad aceptables.

Para evaluar cómo se distribuyen las velocidades en cada sección, se considerarán fijos los factores que incidan en ella relacionados con la clase de carretera y la limitación genérica de velocidad asociada a ella, así como las características propias de las secciones próximas.

Se considerarán esencialmente variables la composición del tráfico (en particular el porcentaje de vehículos pesados) y la relación entre la intensidad de la circulación y la capacidad de la carretera.

A efectos de aplicación de la presente Norma, se definen las siguientes velocidades:

- Velocidad específica de un elemento de trazado (V_e): 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.

- Velocidad de proyecto de un tramo (V_p): Velocidad que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad.

La velocidad de proyecto de un tramo se identifica con la velocidad específica mínima del conjunto de elementos que lo forman.

- Velocidad de planeamiento de un tramo (V): Media armónica de las velocidades específicas de los elementos de trazado en planta de tramos homogéneos de longitud superior a dos kilómetros (2 km), dada por la expresión:

$$V = \frac{\sum l_k}{\sum (l_k / v_{ek})}$$

l_k = longitud del elemento k.

v_{ek} = velocidad específica del elemento k.

Al estudiar el trazado de un tramo se calculará la velocidad de planeamiento y se comparará, tanto con la velocidad de proyecto, como con las velocidades de planeamiento de los tramos adyacentes, para estimar la homogeneidad de la geometría del tramo.

Las velocidades de proyecto y de planeamiento que se adopten, estarán en general definidas por los estudios de carreteras correspondientes, en función de los siguientes factores:

- Las condiciones topográficas y del entorno.
- Las consideraciones ambientales.
- La consideración de la función de la vía dentro del sistema de transporte.

- La homogeneidad del itinerario o trayecto.
- Las condiciones económicas.
- Las distancias entre accesos, y el tipo de los mismos.

3.2 Visibilidad.

En cualquier punto de la carretera el usuario tiene una visibilidad que depende, a efectos de la presente Norma, de la forma, dimensiones y disposición de los elementos del trazado.

Para que las distintas maniobras puedan efectuarse de forma segura, se precisa una visibilidad mínima que depende de la velocidad de los vehículos y del tipo de maniobra.

La presente Norma considera las siguientes: Visibilidad de parada, visibilidad de adelantamiento y visibilidad de cruce.

3.2.1 Distancia de parada.

Se define como distancia de parada (D_p) la 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 que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado. Se calculará mediante la expresión:

$$D_p = \frac{V t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 (f_r + i)}$$

Siendo: D_p = distancia de parada (m).

V = velocidad (km/h).

f_r = coeficiente de rozamiento longitudinal rueda-pavimento.

i = inclinación de la rasante (en tanto por uno).

t_p = tiempo de percepción y reacción (s).

A efectos de aplicación de la presente Norma se considerará como distancia de parada mínima, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto.

A efectos de cálculo, el coeficiente de rozamiento longitudinal para diferentes valores de velocidad se obtendrá de la tabla 3.1. Para valores intermedios de dicha velocidad se podrá interpolar linealmente en dicha tabla. El valor del tiempo de percepción y reacción se tomará igual a dos segundos (2 s).

TABLA 3.1

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
f_r	0,432	0,41	0,39	0,36	0,34	0,33	0,32	0,30	0,29	0,27	0,263	0,24
		1	0	9	8	4	0	6	1	7		9

En la figura 3.1 se representan los valores de la distancia de parada en función de la velocidad, para distintas inclinaciones de la rasante.

3.2.2 Visibilidad de parada.

Se considerará como visibilidad de parada la 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 puede divisarlo sin que luego desaparezca de su vista hasta llegar al mismo.

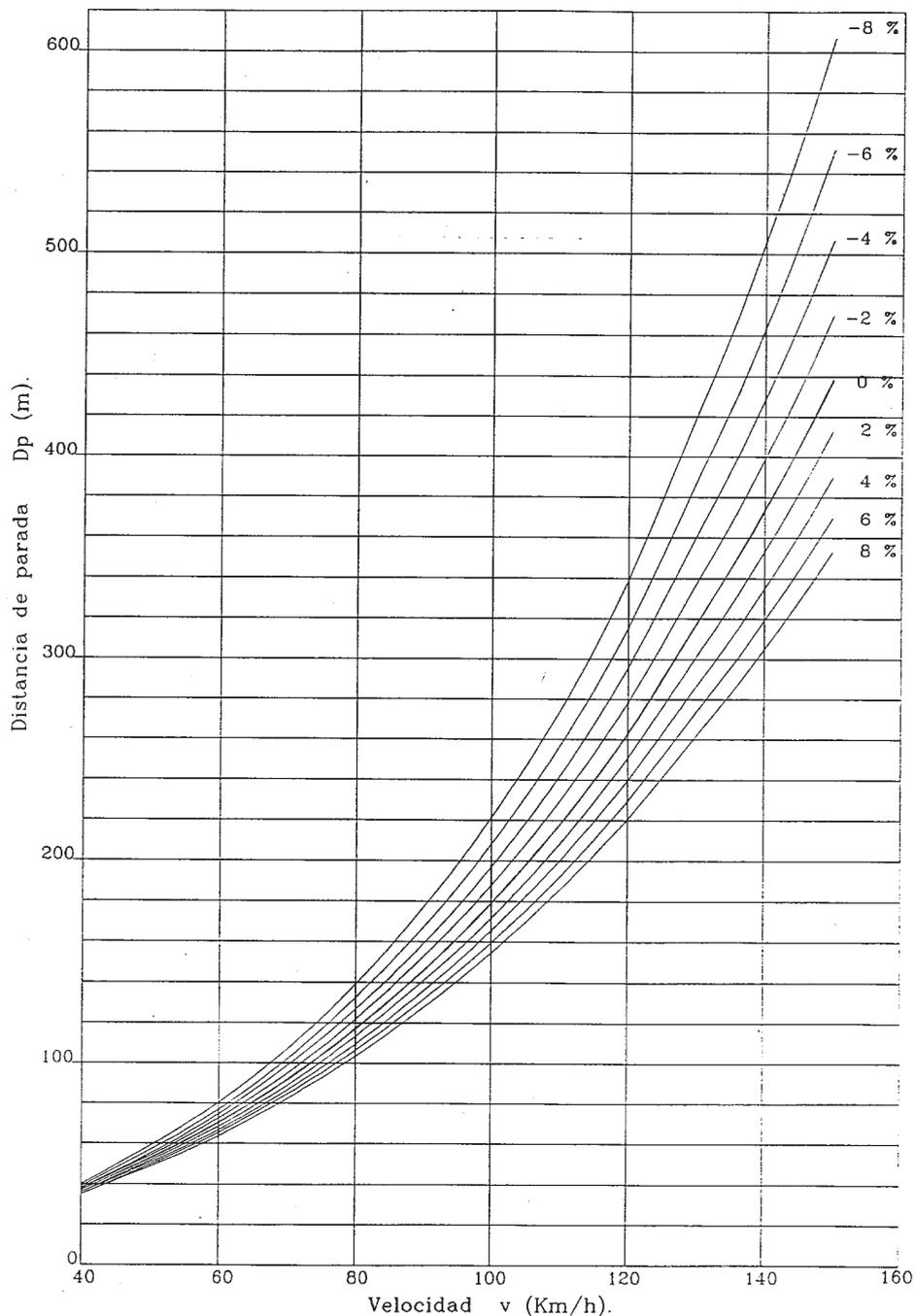
A efectos de aplicación de la presente Norma, las alturas del obstáculo y del punto de vista del conductor sobre la calzada se fijan en veinte

centímetros (20 cm) y un metro con diez centímetros (1,10 m), respectivamente.

La distancia del punto de vista al obstáculo se medirá a lo largo de una línea paralela al eje de la calzada y trazada a un metro con cincuenta centímetros (1,50 m) del borde derecho de cada carril, por el interior del mismo y en el sentido de la marcha.

La visibilidad de parada se calculará siempre para condiciones óptimas de iluminación, excepto en el dimensionamiento de acuerdos verticales cóncavos, en cuyo caso se considerarán las condiciones de conducción nocturna (apartado 5.3.2.1).

Figura 3.1
Distancia de parada.



La visibilidad de parada será igual o superior a la distancia de parada mínima, siendo deseable que supere la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto incrementada en veinte kilómetros por hora (20 km/h). En cualquiera de estos casos se dice que existe visibilidad de parada.

En el caso de que las causas por las que no exista visibilidad de parada mínima sean suficientemente justificadas, se establecerán las medidas oportunas.

3.2.3 Distancia de adelantamiento.

Se define como distancia de adelantamiento (D_a), la distancia necesaria para que un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto.

A efectos de aplicación de la presente Norma, se tomarán los valores de D_a indicados en la tabla 3.2.

TABLA 3.2

V_p (Km/h)	40	50	60	70	80	90	100
D_a (m)	200	300	400	450	500	550	600

Siendo: V_p = velocidad de proyecto.

D_a = distancia de adelantamiento.

3.2.4 Visibilidad de adelantamiento.

Se considerará como visibilidad de adelantamiento la distancia que existe a lo largo del carril por el 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.

A efectos de aplicación de la presente Norma, para el cálculo de la visibilidad de adelantamiento, se considerará que el punto de vista del conductor al igual que el del vehículo contrario se sitúa a un metro con diez centímetros (1,10 m) sobre la calzada.

La distancia entre el vehículo que adelanta y el que circula en sentido opuesto, se medirá a lo largo del eje de la carretera.

Se procurará obtener la máxima longitud posible en que la visibilidad de adelantamiento sea superior a la distancia de adelantamiento (D_a) en carreteras de dos sentidos en una calzada. Donde se obtenga, se dice que existe visibilidad de adelantamiento y su proporción deseable será del cuarenta por ciento (40%) por cada sentido de circulación y lo más uniformemente repartido posible.

3.2.5 Distancia de cruce.

Se define como distancia de cruce (D_c), la longitud recorrida por un vehículo sobre una vía preferente, durante el tiempo que otro emplea en atravesar dicha vía. Se calculará mediante la fórmula:

$$D_c = \frac{V \cdot t_c}{3,6}$$

Siendo: D_c = distancia de cruce (m).
 V = velocidad (km/h) de la vía preferente.
 t_c = tiempo en segundos que se tarda en realizar la maniobra completa de cruce.

El valor de t_c se obtiene de la fórmula:

$$t_c = t_p + \sqrt{\frac{2 \cdot (3 + l + w)}{9,8 \cdot j}}$$

Siendo: t_p = tiempo de reacción y percepción del conductor, en segundos. Se adoptará siempre un valor constante igual a dos segundos ($t_p=2s$).
 l = longitud en metros del vehículo que atraviesa la vía principal. Se considerarán los siguientes valores, en función del estudio del tipo de tráfico en el cruce:
 l = 18 m para vehículos articulados.
 l = 10 m para vehículos pesados rígidos.
 l = 5 m para vehículos ligeros.
 w = anchura del total de carriles, (m), de la vía principal.
 j = aceleración del vehículo que realiza la maniobra de cruce, en unidades "g". Se tomará un valor de $j=0,15$ para vehículos ligeros, $j=0,075$ para vehículos pesados rígidos, y $j=0,055$ para vehículos articulados.

A efectos de la presente Norma se considerará como distancia de cruce mínima, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto de la vía preferente.

3.2.6 Visibilidad de cruce.

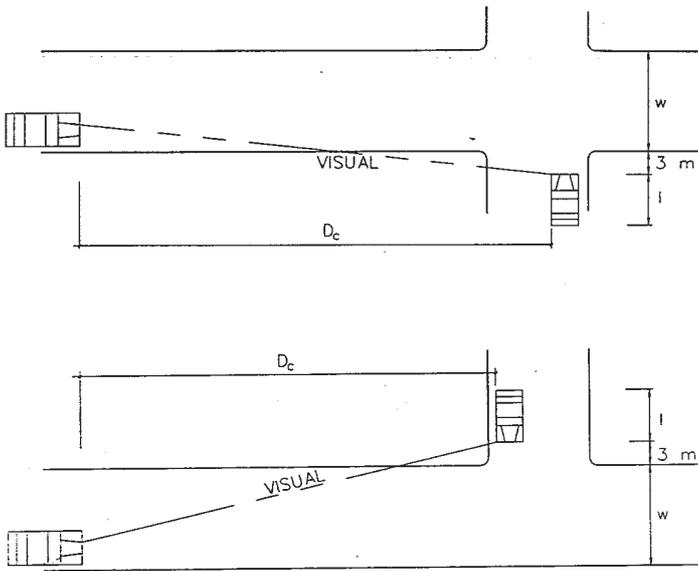
Se considerará como visibilidad de cruce, la distancia que precisa ver el conductor de un vehículo para poder cruzar otra vía que intersecta su trayectoria, medida a lo largo del eje de su carril. Está determinada por la condición de que el conductor del vehículo de la vía preferente pueda ver si un vehículo se dispone a cruzar sobre dicha vía (figura 3.2).

Se considerará a todos los efectos que el vehículo que realiza la maniobra de cruce parte del reposo y está situado a una distancia, medida perpendicularmente al borde del carril más próximo de la vía preferente, de tres metros (3 m).

Se adoptará una altura del punto de vista del conductor sobre la calzada principal de un metro con diez centímetros (1,10 m).

Todas las intersecciones se proyectarán de manera que tengan una visibilidad de cruce superior a la distancia de cruce mínima, siendo deseable que supere a la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto incrementada en veinte kilómetros por hora (20 km/h). En cualquiera de estos casos se dice que existe visibilidad de cruce.

Figura 3.2
Visibilidad de cruce.



4.2 Rectas.

La recta es un elemento de trazado que está indicado en carreteras de dos carriles para obtener suficientes oportunidades de adelantamiento y en cualquier tipo de carretera para adaptarse a condicionamientos externos obligados (infraestructuras preexistentes, condiciones urbanísticas, terrenos llanos, etc).

Para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas y para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción es deseable establecer unas longitudes mínimas de las alineaciones rectas.

A efectos de la presente Norma, en caso de disponerse el elemento recta, las longitudes mínima admisible y máxima deseable, en función de la velocidad de proyecto, serán las dadas por las expresiones siguientes:

$$L_{min.s} = 1,39 \cdot V_p$$

$$L_{min.o} = 2,78 \cdot V_p$$

$$L_{max} = 16,70 \cdot V_p$$

Siendo: $L_{min.s}$ = longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{min.o}$ = longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

L_{max} = longitud máxima (m).

V_p = velocidad de proyecto (km/h).

En la tabla 4.1 se incluyen los valores de estas longitudes para diferentes valores de la velocidad de proyecto.

CAPÍTULO 4 TRAZADO EN PLANTA.

4.1 Generalidades.

El trazado en planta de un tramo se compondrá de la adecuada combinación de de los siguientes elementos: recta, curva circular y curva de transición.

En proyectos de carreteras de calzadas separadas, se considerará la posibilidad de trazar las calzadas a distinto nivel o con ejes diferentes, cuando el terreno así lo aconseje.

La definición del trazado en planta se referirá a un eje, que define un punto en cada sección transversal. En general, salvo en casos suficientemente justificados, se adoptará para la definición del eje:

* En carreteras de calzadas separadas

- el centro de la mediana, si ésta fuera de anchura constante o con variación de anchura aproximadamente simétrica
- el borde interior de la calzada a proyectar en el caso de duplicaciones
- el borde interior de cada calzada en cualquier otro caso

* En carreteras de calzada única

- el centro de la calzada, sin tener en cuenta eventuales carriles adicionales

TABLA 4.1

V_p (km/h)	$L_{min.s}$ (m)	$L_{min.o}$ (m)	L_{max} (m)
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

En general, para carreteras de calzadas separadas se emplearán alineaciones rectas en tramos singulares que así lo justifiquen, y en particular en terrenos llanos, en valles de configuración recta, por conveniencia de adaptación a otras infraestructuras lineales, o en las proximidades de cruces, zonas de detención obligada, etc.

4.3 Curvas circulares.

4.3.1 Generalidades.

Fijada una cierta velocidad de proyecto, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares se determinará en función de:

- El peralte y el rozamiento transversal movilizado.
- La visibilidad de parada en toda su longitud.
- La coordinación del trazado en planta y alzado, especialmente para evitar pérdidas de trazado (ver capítulo 6).

4.3.2 Radios y peraltes.

A efectos de aplicación de la presente Norma, el peralte (p) se establecerá de acuerdo con los criterios siguientes:

Grupo 1) Autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras C-100:

$$\begin{aligned} 250 &\leq R \leq 700 \rightarrow p = 8 \\ 700 &\leq R \leq 5000 \rightarrow p = 8 - 7,3(1 - 700/R)^{1,3} \\ 5000 &\leq R < 7500 \rightarrow p = 2 \\ 7500 &\leq R \rightarrow \text{Bombeo} \end{aligned}$$

Grupo 2) Carreteras C-80, C-60 y C-40:

$$\begin{aligned} 50 &\leq R \leq 350 \rightarrow p = 7 \\ 350 &\leq R \leq 2500 \rightarrow p = 7 - 6,08(1 - 350/R)^{1,3} \\ 2500 &\leq R < 3500 \rightarrow p = 2 \\ 3500 &\leq R \rightarrow \text{Bombeo} \end{aligned}$$

Siendo: R = radio de la curva circular (m).
p = peralte (%).

4.3.3 Características.

La velocidad, el radio, el peralte y el coeficiente de rozamiento transversal movilizado se relacionarán mediante la fórmula:

$$V_s^2 = 127R(f_t + p/100)$$

Siendo: V_s = velocidad (km/h).
R = radio de la circunferencia (m).
f_t = coeficiente de rozamiento transversal movilizado.
p = peralte (%).

Para toda curva circular en el tronco de la calzada, con el peralte que le corresponde según se indica en el apartado 4.3.2, se cumplirá que, recorrida la curva circular a velocidad igual a la específica, no se sobrepasarán los valores de f_t de la tabla 4.2.

TABLA 4.2

V. (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
f _t	0,180	0,166	0,151	0,1- 37	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069	0,060

En las tablas 4.3 y 4.4 se incluye la relación entre los radios y peraltes correspondientes a diferentes velocidades específicas. La utilización sistemática de curvas circulares cuya velocidad específica coincida con la velocidad de proyecto se justificará adecuadamente.

4.3.4 Desarrollo mínimo.

En general, el desarrollo mínimo de la curva se corresponderá con una variación de acimut entre sus extremos mayor o igual que veinte gonios (20 gon), pudiendo aceptarse valores entre veinte gonios (20 gon) y nueve gonios (9 gon) y sólo excepcionalmente valores inferiores a nueve gonios (9 gon) (ver apartado 4.5).

TABLA 4.3

RELACIÓN VELOCIDAD ESPECÍFICA - RADIO - PERALTE PARA
AUTOPISTAS, AUTOVÍAS, VÍAS RÁPIDAS Y CARRETERAS C-100
(GRUPO 1)

Velocidad específica (km/h)	Radio (m)	Peralte (%)
80	250	8,00
85	300	8,00
90	350	8,00
95	400	8,00
100	450	8,00
105	500	8,00
110	550	8,00
115	600	8,00
120	700	8,00
125	800	7,51
130	900	6,97
135	1050	6,25
140	1250	5,49
145	1475	4,84
150	1725	4,29

TABLA 4.4

RELACIÓN VELOCIDAD ESPECÍFICA - RADIO - PERALTE PARA
CARRETERAS C-80, C-60 Y C-40.
(GRUPO 2)

Velocidad específica (km/h)	Radio (m)	Peralte (%)
40	50	7,00
45	65	7,00
50	85	7,00
55	105	7,00
60	130	7,00
65	155	7,00
70	190	7,00
75	225	7,00
80	265	7,00
85	305	7,00
90	350	7,00
95	410	6,50
100	485	5,85
105	570	5,24
110	670	4,67

4.4 Curvas de transición.

4.4.1 Funciones.

Las curvas de transición tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura de la traza, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazado.

4.4.2 Forma y características.

Se adoptará en todos los casos como curva de transición la clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R \cdot L = A^2$$

Siendo:

R = radio de curvatura en un punto cualquiera.

L = longitud de la curva entre su punto de inflexión ($R = \infty$) y el punto de radio R.

A = parámetro de la clotoide, característico de la misma.

Otros valores a considerar son (figura 4.1):

R_0 = radio de la curva circular contigua.

L_0 = longitud total de la curva de transición.

ΔR_0 = retranqueo de la curva circular.

X_0, Y_0 = coordenadas del punto de unión de la clotoide y de la curva circular, referidas a la tangente y normal a la clotoide en su punto de inflexión.

X_m, Y_m = coordenadas del centro de la curva circular (retranqueada) respecto a los mismos ejes.

α_L = ángulo de desviación que forma la alineación recta del trazado con la tangente en un punto de la clotoide.

$$\text{En radianes: } \alpha_L = \frac{L}{2R}$$

$$\text{En grados centesimales: } \alpha_L = 31,83 \frac{L}{R}$$

α_{L_0} = ángulo de desviación en el punto de tangencia con la curva circular.

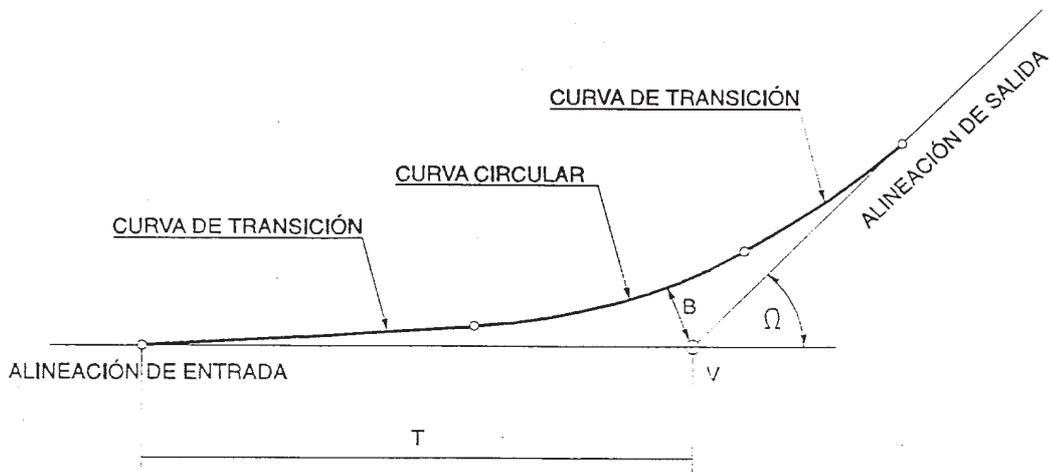
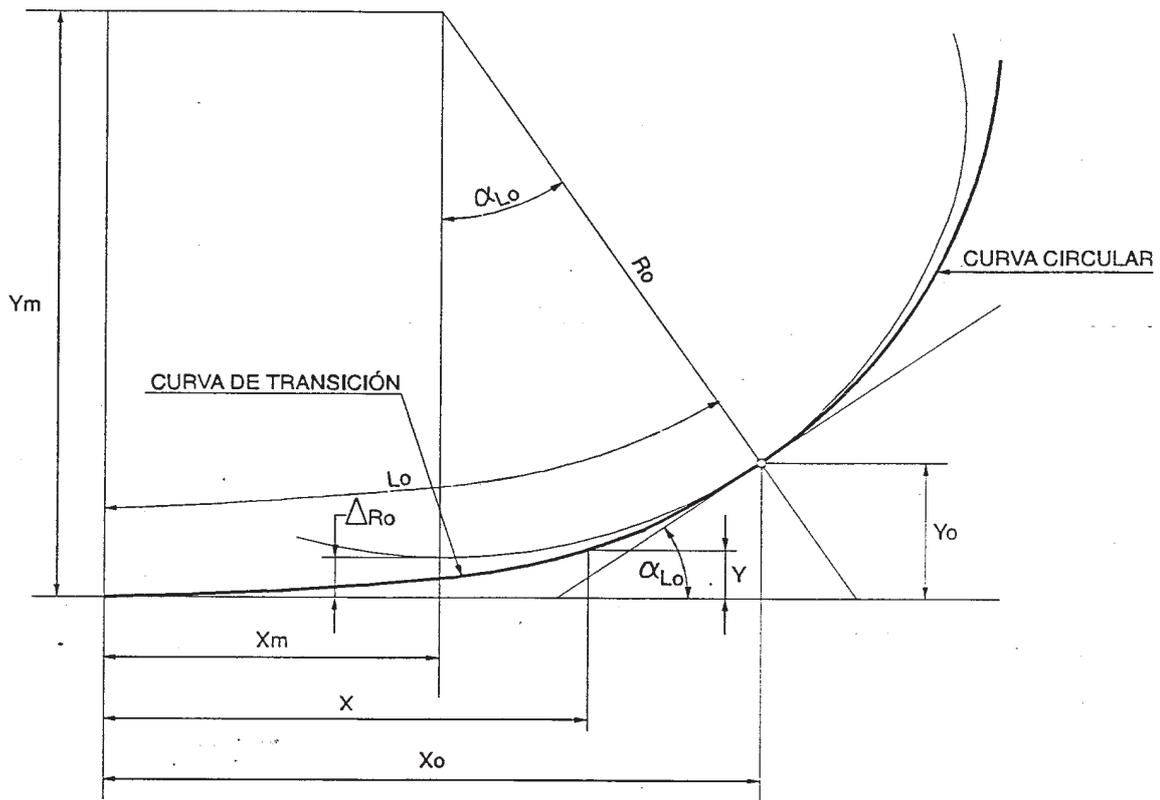
Ω = ángulo entre las rectas tangentes a dos clotoides consecutivas en sus puntos de inflexión.

V = vértice, punto de intersección de las rectas tangentes a dos clotoides consecutivas en sus puntos de inflexión.

T = tangente, distancia entre el vértice y el punto de inflexión de una clotoide.

B = bisectriz, distancia entre el vértice y la curva circular.

Figura 4.1
Curva de transición.



4.4.3 Longitud mínima.

La longitud de la curva de transición deberá superar la necesaria para cumplir las limitaciones que se indican a continuación.

4.4.3.1 Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal.

La variación de la aceleración centrífuga no compensada por el peralte deberá limitarse a un valor J aceptable desde el punto de vista de la comodidad.

Suponiendo a efectos de cálculo que la clotoide se recorre a velocidad constante igual a la velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor, el parámetro A en metros, deberá cumplir la condición siguiente:

$$A_{mín} = \sqrt{\frac{V_e \cdot R_0}{46,656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_0} - 1,27 \cdot \left(\frac{p_0 - p_1}{1 - \frac{R_0}{R_1}} \right) \right]}$$

Siendo:

V_e = Velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor (km/h).

- J = Variación de la aceleración centrífuga (m/s³).
- R₁ = Radio de la curva circular asociada de radio mayor (m).
- R₀ = Radio de la curva circular asociada de radio menor (m).
- p₁ = Peralte de la curva circular asociada de radio mayor (%).
- p₀ = Peralte de la curva circular asociada de radio menor (%).

lo que supone una longitud mínima (L_{min}) de la clotoide en metros dada por la expresión:

$$L_{min} = \frac{V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left(\frac{V_e^2}{R_0} - 1,27 \cdot \frac{(P_0 - P_1)}{\left(1 - \frac{R_0}{R_1}\right)} \right)$$

A efectos prácticos, se adoptarán para J los valores indicados en la tabla 4.5, debiendo sólo utilizarse los valores de J_{máx} cuando suponga una economía tal que justifique suficientemente esta restricción en el trazado, en detrimento de la comodidad.

TABLA 4.5.

V _e (km/h)	V _e < 80	80 ≤ V _e < 100	100 ≤ V _e < 120	120 ≤ V _e
J (m/s ³)	0,5	0,4	0,4	0,4
J _{máx} (m/s ³)	0,7	0,6	0,5	0,4

4.4.3.2 Limitación de la variación de la pendiente transversal.

A efectos de aplicación de la presente Norma, la variación de la pendiente transversal se limitará a un máximo del cuatro por ciento (4%) por segundo para la velocidad específica de la curva circular asociada de radio menor.

4.4.3.3 Condiciones de percepción visual.

Para que la presencia de una curva de transición resulte fácilmente perceptible por el conductor, se deberá cumplir simultáneamente que:

- La variación de acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que 1/18 radianes.

- El retranqueo de la curva circular sea mayor o igual que cincuenta centímetros (50 cm).

Es decir, se deberán cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$L_{min} = \frac{R_0}{9} \rightarrow A_{min} = \frac{R_0}{3}$$

$$L_{min} = 2 \sqrt{3 \cdot R_0} \rightarrow A_{min} = (12 \cdot R_0^3)^{1/4}$$

- Siendo: L_{min} = longitud (m).
- R₀ = radio de la curva circular (m).

Por otra parte, se recomienda que la variación de acimut entre los extremos de la clotoide, sea mayor o igual que la quinta parte del ángulo total de giro entre las alineaciones rectas consecutivas en que se inserta la clotoide (figura 4.1).

Es decir:

$$L_{min} = \frac{\pi \cdot \Omega}{500} \cdot R_0 \rightarrow A_{min} = R_0 \sqrt{\frac{\pi \cdot \Omega}{500}}$$

- Siendo: L_{min} = longitud (m).
- R₀ = radio de la curva circular (m).
- Ω = ángulo de giro entre alineaciones rectas (gon).

4.4.4 Valores máximos.

Se recomienda no aumentar significativamente las longitudes y parámetros mínimos obtenidos en el apartado 4.4.3 salvo expresa justificación en contrario. La longitud máxima de cada curva de acuerdo no será superior a una vez y media (1,5) su longitud mínima.

4.5 Coordinación entre elementos de trazado.

Para todo tipo de carretera, cuando se unan curvas circulares consecutivas sin recta intermedia, o con recta de longitud menor o igual que cuatrocientos metros (400 m), la relación de radios de las curvas circulares (figuras 4.2 y 4.3) no sobrepasará los valores obtenidos a partir de las expresiones de la tabla 4.6. La tabulación correspondiente a dichas figuras se incluye en las tablas 4.7 y 4.8.

TABLA 4.6

Clase de carretera		R ₂
Grupo 1	AP, AV,	1,5 · R + 1,05 · 10 ⁻⁸ · (R - 250) ³ · R 250 ≤ R ≤ 700
	R y C-100	
Grupo 2	C-80, C-60	1,5 · R + 4,693 · 10 ⁻³ · (R - 50) ³ · R 50 ≤ R ≤ 300
	y C-40	

Figura 4.2

Relación entre radios de curvas circulares consecutivas sin recta intermedia, o con recta de longitud menor o igual que cuatrocientos metros (400 m) para carreteras del grupo 1.

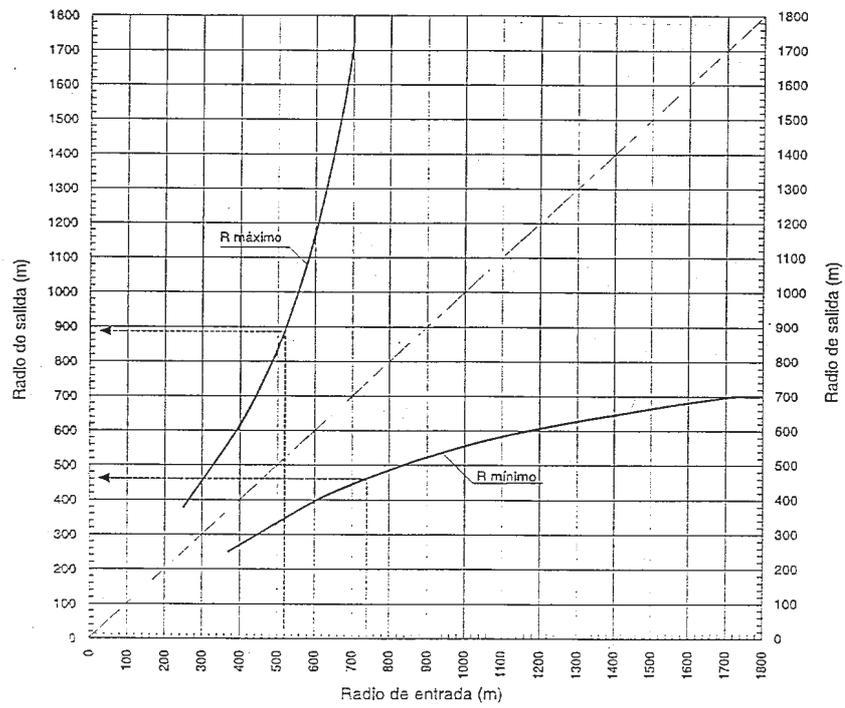


Figura 4.3

Relación entre radios de curvas circulares consecutivas sin recta intermedia, o con recta de longitud menor o igual que cuatrocientos metros (400 m) para carreteras del grupo 2.

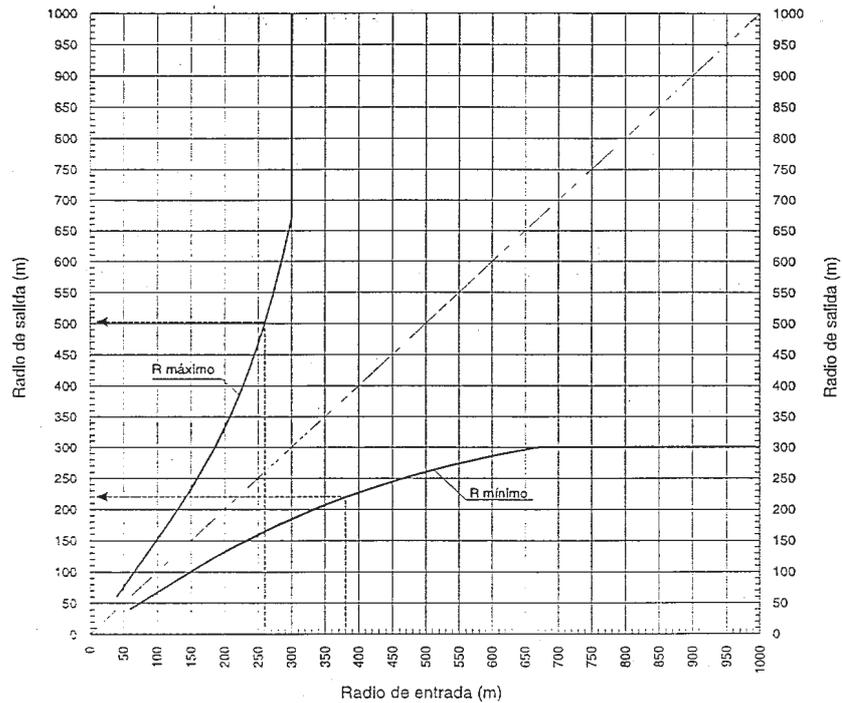


TABLA 4.7

RELACIÓN ENTRE RADIOS CONSECUTIVOS - GRUPO 1					
RADIO ENTRADA	RADIO SALIDA		RADIO ENTRADA	RADIO SALIDA	
	MÁXIMO	MÍNIMO		MÁXIMO	MÍNIMO
250	375	250	820	> 1720	495
260	390	250	840	> 1720	503
270	405	250	860	> 1720	510
280	420	250	880	> 1720	517
290	435	250	900	> 1720	524
300	450	250	920	> 1720	531
310	466	250	940	> 1720	537
320	481	250	960	> 1720	544
330	497	250	980	> 1720	550
340	513	250	1000	> 1720	556
350	529	250	1020	> 1720	561
360	545	250	1040	> 1720	567
370	562	250	1060	> 1720	572
380	579	253	1080	> 1720	578
390	596	260	1100	> 1720	583
400	614	267	1120	> 1720	588
410	633	273	1140	> 1720	593
420	652	280	1160	> 1720	598
430	671	287	1180	> 1720	602
440	692	293	1200	> 1720	607
450	713	300	1220	> 1720	611
460	735	306	1240	> 1720	616
470	758	313	1260	> 1720	620
480	781	319	1280	> 1720	624
490	806	326	1300	> 1720	628
500	832	332	1320	> 1720	632
510	859	338	1340	> 1720	636
520	887	345	1360	> 1720	640
530	917	351	1380	> 1720	644
540	948	357	1400	> 1720	648
550	981	363	1420	> 1720	651
560	1015	369	1440	> 1720	655
570	1051	375	1460	> 1720	659
580	1089	381	1480	> 1720	662
590	1128	386	1500	> 1720	666
600	1170	392	1520	> 1720	669
610	1214	398	1540	> 1720	672
620	1260	403	1560	> 1720	676
640	1359	414	1580	> 1720	679
660	1468	424	1600	> 1720	682
680	1588	434	1620	> 1720	685
700	1720	444	1640	> 1720	688
720	> 1720	453	1660	> 1720	691
740	> 1720	462	1680	> 1720	694
760	> 1720	471	1700	> 1720	697
780	> 1720	479	1720	> 1720	700
800	> 1720	488			

TABLA 4.8

RELACIÓN ENTRE RADIOS CONSECUTIVOS - GRUPO 2					
RADIO ENTRADA	RADIO SALIDA		RADIO ENTRADA	RADIO SALIDA	
	MÁXIMO	MÍNIMO		MÁXIMO	MÍNIMO
50	75	50	360	> 670	212
60	90	50	370	> 670	216
70	105	50	380	> 670	220
80	120	53	390	> 670	223
90	135	60	400	> 670	227
100	151	67	410	> 670	231
110	166	73	420	> 670	234
120	182	80	430	> 670	238
130	198	87	440	> 670	241
140	215	93	450	> 670	244
150	232	100	460	> 670	247
160	250	106	470	> 670	250
170	269	112	480	> 670	253
180	289	119	490	> 670	256
190	309	125	500	> 670	259
200	332	131	510	> 670	262
210	355	137	520	> 670	265
220	381	143	530	> 670	267
230	408	149	540	> 670	270
240	437	154	550	> 670	273
250	469	160	560	> 670	275
260	503	165	570	> 670	278
270	540	171	580	> 670	280
280	580	176	590	> 670	282
290	623	181	600	> 670	285
300	670	186	610	> 670	287
310	> 670	190	620	> 670	289
320	> 670	195	640	> 670	294
330	> 670	199	660	> 670	298
340	> 670	204	680	> 670	302
350	> 670	208	700	> 670	306

En autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras C-100, cuando se enlacen curvas circulares consecutivas con una recta intermedia de longitud superior a cuatrocientos metros (400 m), el radio de la curva circular de salida, en el sentido de la marcha, será igual o mayor que setecientos metros (700 m).

En las carreteras C-80, C-60 y C-40 cuando se enlacen curvas circulares consecutivas con una recta intermedia de longitud superior a cuatrocientos metros (400 m), el radio de la curva circular de salida, en el sentido de la marcha, será igual o mayor que trescientos metros (300 m).

Las clotoides contiguas a una alineación circular deberán ser simétricas siempre que sea posible.

En general no podrán unirse clotoides entre sí, salvo en el caso de curvas en "S" en el que la unión se hará por sus puntos de inflexión.

Salvo en el caso que se indica en el párrafo siguiente, para curvas circulares de radio menor que cinco mil metros (5000 m) en carreteras del grupo 1 y dos mil quinientos metros (2500 m) en carreteras del grupo 2, será necesario utilizar curvas de transición, mientras que para curvas circulares de radios mayores o iguales que los indicados no será necesario utilizarlas.

En el caso de valores excepcionales de ángulos de giro entre rectas (Ω) inferiores a seis gonios (6 gon), para mejorar la percepción visual, se realizará la unión de las mismas mediante una curva circular, sin clotoides, de radio tal que se cumpla:

$$D_c \geq 325 - 25\Omega \quad (\text{Tabla 4.9})$$

Siendo: D_c = desarrollo de la curva (m).

Ω = ángulo entre las alineaciones rectas (gon).

TABLA 4.9

Ángulo entre las alineaciones (gon)	6	5	4	3	2
Desarrollo mínimo de la curva circular (m)	175	200	225	250	275
Radio mínimo (m)	2000	2500	3500	5500	9000

Para ángulos de giro entre rectas ligeramente superiores a seis gonios (6 gon), se comprobará siempre que la suma de las longitudes de las curvas de transición y de la curva circular, sea superior a los desarrollos mínimos indicados en la tabla 4.10.

TABLA 4.10

Desarrollo mínimo de las curvas (m)	175	200	225	250	275
Radio mínimo (m)	2000	2500	3500	5500	9000

El ángulo entre dos alineaciones rectas consecutivas no será inferior a dos gonios (2 gon).

4.6 Transición del peralte.

La transición del peralte deberá llevarse a cabo combinando las tres condiciones siguientes:

- Características dinámicas aceptables para el vehículo.
- Rápida evacuación de las aguas de la calzada.
- Sensación estética agradable.

La variación del peralte requiere una longitud mínima, de forma que no se supere un determinado valor máximo de la inclinación que cualquier borde de la calzada tenga con relación a la del eje de giro del peralte.

A efectos de aplicación de la presente Norma, dicha inclinación se limitará a un valor máximo ($i_{p_{máx}}$) definido por la ecuación:

$$i_{p_{máx}} = 1,8 - 0,01 \cdot V_p$$

Siendo: $i_{p_{máx}}$ = máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la misma (%).

V_p = velocidad de proyecto (km/h).

La longitud del tramo de transición del peralte tendrá por tanto un valor mínimo definido por la ecuación:

$$l_{mín} = \frac{P_f - P_i \cdot B}{i_{p_{máx}}}$$

Siendo: $l_{mín}$ = longitud mínima del tramo de transición del peralte (m).

P_f = peralte final con su signo (%).

P_i = peralte inicial con su signo (%).

B = distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m).

Cuando la transición del peralte se realice a lo largo de una curva de transición, su longitud deberá respetar la longitud mínima derivada del cumplimiento de la limitación establecida en el apartado 4.4.3.2 de la presente Norma.

En general la transición del peralte se desarrollará a lo largo de la curva de transición en planta (clotoide), en dos tramos, habiéndose desvanecido previamente el bombeo que exista en sentido contrario al del peralte definitivo (figura 4.4).

El desvanecimiento del bombeo se hará en la alineación recta e inmediatamente antes de la tangente de entrada, en una longitud máxima de cuarenta metros (40 m) en carreteras del grupo 1 y en una longitud máxima de veinte metros (20 m) en carreteras del grupo 2, y de la siguiente forma:

- Plataforma con dos pendientes. Se mantendrá el bombeo en el lado de plataforma que tiene el mismo sentido que el peralte posterior, desvaneciéndose en el lado con sentido contrario al peralte.
- Calzada con pendiente única del mismo sentido que el peralte posterior. Se mantendrá el bombeo hasta el inicio de la clotoide.
- Calzada con pendiente única de sentido contrario al peralte posterior. Se desvanecerá el bombeo de toda la plataforma.

La transición del peralte se desarrollará linealmente desde el punto de inflexión de la clotoide (peralte nulo) hasta el peralte correspondiente a la curva circular (punto de tangencia), siempre que se alcance el dos por ciento (2%) en una longitud máxima de cuarenta metros (40 m), para carreteras del grupo 1, y de veinte metros (20 m) para carreteras del grupo 2. Si lo anterior no fuese posible la transición del peralte se desarrollará en los dos tramos siguientes:

- Desde el punto de inflexión de la clotoide (peralte nulo) al dos por ciento (2%) en una longitud máxima de cuarenta metros (40 m), para carreteras del grupo 1, y de veinte metros (20 m) para carreteras del grupo 2.
- Desde el punto de peralte dos por ciento (2%), hasta el peralte correspondiente a la curva circular (punto de tangencia), el peralte aumentará linealmente.

En el caso de alineación recta unida a curva circular, se efectuará la transición del peralte sobre la alineación recta.

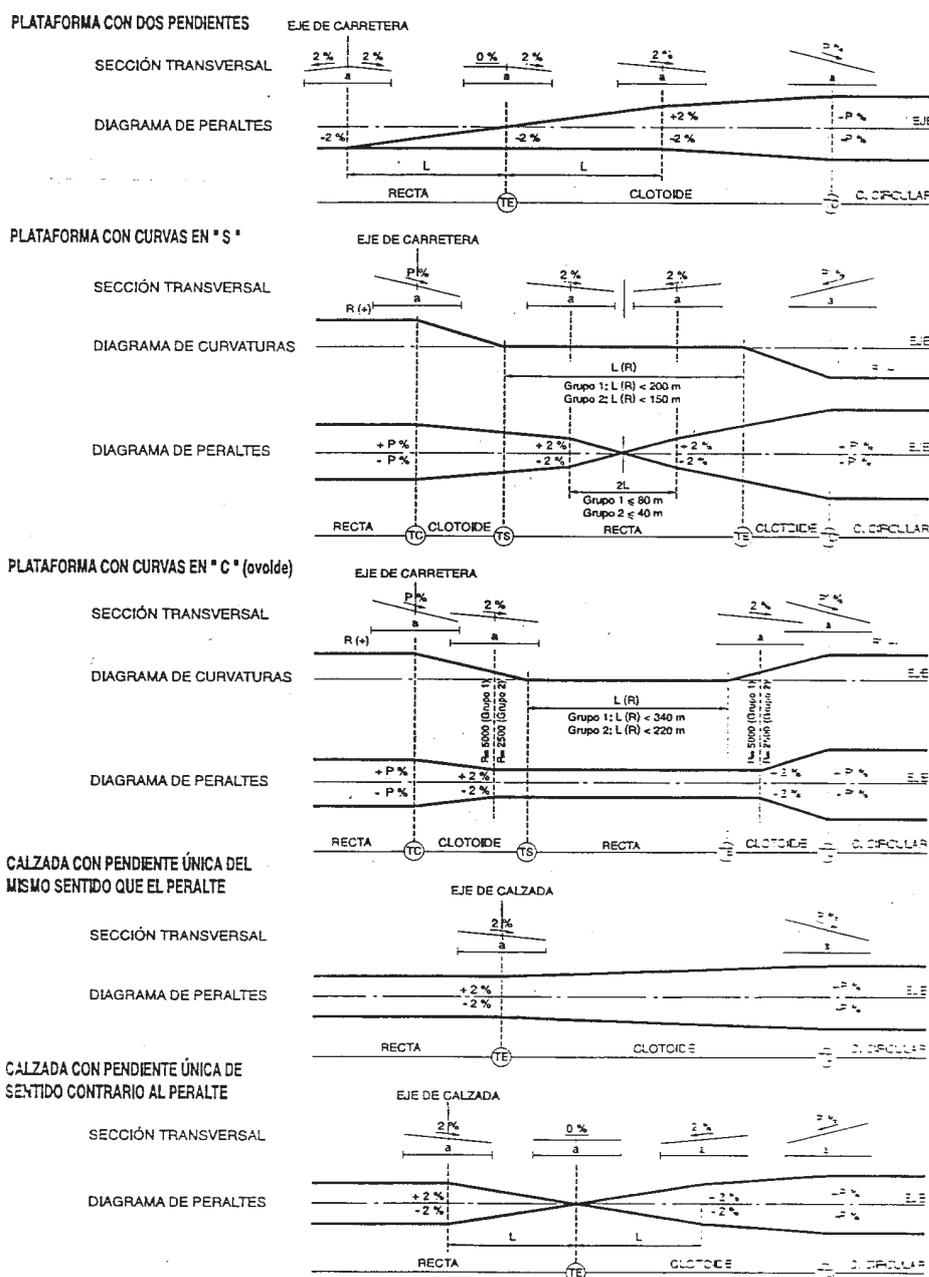
En el caso de dos (2) curvas de transición de distinto sentido, entre las que exista una recta cuya longitud sea menor que doscientos metros (200 m) en las carreteras del grupo 1 y que ciento cincuenta metros (150 m) en las carreteras del grupo 2, la transición del peralte del menos dos por ciento (-2%) al más dos por ciento (+2%) se efectuará en una longitud máxima de ochenta metros (80 m) y cuarenta metros (40 m) respectivamente, centrada en la recta. La transición del resto del peralte se realizará a partir de los citados puntos, linealmente hasta el valor del peralte correspondiente a la curva circular inmediata.

En el caso excepcional de dos curvas de transición del mismo sentido, entre las que exista una recta cuya longitud sea menor que trescientos cuarenta metros (340 m) en las carreteras del grupo 1 y de doscientos veinte metros (220 m) en las del grupo 2, se mantendrá un peralte del dos por ciento (2%), en el mismo sentido de las curvas de transición, entre los puntos de radio de curvatura cinco mil metros (5.000 m) para las carreteras del grupo 1 y dos mil quinientos metros (2500 m) para las del grupo 2 de dichas curvas de transición. La transición del resto del peralte se realizará a partir de los citados puntos linealmente hasta el valor del peralte correspondiente a la curva circular inmediata.

En el caso de que la longitud de la curva circular sea menor que treinta metros (30 m), los tramos de transición del peralte se desplazarán de forma que exista un tramo de treinta metros (30 m) con pendiente transversal constante e igual al peralte correspondiente al radio de la curva circular o al radio de curvatura de las clotoides si éstas son de vértice.

Cuando el valor de $i_{p,máx}$ sea incompatible con la longitud máxima de transición de peralte que se especifica previamente, ésta última condición será predominante.

Figura 4.4
Desvanecimiento del bombeo y transición del peralte.



NOTA: a = anchura de plataforma, L = 40 m máximo en carreteras del Grupo 1, L = 20 m máximo en carreteras del Grupo 2.

Se evitará la coincidencia de peralte nulo con acuerdo cóncavo. En las zonas donde ésto no se pueda evitar se realizará un estudio detallado de la evacuación de las aguas de la plataforma.

4.7 Visibilidad en curvas circulares.

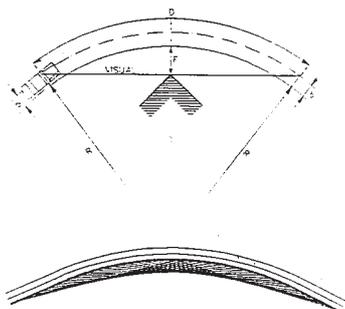
El valor del despeje necesario para disponer de una determinada visibilidad en una curva circular (figura 4.5), se obtendrá aplicando la fórmula:

$$F = R - (R+b) \cdot \cos \left(\frac{31,83 \cdot D}{R+b} \right)$$

- Siendo:
- F = distancia mínima del obstáculo al borde de la calzada más próximo a él (m).
 - R = radio del borde de la calzada más próxima al obstáculo (m).
 - b = distancia del punto de vista del conductor al borde de la calzada más próximo al obstáculo (m).
 - D = visibilidad (m).

El valor angular de la fórmula anterior está expresado en gonios.

Figura 4.5
Visibilidad en curvas circulares.



CAPÍTULO 5 TRAZADO EN ALZADO.

5.1 Generalidades.

A efectos de definir el trazado en alzado se considerarán prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una variación continua y gradual de parámetros.

Para la definición del alzado se adoptarán, salvo casos suficientemente justificados, los siguientes criterios:

- * **En carreteras de calzadas separadas:**
 - La definición del alzado podrá ser común para ambas calzadas o diferente para cada una de ellas. En general el eje que lo defina coincidirá con el borde interior del carril más próximo a la mediana.
 - Cuando se prevea un aumento de carriles a costa de la mediana, se considerará la conveniencia de adoptar el eje considerando la sección transversal ampliada.

- * **En carreteras de calzada única:**
 - El eje que define el alzado, coincidirá con el eje físico de la calzada (marca vial de separación de sentidos de circulación).

5.2 Inclínación de las rasantes.

5.2.1 Valores extremos.

A efectos de aplicación de la presente Norma, los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes, función de la velocidad de proyecto (V_p), serán los siguientes:

* **Carreteras de calzadas separadas**

V_p (km/h)	Rampa (%)	Pendiente (%)
120	4	5
100	4	5
80	5	6

Los valores anteriores podrán incrementarse en un uno por ciento (1%) en casos suficientemente justificados, y previa realización de un estudio económico de los costes de explotación.

En el caso de que las calzadas se sitúen al mismo nivel, los valores máximos de la rasante, serán los indicados para rampa.

* **Carreteras de calzada única**

Vías rápidas

V_p (km/h)	Inclínación máxima (%)	Inclínación excepcional (%)
100	4	5
80	5	6

Cuando esté prevista una futura duplicación de calzada, sólo se considerará el valor de la inclinación máxima.

Carreteras convencionales

V_p (km/h)	Inclínación máxima (%)	Inclínación excepcional (%)
100	4	5
80	5	7
60	6	8
40	7	10

Los valores definidos como excepcionales, podrán incrementarse en un uno por ciento (1%) en casos suficientemente justificados, por razón del terreno (muy accidentado) o de baja intensidad de tráfico ($IMD < 3000$).

El valor mínimo de la inclinación de la rasante no será inferior a cinco décimas por ciento (0,5%). Excepcionalmente, la rasante podrá alcanzar un valor menor, no inferior a dos décimas por ciento (0,2%). La inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no será menor que cinco décimas por ciento (0,5%).

Salvo justificación en contrario, no se dispondrán rampas ni pendientes con la inclinación máxima establecida para cada velocidad y tipo de carretera, cuya longitud supere los tres mil metros (3.000 m). Esta limitación se considerará independientemente del estudio de carriles adicionales.

Salvo justificación en contrario, no se proyectarán longitudes de rampas o pendientes cuyo recorrido, a la velocidad de proyecto, sea inferior a diez segundos (dicha longitud se medirá entre vértices sucesivos).

5.2.2 Carriles adicionales.

Se establecerán carriles adicionales según lo previsto en el apartado 7.4.3 de la presente Norma.

5.2.3 Túneles.

Los túneles de longitud igual o menor que quinientos metros (500 m) tendrán una sola inclinación de la rasante, salvo justificación en contrario.

En carreteras de calzadas separadas, se evitarán rampas mayores del tres por ciento (3%), y pendientes mayores del cinco por ciento (5%). En carreteras de calzada única, se evitarán inclinaciones de rasante mayores del tres por ciento (3%).

Cuando la longitud del túnel sea mayor que quinientos metros (500 m), la inclinación de la rasante será objeto de un estudio específico.

En general, la combinación de inclinación y longitud de las rampas en túneles, deberá ser tal que no obligue al diseño de carriles adicionales.

En cualquier caso, salvo justificación en contrario, el trazado en alzado del túnel será tal que en toda su longitud la velocidad de los vehículos pesados no sea inferior a sesenta kilómetros por hora (60 km/h).

5.3 Acuerdos verticales.

5.3.1 Generalidades.

La curva de acuerdo será una parábola de eje vertical (figura 5.1) de ecuación $y = \frac{x^2}{2K_v}$, siendo K_v el radio de la circunferencia osculatriz en el

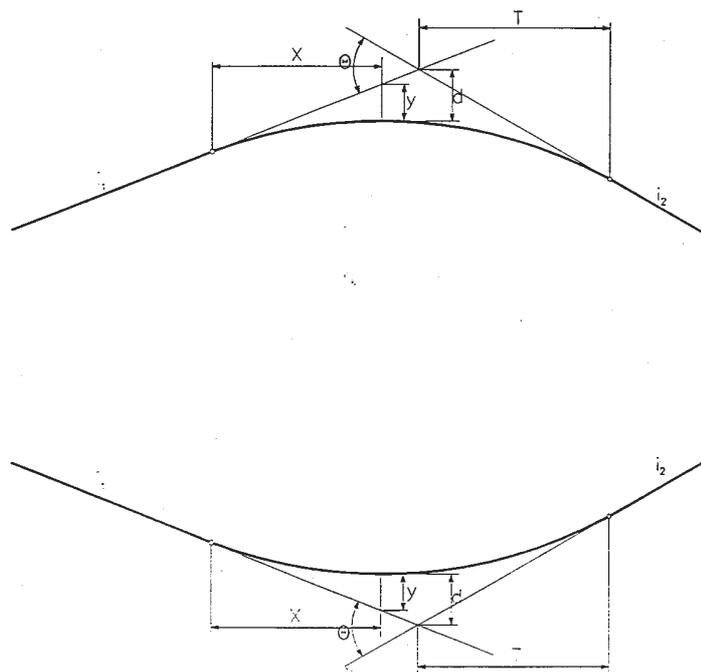
vértice de dicha parábola, denominado comúnmente "parámetro".

Definiendo ϵ como el valor absoluto de la diferencia algebraica de las

inclinaciones en los extremos del acuerdo en tanto por uno, se cumplirá que $K_v = \frac{L}{\epsilon}$

siendo L la longitud de la curva de acuerdo y $T = \frac{L}{2}$.

Figura 5.1
Acuerdos verticales.



5.3.2 Parámetros mínimos de la curva de acuerdo.

5.3.2.1 Consideraciones de visibilidad.

Será de aplicación lo especificado en el apartado 3.2. Para longitudes de la curva de acuerdo superiores a la visibilidad requerida en cada caso, el valor del parámetro K_v vendrá dado por las expresiones siguientes:

$$\text{En acuerdos convexos: } K_v = D^2 / 2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2$$

$$\text{En acuerdos cóncavos: } K_v = D^2 / 2 \cdot (h - h_2 + 2 \cdot \sin \alpha)$$

Siendo:

- K_v = parámetro de la parábola (m).
- h_1 = altura del punto de vista sobre la calzada (m).
- h_2 = altura del objeto sobre la calzada (m).
- h = altura de los faros del vehículo (m).
- α = ángulo que el rayo de luz de mayor pendiente del cono de luz forma con el eje longitudinal del vehículo.
- D = visibilidad requerida (m).

En el caso de que la visibilidad requerida sea superior a la longitud de la curva de acuerdo se utilizará la condición que se establece en el apartado 5.3.2.2.

Para comprobar la exigencia de visibilidad de parada en los acuerdos se considerará:

$$h_1 = 1,10 \text{ m; } h_2 = 0,20 \text{ m; } h = 0,75 \text{ m; } \alpha = 1^\circ$$

Para comprobar la exigencia de visibilidad de adelantamiento en los acuerdos convexos se considerará:

$$h_1 = h_2 = 1,10 \text{ m}$$

En la tabla 5.1 se recogen, para diferentes velocidades de proyecto, los valores del parámetro, con los que se obtiene la visibilidad de parada mínima y deseable, sin consideraciones de coordinación planta-alzado.

Cuando por consideraciones de coordinación planta-alzado, se justifique geoméricamente que se dispone de la visibilidad de parada exigible, podrán reducirse los valores indicados en la tabla 5.1.

TABLA 5.1

PARÁMETROS MÍNIMOS Y DESEABLES DE ACUERDOS VERTICALES PARA VISIBILIDAD DE PARADA

V_p (km/h)	Mínimo		Deseable	
	K_v convexo (m)	K_v cóncavo (m)	K_v convexo (m)	K_v cóncavo (m)
120	15276	6685	30780	9801
100	7125	4348	15276	6685
80	3050	2636	7125	4348
60	1085	1374	3050	2636
40	303	568	1085	1374

5.3.2.2 Consideraciones estéticas.

La longitud de la curva de acuerdo cumplirá la condición:

$$L \geq V_p$$

Siendo: L = longitud de la curva de acuerdo (m).

V_p = velocidad de proyecto (km/h).

Cuando la longitud de la curva de acuerdo $L = K_v \cdot \theta$, obtenida para el valor del parámetro tomado de la tabla 5.1, sea inferior a V_p , se determinará el valor de K_v por la condición: $K_v \geq V_p / \theta$.

CAPÍTULO 6 COORDINACIÓN DE LOS TRAZADOS EN PLANTA Y ALZADO.

Los trazados en planta y alzado de una carretera deberán estar coordinados de forma que el usuario pueda circular por ella de manera cómoda y segura. Concretamente, se evitará que se produzcan pérdidas de trazado, definida ésta como el efecto que sucede cuando el conductor puede ver, en un determinado instante, dos tramos de carretera, pero no puede ver otro situado entre los dos anteriores.

Para conseguir una adecuada coordinación de los trazados, para todo tipo de carretera, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Los puntos de tangencia de todo acuerdo vertical, en coincidencia con una curva circular, estarán situados dentro de la clotoide en planta y lo más alejados del punto de radio infinito:

- En tramos donde sea previsible la aparición de hielo, la línea de máxima pendiente será igual o menor que el diez por ciento (10%).
- En carreteras con velocidad de proyecto igual o menor que sesenta kilómetros por hora (60 km/h) y en carreteras de características reducidas, se cumplirá siempre que sea posible la condición $K_v = \frac{100 \cdot R}{p}$. Si no fuese así, el cociente $\frac{K_v}{R}$ será como mínimo seis (6), siendo K_v el parámetro del acuerdo vertical (m), R el radio de la curva circular en planta (m), y p el peralte correspondiente a la curva circular (%).

Para todo tipo de carretera se evitarán las siguientes situaciones:

- Alineación única en planta (recta o curva) que contenga un acuerdo vertical cóncavo o un acuerdo vertical convexo cortos (figura 6.1).
- Acuerdo convexo en coincidencia con un punto de inflexión en planta (figura 6.2).
- Alineación recta en planta con acuerdos convexo y cóncavo consecutivos (figura 6.3).
- Alineación recta seguida de curva en planta en correspondencia con acuerdos convexo y cóncavo (figura 6.4).
- Alineación curva, de desarrollo corto, que contenga un acuerdo vertical cóncavo corto (figura 6.5).
- Conjunto de alineaciones en planta en que se puedan percibir dos acuerdos verticales cóncavos o dos acuerdos verticales convexos simultáneamente (figura 6.6).

Además de las condiciones anteriores, en carreteras de calzadas separadas y vías rápidas se evitará:

- Acuerdo cóncavo en coincidencia con un punto de inflexión en planta (figura 6.7).
- Acuerdo corto entre pendientes largas dentro de una misma alineación en planta (figura 6.8).
- Rasantes uniformes entre acuerdos consecutivos del mismo signo (cóncavos o convexos) dentro de una misma alineación en planta (figura 6.9).
- Curvas en planta cortas dentro de un acuerdo vertical largo (figura 6.10).

Cuando se utilicen elementos de trazado de parámetros amplios,⁽²⁾ podrán admitirse otras combinaciones planta-alzado. En este caso, se justificará adecuadamente que, debido a la amplitud de los elementos, no se produce el efecto a que el incumplimiento de tales condiciones de coordinación da lugar utilizando parámetros más ajustados.

⁽²⁾ Curvas circulares con radios en planta mayores o iguales que dos mil metros (2000 m) o acuerdos verticales con parámetros mayores o iguales que quince mil metros (15000 m).

Figura 6.1

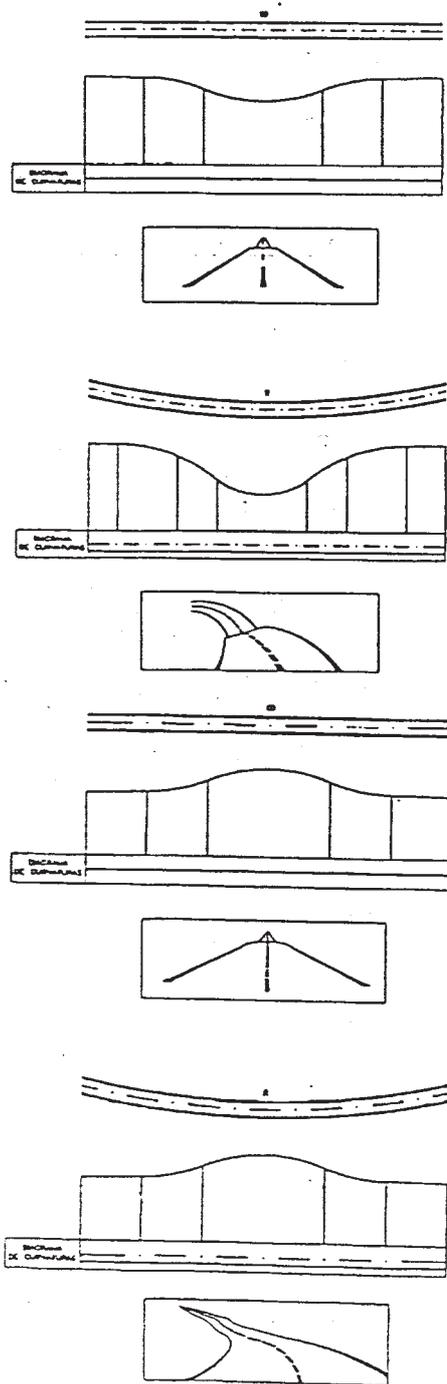


Figura 6.2

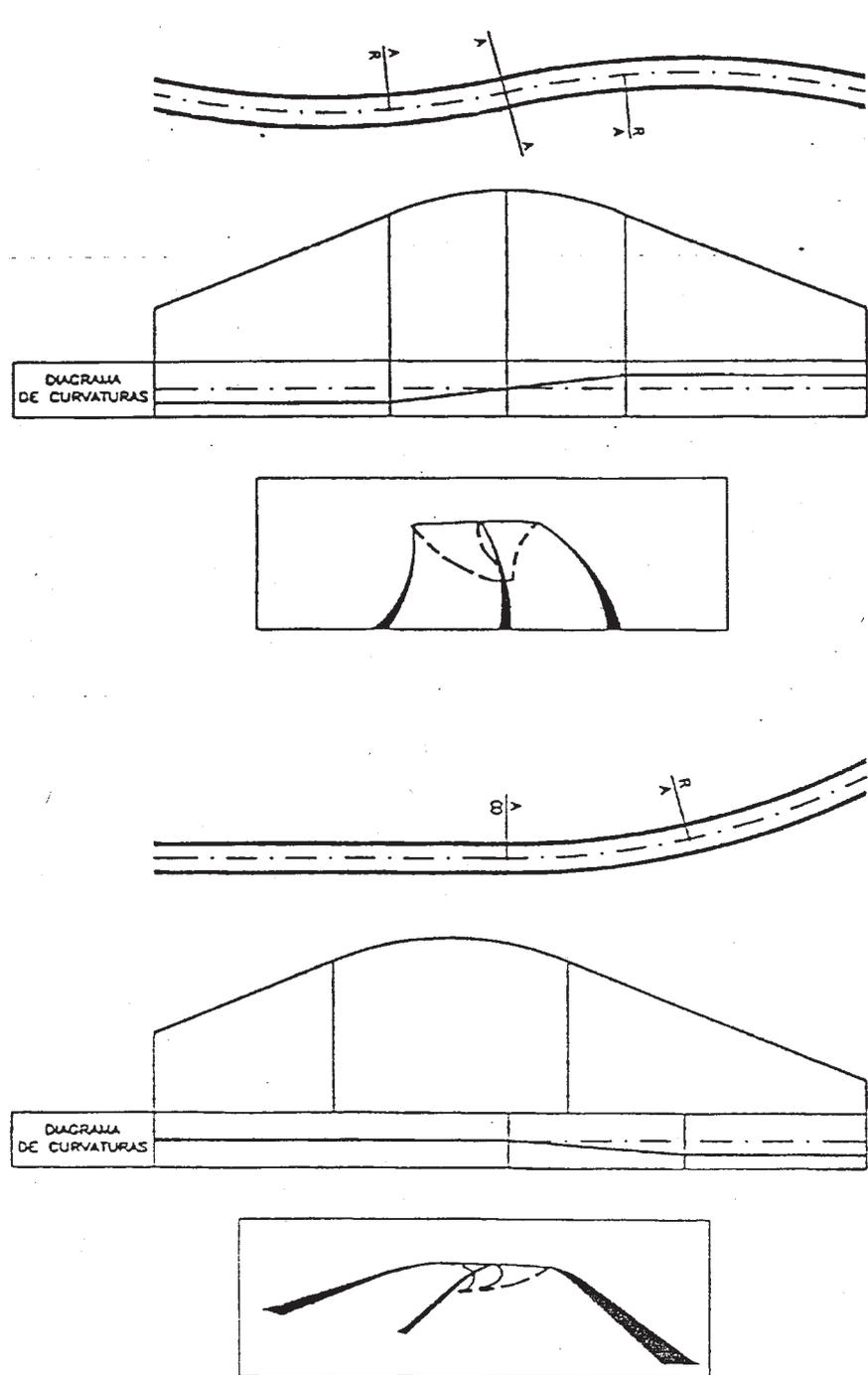


Figura 6.3

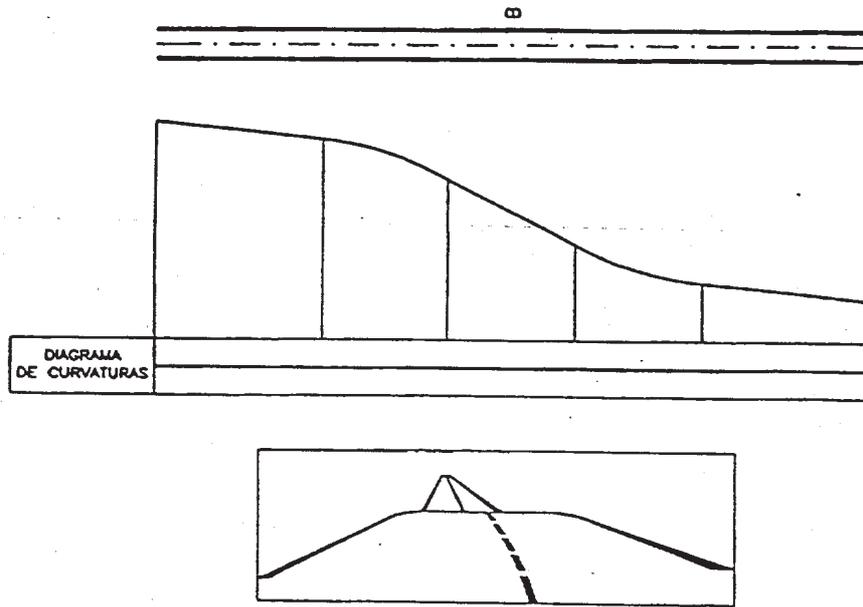


Figura 6.4

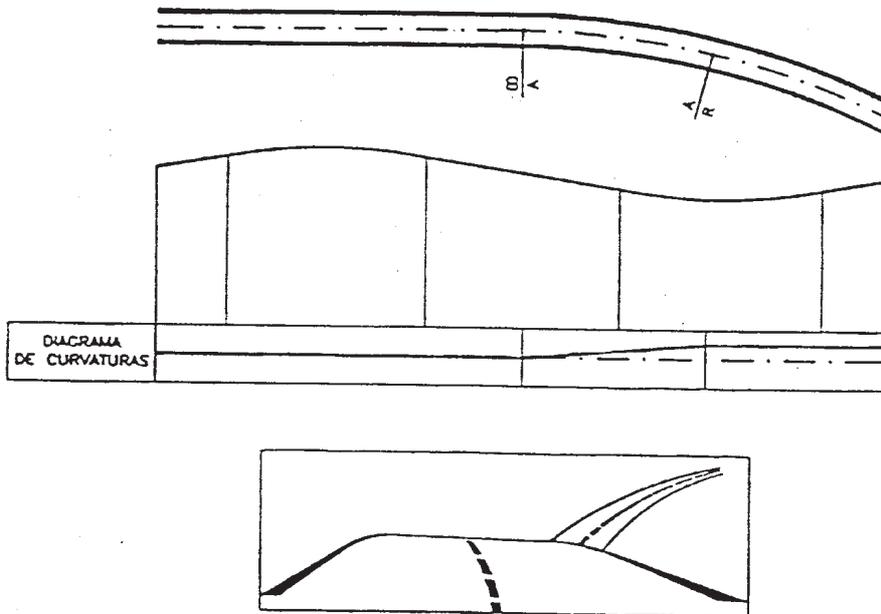


Figura 6.5

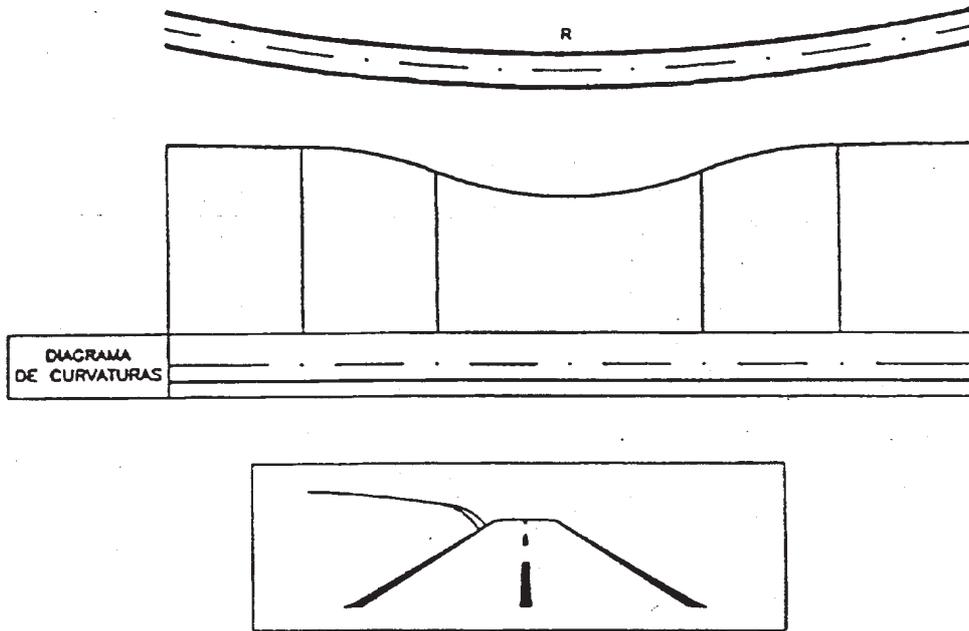


Figura 6.6

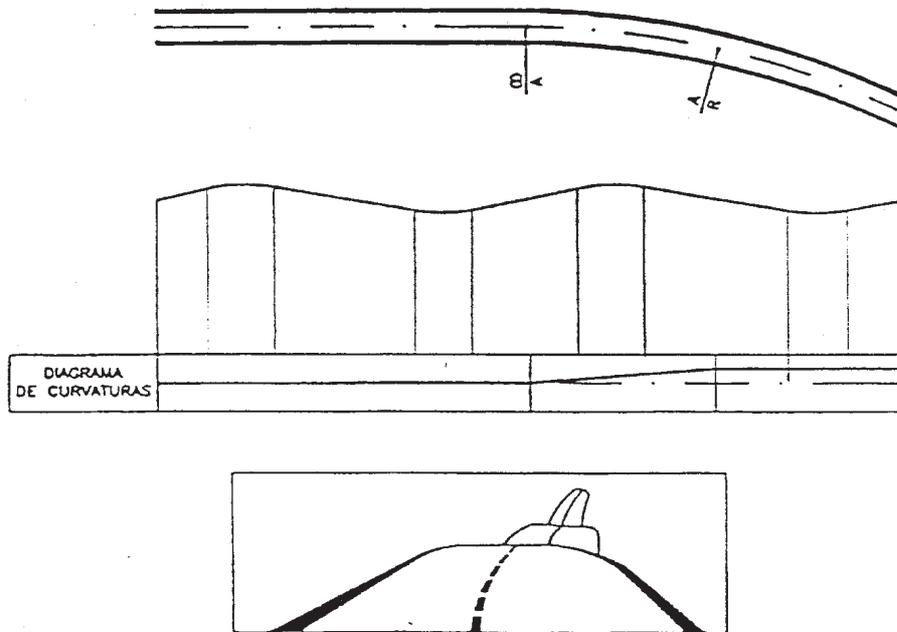


Figura 6.7

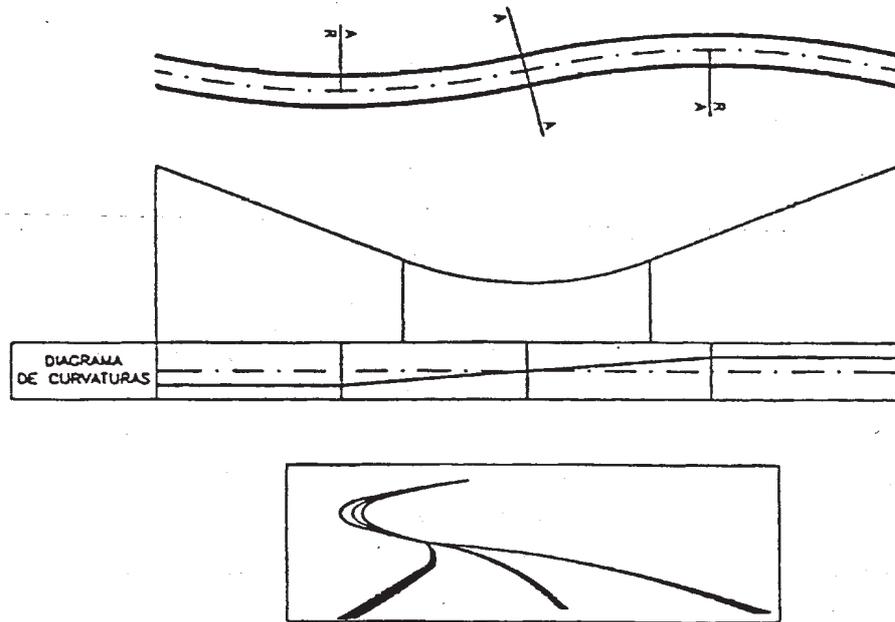


Figura 6.8

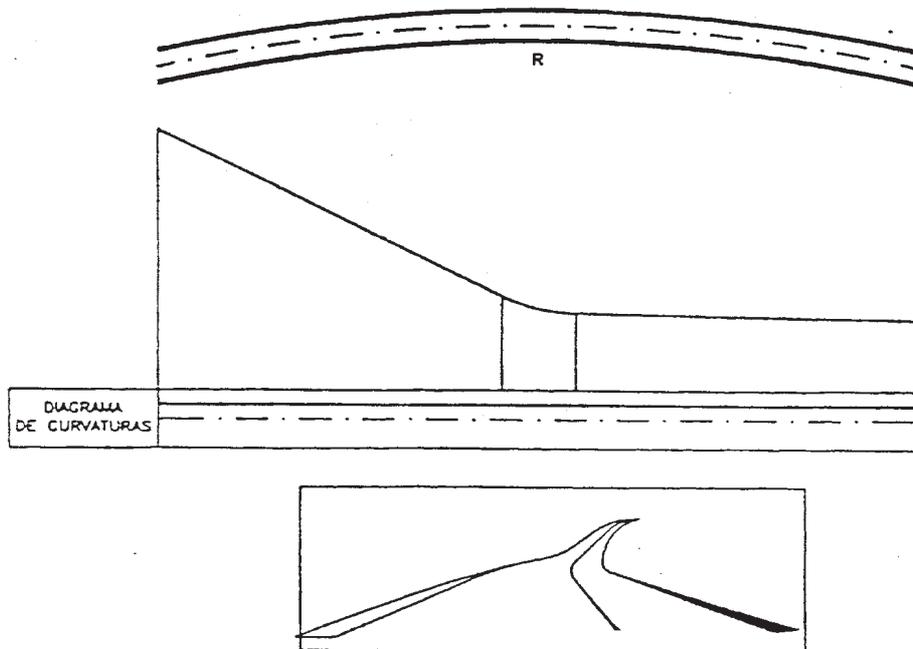


Figura 6.9

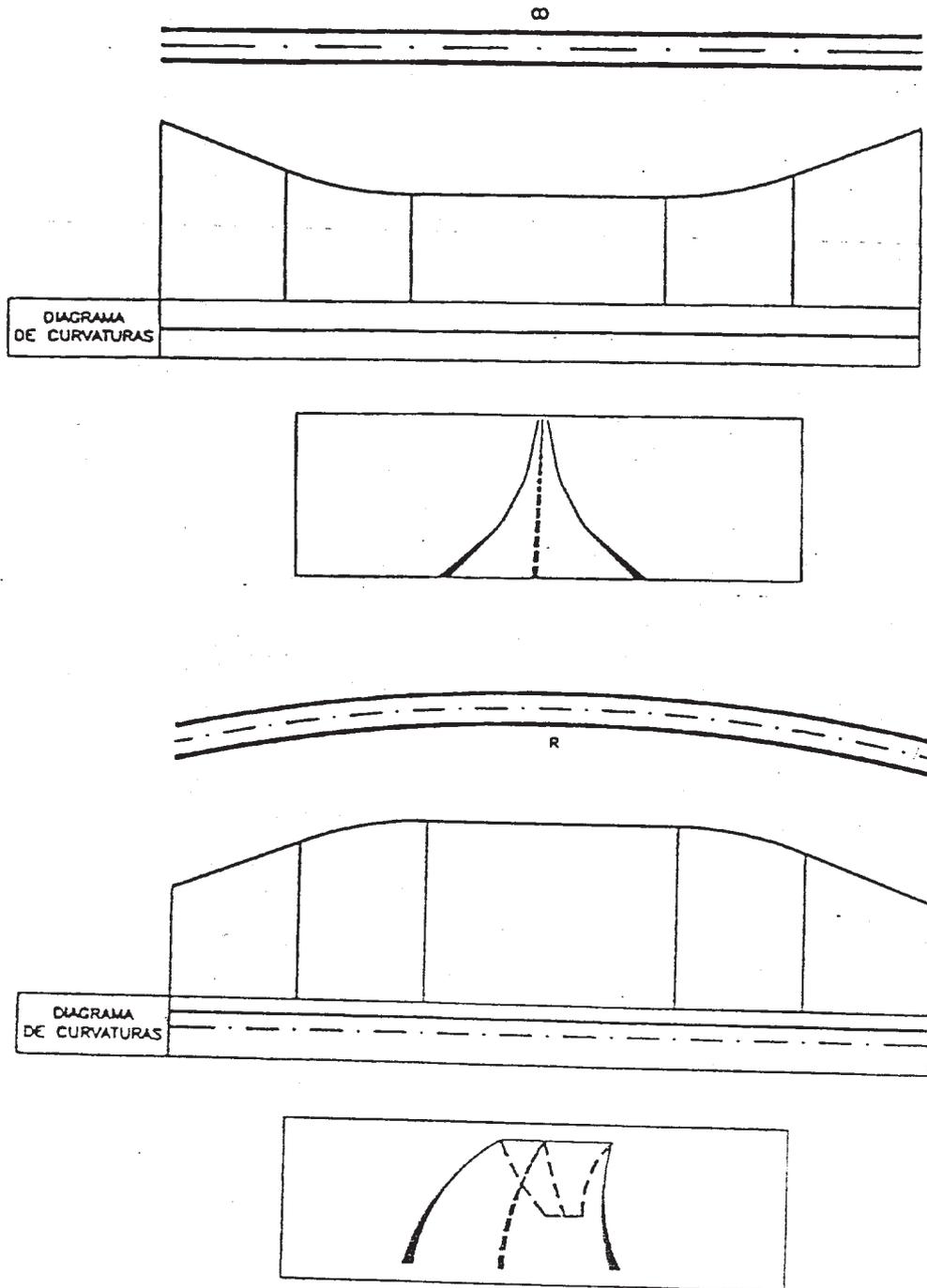
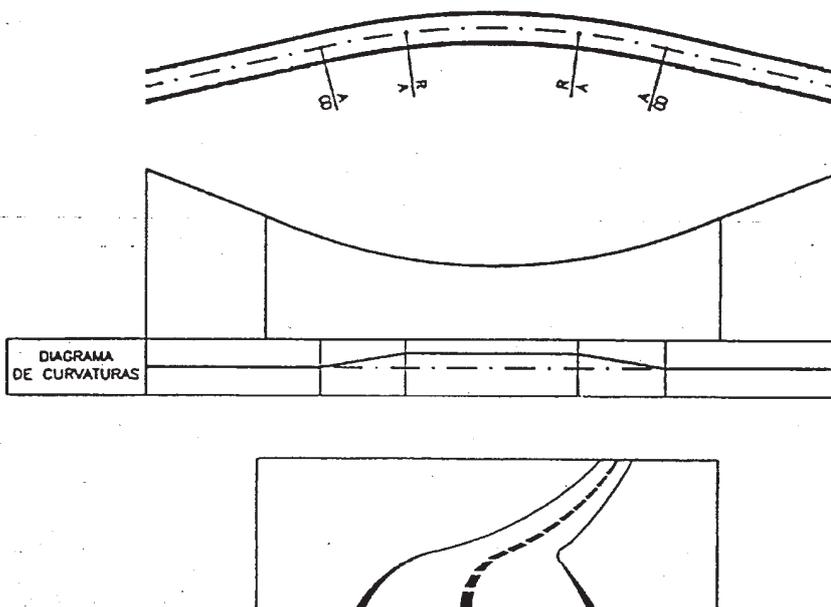


Figura 6.10



CAPÍTULO 7 SECCIÓN TRANSVERSAL.⁽³⁾

7.1. Generalidades.

La sección transversal se fijará en función de la intensidad y composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, situado veinte (20) años después de la entrada en servicio. En cada caso deberá justificarse la hora de proyecto adoptada, que no será inferior a la hora treinta (30) ni superior a la hora ciento cincuenta (150).

Se considerará justificación suficiente de las características generales de la sección transversal (no de las características de detalle), el que éstas se hayan definido en un estudio de carreteras debidamente aprobado.

7.2 Número de carriles de la sección tipo.

El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones de la intensidad y composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, así como del nivel de servicio deseado y, en su caso, de los estudios económicos pertinentes. De dichos estudios se deducirán las previsiones de ampliación.

En cualquier caso se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

* *En carreteras de calzadas separadas:*

- *No se proyectarán más de cuatro carriles por calzada ni menos de dos en la sección tipo. No se computarán, a estos efectos, los carriles de cambio de velocidad o de trenzado y los incluidos en confluencias y bifurcaciones de autovías o autopistas urbanas.*
- *Donde se dispongan dos calzadas separadas para cada sentido de circulación, una central y otra lateral, la calzada central se conectará sólo con la lateral aunque, excepcionalmente, podrá conectarse directamente con otras vías.*

* *En carreteras de calzada única:*

- *Se proyectarán dos carriles por calzada, uno para cada sentido de circulación.*
- *En ningún caso se proyectarán calzadas con dos carriles por sentido. No se computarán, a estos efectos, los carriles adicionales ni los carriles de cambio de velocidad.*

⁽³⁾ Salvo que se indique lo contrario a efectos de aplicación de esta Norma, se considerará como IMD la del año de puesta en servicio.

Se recomienda que los niveles de servicio en la hora de proyecto del año horizonte cumplan los mínimos indicados en la tabla 7.1.

7.3 Sección transversal en planta recta y curva.

7.3.1 Elementos y sus dimensiones.

En una sección transversal, los elementos constitutivos que la forman son los carriles, los arcenes y las bermas. Sus dimensiones se ajustarán a los valores que se indican en la tabla 7.1.

TABLA 7.1

CLASE DE CARRETERA	Velocidad de Proyecto (km/h)	Carriles (m)	Arcén (m)		Bermas (m)		Nivel de servicio en la hora de proyecto del año horizontal
			exterior	interior	mínimo	máximo ****	
De calzadas separadas	120	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	C
	100	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	D
	80	3,5	2,5	1,0	0,75	1,5	D
De calzada única	Vías rápidas	100	3,5	2,5	0,75	1,5	C
		80	3,5	2,5	0,75	1,5	D
	Carreteras convencionales	100	3,5	1,5 - 2,5	0,75	1,5	D
		80	3,5	1,5 ***	0,75**	1,5**	D
		60	3,5	1,0 - 1,5 ***	0,75**	1,5**	E
		40	3,5	0,5	-	-	E
		40	3,0	0,5	-	-	E

* El valor 1,5 se exigirá para medianas en las que, de forma continuada, la barrera esté adosada al arcén.

** Para carreteras en terreno muy accidentado y con baja intensidad de tráfico (IMD < 3.000) se podrá justificar la ausencia o reducción de bermas.

*** Para carreteras en terreno muy accidentado, o con baja intensidad de tráfico (IMD < 3.000) se podrá reducir de forma justificada la dimensión del arcén en 0,5 metros como máximo.

**** Salvo justificación en contrario (visibilidad, sistemas de contención de vehículos, etc).

NOTA: El nivel de servicio se definirá de acuerdo con el Manual de Capacidad.

7.3.2 Mediana.

Las características de la mediana se fijarán a partir del preceptivo estudio técnico-económico en el que se tendrán en cuenta el radio en planta, la visibilidad de parada (considerando los sistemas de contención de vehículos) y la necesidad de incrementar el número de carriles, en su caso, así como cualquier otra consideración que pueda intervenir en dicho estudio (apoyos de estructuras y de señalización, excavaciones y rellenos, drenaje, iluminación, coste de expropiaciones, etc).

En cualquier caso la anchura mínima de la mediana será:

- Cuando se prevea la ampliación del número de carriles a expensas de la mediana:

* Diez metros (10 m) si la velocidad de proyecto es 100 ó 120 km/h.

* Nueve metros (9 m) si la velocidad de proyecto es 80 km/h.

- Cuando no se prevea la ampliación del número de carriles a expensas de la mediana dos metros (2 m).

- En casos excepcionales debidamente justificados (estructuras singulares) un metro (1 m).

7.3.3 Bombeo en recta.

El bombeo de la plataforma en recta se proyectará de modo que se evacuen con facilidad las aguas superficiales, y que su recorrido sobre la calzada sea mínimo.

Para ello se utilizarán los siguientes criterios:

* En carreteras de calzadas separadas:

La calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del dos por ciento (2%) hacia un solo lado. En zonas en que la pluviometría lo aconseje, por la frecuencia o intensidad de las precipitaciones, podrá justificarse aumentar la inclinación transversal mínima al dos y medio por ciento (2,5%).

Las bermas se dispondrán con una inclinación transversal del cuatro por ciento (4%) hacia el exterior de la plataforma.

* En carreteras de calzada única:

La calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del dos por ciento (2%) hacia cada lado a partir del eje de la calzada. En zonas en que la pluviometría lo aconseje, por la frecuencia o intensidad de las precipitaciones, podrá justificarse aumentar la inclinación transversal mínima al dos y medio por ciento (2,5%).

Las bermas, se dispondrán con una inclinación transversal del cuatro por ciento (4%) hacia el exterior de la plataforma.

7.3.4 Pendientes transversales en curva.

En curvas circulares y de transición la pendiente transversal de la calzada y arcenes coincidirá con el peralte. Las bermas tendrán una pendiente transversal del cuatro por ciento (4%) hacia el exterior de la plataforma.

Cuando dicho peralte supere el cuatro por ciento (4%), la berma en el lado interior de la curva, tendrá una pendiente transversal igual al peralte, manteniéndose el cuatro por ciento (4%) hacia el exterior de la plataforma en el lado exterior de la curva.

En todos los casos se estudiará cuidadosamente el desagüe en el margen interior de la curva.

7.3.5 Sobreancho en curvas.

En alineaciones circulares de radio inferior a doscientos cincuenta metros (250 m), el ancho total en metros de cada carril será:

$$\text{Siendo: } 3,5 + \frac{l^2}{2 \cdot R_h}$$

l = longitud del vehículo, medida entre su extremo delantero y el eje de las ruedas traseras (m).

R_h = radio del eje en la curva horizontal (m).

Salvo en casos excepcionales y convenientemente justificados, se considerará el valor $l = 9$ m.

El sobreebanco se obtendrá linealmente, en una longitud de transición mínima de treinta metros (30 m) desarrollada a lo largo de la clotoide, aumentando progresivamente los anchos de los carriles hasta alcanzar los valores de los sobreebanco totales en el inicio de la curva circular. En casos especialmente difíciles podrá aceptarse que el veinticinco por ciento (25%) de la longitud de transición se sitúe dentro de la propia curva circular.

El sobreebanco no se obtendrá disminuyendo el ancho de los arcenes.

7.3.6 Taludes, cunetas y otros elementos.

Los taludes, cunetas, y elementos de dotación vial (señalización vertical y horizontal, balizamiento, defensa, iluminación), se dispondrán según lo establecido en la normativa vigente.

7.3.7 Altura libre.

La altura libre mínima bajo pasos superiores sobre cualquier punto de la plataforma no será inferior a cinco metros y treinta centímetros (5,30 m) en carreteras interurbanas y a cinco metros (5 m) en carreteras urbanas.

La altura libre mínima bajo pasarelas, pórticos o banderolas, sobre cualquier punto de la plataforma, no será inferior a cinco metros y medio (5,50 m).

En túneles la altura libre no será inferior a cinco metros (5 m) en ningún punto de la plataforma ni en las zonas accesibles a los vehículos.

Cualquier modificación de las alturas libres mínimas prescritas en este apartado deberá ser debidamente justificada.

7.4 Secciones transversales especiales.

Se considerarán secciones transversales especiales las que se indican a continuación:

- Túneles.
- Obras de paso.
- Carriles adicionales.
- Carriles de cambio de velocidad.
- Confluencias y bifurcaciones.
- Carriles de espera.
- Pasos de mediana.
- Lechos de frenado.

Sin perjuicio de otras limitaciones más restrictivas (7.4.5) y salvo debida justificación, no podrá realizarse ningún tipo de conexión, nudo o glorieta en la calzada, ni modificación del número de carriles, en los doscientos cincuenta metros (250 m), anteriores o posteriores, del inicio y final de un tramo afectado en toda su longitud por una de las secciones transversales especiales siguientes:

- Túneles.
- Obras de paso de longitud superior a cien metros (100 m).
- Carriles adicionales.
- Carriles de cambio de velocidad.

- Confluencias y bifurcaciones.
- Carriles de espera.
- Lechos de frenado.

Dadas las dificultades que en general se presentan en la ampliación de túneles y de determinadas obras de paso, se deberá tener en cuenta en la definición de las secciones transversales que en dichas obras el año horizonte se sitúa con posterioridad a los veinte (20) años después de la entrada en servicio indicados en el apartado 7.1. No obstante, además de ésta consideración, se podrán tener en cuenta otros criterios suficientemente justificados que permitan su optimización.

7.4.1 Túneles.

En los túneles, salvo expresa justificación en contrario, se adoptarán las siguientes secciones:

* Carreteras de calzadas separadas:

- Calzada con dos carriles sin previsión de ampliación.

La sección tipo estará formada por:

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 2,5 \text{ m} = 10,5 \text{ m}$$

(Esta sección permitiría el paso de tres (3) carriles sin arcenes)

Para los túneles en los que la velocidad esté limitada o controlada mediante señalización variable, con tráfico poco intenso (saturación a más de 20 años) o en terrenos geológicamente desfavorables se podrá justificar la reducción a una sección más estricta no inferior a:

$$\text{arcén } 0,5 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,0 \text{ m} = 8,5 \text{ m.}$$

Aunque no se permita el tránsito de peatones, se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho, para facilitar las operaciones de conservación.

- Calzada con dos carriles con previsión de ampliación a tres carriles.

La sección tipo una vez ampliada será:

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + 3 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,0 \text{ m} = 12,5 \text{ m}$$

Antes de la ampliación se dispondrá dentro de la plataforma de 12,5 m una sección de:

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 2,5 \text{ m} = 10,5 \text{ m}$$

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

- Calzada con tres carriles.

La sección tipo será:

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + 3 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,0 \text{ m} = 12,5 \text{ m}$$

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Carreteras convencionales C-60.

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,0 \text{ m} = 9,0 \text{ m.}$$

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Carreteras convencionales C-40 con carriles de 3,50 metros.

$$\text{arcén } 0,50 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 0,50 \text{ m} = 8,0 \text{ m.}$$

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Carreteras convencionales C-40 con carriles de 3 metros.

$$\text{arcén } 0,50 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,0 \text{ m} + \text{arcén } 0,50 \text{ m} = 7,0 \text{ m.}$$

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

* Carreteras de calzada única:

La sección tipo será simétrica, sin espacio para la detención de un vehículo en el arcén; se incluirá en las vías rápidas y en las carreteras C-100 y C-80 una zona intermedia cebreada en la que no se permitirá la circulación de vehículos, que evite la reducción excesiva de velocidad y reduzca la posibilidad de invasión del carril contrario.

La sección tipo será:

Vías rápidas.

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + \text{carril } 3,5 \text{ m} + \text{zona intermedia } 1,5 \text{ m} + \\ + \text{carril } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,0 \text{ m} = 10,5 \text{ m.}$$

Se dispondrán a ambos lados aceras elevadas de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Carreteras convencionales C-100 y C-80.

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + \text{carril } 3,5 \text{ m} + \text{zona intermedia } 1,0 \text{ m} + \\ + \text{carril } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,0 \text{ m} = 10,0 \text{ m.}$$

En la tabla 7.2 se resumen las anchuras de la plataforma de los túneles sin incluir las aceras elevadas.

TABLA 7.2

	TIPO CARRETERA	SECCIÓN NORMAL	TÚNELES
CALZADAS SEPARADAS	2 Carriles sin posible ampliación	$1,0 / 2 \times 3,5 / 2,5 = 10,5$	$1,0 / 2 \times 3,5 / 2,5 = 10,5$ Excepción $0,5 / 2 \times 3,5 / 1,0 = 8,5$
	2 Carriles con posible ampliación	$1,0 / 2 \times 3,5 / 2,5 = 10,5$ $1,0 / 3 \times 3,5 / 2,5 = 14,0$ Ampliada	$1,0 / 3 \times 3,5 / 1,0 = 12,5$
	3 Carriles	$1,0 / 3 \times 3,5 / 2,5 = 14,0$	$1,0 / 3 \times 3,5 / 1,0 = 12,5$
	VÍAS RÁPIDAS	$2,5 / 2 \times 3,5 / 2,5 = 12,0$	$1,0 / 3,5 / 1,5 / 3,5 / 1,0 = 10,5$
CARRETERAS CONVENCIONALES	C - 100 con arcenes de 2,50 m	$2,5 / 2 \times 3,5 / 2,5 = 12,0$	$1,0 / 3,5 / 1,0 / 3,5 / 1,0 = 10,0$
	C - 100 con arcenes de 1,50 m C - 80	$1,5 / 2 \times 3,5 / 1,5 = 10,0$	$1,0 / 3,5 / 1,0 / 3,5 / 1,0 = 10,0$
	C - 60 con arcenes de 1,50 m	$1,5 / 2 \times 3,5 / 1,5 = 10,0$	$1,0 / 2 \times 3,5 / 1,0 = 9,0$
	C - 60 con arcenes de 1,00 m	$1,0 / 2 \times 3,5 / 1,0 = 9,0$	$1,0 / 2 \times 3,5 / 1,0 = 9,0$
	C - 40 con carriles de 3,50 m	$0,5 / 2 \times 3,5 / 0,5 = 8,0$	$0,5 / 2 \times 3,5 / 0,5 = 8,0$
	C - 40 con carriles de 3,00 m	$0,5 / 2 \times 3,0 / 0,5 = 7,0$	$0,5 / 2 \times 3,0 / 0,5 = 7,0$

En los túneles de corta longitud, se estudiará la no disminución del ancho de los arcenes y la supresión de la zona intermedia.

En el caso de túneles y obras de paso consecutivos y próximos deberá estudiarse la homogeneidad de la sección transversal.

La altura libre sobre la calzada y los arcenes de los túneles, será la prescrita en el apartado 7.3.7 de la presente Norma. Sobre las aceras podrá ser suficiente una altura libre de dos metros (2,0 m).

El diseño de las instalaciones para el equipamiento del túnel y de otros elementos de seguridad que puedan ser necesarios (nichos, refugios, apartaderos, galerías de retorno, galerías de conexión entre túneles, etc) podrán suponer modificaciones puntuales de la sección transversal.

7.4.2 Obras de paso.

7.4.2.1 Obras de paso de longitud menor o igual que cien metros (100 m).

En las obras de paso de longitud menor o igual que cien metros (100 m), medida entre estribos, se mantendrá la anchura de calzada y arcenes.

Se deberá prever un espacio adicional, que permita la correcta implantación de los sistemas de contención de vehículos, servicios, y posibles zonas de paso.

7.4.2.2 Obras de paso de longitud mayor que cien metros (100 m).

En las obras de paso de longitud mayor que cien metros (100 m), medida entre estribos, además de prever un espacio adicional, que permita la correcta implantación de los sistemas de contención de vehículos, servicios y posibles zonas de paso, salvo expresa justificación en contrario se adoptarán las siguientes secciones:

* Carreteras de calzadas separadas:

- Calzada con dos carriles sin previsión de ampliación.

La sección tipo estará formada por:

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 2,5 \text{ m} = 10,5 \text{ m}$$

- Calzada con dos carriles con previsión de ampliación a tres carriles.

La sección tipo una vez ampliada será:

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + 3 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,0 \text{ m} = 12,5 \text{ m}$$

Antes de la ampliación se dispondrá dentro de la plataforma de 12,5 m una sección de:

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 2,5 \text{ m} = 10,5 \text{ m}$$

- Calzada con tres carriles.

La sección tipo será:

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + 3 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,0 \text{ m} = 12,5 \text{ m}$$

* Carreteras de calzada única:

La sección tipo será:

- Vías rápidas.

$$\text{arcén } 1,75 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,75 \text{ m} = 10,5 \text{ m.}$$

- Carreteras convencionales C-100 con arcenes de 2,50 m.

$$\text{arcén } 1,5 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,5 \text{ m} = 10,0 \text{ m.}$$

- Carreteras convencionales C-100 con arcenes de 1,50 m, C-80 y C-60.

$$\text{arcén } 1,0 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 1,0 \text{ m} = 9,0 \text{ m.}$$

- Carreteras convencionales C-40 con carriles de 3,50 m.

$$\text{arcén } 0,5 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,5 \text{ m} + \text{arcén } 0,5 \text{ m} = 8,0 \text{ m.}$$

- Carreteras convencionales C-40 con carriles de 3,0 m.

$$\text{arcén } 0,5 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,0 \text{ m} + \text{arcén } 0,5 \text{ m} = 7,0 \text{ m.}$$

En la tabla 7.3 se resumen las anchuras de la plataforma de las obras de paso sin incluir espacios adicionales.

TABLA 7.3

TIPO CARRETERA		SECCIÓN NORMAL	OBRAS DE PASO ≤ 100 m	OBRAS DE PASO > 100 m
CALZADAS SEPARADAS	2 Carriles sin posible ampliación	$1,0/2 \times 3,5/2,5 = 10,5$	$1,0/2 \times 3,5/2,5 = 10,5$	$1,0/2 \times 3,5/2,5 = 10,5$
	2 Carriles con posible ampliación	$1,0/2 \times 3,5/2,5 = 10,5$ $1,0/3 \times 3,5/2,5 = 14,0$ Ampliada	$1,0/3 \times 3,5/2,5 = 14,0$	$1,0/3 \times 3,5/1,0 = 12,5$
	3 Carriles	$1,0/3 \times 3,5/2,5 = 14,0$	$1,0/3 \times 3,5/2,5 = 14,0$	$1,0/3 \times 3,5/1,0 = 12,5$
VÍAS RÁPIDAS		$2,5/2 \times 3,5/2,5 = 12,0$	$2,5/2 \times 3,5/2,5 = 12,0$	$1,75/2 \times 3,5/1,75 = 10,5$
CARRETERAS CONVENCIONALES	C-100 con arcenes de 2,50 m	$2,5/2 \times 3,5/2,5 = 12,0$	$2,5/2 \times 3,5/2,5 = 12,0$	$1,50/2 \times 3,5/1,50 = 10,0$
	C-100 con arcenes de 1,50 m C-80	$1,5/2 \times 3,5/1,5 = 10,0$	$1,5/2 \times 3,5/1,5 = 10,0$	$1,0/2 \times 3,5/1,0 = 9,0$
	C-60 con arcenes de 1,50 m	$1,5/2 \times 3,5/1,5 = 10,0$	$1,5/2 \times 3,5/1,5 = 10,0$	$1,0/2 \times 3,5/1,0 = 9,0$
	C-60 con arcenes de 1,00 m	$1,0/2 \times 3,5/1,0 = 9,0$	$1,0/2 \times 3,5/1,0 = 9,0$	$1,0/2 \times 3,5/1,0 = 9,0$
	C-40 con carriles de 3,50 m	$0,5/2 \times 3,5/0,5 = 8,0$	$0,5/2 \times 3,5/0,5 = 8,0$	$0,5/2 \times 3,5/0,5 = 8,0$
	C-40 con carriles de 3,00 m	$0,5/2 \times 3,0/0,5 = 7,0$	$0,5/2 \times 3,0/0,5 = 7,0$	$0,5/2 \times 3,0/0,5 = 7,0$

7.4.3 Carriles adicionales en rampa y pendiente.

7.4.3.1 Generalidades.

En rampa y pendiente se ampliará la plataforma añadiendo un carril adicional, cuando el nivel de servicio disminuya por debajo del fijado en el año horizonte (tabla 7.1).

La ampliación se podrá realizar por la derecha (carriles para circulación lenta) o por el centro (carriles para circulación rápida), de tal forma que los carriles de las secciones anteriores mantengan su continuidad y alineación.

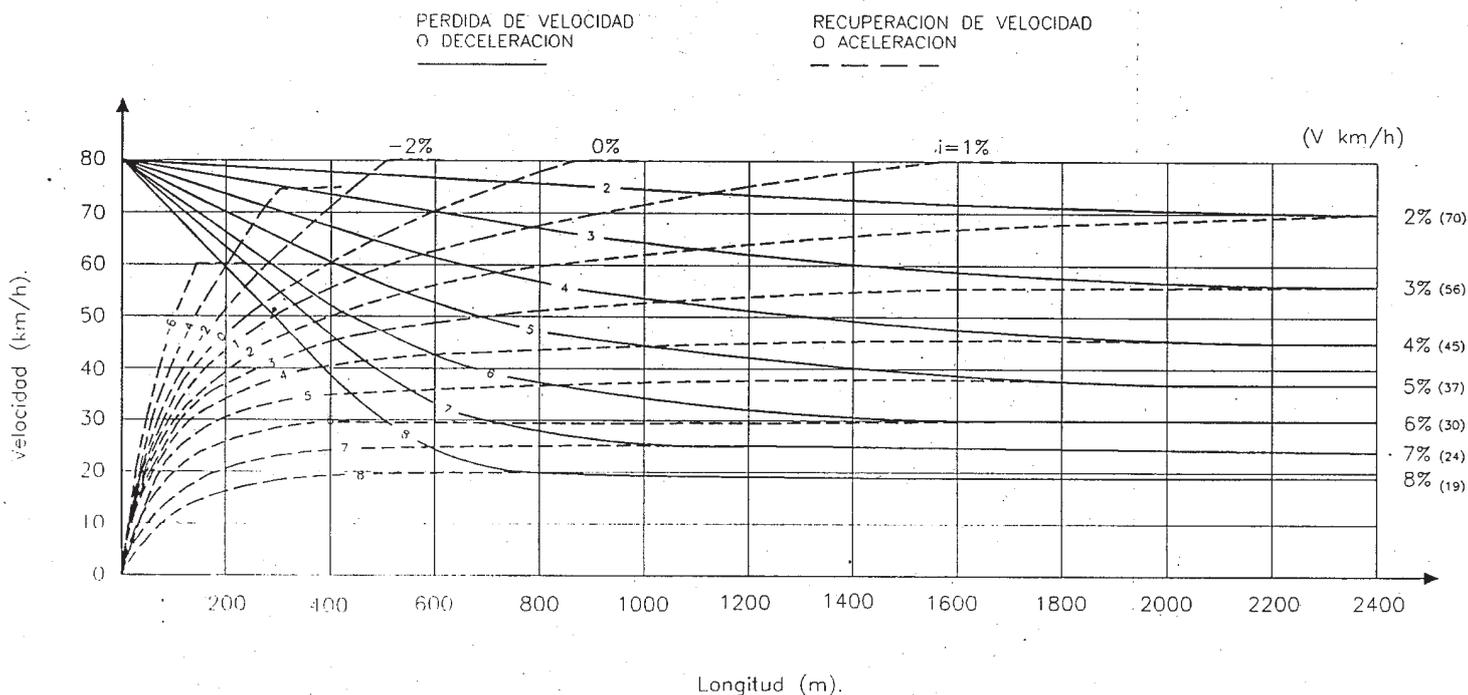
Además de lo anterior en carreteras de calzada única se ampliará la plataforma si la velocidad del vehículo pesado tipo en la rampa o pendiente disminuye por debajo de cuarenta kilómetros por hora (40 km/h) (calculada de acuerdo con las curvas de la figura 7.1) en coincidencia con una disminución del nivel de servicio, en dicha rampa o pendiente, en dos (2) niveles respecto al existente en los tramos adyacentes.

Siempre que se amplíe la plataforma para disponer un carril adicional, se mantendrán las dimensiones de los arcenes y las bermas.

En ningún caso se permitirá en carreteras de calzada única, en toda la longitud del carril adicional, que los vehículos que dispongan de dos carriles utilicen el carril del sentido contrario (prohibición de adelantamiento).

Figura 7.1

Variación de la velocidad del vehículo pesado.



7.4.3.2 Disposición.

La implantación de los carriles adicionales se hará de acuerdo con los siguientes criterios:

* *Carreteras de calzadas separadas:*

Se dispondrán carriles adicionales por la izquierda de la calzada (carriles para circulación rápida).

Excepcionalmente, siempre que se justifique suficientemente, se permitirá la ampliación por la derecha (carriles para circulación lenta), previa autorización del organismo titular de la carretera.

* *Carreteras de calzada única:*

Se dispondrán carriles adicionales por la derecha de la calzada (carriles para circulación lenta).

Excepcionalmente, siempre que se justifique suficientemente, se permitirá la ampliación por el centro (carriles para circulación rápida), previa autorización del organismo titular de la carretera.

7.4.3.3 Dimensiones.

Los carriles adicionales tendrán el mismo ancho que los que constituyen la calzada.

Antes de los carriles adicionales para circulación lenta o rápida se dispondrá una cuña de transición con una longitud mínima de setenta metros (70 m).

El carril adicional para circulación rápida se prolongará a partir de la sección en la que desaparecen las condiciones que lo hicieron necesario en una longitud dada por la siguiente expresión:

$$L = \frac{6 \cdot (V_p + 20)}{5}$$

Siendo: L = longitud de prolongación (m).

V_p = velocidad de proyecto (km/h).

A la prolongación anterior le seguirá una cuña de transición con una longitud mínima de ciento veinte metros (120 m) y una zona cebreada de una longitud mínima de doscientos metros (200 m).

El carril adicional para circulación lenta se prolongará hasta que el vehículo lento alcance el ochenta y cinco por ciento (85%) de la velocidad de proyecto, sin que dicho porcentaje pueda sobrepasar los ochenta kilómetros por hora (80 km/h).

A la prolongación anterior se añadirá una cuña de transición con un valor mínimo de cien metros (100 m).

El final de un carril adicional para circulación lenta no podrá coincidir con la existencia de prohibición de adelantar (carencia de visibilidad de adelantamiento).

7.4.4 Carriles y cuñas de cambio de velocidad.

En las conexiones con la carretera se podrán proyectar carriles o cuñas de cambio de velocidad para facilitar los movimientos de entrada y salida de los vehículos.

7.4.4.1 Carriles de cambio de velocidad.

Se proyectarán carriles de cambio de velocidad de aceleración y deceleración, independientemente de la existencia o no de carriles adicionales, en los siguientes casos:

- *Entradas y salidas de carreteras de calzadas separadas, vías rápidas y carreteras convencionales de clase C-100 y C-80.*
- *Entradas y salidas de carreteras de clase C-60 que tengan una IMD superior a mil quinientos (1500).*
- *En cualquier otro caso previa justificación.*

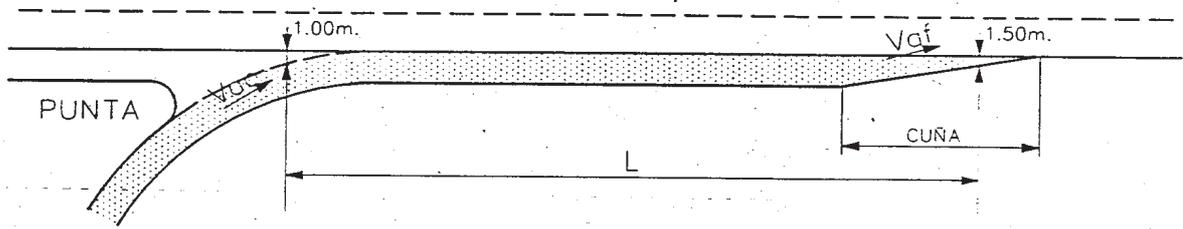
En carreteras de calzadas separadas no se admitirán conexiones que necesiten carriles de cambio de velocidad en el lado izquierdo de la calzada. Si existiese más de una calzada por sentido esto se aplicará al lado izquierdo de las centrales.

7.4.4.1.1 Tipos.

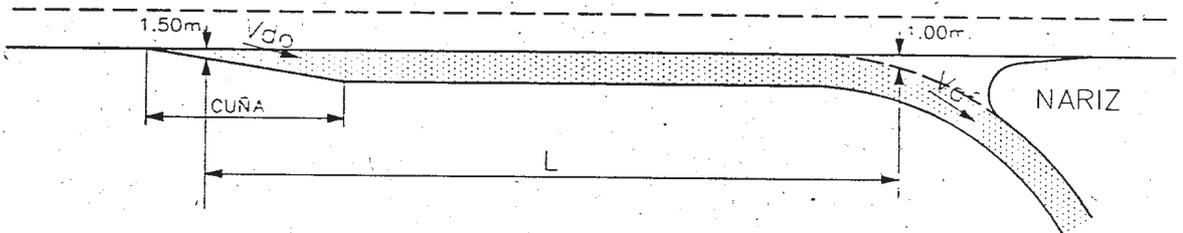
Se utilizarán los dos tipos siguientes (figura 7.2):

- **Paralelo**, en el que el carril de cambio de velocidad, adosado a la calzada principal, incorpora una transición de anchura variable linealmente en el extremo contiguo a dicha calzada.
- **Directo**, en el que el carril de cambio de velocidad es tangente al borde de la calzada principal o forma con él un ángulo muy pequeño, cuya cotangente no sea inferior a veinte (20), y no rebase treinta y cinco (35) cuando sea de deceleración.

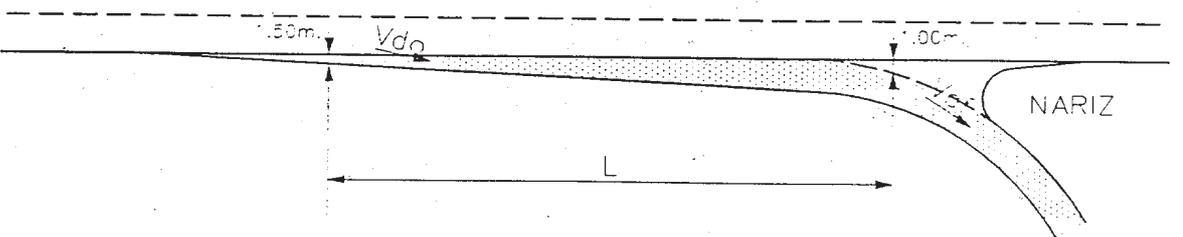
Figura 7.2
Carriles de cambio de velocidad.



ACELERACION – TIPO PARALELO



DECELERACION – TIPO PARALELO



DECELERACION – TIPO DIRECTO

Los carriles de aceleración serán siempre de tipo paralelo.

Los carriles de deceleración serán, en general, de tipo paralelo. Excepcionalmente, previa expresa justificación, podrán ser de tipo directo, con curvaturas progresivamente crecientes.

Se definen como secciones características de un carril de cambio de velocidad (figura 7.2):

- Sección característica de 1,5 m: Aquella donde la anchura del carril, medida perpendicularmente al eje de la calzada principal desde el borde de ésta, sea de metro y medio (1,50 m).
- Sección característica de 1 m: Aquella donde la separación entre bordes de calzada del carril y la calzada principal, medida perpendicularmente al eje de ésta, sea de un metro (1,00 m).

7.4.4.1.2 Dimensiones.

Los carriles de tipo paralelo tendrán una anchura de tres metros y medio (3,50 m) mientras no se separen de la calzada principal.

Tanto los carriles de tipo paralelo como los de tipo directo, dispondrán de un arcén derecho igual al de la calzada principal.

Los carriles de tipo paralelo, en su extremo contiguo a la calzada principal, deberán tener una transición de anchura en forma de cuña triangular, cuya longitud se explicita en la tabla 7.4, en función del menor de los valores de la velocidad de proyecto (V_p) y la máxima señalizada a la altura de la sección característica de 1,5 m.

TABLA 7.4
LONGITUD (m) DE LA CUÑA TRIANGULAR DE TRANSICIÓN

Mín. (V_p , limitada) (km/h)	DECELERACIÓN	ACELERACIÓN
≤ 80	70	133
100	83	167
120	100	175

A efectos del cálculo de su longitud, se supondrá que la velocidad de un vehículo, a lo largo del carril de cambio de velocidad, varía entre los valores siguientes:

Carriles de aceleración:

V_{a0} valor de la velocidad específica (V_s) del elemento del carril de aceleración que contiene la sección característica de 1 m.

V_{af} el menor de los valores siguientes:

- * Velocidad de proyecto (V_p).
- * Velocidad máxima señalizada en la calzada principal, a la altura de la sección característica de 1,5 m.

Carriles de deceleración:

V_{d0} el menor de los valores siguientes:

- * Velocidad de proyecto (V_p).
- * Velocidad máxima señalizada en la calzada principal, a la altura de la sección característica de 1,5 m.

V_{df} valor de la velocidad específica (V_s) del elemento del carril de deceleración que contiene la sección característica de 1 m.

Para determinar la longitud (L) de los carriles de cambio de velocidad entre las secciones indicadas, se podrán aplicar las siguientes expresiones:

Carriles de aceleración

$$L = 1120 \frac{1-2 \cdot i}{(1+2,65 \cdot i)^3} \cdot \ln \frac{175 \cdot (1-2 \cdot i) - V_{a0} \cdot (1+2,65 \cdot i)}{175 \cdot (1-2 \cdot i) - V_{af} \cdot (1+2,65 \cdot i)} - 6,4 \cdot \frac{V_{af} - V_{a0}}{(1+2,65 \cdot i)^2} - \frac{V_{af}^2 - V_{a0}^2}{96 \cdot (1+2,65 \cdot i)} \geq 200m.$$

Carriles de deceleración

$$L = \frac{V_{d0}^2 - V_{df}^2}{254 \cdot i + 50} \geq 100m$$

Siendo: L = longitud del carril de aceleración o deceleración (m) entre las secciones características.

i = inclinación de la rasante en tanto por uno (positiva en rampa, negativa en pendiente).

V_{a0} , V_{af} , V_{d0} y V_{df} , las velocidades definidas en este apartado (km/h).

En las tablas 7.5 y 7.6 se indican las longitudes de los carriles de aceleración y deceleración para valores discretos de i, V_{a0} , V_{af} , V_{d0} y V_{df} .

TABLA 7.5
LONGITUD DE LOS CARRILES DE ACCELERACIÓN

Velocidad $V_{af} = 60$ km/h	
V_{so} (km/h)	INCLINACIÓN DE LA RASANTE (%)
	$-7 \leq i \leq 7$
$0 \leq V_{so} \leq 60$	200

Velocidad $V_{af} = 80$ km/h	
V_{so} (km/h)	INCLINACIÓN DE LA RASANTE (%)
	$-7 \leq i \leq 7$
$0 \leq V_{so} \leq 60$	200

Velocidad $V_{af} = 100$ km/h															
V_{so} (km/h)	INCLINACIÓN DE LA RASANTE (%)														
	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
0	200	200	200	200	200	200	200	205	217	232	248	267	290	318	353
10	200	200	200	200	200	200	200	204	216	231	247	266	289	317	352
20	200	200	200	200	200	200	200	201	213	228	244	263	286	314	348
30	200	200	200	200	200	200	200	200	208	222	238	247	279	307	341
40	200	200	200	200	200	200	200	200	200	212	228	247	269	296	330
50	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	214	232	253	280	313
60	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	210	231	256	288

Velocidad $V_{af} = 120$ km/h													
V_{so} (km/h)	INCLINACIÓN DE LA RASANTE (%)												
	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
0	261	275	291	308	328	351	378	410	449	498	561	647	777
10	261	274	290	307	327	351	377	410	449	497	560	647	776
20	258	272	287	305	325	348	375	407	446	494	557	643	772
30	253	267	282	300	319	342	369	401	440	488	551	637	766
40	246	259	275	292	311	334	360	392	430	478	541	626	755
50	235	249	263	280	299	321	348	379	417	464	526	611	738
60	221	234	248	264	283	304	330	360	397	444	504	588	715

TABLA 7.6
LONGITUD DE LOS CARRILES DE DECELERACIÓN

Velocidad $V_{da} = 60$ km/h															
V_d (km/h)	INCLINACIÓN DE LA RASANTE (i %)														
	-7	-6	$-5 \leq i \leq 7$												
0	112	104	100												
10	109	101	100												
$20 \leq V_d \leq 60$	100														

Velocidad $V_{da} = 80$ km/h															
V_d (km/h)	INCLINACIÓN DE LA RASANTE (%)														
	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
0	199	184	172	161	151	142	135	128	122	116	111	106	102	100	100
10	196	181	169	158	149	140	133	126	120	114	109	105	100	100	100
20	186	173	161	151	142	134	126	120	114	109	104	100	100	100	100
30	171	158	147	138	130	122	116	110	105	100	100	100	100	100	100
40	149	138	129	120	113	107	101	100	100	100	100	100	100	100	100
50	121	112	105	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Velocidad $V_{da} = 100$ km/h															
V_d (km/h)	INCLINACIÓN DE LA RASANTE (%)														
	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
0	310	288	268	251	236	223	211	200	190	182	174	166	159	153	148
10	307	285	265	248	234	220	209	198	188	180	172	165	158	152	146
20	298	276	257	241	227	214	202	192	183	174	167	160	153	147	142
30	282	262	244	228	215	203	192	182	173	165	158	151	145	139	134
40	261	242	225	211	198	187	177	168	160	153	146	140	134	129	124
50	233	216	201	188	177	167	158	150	143	136	130	125	120	115	111
60	199	184	172	161	151	142	135	128	122	116	111	106	102	100	100

Velocidad $V_{da} = 120$ km/h													
V_d (km/h)	INCLINACIÓN DE LA RASANTE (%)												
	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
0	414	386	361	340	321	303	288	274	261	250	239	230	221
10	411	383	359	337	318	301	286	272	260	248	238	228	219
20	403	375	351	330	312	295	280	266	254	243	233	223	215
30	388	362	339	319	301	284	270	257	245	234	224	215	207
40	368	343	321	302	285	270	256	244	232	222	213	204	196
50	342	319	299	281	265	251	238	226	216	207	198	190	182
60	311	290	271	255	240	228	216	206	196	187	180	172	166

Sólo podrán emplearse carriles de cambio de velocidad de tipo directo donde la distancia L no resulte superior a ciento ochenta metros (180 m).

7.4.4.1.3 Pendiente transversal.

Los carriles de cambio de velocidad se dispondrán con la misma pendiente transversal que la calzada principal, en la longitud comprendida entre el punto de unión de ambas calzadas, y la sección característica de un metro (1 m).

7.4.4.2 Cuñas de cambio de velocidad.

Las cuñas de cambio de velocidad podrán ser de incorporación a la carretera principal o de salida de la carretera principal (figura 7.3).

Las cuñas de salida, tendrán una longitud de sesenta metros (60m), medida entre el inicio de la misma y la sección en que la separación entre bordes de calzada de la cuña y calzada principal, sea de tres metros y medio (3,5 m), medida perpendicularmente al eje de ésta.

Las cuñas de incorporación, tendrán una longitud de treinta metros (30 m), medida entre la sección en que la separación entre bordes de calzada de la cuña y calzada principal sea de un metro y medio (1,5 m), medida perpendicularmente al eje de ésta, y el final de la misma.

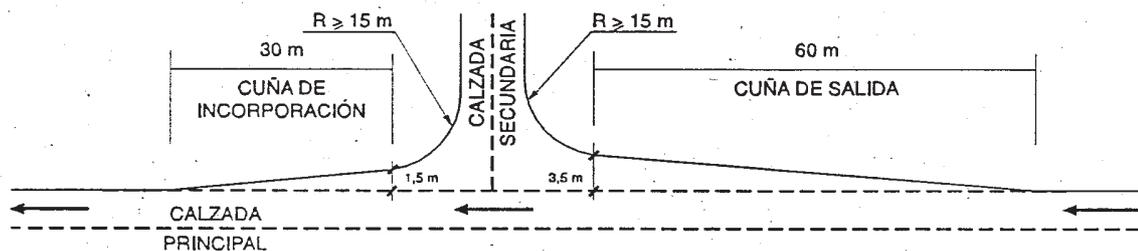
Tanto las cuñas de salida como las de incorporación dispondrán de un arcén derecho igual al de la calzada principal.

Se dispondrán cuñas de salida de la carretera, independientemente de la existencia o no de carriles adicionales, en los siguientes casos:

- Entradas y salidas de carreteras convencionales de clase C-60 que no dispongan de carriles de cambio de velocidad.
- En cualquier otro caso previa justificación.

La distancia entre salidas y entradas consecutivas, en carreteras no dotadas de carriles de cambio de velocidad, medida entre los extremos de las cuñas, será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).

Figura 7.3
Cuñas de cambio de velocidad.



7.4.5 Distancias de seguridad.

7.4.5.1 Distancias de seguridad entre entradas y salidas consecutivas de ramales de enlace y de vías colectoras-distribuidoras.

A efectos de aplicación de la presente Norma, las distancias entre entradas y salidas consecutivas de ramales de enlace y vías colectoras-distribuidoras, dotadas de carriles de cambio de velocidad, medidas entre secciones características, serán las siguientes:

La distancia entre el final de un carril de aceleración y el principio del de deceleración consecutivo (figura 7.4 a), será como mínimo de mil doscientos metros (1200 m). Si esto no fuese posible (figura 7.4 b), se unirán ambos carriles de cambio de velocidad, debiendo tener el resultante una longitud mínima de mil metros (1000 m). Cuando lo anterior no se pueda cumplir se proyectará una vía colectora-distribuidora. Sobre dicha vía colectora-distribuidora (figura 7.4 c), la distancia entre el final del carril de deceleración, o principio del de aceleración, y el ramal, nudo, glorieta, confluencia o bifurcación más próximo, será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m). Si existiera una vía de servicio, no se podrá conectar a la vía colectora-distribuidora.

La distancia medida sobre los ramales de enlace (figura 7.4 a y b) entre el final del carril de deceleración, o principio del de aceleración, y el ramal, nudo, glorieta, confluencia o bifurcación más próximo, será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).

La distancia entre el final de un carril de deceleración y el principio del de deceleración consecutivo (figura 7.5 a), será como mínimo de mil metros (1000 m). Cuando lo anterior no se pueda cumplir (figura 7.5 b) se proyectará una vía colectora-distribuidora. Sobre dicha vía colectora-distribuidora la distancia entre el final del carril de deceleración y el siguiente ramal, nudo, glorieta, confluencia o bifurcación, será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).

La distancia entre el final de un carril de aceleración y el principio del de aceleración consecutivo (figura 7.6 a), no será inferior a mil metros (1000 m). Cuando lo anterior no se pueda cumplir (figura 7.6 b), se proyectará una vía colectora-distribuidora. Sobre dicha vía colectora-distribuidora, la distancia entre el inicio del carril de aceleración y el ramal, nudo, glorieta, confluencia o bifurcación previo, será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).

Figura 7.4

Distancias de seguridad entre entrada y salida consecutivas de ramales de enlace y de vías colectoras-distribuidoras.

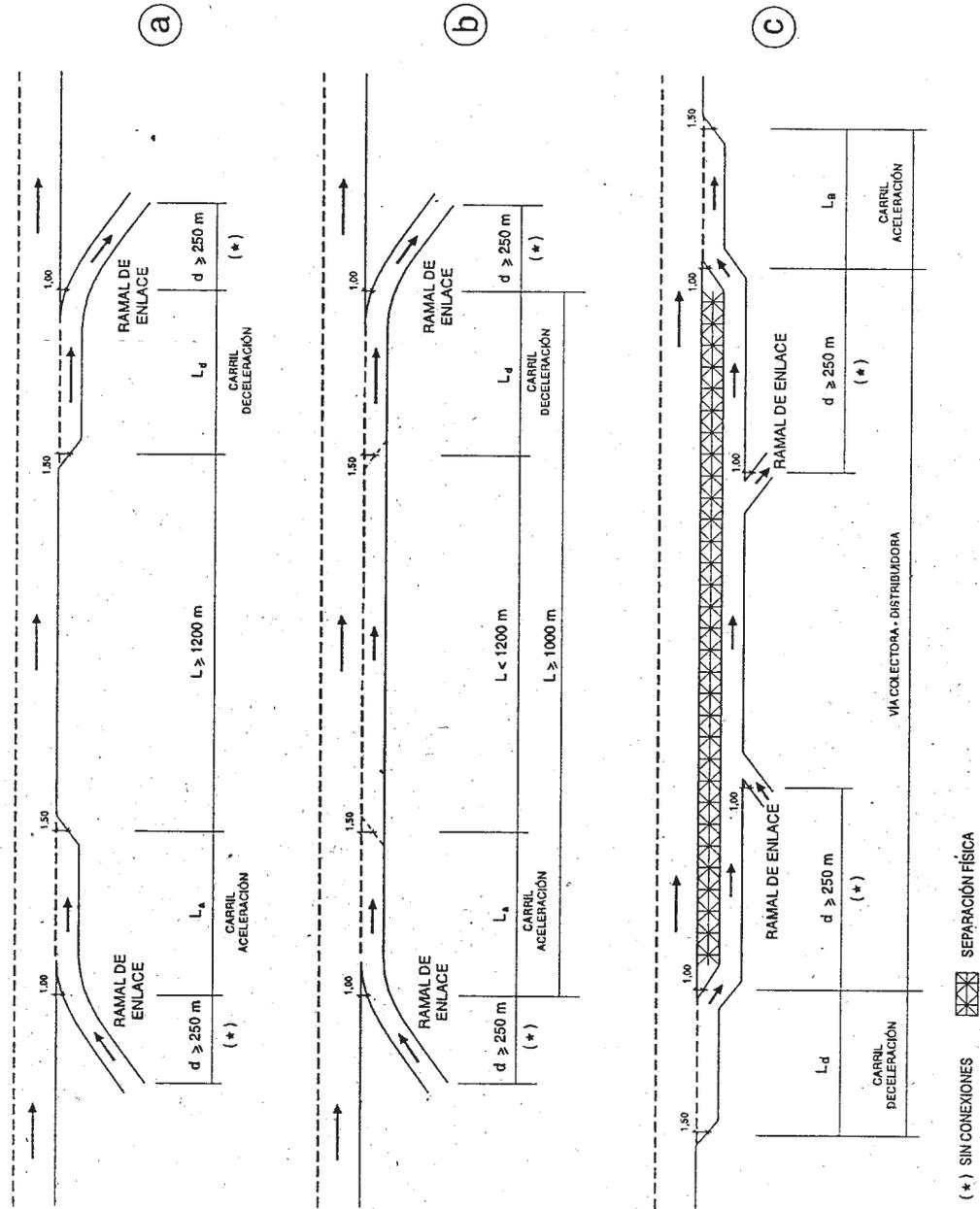
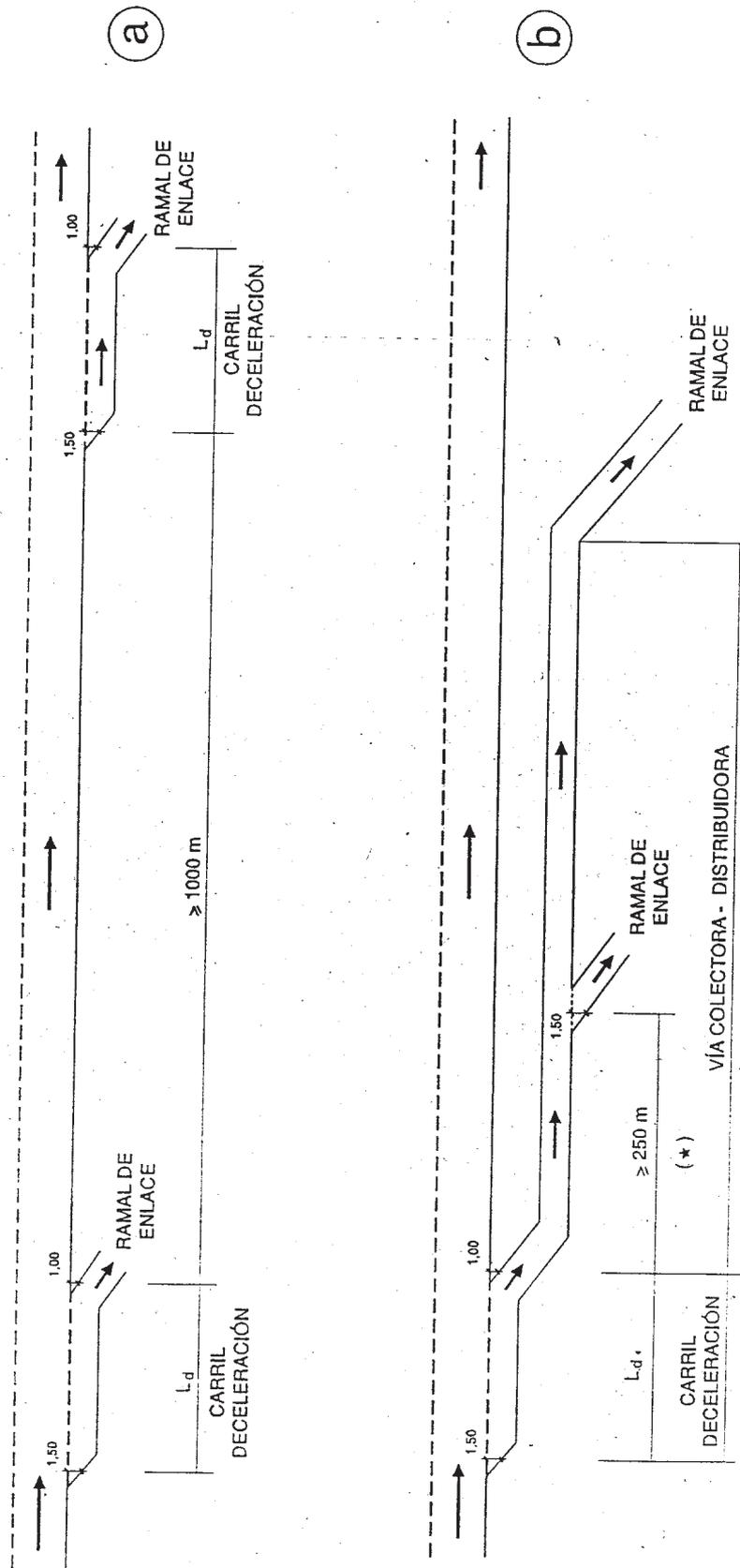


Figura 7.5

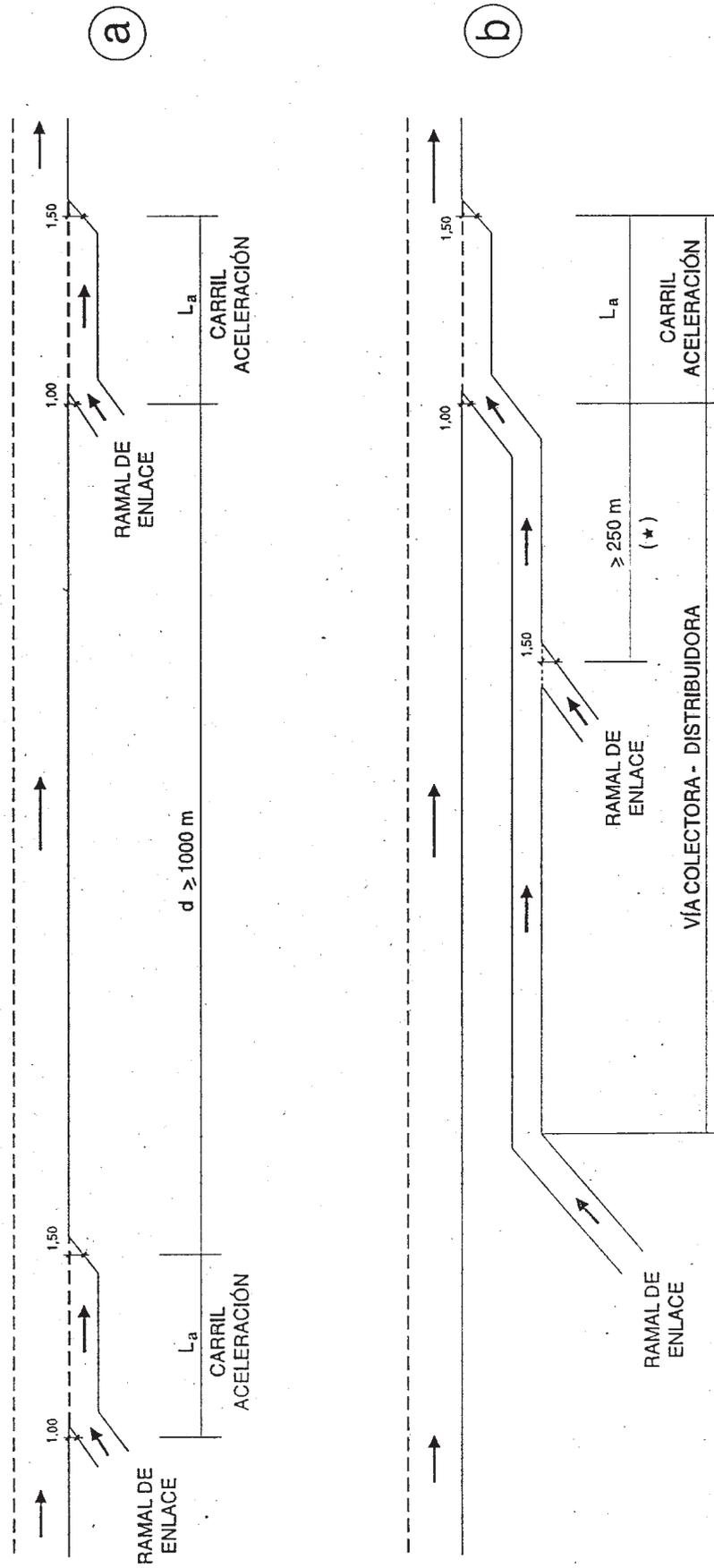
Distancias de seguridad entre salidas consecutivas de ramales de enlace y de vías colectoras-distribuidoras.



(*) SIN CONEXIONES

Figura 7.6

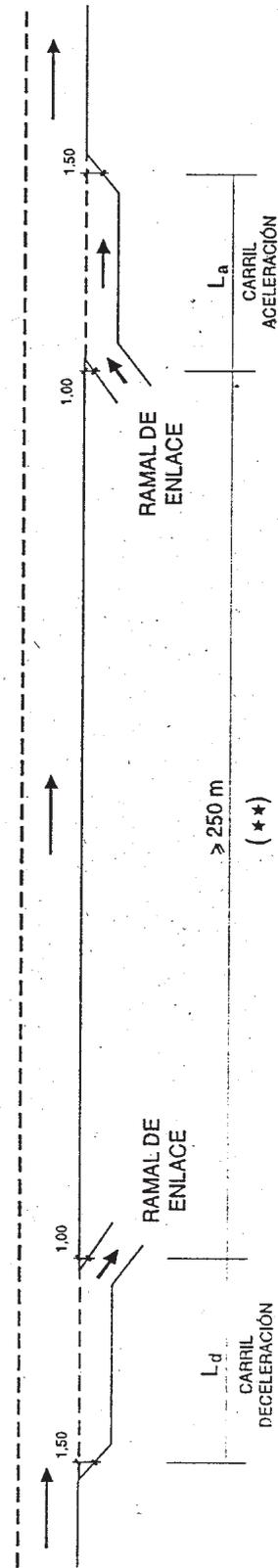
Distancias de seguridad entre entradas consecutivas de ramales de enlace y de vías colectoras-distribuidoras.



(*) SIN CONEXIONES

Figura 7.7

Distancias de seguridad entre salida y entrada consecutivas de ramales de enlace y de vías colectoras-distribuidoras.



(**) Si los dos ramales son del mismo enlace la distancia podrá reducirse hasta 125 m

- La distancia entre el final de un carril de deceleración y el inicio del de aceleración consecutivo (figura 7.7), será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m). En ramales del mismo enlace la distancia anterior podrá reducirse hasta un valor mínimo de ciento veinticinco metros (125 m).

7.4.5.2 Distancias de seguridad entre accesos de vías de servicio a autovías.

Los accesos de las propiedades colindantes a las autovías se efectuarán a través de vías de servicio.

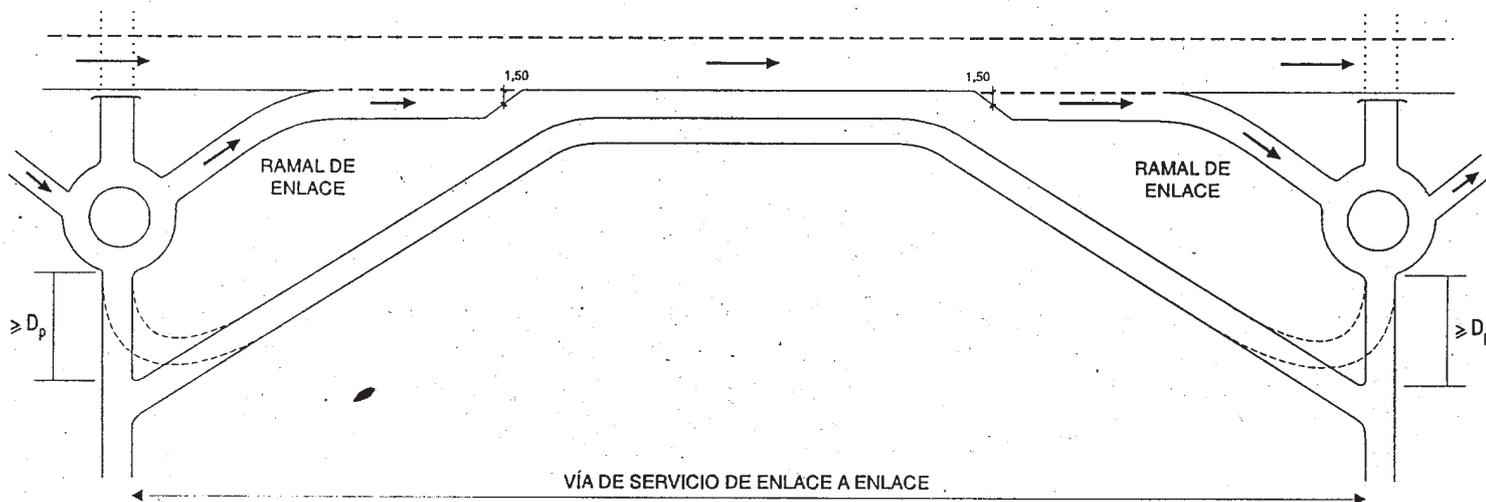
Las vías de servicio se comunicarán con el tronco de las autovías a través de los enlaces (figura 7.8) sin que puedan conectar a sus ramales ni a sus vías colectoras-distribuidoras.

Se podrán admitir conexiones específicas de las vías de servicio con el tronco de las autovías siempre que, no existiendo otra alternativa, se cumplan las siguientes condiciones:

- La distancia (figura 7.9 a) entre la sección característica final del carril de aceleración de un ramal de enlace o vía colectora-distribuidora o acceso de vía de servicio y la sección característica inicial del carril de deceleración de una vía de servicio posterior será como mínimo de mil doscientos metros (1200 m).
- La distancia (figura 7.9 a) entre la sección característica final del carril de aceleración de una vía de servicio y la sección característica inicial del carril de deceleración de un ramal de enlace o vía colectora-distribuidora o acceso a vía de servicio posterior será como mínimo de mil doscientos metros (1200 m).

Figura 7.8

Conexión de las vías de servicio de las autovías a través de los enlaces.

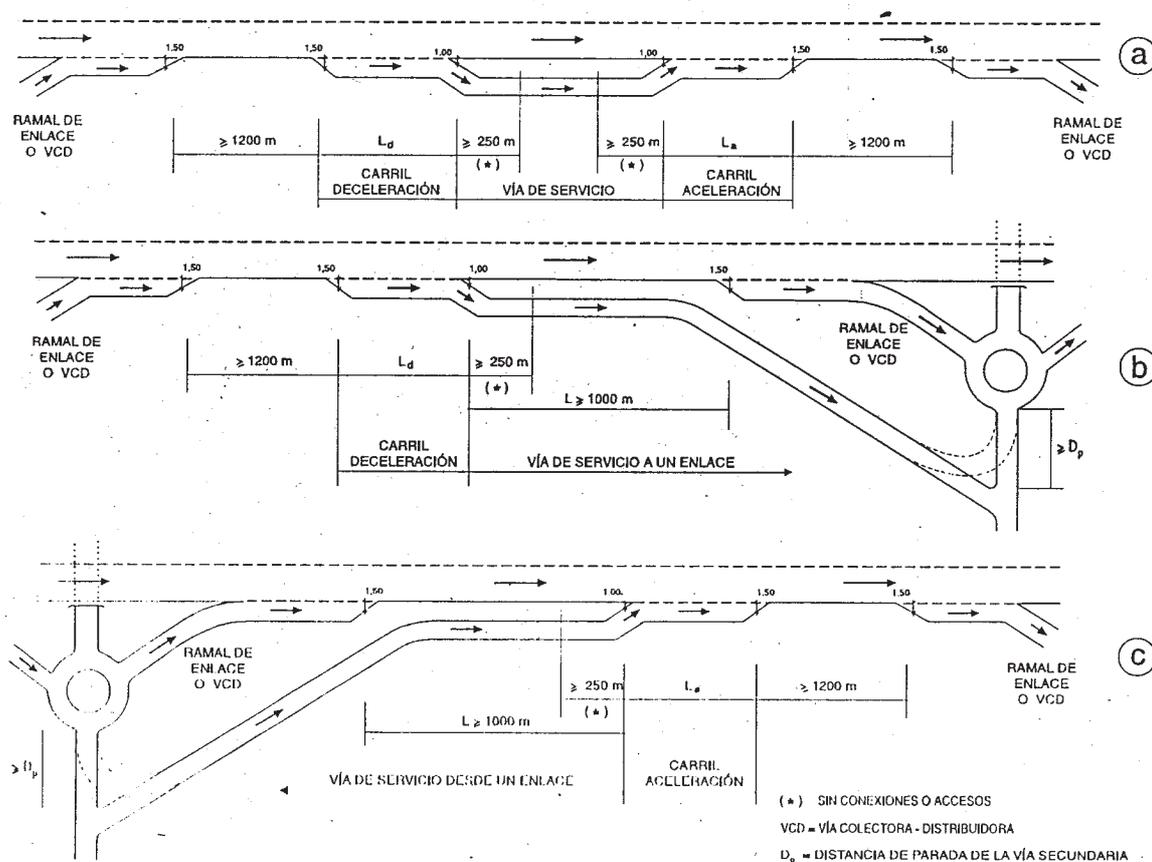


En caso de no existir vía secundaria y según recomendaciones sobre glorietas.

D_p = Distancia de parada de la vía secundaria.

Figura 7.9

Conexiones específicas de las vías de servicio con el tronco de las autopistas.



- La distancia (figura 7.9 b) entre la sección característica final del carril de deceleración de una vía de servicio y la sección característica inicial del carril de deceleración de un ramal de enlace o vía colectora-distribuidora o acceso a vía de servicio posterior será como mínimo de mil metros (1000 m).
- La distancia (figura 7.9 c) entre la sección característica final del carril de aceleración de un ramal de enlace o vía colectora-distribuidora o acceso de vía de servicio y la sección característica inicial del carril de aceleración de una vía de servicio posterior será como mínimo de mil metros (1000 m).
- La distancia (figura 7.9 b) entre la sección característica final del carril de deceleración de una vía de servicio y la primera conexión o acceso a dicha vía será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).
- La distancia (figura 7.9 c) entre la última conexión o acceso a una vía de servicio y la sección característica inicial del carril de aceleración de dicha vía será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).

- La distancia entre la sección característica final de un carril de deceleración y la sección característica inicial de un carril de aceleración posterior será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).

7.4.5.3 Distancias de seguridad para accesos de áreas de servicio y descanso a autopistas, autopistas y vías rápidas.

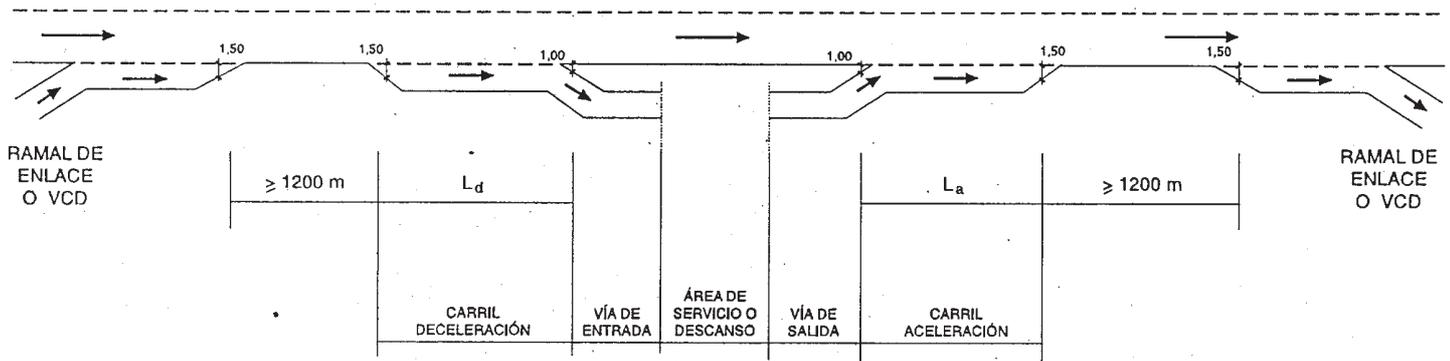
Las conexiones de las áreas de servicio y descanso con el tronco de autopistas, autopistas y vías rápidas (figura 7.10) cumplirán las siguientes condiciones:

- La distancia entre la sección característica final del carril de aceleración de un ramal de enlace o vía colectora-distribuidora (o acceso de vía de servicio en autopistas) y la sección característica inicial del carril de deceleración de la vía de entrada a un área de servicio o descanso posterior será como mínimo de mil doscientos metros (1200 m).

- La distancia entre la sección característica final del carril de aceleración de la vía de salida de un área de servicio o descanso y la sección característica inicial del carril de deceleración de un ramal de enlace o vía colectora-distribuidora (o acceso a vía de servicio en autopistas) posterior será como mínimo de mil doscientos metros (1200 m).
- La distancia entre la sección característica final del carril de deceleración de la vía de entrada de un área de servicio o descanso y la sección característica inicial del carril de deceleración del ramal de enlace o vía colectora-distribuidora (o acceso a vía de servicio en autopistas) posterior será como mínimo de mil metros (1000 m).
- La distancia entre la sección característica final del carril de aceleración de un ramal de enlace o vía colectora-distribuidora (o acceso de vía de servicio a autopistas) y la sección característica inicial del carril de aceleración de la vía de salida de un área de servicio o descanso posterior será como mínimo de mil metros (1000 m).
- La distancia entre la sección característica final del carril de deceleración de la vía de entrada al área de servicio o descanso y la sección característica inicial del carril de aceleración de la vía de salida del área de servicio o descanso posterior será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).

Figura 7.10

Conexiones específicas de las áreas de servicio y descanso con el tronco de las autopistas, autopistas y vías



NOTA:
LAS VÍAS DE ENTRADA Y SALIDA NO SERÁN NECESARIAMENTE PARALELAS AL TRONCO, SIENDO RECOMENDABLE QUE TENGAN UNA LONGITUD DE 250 m.

VCD = VÍA COLECTORA - DISTRIBUIDORA

En relación con las longitudes de las vías de entrada y salida de las áreas de servicio y descanso (figura 7.10) se recomienda cumplir, siempre que sea posible, las siguientes condiciones:

- La longitud de la vía de entrada a un área de servicio o descanso será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m), medidos entre la sección característica final del carril de deceleración y la entrada a dicha área.
- La longitud de la vía de salida de un área de servicio o descanso será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m),

medidos entre la salida de dicha área y la sección característica inicial del carril de aceleración.

- Si la longitud disponible para las vías de entrada y salida no es suficiente para cumplir las dos recomendaciones anteriores, se disminuirá la longitud de la vía de salida con preferencia a la de entrada.

7.4.5.4 Distancias de seguridad entre accesos de vías de servicio a carreteras de clase C-100 y C-80 con $IMD \geq 5000$ en el año horizonte de proyecto.

Los accesos de las propiedades colindantes a las carreteras de clase C-100 y C-80, con una $IMD \geq 5000$ en el año horizonte de proyecto, se efectuarán a través de vías de servicio.

Las vías de servicio se comunicarán con el tronco de las carreteras C-100 y C-80 a través de los enlaces (figura 7.11) sin que puedan conectar a sus ramales ni a sus vías colectoras-distribuidoras.

Se podrán admitir conexiones específicas de las vías de servicio con las carreteras C-100 y C-80 siempre que, no existiendo otra alternativa, se cumplan las siguientes condiciones:

- La distancia (figura 7.12 a) entre la sección característica final del carril de aceleración de un ramal de enlace o vía colector-distribuidora o acceso de vía de servicio próximo y la sección característica inicial del carril de deceleración de una vía de servicio posterior será como mínimo de mil doscientos metros (1200 m).

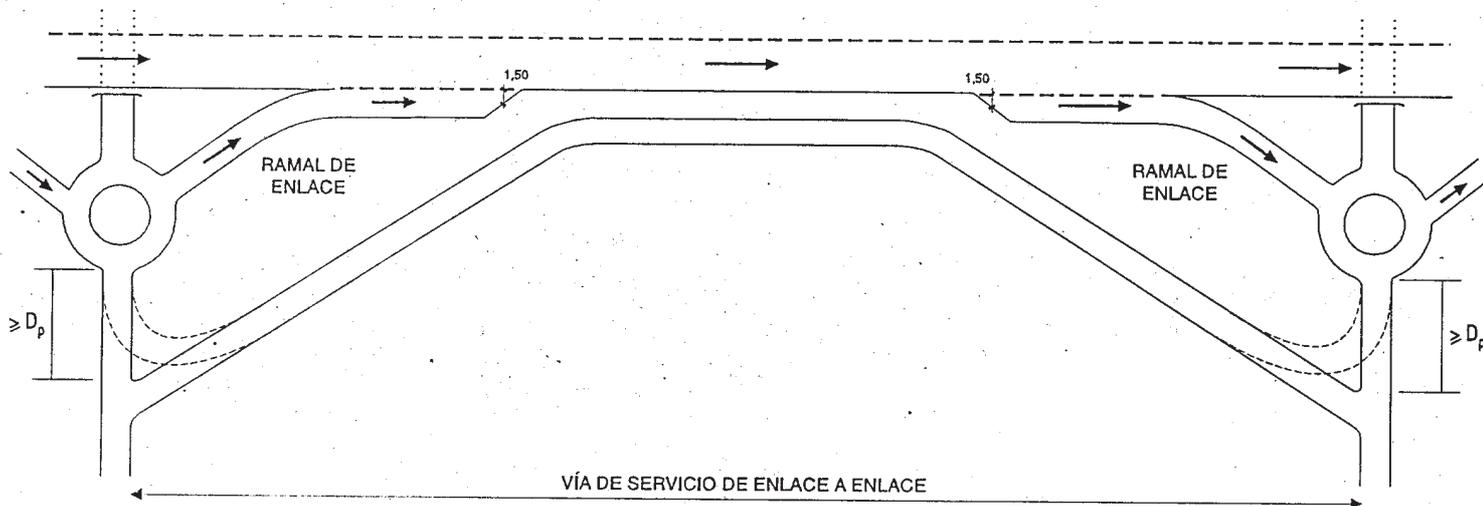
- La distancia (figura 7.12 a) entre la sección característica final del carril de aceleración de una vía de servicio y la sección característica inicial del carril de deceleración de un ramal de enlace o vía colector-distribuidora o acceso a vía de servicio posterior será como mínimo de mil doscientos metros (1200 m).

- La distancia (figura 7.12 b) entre la sección característica final del carril de deceleración de una vía de servicio y la sección característica inicial del carril de deceleración de un ramal de enlace o vía colector-distribuidora o acceso a vía de servicio posterior será como mínimo de mil metros (1000 m).

- La distancia (figura 7.12 c) entre la sección característica final del carril de aceleración de un ramal de enlace o vía colector-distribuidora o acceso de vía de servicio y la sección característica inicial del carril de aceleración de una vía de servicio posterior será como mínimo de mil metros (1000 m).

Figura 7.11

Conexión de vías de servicio de las carreteras de clase C-100 y C-80 con $IMD \geq 5000$ a través de los enlaces.

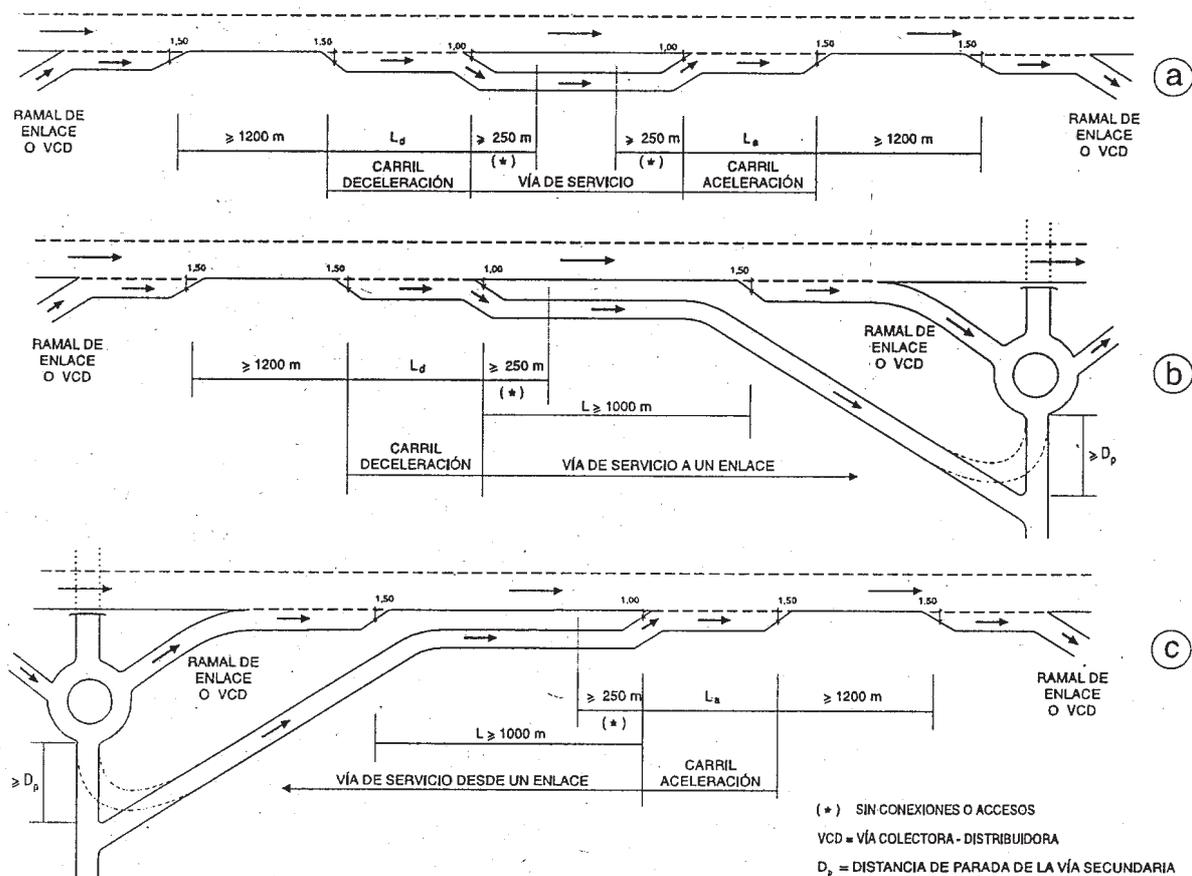


En caso de no existir vía secundaria y según recomendaciones sobre glorietas.

D_p = Distancia de parada de la vía secundaria.

Figura 7.12

Conexiones específicas de las vías de servicio con las carreteras de clase C-100 y C-80 con $IMD \geq 5000$.



- La distancia entre la sección característica final del carril de deceleración de una vía de servicio y la primera conexión o acceso a dicha vía será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).
- La distancia entre la última conexión o acceso a una vía de servicio y la sección característica inicial del carril de aceleración de dicha vía será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).
- La distancia entre la sección característica final de un carril de deceleración y la sección característica inicial de un carril de aceleración posterior será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).

Los accesos de las propiedades colindantes a las carreteras de clase C-100 y C-80, con una $IMD < 5000$ en el año horizonte de proyecto, se efectuarán a través de vías de servicio.

Las vías de servicio se comunicarán con el tronco de las carreteras C-100 y C-80 a través de los posibles enlaces, intersecciones o mediante conexiones específicas.

Las vías de servicio no se podrán conectar a los ramales de enlaces o intersecciones ni a sus vías colectoras-distribuidoras.

Las conexiones específicas de las vías de servicio con las carreteras C-100 y C-80 cumplirán las siguientes condiciones:

7.4.5.5 Distancias de seguridad entre accesos de vías de servicio a carreteras de clase C-100 y C-80 con $IMD < 5000$ en el año horizonte de proyecto.

- La distancia (figura 7.13 a) entre la sección característica final del carril de aceleración de un ramal de intersección, enlace o vía colectoras-distribuidora o acceso de vía de servicio y la sección

característica inicial del carril de deceleración de una vía de servicio posterior será como mínimo de quinientos metros (500 m).

- La distancia (figura 7.13 a) entre la sección característica final del carril de aceleración de una vía de servicio y la sección característica inicial del carril de deceleración de un ramal de enlace, intersección o vía colectora-distribuidora o acceso a vía de servicio posterior será como mínimo de quinientos metros (500 m).

- La distancia (figura 7.13 b) entre la sección característica final del carril de deceleración de una vía de servicio y la sección característica inicial del carril de deceleración del ramal de un enlace,

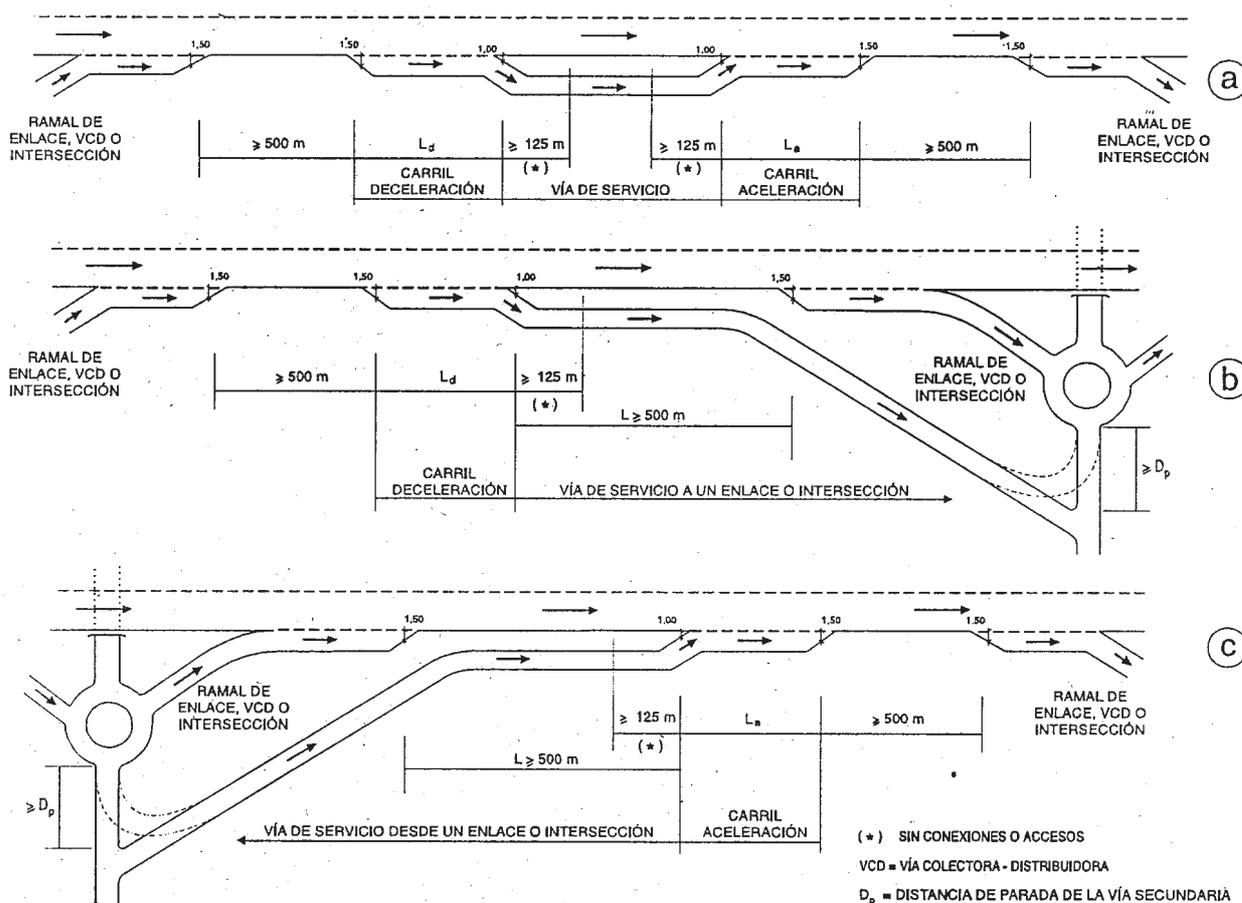
intersección o vía colectora-distribuidora o acceso a vía de servicio posterior será como mínimo de quinientos metros (500 m).

- La distancia (figura 7.13 c) entre la sección característica final del carril de aceleración de un ramal de enlace, intersección o vía colectora-distribuidora o acceso de vía de servicio y la sección característica inicial del carril de aceleración de una vía de servicio posterior será como mínimo de quinientos metros (500 m).

- La distancia entre la sección característica final del carril de deceleración de una vía de servicio y la primera conexión o acceso a dicha vía será como mínimo de ciento veinticinco metros (125 m).

Figura 7.13

Conexiones específicas de las vías de servicio con las carreteras de clase C-100 y C-80 con $IMD < 5000$.



- La distancia entre la última conexión o acceso a una vía de servicio y la sección característica inicial del carril de aceleración de dicha vía será como mínimo de ciento veinticinco metros (125 m).

- La distancia entre la sección característica final de un carril de deceleración y la sección característica inicial de un carril de aceleración posterior será como mínimo de ciento veinticinco metros (125 m).

7.4.5.6 Distancias de seguridad entre accesos de vías de servicio a carreteras de clase C-60 y C-40.

Los accesos de las propiedades colindantes a las carreteras de clase C-60 y C-40 se efectuarán a través de vías de servicio.

Las vías de servicio se comunicarán con el tronco de las carreteras C-60 y C-40 mediante conexiones específicas o a través de intersecciones o enlaces si existieran.

Las vías de servicio no se podrán conectar a los ramales de enlaces o intersecciones ni a sus vías colectoras-distribuidoras.

Las conexiones específicas de las vías de servicio con las carreteras C-60 y C-40 cumplirán las siguientes condiciones:

- La distancia (figura 7.14 a) entre la sección característica final del carril de aceleración (o cuña de incorporación) de un ramal de intersección, enlace o vía colectora-distribuidora o acceso de vía de servicio y la sección característica inicial del carril de deceleración (o cuña de salida) de una vía de servicio posterior será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).
- La distancia (figura 7.14 a) entre la sección característica final del carril de aceleración (o cuña de incorporación) de una vía de servicio y la sección característica inicial del carril de deceleración

(o cuña de salida) de una intersección, ramal de enlace o vía colectora-distribuidora o acceso a vía de servicio posterior será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).

La distancia (figura 7.14 b) entre la sección característica final del carril de deceleración (o cuña de salida) de una vía de servicio y la sección característica inicial del carril de deceleración (o cuña de salida) del ramal de una intersección, enlace o vía colectora-distribuidora o acceso a vía de servicio posterior será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).

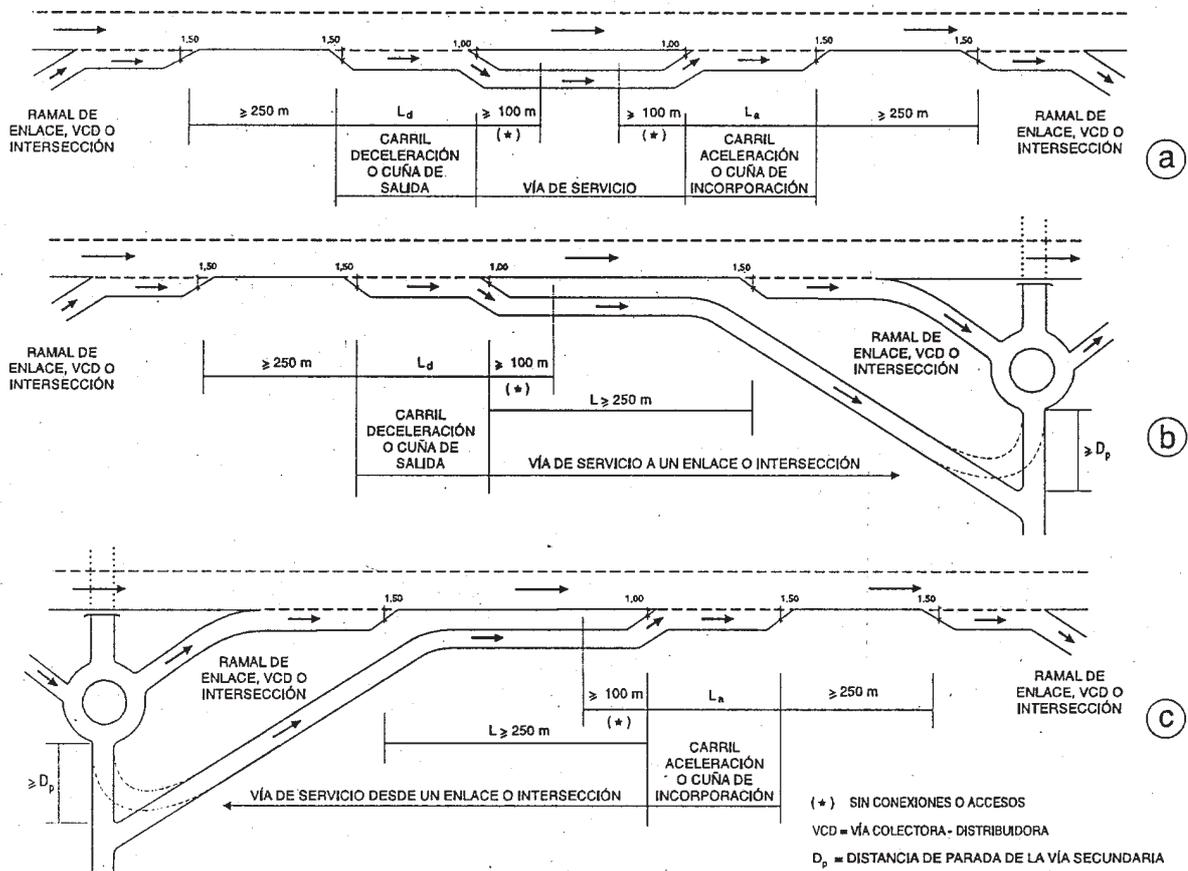
La distancia (figura 7.14 c) entre la sección característica final del carril de aceleración (o cuña de incorporación) de una intersección, ramal de enlace o vía colectora-distribuidora o acceso de vía de servicio y la sección característica inicial del carril de aceleración (o cuña de incorporación) de una vía de servicio posterior será como mínimo de doscientos cincuenta metros (250 m).

La distancia entre la sección característica final del carril de deceleración (o cuña de salida) de una vía de servicio y la primera conexión o acceso a dicha vía será como mínimo de cien metros (100 m).

La distancia entre la última conexión o acceso a una vía de servicio y la sección característica inicial del carril de aceleración

Figura 7.14

Conexiones específicas de las vías de servicio con las carreteras de clase C-60 y C-40.



- La distancia entre la última conexión o acceso a una vía de servicio y la sección característica inicial del carril de aceleración (o cuña de incorporación) de dicha vía será como mínimo de cien metros (100 m).
- La distancia entre la sección característica final de un carril de deceleración (o cuña de salida) y la sección característica inicial de un carril de aceleración (o cuña de incorporación) posterior será como mínimo de cien metros (100 m).

7.4.6 Confluencias y bifurcaciones.

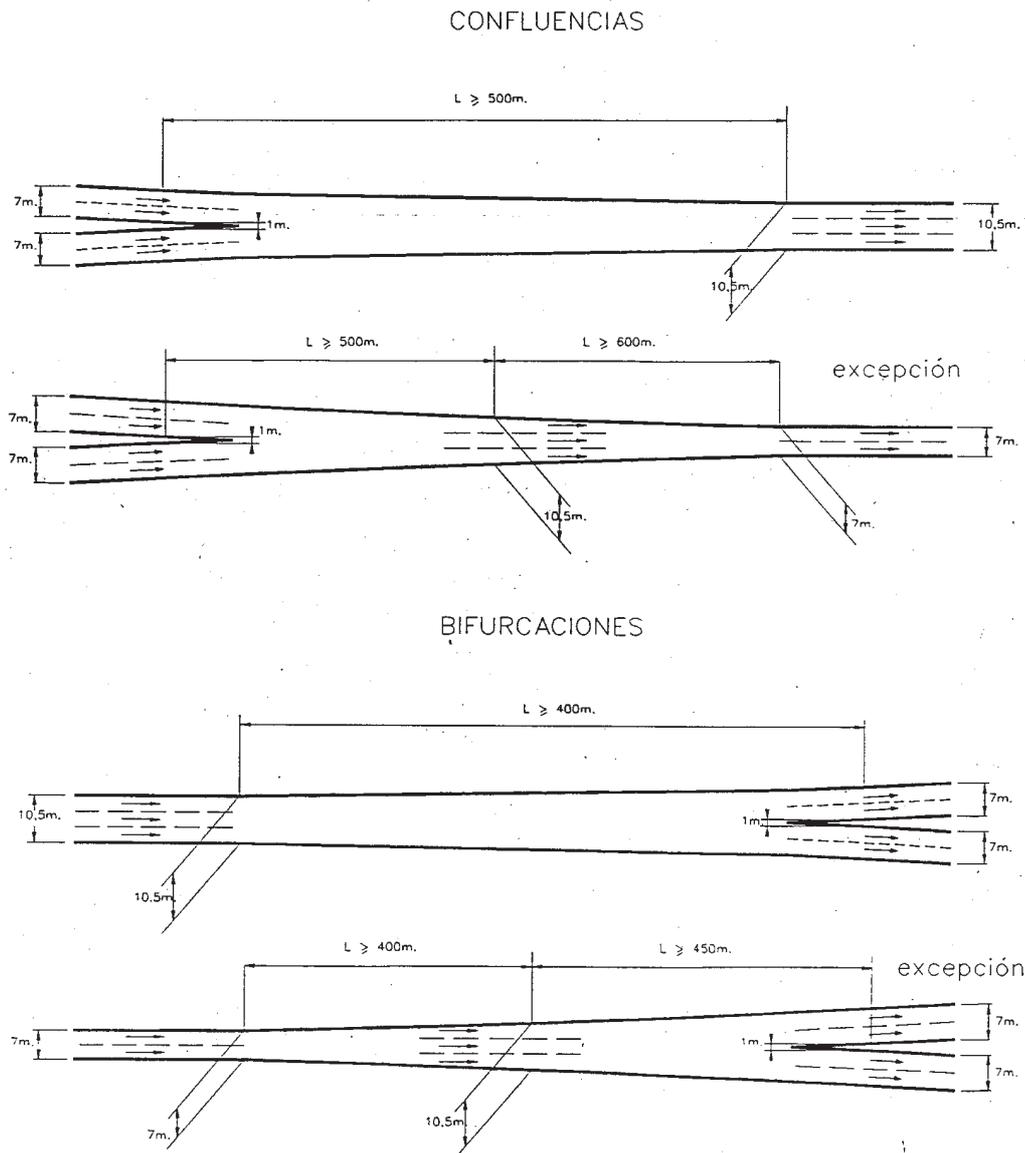
Las confluencias y bifurcaciones se establecerán por la coincidencia de flujos de tráfico similares. Las velocidades específicas de los elementos que concurren en una confluencia o bifurcación, deberán ser similares.

La cotangente del ángulo entre bordes de calzada deberá ser como máximo de sesenta y cinco (65) para confluencias, y de cincuenta (50) para bifurcaciones.

El número de carriles en la calzada común antes de una bifurcación (o después de una confluencia), no debe diferir de la suma del número de carriles después de la bifurcación (o antes de la confluencia) en más de una (1) unidad. Excepcionalmente, en casos suficientemente justificados y previa autorización expresa, la diferencia en el anterior cómputo de carriles podrá ser de dos (2) unidades como máximo.

Las longitudes de las zonas de confluencia y bifurcación se determinarán teniendo en cuenta las intensidades, las velocidades, la composición del tráfico y los movimientos de los vehículos. Los valores mínimos, medidos entre la última sección de la calzada común antes de una bifurcación (o después de una confluencia), y la sección en que las calzadas después de la bifurcación (o antes de la confluencia) distan entre sí un metro (1m), serán los indicados en la figura 7.15.

Figura 7.15
Confluencias y bifurcaciones.



7.4.7 Carriles centrales para giros a la izquierda.

Los carriles centrales tendrán en todos los casos un ancho de tres metros y medio (3,50 m) y serán de dos (2) tipos, espera y aceleración.

El carril central de espera, comenzará con una cuña de transición, cuya cotangente estará comprendida entre veinte (20) y treinta y cinco (35).

La longitud (L) en metros del carril de la zona de deceleración entre la sección donde la anchura de la cuña sea igual a un metro y medio (1,50 m) y la sección donde comience la zona de almacenamiento y espera será:

$$L = \frac{V_0^2}{254 \cdot (0,3 + i)} \geq 100 \text{ m}$$

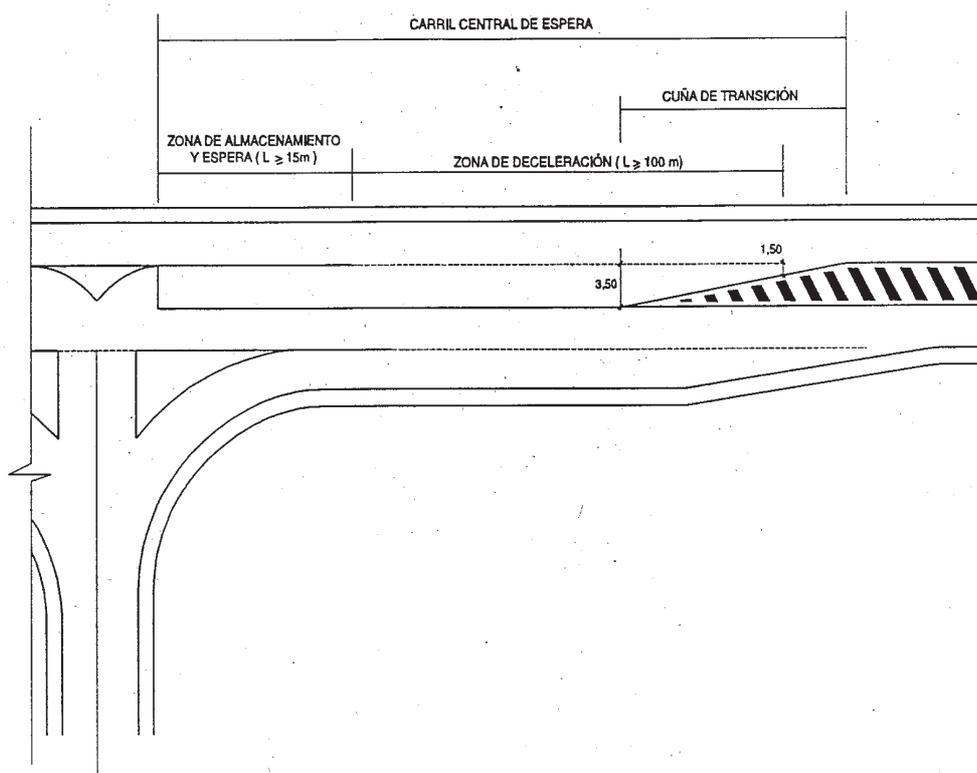
Siendo: V_0 = mínimo valor en kilómetros por hora (km/h) entre la velocidad de proyecto (V_p) y la velocidad máxima señalizada previamente a la sección en que se inicia el carril de espera.

i = inclinación de la rasante en tanto por uno (positiva en rampa, negativa en pendiente).

La longitud de la zona de almacenamiento y espera, se determinará en función de los tráficos de las calzadas principal y secundaria. En cualquier caso, dicha longitud será mayor o igual que quince metros (15 m).

Los carriles centrales de aceleración tendrán una longitud de acuerdo con lo indicado en el apartado 7.4.4.1.2

Figura 7.16
Carriles centrales de espera.



7.4.8 Pasos de mediana.

En carreteras de calzadas separadas, a intervalos aproximados de dos kilómetros (2 km), y a unos doscientos metros (200 m) de los extremos de los túneles de longitud superior a quinientos metros (500 m), y de las obras de paso de longitud superior a cien metros (100 m) medida entre estribos, se proyectarán pasos a través de la mediana.

Dichos pasos tendrán una longitud mínima libre de cuarenta metros (40 m). Estarán abocinados a ambos lados en una longitud mínima de sesenta metros (60 m).

No se deberán situar pasos de mediana en puntos bajos de la rasante, siendo deseable que se ubiquen próximos a carriles de entrada o salida, de manera que pudieran emplearse como vías de escape ante emergencias.

7.4.9 Lechos de frenado.

En tramos de carreteras donde existan pendientes prolongadas, y los vehículos puedan perder el control por avería en los frenos, se implantarán lechos de frenado, para facilitar la detención de dichos vehículos. Los lechos de frenado formarán parte integrante del diseño de esos tramos.

Si la pendiente media, i , de la rasante descendente es superior al cinco por ciento (5%), se podrá justificar la disposición de un lecho de frenado si el producto del cuadrado de i (expresado en tanto por ciento) por la longitud del tramo descendente (expresada en kilómetros) resulta superior a 60.

Si después de la pendiente hubiera una rampa de suficiente longitud o inclinación, antes de llegar a una curva, podría estar justificado no disponer un lecho de frenado.

En general, los lechos de frenado, se situarán en tramos aproximadamente rectilíneos, debiéndose adoptar las medidas que permitan distinguir claramente (sobre todo de noche), el lecho de frenado de la calzada de la carretera, evitando que inadvertidamente los vehículos penetren en él.

Un lecho de frenado se deberá percibir con antelación suficiente para que los vehículos que deseen acceder a él, puedan realizar la maniobra de entrada. No se proyectarán lechos de frenado en tramos de fuerte curvatura horizontal, ni después de un acuerdo vertical convexo.

Si el lecho de frenado se dispusiera adyacente a la plataforma (figura 7.17), la separación mínima al borde de la calzada será superior a dos metros (2 m), y siempre mayor o igual al ancho del arcén.

Si el lecho de frenado dispone de una vía de servicio (figura 7.17), exclusiva para él, segregada de la calzada principal, se diseñará detalladamente la bifurcación entre el lecho de frenado y la calzada principal.

La distancia necesaria para detener a un vehículo articulado en un lecho de frenado de anchura completa (tabla 7.7) dependerá de la velocidad a la que entre en él, la cual deberá ser estimada en función de la longitud e inclinación de la pendiente anterior al lecho.

Excepcionalmente, en casos suficientemente justificados, se podrán disponer lechos de frenado de anchura reducida, para acoger a medio vehículo. En este caso, la distancia necesaria para detener al vehículo articulado se tomará igual al doble de la dada por la tabla 7.7 para un lecho de anchura completa.

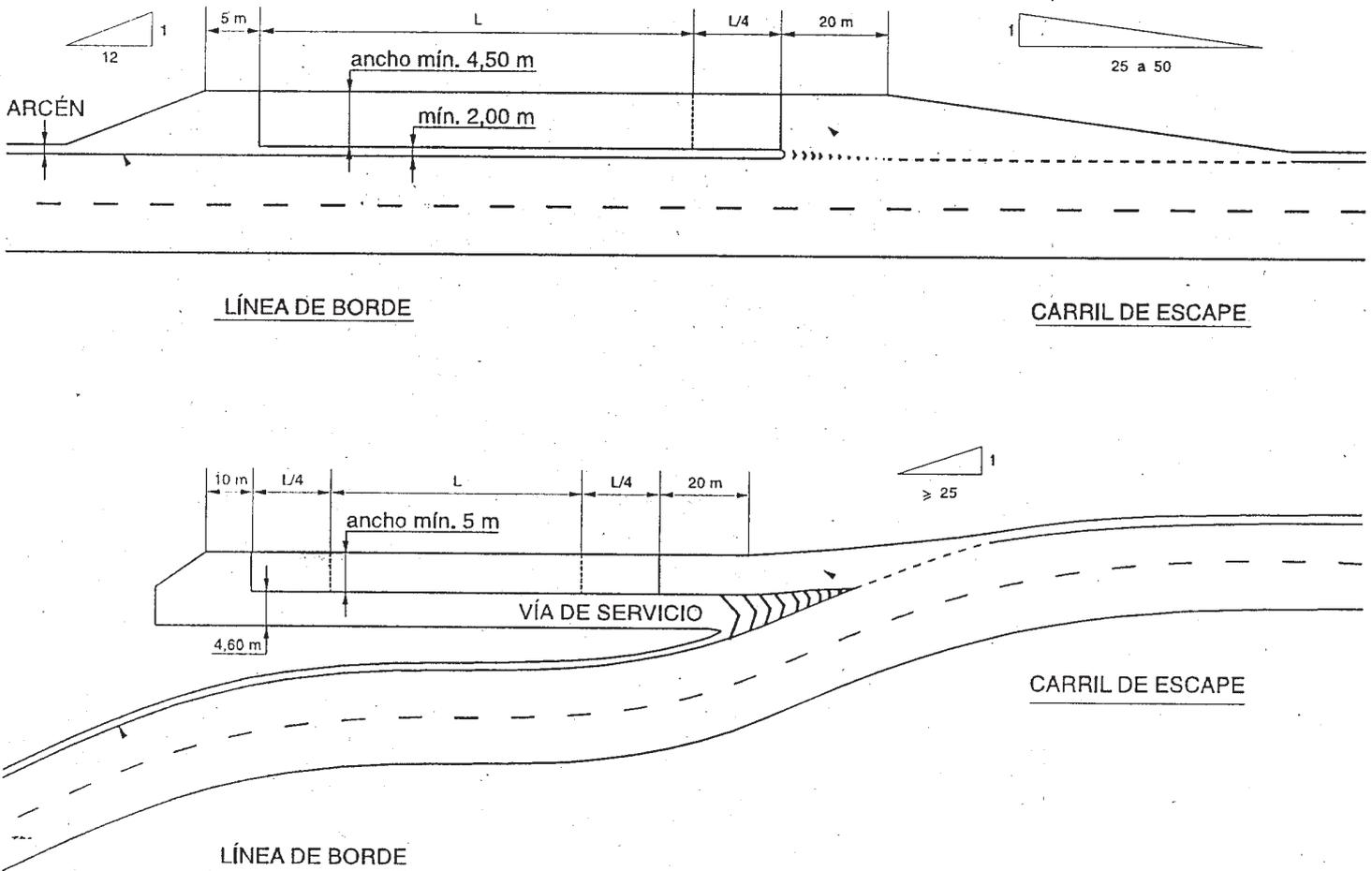
En todo caso, la longitud del lecho de frenado será igual al ciento veinticinco por ciento (125 %) de la distancia necesaria para detener al vehículo articulado.

TABLA 7.7
DISTANCIA NECESARIA (m) PARA DETENER A UN VEHÍCULO
ARTICULADO EN UN LECHO DE FRENADO DE ANCHURA COMPLETA

VELOCIDAD DE ENTRADA AL LECHO (km/h)	DISTANCIA DE DETENCIÓN ⁽⁴⁾ (m)
50	23
60	32
70	44
85	66
100	90
120	130

⁽⁴⁾ Esta distancia se aumentará en un 3 % por cada 1 % de pendiente descendente de la rasante.

Figura 7.17
Lechos de frenado.



CAPÍTULO 8 NUDOS.

8.1 Generalidades.

Se denomina nudo a la zona en la que se cruzan dos o más vías. Se clasifican en:

- Intersecciones, cuando todos los movimientos se realicen al mismo nivel.
- Enlaces, cuando al menos un movimiento se realice a distinto nivel.

La selección entre intersección y enlace se hará teniendo en consideración lo siguiente:

- *En carreteras de calzadas separadas y vías rápidas sólo se dispondrán enlaces.*
- *En carreteras convencionales se determinará con base en un estudio específico.*

Se garantizará la existencia para todas las calzadas y ramales de la visibilidad requerida en cada caso.

El diseño específico de los nudos se hará de acuerdo con la normativa vigente del organismo titular de la carretera.

8.2 Ramales.

Ramal es la vía que une las carreteras que confluyen en un nudo para permitir los distintos movimientos de los vehículos.

En toda la longitud de los ramales sólo se podrán conectar otros ramales y cumpliendo lo especificado en el apartado 7.4.5.1 de la presente Norma.

A efectos del cálculo de ramales en nudos, en general no serán de aplicación las tablas 4.3 y 4.4 de esta Norma.

El ancho de los ramales de enlace vendrá definido por los siguientes valores:

Ramales de un sólo sentido:

Arcén derecho: Mínimo la anchura del arcén de la carretera de la que se desprende el ramal con un valor no inferior a un metro y medio (1,5 m).

Arcén izquierdo: Salvo justificación en contrario, un metro (1 m).

Ancho de carriles: Ramal con un carril, tres metros y medio (3,5 m) más sobreaño con un valor mínimo de ancho del carril de cuatro metros (4 m). Ramal con varios carriles, tres metros y medio (3,5 m) más sobreaño.

Plataforma total: Mínimo seis metros y medio (6,5 m).

Ramales de doble sentido:

Arcenes derecho e izquierdo: Mínimo la anchura del mayor de los arcenes de las carreteras que confluyen en el enlace.

Ancho de carriles: Tres metros y medio (3,5 m) más sobreaño.

Plataforma total: Mínimo nueve metros (9 m).

El sobreaño de los carriles no se obtendrá disminuyendo el ancho de los arcenes.

8.3 Enlaces.

A efectos de la ubicación de los enlaces se respetarán, salvo expresa justificación en contrario, las siguientes distancias:

* **En carreteras de calzadas separadas.**

- *La distancia entre enlaces consecutivos será superior a seis kilómetros (6 km), medida entre las secciones características de los carriles de cambio de velocidad más próximos.*

* **En carreteras de calzada única.**

- *En carreteras de calzada única en las que esté prevista la duplicación de calzada, será de aplicación la prescripción anterior.*

- *En carreteras de calzada única sin previsión de duplicación de calzada, la distancia entre enlaces consecutivos, será como mínimo de dos kilómetros (2 km) medida entre las secciones características de los carriles de cambio de velocidad más próximos.*

8.4 Intersecciones.

La distancia entre una intersección y otra intersección, ramal de enlace, vía de servicio o vía colectora-distribuidora, cumplirá, salvo expresa justificación en contrario, las condiciones exigidas para las distancias de seguridad

entre accesos de vías de servicio a carreteras de clase C-100, C-80, C-60 y C-40 (apartados 7.4.5.4, 7.4.5.5 y 7.4.5.6), cuyo resumen se recoge en la tabla 8.1.

TABLA 8.1

Denominación de la carretera	C-100 y C-80 IMD \geq 5000	C-100 y C-80 IMD < 5000	C-60 y C-40
Distancia (m)	\geq 1200	\geq 500	\geq 250

Cuando la IMD de la carretera de menor intensidad de las que acceden a la intersección, sea superior a trescientos (300), la intersección estará canalizada.

En todos los casos se dispondrá, al menos, de la visibilidad de cruce, para todos los accesos (apartado 3.2.1.5).

ANEXO : DEFINICIONES.

NOTA. Las definiciones incluidas en este anexo, se marcan según su procedencia del siguiente modo:

- (^o) Definición a efectos de la aplicación de la presente Norma.
- (^{**}) Definición según el Reglamento General de Carreteras (R.D. 1812/1994).
- (^{***}) Definición según la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial (R.D.L 339/1990).

ACCESO DIRECTO A UNA PROPIEDAD O INSTALACIÓN^(o): Acceso en que la incorporación de los vehículos a o desde la calzada se produce sin utilizar las conexiones o enlaces de otras vías públicas con la carretera.

ACERA^():** Franja longitudinal de la carretera, elevada o no, destinada al tránsito de peatones.

AÑO HORIZONTE^(o): Año para cuyo tráfico previsible debe ser proyectada la carretera.

ARCÉN^():** Franja longitudinal pavimentada, contigua a la calzada, no destinada al uso de vehículos automóviles más que en circunstancias excepcionales.

AUTOPISTAS^(*):** Carreteras que están especialmente proyectadas, construidas y señalizadas como tales para la exclusiva circulación de automóviles y reúnen las siguientes características:

- a) No tener acceso a las mismas las propiedades colindantes.
- b) No cruzar a nivel ninguna otra senda, vía, línea de ferrocarril o tranvía, ni ser cruzadas a nivel por senda, vía de comunicación o servidumbre de paso alguna.
- c) Constar de distintas calzadas para cada sentido de circulación, separadas entre sí, salvo en puntos singulares o con carácter temporal, por una franja de terreno no destinada a la circulación o, en casos excepcionales, por otros medios.

AUTOVÍAS^(*): Carreteras que no reuniendo todos los requisitos de las autopistas tienen calzadas separadas para cada sentido de circulación y limitación de accesos a propiedades colindantes. No cruzarán a nivel ninguna otra senda, vía, línea de ferrocarril o tranvía, ni serán cruzadas a nivel por senda, vía de comunicación o servidumbre de paso alguna.

BARRERA DE SEGURIDAD^(*): Sistema de contención de vehículos empleado en los márgenes y medianas de las carreteras.

BERMA^(*): Franja longitudinal, afirmada o no, comprendida entre el borde exterior del arcén y la cuneta o talud.

BIFURCACIÓN^(*): Tramo en que se divide una calzada en otras dos (2) sin establecer prioridades entre ellas.

BOMBEO^(*): Pendiente transversal de la plataforma en tramos en recta.

CALZADA^(*): Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles.

CARRETERAS CONVENCIONALES^(*): Son las que no reúnen las características propias de las autopistas, autovías y vías rápidas.

CARRETERAS DE MONTAÑA^(*): Carreteras que discurriendo por terrenos muy accidentados tengan un tráfico reducido o su funcionalidad sea un uso muy específico (turismo, deportes, etc).

CARRETERAS QUE DISCURREN POR ESPACIOS NATURALES DE ELEVADO INTERÉS AMBIENTAL O ACUSADA FRAGILIDAD^(*): Carreteras que discurren por un espacio natural en el que no es posible alcanzar las características geométricas fijadas en esta Norma sin producir impactos críticos.

CARRETERAS URBANAS^(*): Carreteras, cualquiera que sea su tipo, que son utilizadas parcialmente por tráfico urbano, que generan impactos ambientales directos sobre el medio urbano próximo y que atraviesan o pasan próximas a áreas urbanas consolidadas o previstas por el planeamiento urbanístico.

CARRIL^(*): Franja longitudinal en que puede estar dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con anchura suficiente para la circulación de una fila de automóviles que no sean motocicletas.

CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACIÓN RÁPIDA^(*): Carril adicional que, situado a la izquierda de los principales en 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 ADICIONAL PARA CIRCULACIÓN LENTA^(*): 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, el adelantamiento por los vehículos más rápidos.

CARRIL DE CAMBIO DE VELOCIDAD^(*): Carril destinado a incrementar o reducir la velocidad, desde la de los elementos de un acceso a la de la calzada principal de la carretera, o viceversa.

CARRIL CENTRAL DE ESPERA^(*): 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.

CARRIL DE TRENZADO^(*): Carril constituido por la unión de un carril de aceleración y otro de deceleración consecutivo.

CONFLUENCIA^(*): Tramo en que dos calzadas convergen en una sin establecer prioridades entre ellas.

CUÑA DE TRANSICIÓN^(*): Ensanche de la calzada, de forma triangular, que en una divergencia, permite el paso gradual de la anchura normal de la calzada en la vía principal a la anchura completa del carril de deceleración y en una convergencia el paso de la anchura completa del carril de aceleración a la anchura normal de la calzada en la vía principal.

CURVA DE ACUERDO HORIZONTAL^(*): Curva en planta que facilita el tránsito gradual desde una trayectoria rectilínea a una curva circular, o entre dos curvas circulares de radio diferente.

CURVA DE ACUERDO VERTICAL^(*): Curva en alzado que enlaza dos rasantes de diferente inclinación.

DESMONTE^(*): Parte de la explanación situada bajo el terreno original.

DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO^(*): Distancia necesaria para que un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto.

DISTANCIA DE CRUCE^(*): Longitud de carretera que debe ser vista por el conductor de un vehículo que pretende atravesar dicha carretera (vía preferente).

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.

ELEMENTO DE TRAZADO^(*): Alineación, en planta o alzado, que se define por características geométricas constantes a lo largo de toda ella.

Se consideran los siguientes elementos:

- En planta: Recta (acimut constante), curva circular (radio constante), curva de transición (parámetro constante)
- En alzado: Rasante (pendiente constante), acuerdo parabólico (parámetro constante)

EJE^(*): Línea que define el trazado en planta o alzado de una carretera y que se refiere a un punto determinado de su sección transversal.

ENLACE^(*): 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 realizar los movimientos de cambio de una carretera a otra.

EXPLANACIÓN^(*): Zona de terreno realmente ocupada por la carretera, en la que se ha modificado el terreno original.

GLORIETA^(*): Intersección dispuesta en forma de anillo (generalmente circular) siendo único el sentido de circulación en el mismo.

INTENSIDAD EN LA HORA CIENTO CINCUENTA (150)^(*): Intensidad del tráfico que, en rango de mayor a menor intensidad, ocupa el lugar ciento cincuenta (150), en una ordenación hora por hora a lo largo de un (1) año.

INTENSIDAD EN LA HORA DE PROYECTO^(*): Número de vehículos por hora que deben poder utilizar la carretera que se proyecta, en el año horizonte, con el nivel de servicio establecido, para la hora que se establezca.

INTENSIDAD EN LA HORA TREINTA (30)^(*): Intensidad del tráfico que, en rango de mayor a menor intensidad, ocupa el lugar treinta (30), en una ordenación hora por hora a lo largo de un (1) año.

INTENSIDAD MEDIA DIARIA (I.M.D.)^(*): Número total de vehículos que pasan durante un año por una sección transversal de la carretera, dividido por el número de días del año.

INTERSECCIÓN^(*): 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.

LECHO DE FRENADO^(*): Zona adyacente a la plataforma o divergente de la misma, en tramos de fuerte pendiente, destinada a facilitar la detención de vehículos con insuficiencias en su sistema de frenado.

MEDIANA^():** Franja longitudinal situada entre dos plataformas separadas, no destinada a la circulación.

NARIZ^(*): Superficie de plataforma común a dos vías, comprendida entre la sección en que se separan las calzadas y la sección en que se separan las plataformas.

NIVEL DE SERVICIO^(*): 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.

NUDO^(*): Zona en la que se cruzan dos o más vías. Se clasifican en intersecciones y enlaces.

PASO DE MEDIANA^(*): Interrupción en la separación física entre los dos sentidos de circulación de una carretera de calzadas separadas, que facilita la comunicación entre ambas en casos singulares y de emergencia.

PENDIENTE^(*): Inclinación de una rasante descendente en el sentido de avance.

PERALTE^(*): Inclinación transversal de la plataforma en los tramos en curva.

PLATAFORMA^():** Zona de la carretera destinada al uso de los vehículos, formada por la calzada, los arcenes y las bermas afirmadas.

PRETIL^(*): Sistema de contención de vehículos, análogo a las barreras, pero específicamente diseñado para bordes de tablero de obras de paso, coronaciones de muros de sostenimiento y obras similares.

PUNTA^(*): Superficie de plataforma común a dos vías, comprendida entre la sección en que se unen las plataformas y la sección en que se unen las calzadas.

RAMAL^(*): Vía que une las carreteras que confluyen en un nudo para permitir los distintos movimientos de los vehículos.

RAMPA^(*): Inclinación de una rasante ascendente en el sentido de avance.

RASANTE^(*): Línea de una vía considerada en su inclinación o paralelismo respecto del plano horizontal.

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.

TERRAPLÉN^():** Parte de la explanación situada sobre el terreno original.

TRAMO^(*): Cualquier porción de una carretera comprendida entre dos secciones transversales cualesquiera.

TRAMO DE PROYECTO^(*): 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 intersecciones, enlaces, cambios en el medio atravesado, ya sean de carácter topográfico o de utilización del suelo.

TRAVESÍA^():** Parte de tramo urbano en la que existan edificaciones consolidadas al menos en las dos terceras partes de su longitud y un entramado de calles al menos en uno de los márgenes.

TRENZADO^(*): Maniobra por la que dos flujos de tráfico del mismo sentido se entrecruzan.

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE UN ELEMENTO DE TRAZADO (V_e)^(*): 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.

VELOCIDAD DE PLANEAMIENTO DE UN TRAMO (V)^(*): Media armónica de las velocidades específicas de los elementos de trazado en planta de tramos homogéneos de longitud superior a dos kilómetros (2 km).

VELOCIDAD DE PROYECTO DE UN TRAMO (V_p)^(*): Velocidad que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado, en condiciones de comodidad y seguridad.

VÍA COLECTORA-DISTRIBUIDORA^(*): Calzada con sentido único de circulación, sensiblemente paralela a la carretera principal y separada físicamente de ella,

cuyo objeto es independizar de dicha carretera principal las zonas de conflicto que se originan en tramos con salidas y entradas consecutivas de ramales de enlace muy próximas. En ningún caso sirve a las propiedades o edificios colindantes.

VÍA RÁPIDA^(*):** Carretera de una sola calzada y con limitación total de accesos a las propiedades colindantes. Las vías rápidas no cruzarán a nivel ninguna otra senda, vía, línea de ferrocarril o tranvía, ni serán cruzadas a nivel por senda, vía de comunicación o servidumbre de paso alguna.

VÍA 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. Puede ser con sentido único o doble sentido de circulación.

VÍA URBANA^(*):** Cualquiera de las que componen la red interior de comunicaciones de una población, siempre que no se trate de travesías ni formen parte de una red arterial.

VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO^(*): Distancia que existe a lo largo del carril por el 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 ver el conductor de un vehículo para poder cruzar otra vía que intersecta su trayectoria medida a lo largo del eje de su carril.

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 puede divisarlo sin que luego desaparezca de su vista hasta llegar al mismo.

2108 *ORDEN de 18 de enero de 2000 por la que se aprueba el Reglamento sobre Despacho de Buques.*

La comprobación, por parte de la Administración Marítima, de que los buques y embarcaciones civiles cumplen con todos los requisitos exigidos por las normas legales para poder efectuar las navegaciones y tráficos que pretendan realizar, así como las correspondientes autorizaciones que dicha Administración otorga al efecto, es lo que tradicionalmente se ha denominado como despacho del buque.

Para regular el despacho de buques, se han ido dictando en el tiempo disposiciones de diversa jerarquía normativa y alcance, desde la mención que hace del Rol el artículo 612 del vigente Código de Comercio de 22 de agosto de 1885, hasta la actualidad, en que, con tratamiento normativo de diverso rango, los distintos aspectos del despacho de buques han sido regulados por disposiciones tales como la Orden del Ministro de Comercio de 7 de octubre de 1958 y el Convenio sobre Facilitación del Tráfico marítimo Internacional (Londres, 1965).

Lo anterior, analizado a la luz de los criterios y pautas establecidos en la Ley 27/1992, de 24 de noviembre,

de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, aconseja una unificación y actualización de todos y cada uno de los procesos establecidos, con el fin de conseguir su simplificación y, con ello, una mayor seguridad jurídica.

En su virtud, de acuerdo con el Consejo de Estado, dispongo:

Artículo único.

Se aprueba, en desarrollo del artículo 86.3 de la Ley 27/1992, de 24 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, el Reglamento sobre Despacho de Buques.

Disposición transitoria única.

En tanto no se establezcan los documentos informáticos para el despacho y enrole de las tripulaciones, en su caso, y que complementarán al Rol, se consideran válidos los actuales modelos de Rol de Despacho y Dotación y de Licencia de Navegación, o los que les sustituyan.

Disposición derogatoria única.

Queda derogada la Orden del Ministro de Comercio de 7 de octubre de 1958, sobre Rol de Despacho.

Quedan derogadas, asimismo, cuantas disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo establecido en la presente Orden.

Disposición final primera.

Se faculta al Director general de la Marina Mercante para dictar los actos de ejecución que sean pertinentes para la aplicación de la presente Orden.

Disposición final segunda.

La presente Orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado». Madrid, 18 de enero de 2000.

ARIAS-SALGADO MONTALVO

REGLAMENTO SOBRE DESPACHO DE BUQUES

CAPÍTULO I

Disposiciones generales

Artículo 1. Objeto.

Este Reglamento tiene por objeto determinar los requisitos que deben cumplimentar las empresas navieras, consignatarios y capitanes, ante las Autoridades Marítimas para el control, tanto desde el punto de vista administrativo como desde el de la seguridad marítima, de la entrada o salida de puerto de los buques, o la estancia en las aguas interiores marítimas y mar territorial, sin perjuicio de las preceptivas autorizaciones previas que corresponda otorgar a otras Autoridades.

Los buques que operen en aguas interiores no marítimas seguirán rigiéndose por la normativa establecida en la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, y sus normas de desarrollo.

Artículo 2. Definiciones.

A los fines de este Reglamento, se entenderá por:

a) Buque: Todo buque civil que para su navegación necesite ser tripulado.

I. Disposiciones generales

CORTES GENERALES

18071 *RESOLUCIÓN de 20 de septiembre de 2001, del Congreso de los Diputados, por la que se ordena la publicación del Acuerdo de convalidación del Real Decreto-ley 13/2001, de 5 de septiembre, por el que se adoptan medidas urgentes para reparar los daños causados por los episodios de lluvias intensas acaecidas en los meses de febrero y marzo de 2001 en la Comunidad Autónoma de Castilla y León.*

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 86.2 de la Constitución, el Congreso de los Diputados, en su sesión del día de hoy, acordó convalidar el Real Decreto-ley 13/2001, de 5 de septiembre, por el que se adoptan medidas urgentes para reparar los daños causados por los episodios de lluvias intensas acaecidas en los meses de febrero y marzo de 2001 en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, publicado en el «Boletín Oficial del Estado» número 214, de 6 de septiembre de 2001.

Se ordena la publicación para general conocimiento. Palacio del Congreso de los Diputados, 20 de septiembre de 2001.—La Presidenta del Congreso de los Diputados,

RUDI ÚBEDA

MINISTERIO DE FOMENTO

18072 *ORDEN de 13 septiembre 2001 de modificación parcial de la Orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios y de la Orden de 27 de diciembre de 1999 por la que se aprueba la norma 3.1.IC. Trazado, de la Instrucción de Carreteras.*

Por Orden de 16 de diciembre de 1997 («Boletín Oficial del Estado» número 21, de 24 de enero de 1998) por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicio, se estableció el régimen jurídico y las condiciones técnicas para el otorgamiento y modificación de las autorizaciones relativas a las materias indicadas.

Asimismo, por Orden de 27 de diciembre de 1999 («Boletín Oficial del Estado» número 28, de 2 de febrero de 2000) se aprobó la Norma 3.1-IC. Trazado, de la Instrucción de Carreteras, en la que se establecen los criterios técnicos para el trazado geométrico de las carreteras.

La aplicación de estas disposiciones ha permitido comprobar las ventajas que su aprobación supuso para lograr el objetivo de una mejora en la calidad técnica de los proyectos de infraestructuras viarias, una mayor eficacia en la explotación de las carreteras y una menor discrecionalidad en los aspectos relativos a las relaciones con los ciudadanos. Sin perjuicio de las ventajas indicadas, la aplicación de las citadas normas ha puesto de manifiesto la conveniencia de considerar de forma más específica las circunstancias y características singulares que se presentan en las llamadas carreteras urbanas, en las que los especiales factores a considerar exigen soluciones adecuadas que no permiten su asimilación a las de los tramos interurbanos, en los que la densidad de población es menor y por consiguiente lo son los condicionantes urbanísticos, de tráfico y de requerimientos funcionales de las vías.

Asimismo, circunstancias especiales impuestas en ocasiones por exigencias ambientales, socioeconómicas o de afección al patrimonio histórico artístico, determinan la posibilidad de establecer características de trazado acordes con dichas circunstancias, manteniéndose en todo caso las debidas condiciones de seguridad vial.

Por lo que respecta a las conexiones con la red estatal de carreteras de redes de titularidad de otras Administraciones, se ha comprobado la conveniencia de que se dé un tratamiento diferenciado a sus enlaces e intersecciones asegurando la coordinación entre las distintas Administraciones titulares de las vías en las sucesivas fases de planeamiento, proyecto, construcción y explotación, ya que, en definitiva, todas las vías han de conformar una estructura mallada al servicio del transporte y el desplazamiento de personas y mercancías.

Por todo ello, y en aplicación de la disposición adicional segunda de la Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras, y en las facultades conferidas al Ministro de Fomento por el artículo 29 y la disposición final única del Reglamento General de Carreteras, aprobado por el Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, dispongo:

Primero. *Modificación de la Norma 3.1.IC. Trazado, de la Instrucción de Carreteras, aprobada por Orden de 27 de diciembre de 1999.*

1. Se añade el texto siguiente a continuación del párrafo quinto del punto 1.2 «Objeto y ámbito de aplicación»:

«A los efectos de la aplicación del párrafo anterior los tipos de carreteras relacionados en el mismo se definen en el anexo de esta Norma.»

2. Se añade el texto siguiente a continuación del penúltimo párrafo del punto 3.2.2 «Visibilidad de parada»:

«La condición del párrafo anterior no será de aplicación para el caso en que se incurriera en costes económicos, medioambientales, sociales, afectaciones al patrimonio arqueológico, artístico, histórico, etc., desproporcionados a los incrementos de seguridad obtenidos, dando en todo caso cumplimiento a los artículos 4 y 5 de esta norma.»

3. Se modifica la definición de carreteras urbanas del Anexo, que será la siguiente:

«Carreteras urbanas: Aquellas que, cualquiera que sea su tipo, son utilizadas significativamente por tráfico urbano y generan impactos ambientales directos sobre el medio urbano próximo o atraviesan o pasan próximas a áreas urbanas de suficiente entidad, consolidadas o previstas por el planeamiento urbanístico».

Segundo. *Modificación de la Orden de 16 de diciembre de 1997, por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.*

Se añade el texto siguiente al final del punto 3. «Definición de accesos»:

«No obstante lo anterior, las conexiones con las carreteras estatales de carreteras de titularidad autonómica o provincial se ajustarán en cuanto a sus características técnicas a lo establecido en la Norma 3.1.IC., Trazado, de la Instrucción de Carreteras y no a lo dispuesto en la presente Norma.»

Tercero. *Entrada en vigor.*—Esta Orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Madrid, 13 de septiembre de 2001.

ÁLVAREZ-CASCOS FERNÁNDEZ

MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE

18073 *ORDEN de 19 de septiembre de 2001 por la que se determinan las titulaciones y los estudios de primer ciclo, así como los complementos de formación, necesarios para el acceso al segundo ciclo de las enseñanzas conducentes a la obtención del título oficial de Ingeniero Geólogo.*

El Real Decreto 666/1999, de 23 de abril, por el que se establece el título universitario oficial de Ingeniero Geólogo y las directrices generales propias de sus planes de estudios, dispone, en su directriz cuarta, que en aplicación de lo previsto en los artículos 5 y 8.2 del Real Decreto 1497/1987, de 27 de noviembre, por el que se establecen las directrices generales comunes de los planes de estudios de los títulos universitarios de carácter oficial, modificado por el Real Decreto 1267/1994, de 10 de junio, completado por los Reales Decretos 2347/1996, de 8 de noviembre; 614/1997, de 25 de abril, y 779/1998, de 30 de abril, se concretarán, por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, las titu-

laciones y los estudios previos de primer ciclo, así como los complementos de formación, que, en su caso, deben cursarse para acceder a estas enseñanzas.

La presente Orden da cumplimiento a lo establecido en el citado Real Decreto, concretando las titulaciones y estudios previos de primer ciclo, así como los complementos de formación con los que se puede acceder al segundo ciclo de las enseñanzas conducentes a la obtención del título de Ingeniero Geólogo, en tanto se realicen nuevas propuestas por el Consejo de Universidades que permitan una más amplia oferta de posibilidades de incorporación a los estudios de referencia.

En su virtud, a propuesta del Consejo de Universidades, dispongo:

Primero.—Podrán acceder al segundo ciclo de las enseñanzas conducentes a la obtención del título oficial de Ingeniero Geólogo, cursando, de no haberlo hecho con anterioridad, los complementos de formación que, en cada caso, se determinan:

a) Quienes hayan superado el primer ciclo de los estudios conducentes a la obtención del título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, cursando, de no haberlo hecho antes, 18 créditos en Complementos de Geología, de los que, al menos, 6 créditos serán en Cartografía Geológica y 4 créditos en Estratigrafía y Paleontología y, además, 6 créditos en Mecánica de los Medios Continuos y 6 créditos en Química.

b) Quienes hayan superado el primer ciclo de los estudios conducentes a la obtención del título de Ingeniero de Minas, cursando, de no haberlo hecho antes, 12 créditos en Complementos de Geología, de los que, al menos, 6 créditos serán en Cartografía Geológica y, además, 6 créditos en Mecánica de los Medios Continuos y 6 créditos en Hidráulica.

c) Quienes hayan superado el primer ciclo de los estudios conducentes a la obtención del título de Licenciado en Geología, cursando, de no haberlo hecho antes, 6 créditos en Complementos de Matemáticas, 6 créditos en Complementos de Física, 6 créditos en Ciencia y Tecnología de Materiales, 6 créditos en Expresión Gráfica y Topografía, 6 créditos en Teoría de las Estructuras, 6 créditos en Hidráulica y 6 créditos en Mecánica de los Medios Continuos.

d) Quienes estén en posesión del título de Ingeniero Técnico en Obras Públicas, especialidad en Construcciones Civiles, cursando, de no haberlo hecho antes, 21 créditos en Complementos de Geología, de los que, al menos, 6 créditos serán en Cartografía Geológica y 6 créditos en Estratigrafía y Paleontología y, además, 6 créditos en Mecánica de los Medios Continuos y 6 créditos en Fundamentos Químicos de la Ingeniería.

e) Quienes estén en posesión del título de Ingeniero Técnico en Obras Públicas, especialidad en Transportes y Servicios Urbanos, cursando, de no haberlo hecho antes, 21 créditos en Complementos de Geología, de los que, al menos, 6 créditos serán en Cartografía Geológica y 6 créditos en Estratigrafía y Paleontología y, además, 6 créditos en Mecánica de los Medios Continuos, 6 créditos en Fundamentos Químicos de la Ingeniería, 6 créditos en Ciencia y Tecnología de los Materiales y 6 créditos en Hidráulica.

f) Quienes estén en posesión del título de Ingeniero Técnico en Obras Públicas, especialidad en Hidrología, cursando, de no haberlo hecho antes, 18 créditos en Complementos de Geología, de los que, al menos, 6 créditos serán en Cartografía Geológica y 6 créditos en Estratigrafía y Paleontología y, además, 6 créditos en Mecánica de los Medios Continuos y 6 créditos en Fundamentos Químicos de la Ingeniería.